

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
PROYECTO ITATA

VOLUMEN I

RESUMEN DEL ESTUDIO REALIZADO

A.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

B.- CARACTERISTICAS GENERALES
DEL AREA DEL ESTUDIO

C.- DESCRIPCION DEL ESTUDIO REALIZADO

D.- INDICE GENERAL DEL ESTUDIO

CONSORCIO DE INGENIERIA INGENDESA - EDIC LTDA.
AGOSTO 1994

ESTUDIO INTEGRAL DEL PROYECTO ITATA

INDICE

	PAGINA
RESUMEN DEL ESTUDIO	
A. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	A.1
B. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DEL ESTUDIO	B.1
B.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DEL ESTUDIO	B.1
B.2 EXTENSION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS ECONOMICAS Y SOCIALES	B.1
C. DESCRIPCION DEL ESTUDIO REALIZADO	C.1.1
C.1 DESCRIPCION GENERAL DE LAS FASES DEL ESTUDIO	C.1.1
C.2 RESUMEN DEL ESTUDIO REALIZADO	C.1.2
1.0 Introduucción	C.1.2
2.0 Análisis Crítico de los Antecedentes Existentes sobre Recursos Básicos	C.2.1
2.1 Clima	C.2.1
2.2 Suelos y Grupos de Manejo	C.2.6
2.3 Recursos Hídricos	C.2.8
3.0 Diagnóstico de la Situación Actual	C.3.1
3.1 Introduucción	C.3.1
3.2 Recursos Naturales	C.3.3
3.3 Resultados del Análisis de la Situación Actual Agropecuaria	C.3.6
3.4 Determinación de los Predios Tipos	C.3.15
3.5 Expansión de los Resultados	C.3.23
3.6 Interfluvios Costeros y Sector Cordillera de La Costa	C.3.31
3.7 Conclusiones	C.3.33
4.0 Desarrollo Agropecuario	C.4.1
4.1 Bases de Sustentación de Planes de Desarrollo	C.4.1
4.2 Análisis de Mercado, Comercialización e Instituciones de Apoyo	C.4.18
4.3 Determinación de las Inversiones Agrí- las Necesarias	C.4.19

5.0	Desarrollo del Riego	C.5.1
5.1	Adecuación Predial para el Riego	C.5.1
5.2	Suelos de Secano a Incorporar al Riego	C.5.1
5.3	Necesidades de Agua de Riego	C.5.2
5.4	Obras de Conducción Extrapredial	C.5.2
6.0	Obras Matrices para el Riego	C.6.1
6.1	Estudios de Identificación y Reconocimiento de Posibilidades	C.6.1
6.1.1	Obras de Regulación	C.6.1
6.1.2	Aprovechamiento de Acuíferos Existentes y Obras de Drenaje	C.6.6
6.1.3	Análisis de posibilidades de Trasvases, Interconexiones y Mejoramiento de Sistemas de Conducción Matrices	C.6.18
6.1.4	Otros usos de las Obras	C.6.20
6.1.5	Formulación de Alternativas de Riego	C.6.21
6.2	Anteproyecto de las Obras Extraprediales	C.6.23
6.2.1	Diseño Obras de Embalse	C.6.25
6.2.2	Canales de Trasvase	C.6.36
6.2.3	Diseño Obras Hidroeléctricas Relacionadas con los Embalses	C.6.40
6.2.4	Diseño de Sistemas de Conducción Matrices	C.6.42
6.3	Presupuesto de Inversión y Operación de las Obras. Programa de Ejecución	C.6.49
6.3.1	Presupuestos de Inversión y Operación	C.6.49
6.3.2	Programa de las Obras	C.6.55
6.4	Impacto Ambiental	C.6.59
7.0	Balance Hídrico	C.7.1
7.1	Generalidades	C.7.1
7.2	Objetivos del Modelo	C.7.1
7.3	Bases Conceptuales de los Modelos	C.7.2
7.4	Validación del Modelo	C.7.8
7.5	Operación Simulada Sistema Itata	C.7.10

8.0	Análisis Económico y Financiero	C.8.1
8.1	Programa de Inversiones para los Sistemas de Riego	C.8.1
8.2	Flujos de Inversión	C.8.2
8.3	Programa de Financiamiento de los Sistemas de Riego	C.8.3
8.4	Programa de Implementación e Instituciones de Crédito	C.8.3
8.5	Análisis de Mercado, Comercializa- ción y Precios	C.8.4
9.0	Evaluación Económica Privada y Social	C.9.1
9.1	Introducción	C.9.1
9.2	Situación "Sin" y "Con Proyecto"	C.9.1
9.3	Evaluación de los Beneficios del Proyecto	C.9.2
9.4	Resultados	C.9.5
9.5	Análisis de Sensibilidad	C.9.11
9.6	Resultados Proyecto de Energía	C.9.16
9.7	Resultados Proyecto Conjunto, Riego y Energía	C.9.17
9.8	Niveles de Empleo	C.9.19
9.9	Análisis Financiero y Recuperación Costos de Predios Tipos	C.9.20
10.0	Aspectos Legales	C.10.1
11.0	Conclusiones Finales	C.11.1

**ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
PROYECTO ITATA**

RESUMEN DEL ESTUDIO REALIZADO

A. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio se refiere a formular un Programa de Desarrollo Integral de los Recursos Naturales Disponibles en el área del río Itata en el sector comprendido entre el río Larqui por el sur y el límite norte de la hoya. El área correspondiente, por lo tanto, abarca los terrenos bajo la influencia de los ríos Ñuble, Cato, Chillán e Itata aguas abajo de su confluencia con el río Larqui. Así mismo también se ha incluido en el estudio el sector de los interfluvios costeros correspondientes al área comprendida entre los ríos Biobío e Itata.

La superficie potencialmente regable asciende a unos 250.000 has, de las cuales una parte es de secano y el resto corresponde a áreas de riego con seguridad insuficiente.

En general la zona agrícola de la hoya del Itata y sus afluentes se caracteriza por una ausencia casi total de obras de regulación, pues las existentes (embalses Coihueco y Tucapel) son de poca relevancia frente al potencial regable.

Considerando la próxima realización del proyecto Laja-Diguillín que se traducirá en un aporte de gran significación para la cuenca y que resuelve los problemas de ella del Larqui al sur, es de máxima importancia el estudio que ha solicitado la Comisión Nacional de Riego pues él podría conducir a la incorporación al área regada con seguridad aceptable del país el rico potencial existente en el Itata prácticamente en su totalidad.

B.1

B. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DEL ESTUDIO.

B.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada geográficamente entre los paralelos 36°15' y 37°00' de latitud sur y los meridianos 71°10' y 72°50' de longitud oeste, aproximadamente. En esta superficie se encuentran las cuencas de los ríos Ñuble, Cato, Chillán, Pingueral, Andalién e Itata.

B.2. EXTENSION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS, ECONOMICAS Y SOCIALES

- EXTENSION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS.

El área se supopone con la división política-administrativa en casi todas las comunas de la provincia de Ñuble, excepto en Cobquecura y Quirihue, y sólo en las comunas de Talcahuano, Penco, Tomé, Florida y Concepción de la provincia de Concepción.

Considerando las comunas que comprenden el área de estudio, se obtiene una superficie total de 13.668,4 Km², de los cuales 13.068 Km² corresponden a la provincia de Ñuble, y 3.444,5 Km² a la provincia de Concepción.

Geomorfología

El área de estudio presentan las unidades características del relieve chileno: Planicies Litorales, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia, Precordillera, y Cordillera de los Andes.

La faja costera se caracteriza por presentar planicies litorales de abrasión, y de sedimentación marina, o fluviomarina, que en ésta área son angostas, de aproximadamente 3 Km. de ancho.

La Cordillera de la Costa se presenta baja y desmembrada, con alturas aproximadas en el sector de Quirihue, de 500 m.s.n.m..- Al sur de Quirihue, en dirección al curso inferior del río Itata, la Cordillera de la Costa se diluye en una serie muy compleja, pero orográficamente insignificante, de lomajes con cuencas intermontañas, de reducidos espacios colonizados por cultivos de vid, destacando las alturas del cerro Coiquén, de 908 m.s.n.m., frente a Quirihue. Desde el curso inferior del Itata al sur, las alturas

B.2

de la Cordillera de la Costa vuelven a manifestarse con valores cercanos a los 650 m.s.n.m., enmarcando el valle del río Andalién.

La Depresión intermedia corresponde a una forma tectónica, entre dos grandes muros orográficos, la Cordillera de la Costa al Oeste, y la Cordillera de los Andes al Este, y contiene rasgos cambiantes de norte a sur. El área se encuentra dentro de lo que se ha llamado Llano Central fluvio-glacio-volcánico, que en el área de Chillán, es bastante amplio (51 Km. de ancho), y presenta aspecto de planicie suavemente ondulada, plana en algunos sectores, regada con recursos conducidos a través de canales, y bajo condiciones de clima y suelo que han favorecido una activa ocupación por el hombre.

En esta zona, la Precordillera es de origen sedimentario, y forma una acumulación caótica de materiales glaciales, volcánicos, y fluviales, dispuestos al pie de la cordillera troncal. Corresponde a un territorio de difícil penetración por las características topográficas de laderas abruptas, ríos encajonados, y una vegetación mesomórfica densa.

La Cordillera de los Andes se presenta deprimida, teniendo su mayor altura en el Volcán Chillán (3.122 m.s.n.m.). El relieve de ésta zona se presenta de manera un tanto anárquica, apareciendo cadenas transversales tales como los nevados de Chillán, que se disponen en un eje NO-SE, y la Meseta del Gato, desprendida de éstos, que se dispone en una orientación N-S.

Clima e Hidrografía

Desde un punto de vista climático, la zona se caracteriza por un clima Mediterráneo, con período estival de cinco meses de duración (Noviembre-Marzo), con alta radiación solar y evapotranspiración, y un período invernal lluvioso de tres meses, que concentra más del 50% de las precipitaciones anuales.

Los principales cursos de agua de la cuenca del río Itata, (ríos Ñuble, Cato, Chillán), son de origen pluvionival, caracterizados por grandes cuadales en los meses de invierno. Aparte de dicha cuenca, en la zona costera del área de estudio, existen cuencas de comportamiento netamente pluvial, siendo las principales, las de los ríos Pingueral y Andalién.

Biogeografía

La zona de estudio se encuentra en el límite entre un ecosistema de carácter templado mesomórfico, y uno de carácter templado higromórfico. La característica mesomórfica está dada por la presencia de la unidad geomorfológica precordillerana, de una transición entre especies esclerófilas, que son mesófitas, y las típicas del bosque hidrófilo. Aquí cohabitan los peumos (*Cryptocarya alba*), los quillayes (*Aquillaja sapanoria*), los boldos (*Peumus boldus*) y los litres (*Lithraea cáustica*), con árboles como el roble (*Nothofagus obliqua*), el lingue (*Nothofagus dombeyi*) y el raulí (*Nothofagus alpina*).

Luego, en los pisos superiores de la cordillera andina se presentan, más abundantemente bosques de roble (*Nothofagus obliqua*), mientras en el piso superior se encuentran bosques de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), bosques de coigue *Nothofagus puvilio*, y de ñirre (*Nothofagus antartica*), los que constituyen el último cinturón arbóreo en Los Andes. En éstos sistemas higromórfico, a la riqueza florística se une una notable pobreza faunística, ya que sólo la fauna avícola, y entomológica es abundante y diversificada, mientras los mamíferos, carnívoros y herbívoros son escasos.

En la Cordillera de la Costa, se presentan bosques de roble, mientras en la costa de la región del Bio-bío se encuentra el bosque mixto de transición, al que se ha denominado "bosque maulino" por la dominancia del hualo, roble colorado o roble maulino (*Nothofagus alessandri*). El hualo se presenta en forma discontinua, ya que en muchos sectores ha sido desplazado por plantaciones de pino insigne, lo que ha provocado una degradación de la vegetación nativa. La fauna en ésta ecorregión es particularmente rica en aves, destacando entre los animales carnívoros, el huillín, o nutria de río. Entre los insectos existe una predominancia de coleópteros.

- ANTECEDENTES ECONOMICOS Y SOCIALES.

Antecedentes Económicos Generales

El área del proyecto está inserta en la VIII Región. La tasa de crecimiento del Producto Geográfico Bruto de ella, entre los años 1986 y 1994, alcanzó al 2,31%.

B.4

Los sectores más representativos de la producción de la VIII región, son el Silvoagropecuario, la Pesca y la Industria Manufacturera, los que se describen con mayor profundidad a continuación:

i) Sector Forestal

Según la información que entrega CONAF para el año 1991, el total de la superficie forestada en la VIII región es de 1.130.174 há. de las cuales el 52% corresponde a plantaciones de pino radiata, 4% a eucalyptus, 35% a bosque nativo, 7% a reservas y bosques y un 2% a otras especies. La propiedad de estas plantaciones se encuentra altamente concentrada, controlando en el año 1988, sólo 9 empresas más de 416.000 há., es decir, casi un 77% del total de las plantaciones regionales.

En los últimos años el sector muestra una cierta tendencia a la diversificación de la producción hacia plantas del tipo madera clear, finger joint, y tableros, y además existe un marcado interés por la introducción de nuevas prácticas de manejo, con el fin de producir maderas de mejor calidad.

ii) Sector Agrícola

Como se observa en los cuadros siguientes casi un millón de há. tienen aptitud agropecuaria; de éstas un 30%, 282.000 há., son potencialmente regables. En el Cuadro 1.9, los datos corresponden a la provincia de Ñuble, donde se ubica gran parte del Area en Estudio.

CUADRO 1.8 USO DEL SUELO REGIONAL Y PROVINCIAL (há).

	Total	Cereales Chacras y Cult. Industr.	Forrajes Anuales	Praderas	Hortal Flores	Frutal	Viñas Parrón	Suelos Arados Barbe- chos	Otros
VIII Región	1.935.400	210.240	11.850	869.620	5.540	3.530	22.160	55.190	731.260
Ñuble	785.650	112.550	2.370	458.120	3.940	2.100	14.570	44.790	145.100
Concepción	195.930	5'120	30	23.580	10	40	1.760	1.780	163.810

Fuente: Estudio Agropecuario 1990/91 - INE.

B.5

CUADRO 1.9 COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS TRADICIONALES 1984-1991 PROVINCIA DE ÑUBLE Y TOTAL NACIONAL (há).

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMBRADA PROVINCIA DE ÑUBLE					Total País
	1984-1985	1986-1987	1987-1988	1988-1989	1990-1991	1990-1991
Trigo	82.150	90.970	150.090	150.000	64.090	466.450
Avena	12.200	11.620	18.940	21.780	6.970	76.540
Cebada	4.710	2.240	4.280	5.100	3.400	31.710
Centeno	150	70	s/i	s/i	s/i	10.090
Arroz	6.840	6.300	7.460	7.830	5.820	29.750
Maíz	6.140	2.810	5.230	6.280	2.370	99.590
Porotos	13.570	13.570	27.420	27.420	13.070	88.440
Lentejas	13.630	20.640	19.180	13.430	6.900	14.870
Garbanzos	1.700	1.570	1.420	1.450	1.970	12.150
Arvejas	300	200	s/i	s/i	270	9.000
Papas	3.290	2.440	6.690	6.020	1.100	59.330
Remolacha	7.200	9.320	13.960	10.750	8.000	36.760
Maravilla	970	550	1.390	1.400	100	12.540
Raps	3.110	7.390	16.570	26.570	3.390	29.480

Fuente: Memoria SERPLAC Prov. Ñuble 1987 y Estudio

Agropecuario 1990/91 - INE.

A nivel regional, las mayores superficies corresponden a las praderas con un 46%, y al grupo de los cereales, chacras y cultivos industriales con un 11%. La provincia de Ñuble por superficie y suelos, tiene la mayor participación en casi todos los rubros, excepto en el rubro otros suelos donde se incluyen los de aptitud forestal.

La importancia agrícola de la provincia de Ñuble se refleja en sus siembras respecto del total nacional. Su principal producto agrícola es el trigo que tuvo un crecimiento sostenido desde los años agrícolas 1984-85 al 1987-88. En la temporada siguiente, prácticamente conservó su nivel de siembras y, finalmente, en 1990-91 la tendencia cambió abruptamente, disminuyendo la superficie en un 57%, alcanzando ese año una participación a nivel nacional del 14%, la que se compara con un 28% de la temporada anterior. El poroto, el segundo en importancia, manifiesta prácticamente la misma tendencia en el período 1984-85 a 1990-91; su participación en esta última temporada es de un 18% respecto del total nacional, lo cual representa una gran disminución en relación al 43% del año anterior.

Las plantaciones frutícolas han tenido un crecimiento sostenido en el período 1984-85 al 1989-90.

B.6

Finalmente, como un rubro de alto crecimiento también destacan los espárragos, que en el año 1990 ocupaban una superficie de alrededor de 1.800 há.

iii) Pesca

El sector pesquero regional tiene una gran importancia a nivel nacional, alcanzando cifras de participación del orden del 50% del total.

iv) Industria Manufacturera

La Industria Manufacturera tiene su base en, la industria del hierro y el acero, sustancias químicas, refinerías de petróleo, textiles, productos cerámicos, cemento, refinería de azúcar e industria del cuero y del calzado.

Las empresas asociadas al sector forestal en la región, concentran prácticamente el 100% de la capacidad instalada de, la industria productora nacional de pulpa mecánica, y papel periódico, el 60% aproximado de la industria de tableros y pulpa química, y el 40% de la industria de aserrío.

Las empresas asociadas al sector agropecuario son altamente diversificadas, respondiendo a la gran variedad e importancia productiva que presentan los rubros del sector. Existen en total del orden de 200 empresas, de las cuales la mayor parte corresponde a molinos, frigoríficos, deshidratadoras, queserías, criaderos avícolas, planteles porcinos y mataderos.

- DEMOGRAFIA

Las proyecciones de población para la VIII Región para el año 1995 del Instituto Nacional de Estadística, estiman una población para el área de 1.102.839 habitantes, lo cual representa para el período 1970-1995 una tasa de crecimiento, anual, del 1.5%.

El censo del año 1982 señala que la población urbana se concentra en un 81% en las comunas de Concepción, Talcahuano y Chillán, siendo el resto de la población, principalmente rural. En la VIII región de un total de 1.634.900 habitantes en 1987, 541.000 eran económicamente activos lo que equivale a un 33% del total regional.

De acuerdo al Censo de Población de 1982, la actividad que presentaba un mayor número de personas ocupadas eran los servicios con 74.336 personas, mientras que de los sectores productivos el sector agricultura, silvicultura y pesca era el que presentaba una menor ocupación, con 52.538 personas, seguido por la industria

B.7

manufacturera con 33.480 personas. La fuerza de trabajo entra los años 1985-1990 aumenta en los sectores productores de bienes de 62.800 a 100.900 ocupados, creciendo en un 60,6%.

- SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

Servicios de Salud y de Educación

Los recursos físicos del Servicio de Salud de la VIII Región son los siguientes:

ESTABLECIMIENTO Ñuble Concep/Arauco Talcahuano Bio Bio Region

(*) Consultorio

General Urbano	5	13	6	2	26
Consultorio					
General Rural	14	3	-	7	24
Postas	49	40	5	60	154

El número de camas hospitalarias disponibles en la región para 1986, era de 4.572 camas, lo que representa una densidad de 252 hab./cama.

Los establecimientos educacionales se clasifican en municipales, particulares subvencionados, particulares no subvencionados, y corporaciones privadas.

Los promedios de alumnos por docente, en los distintos establecimientos es de, 22 en los municipales, 25 particulares subvencionados, 16 particulares no subvencionados y 17 en las corporaciones privadas.

Existen en la provincia de Ñuble 432 establecimientos educacionales con una matrícula que alcanza a 389.755 alumnos.

B.8

Infraestructura

La VIII Región cuenta con una red vial de 10.863 Km de caminos, clasificados según su importancia en Caminos Nacionales y Caminos Regionales. De éstos, el 4,5% son de hormigón, 5,8% de asfalto, 35,5% de ripio y 54,2% de tierra.

La provincia de Ñuble presenta un total de 4.038 Km de red vial la que representa el 37,6% de la red vial de la región. El 1,7% de estos caminos son de hormigón, el 8,2% de asfalto, el 45,5% de ripio y el 44,6% de tierra.

La VIII Región está comprendida en la Tercera Zona de Ferrocarriles. Corresponde a un centro ferroviario de grande y antigua importancia. La red ferroviaria cubre en la región una longitud de 792 kilómetros, de los cuales 201 kilómetros son parte de la red central y 591 kilómetros pertenecen a diversos ramales. De esta extensión, cerca de 254 kilómetros se encuentran electrificados, lo que corresponde al 32,1% de la red regional.

La VIII Región cuenta con 7 puertos, de los cuales 3 son de carga general, 3 de graneles y 1 de carga líquida.

CAPACIDAD INSTALADA

PUERTOS	(Tons.métricas anuales)	TIPO DE CARGA
TALCAHUANO	493.000	GENERAL
SAN VICENTE	1.043.000	GENERAL
LIRQUEN	2.300.000	GENERAL
PENCO	750.000	GRANEL SOLIDO
LOTA Y CORONEL	1.500.000	GRANEL SOLIDO
MUELLE CAP	2.500.000	GRANEL SOLIDO
TERMINAL PRETOX	3.000.000	LIQUIDO
CAPAC. INST. TOTAL	11.586.000	

FUENTE: SERPLAC VIII REGION. RESUMEN ESTADISTICO

El área de estudio cuenta con dos aeropuertos comerciales; Carriel Sur en Talcahuano y Bernardo O'Higgins en Chillán. Además, existen aeródromos en distintos puntos de la región, utilizados por aviones pequeños.

B.9

Las centrales termoeléctricas que pertenecen a empresas autoproductoras que se encuentran en el área de estudio son: Huachipato, Refinería Concepción y Cocharcas, las que disponene de una potencia instalada de 19.880 Kw.

En el área de estudio, se encuentran las centrales de la ENDESA, Concepción y Bocamina, que son las únicas de servicio público, con una potencia instalada de 148.750 Kw y una generación de 379.903 MWh para 1991. En el área de estudio no existen centrales hidroeléctricas.

Cabe hacer presente que la zona de influencia del proyecto está integrada al Sistema Eléctrico Interconectado del país y, por lo tanto, sus requerimientos de energía presentan la seguridad de ser abastecidos en forma normal.

C.1.1

C. DESCRIPCION DEL ESTUDIO REALIZADO

C.1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS FASES DEL ESTUDIO

El estudio realizado se inició con un análisis crítico de los antecedentes del Informe de ProItata el que básicamente consistió en una determinación de los recursos naturales existentes en el área del proyecto, de la situación agropecuaria actual, de la infraestructura de riego extrapredial y de las necesidades de agua para incorporar al regadío las superficies agrícolas actualmente de secano o deficientemente regadas.

Posteriormente se realizó un análisis crítico y actualización, cuando correspondía, de los recursos de clima, suelo e hídricos. A continuación se efectuó la caracterización productiva y económica de la situación agropecuaria actual la que representa la condición "Sin proyecto". En esta fase del estudio se establecieron las características del área en relación a estructura de la propiedad, tenencia de la tierra, infraestructura agrícola, uso de la tierra, producción y rendimientos agrícolas y posibilidades de cultivos. El análisis anterior permitió finalmente definir los predios tipos a considerar y la metodología para expandir la muestra al universo correspondiente al área de influencia del proyecto.

El Programa de Desarrollo Agropecuario representó la Situación con Proyecto o Situación Futura. Para definir este Programa se establecieron en primer término las bases de sustentación de los planes de desarrollo, los estándares de cultivos correspondientes, los ingresos, costos, márgenes brutos y netos. Asimismo se determinaron las posibilidades de mercado y comercialización e instituciones de apoyo. Finalmente las inversiones agrícolas necesarias.

En concordancia con el desarrollo agropecuario se formuló el desarrolló del riego correspondiente, definiéndose la adecuación predial necesaria, las áreas de nuevo riego y las necesidades hídricas de la situación con proyecto.

Considerando el Desarrollo Agropecuario y consecuentemente el Desarrollo del Riego, se hizo una amplia y detallada investigación sobre las posibilidades y alternativas de obras necesarias para cubrir las situaciones deficitarios del regadío.

C.1.2

Este estudio de identificación y reconocimiento de posibilidades se refirió a las obras de regulación, aprovechamiento de acuíferos y análisis de posibilidades de trasvases de recursos.

El estudio catastral de posibles embalses permitió identificar 31 posibles obras y el proceso selectivo de ellas condujo a formular finalmente las alternativas de riego que debían considerarse en el modelo de simulación correspondiente.

Asimismo respecto a estas obras se desarrolló un programa de estudios del terreno y prospecciones que permitieron fundamentar su diseño de factibilidad a base de antecedentes confiables.

En paralelo con estas actividades se realizó el estudio de impacto ambiental de las obras y del desarrollo agropecuario. Asimismo también los aspectos legales relacionados con estas obras.

Finalmente, la última etapa del estudio se refirió a la evaluación económica y financiera de las distintas alternativas consideradas para el regadío del área incluyendo en ella aspectos como análisis de sensibilidad de los distintos indicadores, niveles de empleo, recuperación de costos y programas complementarios.

C.2. RESUMEN DEL ESTUDIO REALIZADO

1. INTRODUCCION

En el punto C.1 se describieron muy sucintamente las fases del estudio, con el objetivo de poder visualizar en forma rápida el alcance y ordenamiento del trabajo realizado. En el punto que va a continuación, también en forma resumida, se describirá lo efectuado en cada una de las etapas y fases que se indicaron en C.1 estableciendo los resultados obtenidos en ellas y las conceptualizaciones que permitieron avanzar capítulo a capítulo en forma sustentada.

C.2.1

2. ANALISIS CRITICOS DE LOS ANTECEDENTES EXISTENTES SOBRE RECURSOS BASICOS.

2.1. CLIMA

Los estudios climáticos tuvieron como objetivo definir áreas con características homogéneas y relevantes para el comportamiento productivo de las especies cultivadas.

Se ha utilizado una metodología que parte de un tratamiento muy detallado de los datos meteorológicos, conducente a definir los regímenes hídricos y térmicos del período invernal y estival, entregando para cada clima un conjunto de datos promedios mensuales de gran utilidad, elegidos y evaluados precisamente porque son los que explican en mayor proporción la adaptación y productividad de los cultivos. Dentro de estos parámetros están: el período libre de heladas, la suma de temperaturas efectivas, las temperaturas máximas y mínimas, el período de receso vegetativo, las horas de frío, el déficit hídrico, la radiación solar, etc. Estas son variables agroclimáticas derivadas de la información meteorológica básica que normalmente no recopilan las estaciones. De modo que, la metodología contempla una serie de funciones matemáticas para estimarlos. Esta información caracteriza cada zona identificada, constituyendo un conjunto de atributos los cuales sirven para evaluar, mediante modelos computacionales, la adaptación de las especies vegetales.

Caracterización climática

El sistema de evaluación agroclimática empleado se apoya en una cuantificación, sobre bases cartográficas, del comportamiento espacial de las variables climáticas de mayor relevancia agrícola. La variación espacial de estos parámetros se representó mediante trazados cartográficos.

Por medio de una red auxiliar de puntos distribuidos a través de toda la región, se hicieron lecturas de las cartas de cada uno de los parámetros, consiguiendo así tener condensada toda la información agroclimática en puntos ubicados regularmente en la región.

Basándose en umbrales agroclimáticos de relevancia agroecológica, se delimitaron, por agrupamiento de punto, grandes sectores climáticos o Distritos Agroclimáticos.

Cada distrito esta representado por los valores promedios de las variables climáticas básicas del área comprendida por éste.



C.2.2

La información generada por distrito, es condensada en una fórmula sintética que contiene las 12 variables más importante en la zonificación. Con la sola excepción de los índices de humedad, parámetros adimensionales, en la fórmula las variables están expresadas por el valor promedio de cada una de ellas, aproximado al entero inferior. Se procesó la información meteorológica disponible entre los paralelos 36 y 38 latitud sur, proveniente de 34 estaciones meteorológicas.

Las series históricas fueron analizadas con el objeto de evaluar la consistencia de la información. Varias estaciones en la región muestran discontinuidad en su información, situación que se estudió con el objeto de determinar la homogeneidad entre los períodos anterior y posterior a la discontinuidad.

La representatividad espacial de una estación es importante de considerar cuando la información será utilizada como apoyo a la cartografía. Con este objeto se ubicaron las estaciones en una carta de relieve realzado a la misma escala del trazado de isolíneas, donde se analiza la posición topográfica y los accidentes fisiográficos que pueden explicar un comportamiento particular de las estaciones. Las depresiones y terrenos bajos normalmente acentúan las temperaturas extremas, los biombos montañosos reducen las precipitaciones y aumentan la evapotranspiración, las disecciones de la costa atenúan las temperaturas mínimas, reduciendo el número de heladas.

Una vez seleccionados los períodos y eliminados los datos que no parecían confiables, se calculó los promedios para las series, valores que sirvieron de base para los trazados cartográficos. Con este propósito se anotaron los valores medios de cada variable sobre una base cartográfica de relieve realzado y se procedió al trazado de isolíneas. En este proceso se aplicaron criterios de interpolación y de extrapolación que tienen en cuenta los accidentes fisiográficos, la altitud, la representatividad de cada estación y las tendencias de factores macroclimáticos modeladores del clima regional (continentalidad, influencia oceánica, latitud).

Mediante el uso de fórmulas de regresión, que tienen en cuenta la influencia de estos factores, se estableció regionalmente el orden de magnitud y la macrovariaciones de los valores de las temperaturas máximas y mínimas, de la evapotranspiración y de la precipitación anual y estacional. El trazado final consideró el detalle local de la topografía, presente en la carta hipsométrica.

Las temperaturas efectivas y las horas de frío se calcularon mediante una rutina computacional que estima ambas variables a partir de las temperaturas extremas (máximas y mínimas). Los algoritmos utilizados calculan el número de horas en que

C.2.3

diariamente la temperatura permanece por debajo de 7°C y la fracción del día en que permanece por sobre 10°C. La sumatoria mensual de estos valores corresponde a las horas de frío y grados-días mensuales.

El régimen de heladas se evaluó por generación de probabilidades a partir de las temperaturas mínimas y considerando que éstas se distribuyen normalmente en torno al promedio mensual.

Para evaluar la evapotranspiración se usó fórmulas tales como la de Turc, Ivanov y Blannay, las cuales se ajustan mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Esta calibración se ha hecho para diferentes lugares de Chile, lo que ha permitido establecer los coeficientes de ajuste para cada fórmula. Dependiendo de la disponibilidad de información, se utiliza una u otra fórmula en cada punto, distrito o estación meteorológica. Una vez calculados los valores de la evapotranspiración se colocaron sobre la red de puntos o en cada estación meteorológica y se trazó las cartas sobre la hipsométrica.

Con el objeto de calcular el resto de las variables que caracterizan el régimen hídrico, derivadas de la precipitación y la evapotranspiración, se calculó en cada punto de una malla, de espaciamiento regular de 10 minutos en latitud y longitud, el déficit hídrico (ETP-PP), el excedente hídrico (PP-ETP), el período seco, el período húmedo y los índices de humedad del verano y del invierno.

Como criterios principales de zonificación climática se tomaron dos variables del régimen térmico, suma de temperaturas efectivas y número de heladas al año, y dos variables del régimen hídrico, extensión del período seco y déficit hídrico total anual.

Los puntos de la malla se agruparon teniendo como base estos criterios, conformando áreas homogéneas. El resultado es la Carta de Distritos Agroclimáticos a escala 1:500.000 en que cada distrito se ha identificado con un número. La información agroclimática de cada una de las 12 unidades resultantes se resumió por medio de una fórmula agroclimática sintética de 12 elementos, los cuales representan las características térmicas e hídricas del verano e invierno.

Con el fin de sintetizar la información agroclimática de cada distrito, se ha confeccionado fichas descriptivas de cada uno de ellos, que contiene los valores de la fórmula agroclimática, además de un cuadro con los valores mensuales para algunos parámetros. La variación mensual de los parámetros incluidos en

C.2.4

esta ficha, se ha obtenido por medio de algoritmos matemáticos que modelan la estacionalidad de las variables climáticas.

Evaluación del Potencial Agroclimático.

Se evaluó el potencial agroclimático de la VIII Región, mediante un modelo computacional que identifica el grado de limitación que tienen la especies frente a las condiciones climáticas imperantes en la región, de este modo, inferir su posible adaptación.

Este modelo consiste básicamente en confrontar las variables agroclimáticas con los requerimientos de las especies, asignando un puntaje creciente, entre 0 y 1, en la medida que aumenta el grado de coincidencia variable-requerimiento. Para ello, se tiene una base de datos de coeficientes de las funciones matemáticas que representan la sensibilidad de las especies frente a cada variable. De este modo, si el valor del parámetro se encuentra más allá de los límites de tolerancia del cultivo, obtiene un puntaje 0. Por el contrario, si la variable se encuentra en el rango óptimo de la especie, obtiene un puntaje 1.

La evaluación se realiza para las variables más determinantes en la adaptación de las especies cultivadas, ellas son: Suma de temperaturas efectivas, período libre de heladas, temperatura máxima y horas de frío.

Una vez confrontados todos los requerimientos de la especie, el modelo calcula un puntaje agroclimático único, que resume en un sólo índice todas las limitaciones que el clima impone al cultivo. Este puntaje permite ordenar las especies de acuerdo al grado de adaptación, desde la más adaptada a la menos adaptada, dentro cada distrito. El puntaje agroclimático se calcula por efecto multiplicativo de sus componentes. El hecho que se use un sistema multiplicativo le imprime gran sensibilidad al resultado. Basta que uno o dos de los elementos adquiera valores reducidos para que el puntaje final sea drásticamente minimizado. Otra ventaja es que los cultivos que presentan al menos una limitación fuerte (valor cercano a 0), quedan inmediatamente eliminados, aunque el resto de sus requerimientos estén satisfechos, es decir, un alto grado de satisfacción en un requerimiento no puede compensar una limitación intensa.

El significado de los índice parciales que permiten estimar la influencia de cada variable climática sobre el comportamiento de los cultivos es el siguiente:

C.2.5

- 1) Suma térmica. Indica el grado de disponibilidad de calor para las especies para alcanzar su madurez. Una deficiencia leve o moderada indicará retardo en la maduración o prolongación del ciclo vegetativo más allá de lo deseado. Una limitación severa podrá estar asociada a falta de maduración o bien maduración dispareja o extremadamente tardía. En el caso de cultivos anuales las deficiencias leves podrán superarse con variedades precoces cuando exista. En el caso de frutales, con variedades menos exigentes en calor (de maduración temprana).
- 2) Período sin heladas. Evalúa la influencia de las heladas en la reducción del rendimiento, se puede referir a heladas tempranas y/o tardías. Las limitaciones leves o moderadas podrán ser superadas con el uso de variedades precoces en cultivos anuales. En frutales indicará un riesgo que no necesariamente se manifestará todos los años, pero constituirán un accidente cada cierto número de años. En el caso de limitaciones severas, habría que pensar en sistemas de control de heladas. Por problemas de escala los índices representan la situación general del distrito agroclimático, las singularidades topográficas locales pueden modificar la intensidad de incidencia de heladas por lo que la interpretación deberá ser cuidadosa cuando se aplique a escala muy reducida.
- 3) Temperatura máxima. Este índice indica limitaciones por excesos de temperatura en ciertos períodos, lo cual se reflejará esencialmente en problemas de calidad. En el caso de hortalizas, especialmente las de ciclo muy breve, el problema será totalmente superable efectuando el cultivo fuera de la época más cálida cuando no hallan otras limitaciones. En los cultivos de productos frescos (arvejas, frejoles, tomate, espárrago) y frutos acuosos (cucurbitáceas) se producirán problemas de calidad debido a deshidratación ocasional.
- 4) Horas de frío. Indica el grado de satisfacción de los requerimientos de vernalización de las especies frutales de hoja caduca. Su deficiencia leve o moderada afectará a los frutales a través de una floración tardía e irregular. En algunos casos el déficit de horas de frío puede acentuar el problema de añerismo de algunas especies. Las deficiencias leves podrán ser atenuadas con la elección de variedades de bajo requerimiento en frío.

C.2.6

En las fichas del diagnóstico agroclimático se incluye una quinta columna correspondiente al índice agroclimático, el que resulta de la multiplicación de los 4 anteriores y es por el cual, las especies se ordenan de mayor a menor, apareciendo en primer lugar las más adaptadas a las condiciones de cada distrito.

Como se ha dicho, los índices descritos recientemente representan el efecto que cada variable climática ejerce sobre la adaptación de las especies cultivadas, calculado a partir del valor que adquieren estas variables en la zona de estudio. Representan por lo tanto, tendencias históricas y no situaciones de un año en particular. En la realidad cada índice puede presentar una cierta variación interanual en torno al valor entregados en los cuadros correspondientes.

2.2. SUELOS Y GRUPOS DE MANEJO

Se realizó un examen exhaustivo de los estudios de suelos existentes en el Area del Proyecto. Estos estudios se efectuaron en dos etapas, con escalas de trabajo diferentes y ellos cubren la totalidad del Area

Los antecedentes recopilados, y analizados, corresponden al estudio Agrológico, propiamente tal, y a sus clasificaciones interpretativas como Capacidad de Uso, Categorías de Riego, Grupos de Manejo, etc. Todos estos antecedentes se encuentran con su respectivo apoyo cartográfico, y a pesar de algunas deficiencias detectadas, no invalidan sus resultados, los que serán adaptados para las etapas siguientes de este estudio.

La firma consultora, Consorcio Agrolog Chile Ltda. - R y Q Ingeniería Ltda, fue seleccionada a fines de 1986, para la ejecución del estudio de suelos del Proyecto Itata - Etapa I, que cubrió la parte septentrional de la cuenca del Río Itata, especialmente la sub-cuenca del Río Ñuble y sus afluentes. En total, el reconocimiento de suelos cubre una superficie de 205.276,4 hectáreas.

El estudio de terreno se efectuó a escala 1:50.000, pero los mapas se presentan en escala 1:20.000.

El trabajo incluye el estudio agrológico y los mapas interpretativos de capacidad de uso, categorías de riego, aptitud frutal de los suelos, situación actual de erosión y unidades de manejo.

C.2.7

La firma consultora Agrolog Chile Ltda. fue seleccionada, a fines del año 1987, por la Comisión Nacional de Riego para realizar el estudio de suelos del llano central, entre los Ríos Ñuble, Cato y Larqui, y un ajuste del estudio de suelos ejecutados por el Ministerio de Agricultura en el sector de Coihueco.

Este trabajo cubre una superficie de 125.389,6 há. El estudio de terreno se efectuó en escala 1:30.000, y la leyenda y suelos corresponde a un estudio detallado; los mapas se presentan en escala 1:20.000, e incluye el estudio agrológico y los mapas interpretativos de capacidad de uso, categorías de riego, clase de drenaje, aptitud frutal, situación actual de erosión y unidades de manejo.

Los estudios de suelos realizados en Itata I y II, tanto agrológico, como interpretativos, están realizados a una escala y calidad apropiados para los fines del Proyecto de Riego de la Cuenca del Río Itata.

Las diferencias señaladas no invalidan sus resultados para proyectar el desarrollo de grandes áreas. Para predios individuales pueden presentarse dificultades, por la escala del estudio de terreno.

2.3 RECURSOS HIDRICOS

La información disponible del "Estudio Hidrológico - Proyecto Itata", realizado por la firma Pro-Itata en 1990, fue tomada como base adecuándola según los requerimientos del presente Estudio Integral.

En particular se analizó la pluviometría, la fluviometría, las aguas subterráneas, las pérdidas y recuperaciones, y la calidad de las aguas.

- Pluviometría: Luego de un análisis preliminar del contenido del estudio antes mencionado, éste fue sometido a un riguroso análisis crítico con el fin de hacerlo formar parte de esta consultoría. El resultado de tal análisis indicó que en dicho estudio la recopilación de antecedentes y la metodología para rellenar, homogenizar y extender las estadísticas fue la adecuada de acuerdo a las estadísticas disponibles. Así, tanto las estadísticas definitivas de precipitaciones mensuales como las máximas anuales de 1 a 5 días de duración corresponden a valores confiables, lo que da validez a los análisis de frecuencia realizados y a los planos de isoyetas trazados.

-Fluviometría: En forma similar al punto Pluviometría, el contenido en el informe Pro-Itata, referente a este tema, fue sometido a un riguroso análisis crítico, encontrándose que la información básica recopilada como la metodología empleada en la homogenización de las estadísticas y el período de análisis considerado han sido adecuados para las necesidades del presente estudio. De esta forma, las estadísticas de caudales medios definitivas, obtenidas principalmente en forma sintética a partir de un modelo calibrado con datos existentes, se ajustan a los requerimientos del modelo de balance de aguas global del sistema. En efecto, los rendimientos específicos calculados en los distintos sectores en que se dividió el área, muestran en general valores razonables.

- Aguas Subterráneas: En cuanto a este tema, el informe Pro-Itata incluye los siguientes aspectos: catastro actualizado de sondajes, uso de las aguas subterráneas e hidrogeologías cualitativa y cuantitativa. Realizando un análisis crítico de tales aspectos tratados se concluyó que, en cuanto al catastro de sondajes se advierte la necesidad de disponer de planos de trabajo a escala 1:50.000 para una mejor identificación de su localización, apreciándose además la falta de las norias y vertientes más significativas y representativas. En cuanto al uso del agua, se dispone un análisis a nivel anual y por sectores, desagregado por cada sondeo, que es completo y no requiere mayores modificaciones. En cuanto a la hidrogeología cualitativa, el análisis existente en

el informe Pro-Itata no es exhaustivo, entregando sólo una base para conformar una primera visión de la geometría del embalse subterráneo existente. El análisis de la hidrogeología cuantitativa realizado en el informe Pro-Itata se considera suficientemente preciso y constituye una base de trabajo útil.

- Pérdidas y Recuperaciones: En el informe Pro-Itata se trató ampliamente este tema, por lo que fue sometido a un riguroso análisis y síntesis con el fin de incorporar la información que entrega al modelo del balance de aguas global del sistema. De este análisis se pudo comprobar que en el área comprendida en el presente estudio no existen antecedentes suficientes que permitan efectuar un análisis completo sobre pérdidas y recuperaciones. Por esto, los resultados obtenidos se deben tomar sólo como un índice de la existencia del fenómeno de pérdidas y recuperaciones. En todo caso, de acuerdo a la magnitud de las pérdidas y recuperaciones estimadas (inferiores a 3 m³/s), éstas tiene poca incidencia en la evaluación de los recursos disponibles en el área de estudio.

- Calidad de Aguas: En cuanto al análisis crítico de los antecedentes existentes de calidad de aguas, se puede mencionar que si bien el estudio Pro-Itata queda bien respaldado conceptual y metodológicamente por las directrices dadas por FAO y las normas del Instituto Nacional de Normalización, se realizaron algunas observaciones dentro de las cuales se pueden mencionar: la falta de pozos muestreados para obtener indicadores de agua subterránea para riego y para uso potable en el sector costero; la falta de antecedentes referentes a concentraciones de pesticidas en aguas subterráneas; la falta de puntos de muestreos para indicadores de calidad de agua para uso de agua potable en aguas superficiales del sector sur; la necesidad de contar con información comparable entre algunas localidades entre sus aguas superficiales y subterráneas, de tal modo de tener una apreciación global de la variación espacio-temporal de la calidad del agua en la zona del estudio.

3.0 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.

3.1 INTRODUCCION

El diagnóstico de la Situación Agropecuaria Actual requirió, conocer las actividades desarrolladas por los productores del Area del Estudio, para lo cual, entre los meses de Enero y Marzo de 1990, se llevó a cabo, por Pro-Itata, una encuesta a 250 agricultores de la zona, ordenados por estratos de tamaño, con la finalidad de conocer la estructura productiva, presente en cada uno de los predios encuestados. El período analizado se refirió al año agrícola 1988-89.

Sectorización Del Area Del Proyecto.

Pro-Itata, subdividió el Area en 19 sectores regados y cinco complementarios. Fue necesario reagrupar los sectores en cuatro Areas de Planificación, correspondiente a las subcuencas de los principales afluentes del río Itata, y todo el análisis agrícola se ha realizado a este nivel. Sólo se utilizaron los Sectores de riego de Pro-Itata, para cuantificar las seguridades de riego.

Las Areas de Planificación y los sectores de riego de Pro-Itata que se incluyen son:

- | | |
|----------------------|---|
| 1.- A.P.Río Ñiquén | S1, S2 y C1 |
| 2.- A.P. Río Ñuble | S3, S4, S5, S6, S7, S8 y C2 |
| 3.- A.P. Río Cato | S9, S10, S11, S12, S13 |
| 4.- A.P. Río Chillán | S14, S15, S16, S17, S18,
S19, C3, C4 y C5. |

Estratificación Predial.

El criterio básico de estratificación de los predios fué, que sus tamaños tomaran en cuenta la relación entre los factores productivos, y su equivalencia con las 12 H.R.B. Los 7 estratos de predios regados, establecidos por Pro-Itata, quedaron reducidos a cuatro.

C.3.2

ESTRATIFICACION PREDIAL

ESTRATO DE TAMAÑO	RANGO DE SUPERF.(hás)

Predios de Riego	
1R	0,4 - 5
2R	5,1 - 30
3R	30,1 - 100
4R	más de 100

Predios de Secano	
5S	4,0 - 30
6S	30,1 - 50
7S	50,1 - 150
8S	150,1 - 500

Procesamiento de Datos.

Una vez realizada la encuesta, la información recopilada fue procesada, por PRO-ITATA, según Estrato de Tamaño y sector de riego, obteniendo una caracterización predial.

Por la gran subdivisión que se hizo del Area del Estudio, se obtuvo una amplia gama de resultados. Comparandos los valores obtenidos, esta Consultora dedujo que muchos de éstos no tenían diferencias significativas entre sí, por lo cual los datos por sectores de riego, se agruparon por Areas de Planificación, según las pautas antes establecidas.

Uso del Suelo

Se analizó, en forma separada, el uso de la tierra en los predios aactualmente regados, de los que se mantienen en condiciones de secano. Los cultivos se agruparon por rubros productivos, como son los frutales, vides, chacras, cereales, cultivos industriales, hortalizas, praderas artificiales, pastos naturales y otros usos. Este último rubro incluye, barbechos, tierras en descanso, goces y regalías, bosques y montes naturales, tierras áridas y lechos de ríos, e indirectamente productivo.

Expansión de la Muestra

Dado que los resultados sobre uso de la tierra provienen de las encuestas a una muestra representativa de predios, es válido su expansión a los estratos de tamaño, sectores de riego, Area de Planificación, y para el total del Area del Proyecto.

La expansión de estos resultados económicos se aplicó a nivel de Predio Tipo, y al igual que el uso de la tierra, se agruparon por rubro agrícola.

Los Predios Tipos se establecieron, por esta Consultoría, para cada estrato, o grupo de estrato, y para cada una, o varias Areas de Planificación, según las características que mostraron en cuanto a estructura de uso del suelo.

Con la expansión de los resultados de los predios tipos, se estableció la Situación Actual Base, la que se correlacionó con las variaciones hidrológicas detectadas durante un período de 47 años. Se determinaron así, tantas Situaciones Actuales como años hidrológicos se tuvieron en la estadística (47), para lo cual se fijaron criterios de disminución o aumento de la superficie regada, según características fluviométricas del año.

3.2 RECURSOS NATURALES

Recurso Suelo

La superficie reconocida entre las tres zonas, Valle Central, Cordillera de la Costa e Interfluvios Costeros, es de alrededor de 330 mil hectáreas, de las cuales 254 mil ha es la parte correspondiente al Llano Central.

Por Categoría De Riego.

La superficie regable es de 210 mil hectáreas, lo que supera con holgura la superficie actualmente regada. Esto demuestra que el potencial es elevado, pero la limitante es el déficit de agua.

Por Aptitud Frutal

Existen alrededor de 12,500 hectáreas de suelos que no presentan ningún tipo de limitación para el cultivo de frutales (A) y 75.000 ha si se incluyen los suelos con limitaciones leves a moderadas. Cabe hacer notar que la superficie actual con frutales, en el Area de Estrato, no supera las 1.400 hectáreas.

C.3.4

Por Grupo de Manejo y Capacidad de Uso

En el Cuadro N° 3.1.1. se presentan las superficies de los grupos de manejo, por sector de riego, según Pro-Itata. Más de un 25% de la superficie pertenece a grupo de Manejo A, que agrupa a los mejores suelos, y por consiguiente a las clases I y II de Capacidad de Uso.

CUADRO N° 3.1.1

AREA DE PLANIFICACION RIO ITATA

GRUPOS DE MANEJO DE LOS SUELOS POR AREAS DE PLANIFICACION (ha)

AREAS DE PLANIFICA CION	GRUPOS DE MANEJO								TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	
RIO NIQUEN	922.0	712.8	684.0	95.6	496.4	0.0	137.0	62.4	3,110.2
RIO ÑUBLE	30,701.3	16,460.8	43,003.8	8,144.8	18,873.2	3,387.9	13,595.5	2,706.3	136,873.6
RIO CATO	9,653.8	3,347.8	2,799.6	1,832.4	764.4	1,145.3	2,787.9	845.9	23,177.0
RIO CHILLAN	29,394.8	8,086.6	7,490.7	12,495.3	7,643.5	4,151.0	15,305.6	6,281.5	90,848.9
TOTAL	70,671.9	28,608.1	53,978.1	22,568.1	27,777.5	8,684.2	31,825.9	9,896.0	254,009.7

Recursos Agroclimáticos.

En el Cuadro N° 3.1.2. se presenta un listado de los principales cultivos y el tipo de limitaciones que se le presentan en cada distrito agroclimático, (distritos 3,4,5). Allí se demuestra que no hay diferencias significativas, en las limitaciones por clima, para los principales cultivos del área, entre los tres distritos agroclimáticos.

CUADRO N° 3.1.2.

**LIMITACIONES DE LOS CULTIVOS EN LOS DISTINTOS
DISTRITOS AGROCLIMATICOS**

Cultivo	Distrito 3	Distrito 4	Distrito 5
MAIZ	S.L.	S.L.	L.L.
MARAVILLA	S.L.	S.L.	
TRIGO	S.L.	S.L.	S.L.
CEBADA	S.L.	S.L.	S.L.
AVENA	S.L.	S.L.	S.L.
ALFALFA	S.L.	S.L.	S.L.
TOMATE	S.L.	S.L.	S.L.
CUCURB.	S.L.	S.L.	S.L.
VID	S.L.	L.L.	L.M.
FREJOL	S.L.	L.L.	L.L.
GARBANZO	S.L.	L.L.	L.L.
CEBOLLA	S.L.	L.L.	L.L.
AJO	S.L.	L.L.	L.L.
TREB. BL.	S.L.	L.L.	S.L.
TREB. SUBT.	S.L.	L.L.	S.L.
BALLICA	S.L.	L.L.	S.L.
TREBL ROSADO	S.L.	L.L.	S.L.
ESPARRAGO	L.S.	L.L.	S.L.
CEREZA	L.L.	L.L.	L.L.
PERAL	L.L.	L.L.	L.L.
MANZANO	L.L.	L.L.	L.L.
ARVEJA	L.L.	L.M.	S.L.
PAPA	L.L.	L.M.	S.L.

S.L. : Sin Limitaciones.
 L.L. : Limitaciones Ligeras.
 L.M. : Limitaciones Moderadas.
 L.S. : Limitaciones Severas.
 EX. : Excluidas.

Recursos Hídricos Y Demandas De Agua

La Seguridad de Riego de cada Sector se presenta en el Cuadro N° 3.1.3.

C.3.6

CUADRO N° 3.1.3.

SEGURIDADES DE RIEGO DE LOS 19 SECTORES DE RIEGO DE PRO-ITATA
%

Area de Planif.	Nº Sector Riego	Segur Enero	Segur Febr
Ñiquén	1	9	2
	2	100	100
		29	24
Ñuble	3	38	9
	4	17	2
	5	23	2
	6	26	2
	7	45	15
	8	28	2
		28	5
Cato	9	100	100
	10	0	0
	11	45	34
	12	0	0
	13	70	38
		43	26
Chillán	14	0	0
	15	0	0
	16	2	0
	17	0	0
	18	49	28
	19	13	4
		4	2

3.3 RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA SITUACION
ACTUAL AGROPECUARIA

Superficie Agrícola y Estructura De La Propiedad

El total de predios del Area del Estudio alcanzan a 10.011, de los cuales 7.790 se han clasificado como regados (77.8%), y 2.221 corresponden a predios clasificados de secano(22.2%).

C.3.7

El área agrícola que poseen los predios alcanza a 254.010 hectáreas. De ellas, el 67.2% corresponde a tierras de los predios regados, y el 32.8% restante a los de secano.

El número de predios de riego, y las superficies agrícolas de riego y de secano, por estrato de tamaño en el Area del Proyecto, se presenta en el Cuadro N° 3.1.4.

CUADRO N° 3.1.4.

ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD AGRICOLA, SEGUN TAMAÑO, TOTAL AREA DEL PROYECTO.

ESTRATO DE TAMAÑO	NUMERO DE PREDIOS	TOTAL - AREA PROYECTO								
		R	%	S	%	TOT	%	MEDIA RIEGO	MEDIA SECANO	MEDIA TOTAL
1 R	4,599	6,520	9.6	22,353	12.0	28,872	11.4	1.4	4.9	6.3
2 R	2,629	28,949	42.6	46,764	25.1	75,713	29.8	11.0	17.8	28.8
3 R	486	21,647	31.9	25,907	13.9	47,553	18.7	44.5	53.3	97.8
4 R	76	10,790	15.9	7,643	4.1	18,433	7.3	142.0	100.6	242.5
5 S	1,641	15	0.0	21,560	11.6	21,574	8.5	0.0	13.1	13.1
6 S	216	0	0.0	9,626	5.2	9,626	3.8	0.0	44.6	44.6
7 S	246	0	0.0	21,668	11.6	21,668	8.5	0.0	88.1	88.1
8 S	118	23	0.0	30,547	16.4	30,571	12.0	0.2	258.9	259.1
	10,011	67,943.6	100.0	186,066.0	100.0	254,009.6	100.0			

Tenencia De La Tierra.

CUADRO N° 3.1.5.

ESTRATO TOTAL									
DE TAMAÑO	DE PREDIOS	PROPIET.		SUCESION		ARRENDAT.		MEDIERO	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1R	4.599	3.081	67,0	276	6,0	138	3,0	1.104	24,0
2R	2.629	1.942	73,8	121	4,6	161	6,1	405	15,4
3R	486	334	68,7	22	4,5	28	5,7	102	20,9
4R	76	73	96,1	0	0,0	3	3,9	0	0,0
5S	1.641	1.165	71,0	230	14,0	0	0,0	246	15,0
6S	216	43	19,9	108	50,0	0	0,0	65	30,1
7S	246	108	43,9	0	0,0	0	0,0	138	56,1
8S	118	59	50,0	0	0,0	0	0,0	59	50,0
Total	10.011	6.805	68,0	757	7,5	330	3,3	2.119	21,2

C.3.9

Uso Actual De La Tierra En El Area Del Estudio.

En el Cuadro N° 3.1.6., se presenta un resumen del uso actual de la tierra en el Area del Estudio.

CUADRO N° 3.1.6.
Uso Del Suelo Regado Y De Secano
En El Area Del Proyecto
(Há)

RUBRO	RIEGO	%	SECANO	%	TOTAL	%
Frutal.	1.236,8	1,8	54,9	0,0	1.291,9	0,5
Vides	0,0	-	3.925,6	2,1	3.925,6	1,5
Cultiv.	30.387,7	44,7	17.539,9	9,4	47.927,6	18,9
Prader.	24.019,5	35,4	129.591,4	69,6	153.610,9	60,5
Otr.Usos	12.299,7	18,1	34.954,2	18,8	47.253,9	18,6
Total	67.943,7	100,0	186.066,5	100	254.009,7	100

Por Area de Planificación, las superficies de los diferentes rubros se presentan en el Cuadro N° 3.1.7.

C.3.10

CUADRO N° 3.1.7.

PROYECTO ITATA - SITUACION ACTUAL - USO DEL SUELO, SUPERFICIE FISICA Y PORCENTUAL (ha y %) - PARA LA ENVOLVENTE DE RIEGO

RUBRO	RIEGO		SECANO		TOTAL	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
FRUTALES	1,236.8	100.0	54.9	100.0	1,291.7	100.0
-Manzano	783.7	63.4	0.0	0.0	783.7	60.7
-Peral	197.8	16.0	0.0	0.0	197.8	15.3
-Kiwi	118.3	9.6	0.0	0.0	118.3	9.2
-Frambuesa	137.0	11.1	0.0	0.0	137.0	10.6
-Cerezo	0.0	0.0	54.9	100.0	54.9	4.3
VÍÑAS	0.0	0.0	3,925.6	100.0	3,925.6	100.0
-Vid vinífera	0.0	0.0	3,925.6	100.0	3,925.6	100.0
C. Anua./Hort	30,387.7	100.0	17,539.9	100.0	47,927.6	100.0
-Trigo	8,225.1	27.1	12,692.6	72.4	20,917.8	43.6
-Remolacha	8,711.3	28.7	0.0	0.0	8,711.3	18.2
-Arroz	7,316.3	24.1	0.0	0.0	7,316.3	15.3
-Cebada	1,665.4	5.5	0.0	0.0	1,665.4	3.5
-Avena	223.9	0.7	685.4	3.9	909.2	1.9
-Maíz grano	509.6	1.7	453.2	2.6	962.8	2.0
-Raps	0.0	0.0	985.9	5.6	985.9	2.1
-Frejol	2,831.2	9.3	580.8	3.3	3,412.0	7.1
-Garbanzo	0.0	0.0	439.6	2.5	439.6	0.9
-Lenteja	0.0	0.0	1,702.4	9.7	1,702.4	3.6
-Papas	75.0	0.2	0.0	0.0	75.0	0.2
-Sandía	24.3	0.1	0.0	0.0	24.3	0.1
-Lechuga	12.1	0.0	0.0	0.0	12.1	0.0
-Zanahoria	58.6	0.2	0.0	0.0	58.6	0.1
-Tomate	24.3	0.1	0.0	0.0	24.3	0.1
-Maíz choclo	280.3	0.9	0.0	0.0	280.3	0.6
-Maravilla	101.5	0.3	0.0	0.0	101.5	0.2
-Espárrago	328.8	1.1	0.0	0.0	328.8	0.7
PRADERAS	24,019.5	100.0	129,591.4	100.0	153,610.9	100.0
Artificiales	7,781.0	32.4	263.8	0.2	8,044.8	5.2
Mejoradas	876.2	3.6	805.3	0.6	1,681.5	1.1
Naturales	15,362.3	64.0	128,522.3	99.2	143,884.6	93.7
OTROS SUELOS	12,299.7	100.0	34,954.1	100.0	47,253.8	100.0
Barbecho	334.8	2.7	2,072.0	5.9	2,406.8	5.1
En Descanso	2,738.9	22.3	4,042.5	11.6	6,781.4	14.4
Bosques, montes, etc.	69.7	0.6	6,467.6	18.5	6,537.3	13.8
Goces y regalias	1,348.5	11.0	1,860.5	5.3	3,209.0	6.8
Tierras áridas, l.río	844.5	6.9	10,757.2	30.8	11,601.7	24.6
Arriendo	1,130.8	9.2	759.1	2.2	1,889.9	4.0
Indirec. productiva	5,832.5	47.4	8,995.5	25.7	14,828.0	31.4
TOTAL	67,943.7	100.0	186,066.1	100.0	254,009.7	100.0

C.3.11

CUADRO N° 3.1.8.

Superficie De Los Diferentes Rubros Agrícolas
Por Area De Planificación.
(há)

RUBRO	RIO ÑIQUEN		RIO ÑUBLE		RIO CATO		RIO CHILLAN	
	R	S	R	S	R	S	R	S
Frutales	0	0	1.028	14	182,7	0	26,1	40,9
Viñas	0	81,2	0	2.395,3	0	0	0	1.449,1
Cultivos	282,4	458,4	24.837	6.858,4	2.496,7	1.652,7	2.771,6	8.570,4
Praderas	310,6	1.426,9	18.982,3	56.668,2	2.243,2	13.770,9	2.483,4	57.725,4
Otros								
Usos	39,9	510,7	10.599,3	15.491,4	717,6	2.113,2	942,9	16.839,1
Total	632,9	2.477,3	55.446,6	81.427	5.640,2	17.536,8	6.224	84.624,9

Producción Agrícola y Rendimientos.

Para el Uso de la Tierra, tanto de riego como de secano, se han presentado las superficies de los diferentes cultivos detectados en el Area del Proyecto, tanto por Area de Planificación como por Estrato de Tamaño.

Se analiza nuevamente, en este acápite, los principales ítems de cada rubro agrícola y pecuario y se señala las principales limitaciones actuales que enfrentan y la productividad física promedio, que de ellos se obtiene. La información básica se obtuvo de los datos de la encuesta de Pro-Itata y de la experiencia que los especialistas, en cada rubro de esta Consultoría, poseen sobre el Area del Estudio.

Cultivos.

Los principales cultivos del Area del Proyecto corresponden a los Cereales. De ellos el principal es el Trigo tanto en riego como en secano.

Los rendimientos del trigo en riego fluctúa entre 15 y 45 qqm/há. En secano, el nivel tecnológico, promedio, es aún menor debido a la falta de aguas en períodos críticos, por factores climáticos. En

C.3.12

estas condiciones, los rendimientos del trigo en secano varía entre 10 y 25 qqm/há.

La Remolacha es uno de los cultivos más importantes de la zona, al cual se le dedica la preferencia de las disponibilidades de agua estivales, (junto con el arroz, en el sector norte del área). Los rendimientos varían entre 54.0 y 70 tom/há, lo que se considera entre bajo a medio-alto.

El arroz se cultiva, de preferencia, en suelos húmedos por la presencia de tosca, que se encuentran en los alrededores de San Carlos. Más al sur no hay condiciones adecuadas de temperatura y suelos. En el Area del Estudio, es un cultivo marginal, por clima, y no puede esperarse una expansión de él, por cuanto todos los suelos con aptitud arroceras ya están siendo explotados con este rubro. Los rendimientos de esta zona varían entre bajos a medios.

Los rendimientos promedios, adoptados para el Area de Estudio, son los presentados en el Cuadro N°3.1.9., y corresponden a medias modales y/o aritméticas de los detectados en las encuestas de Pro-Itata.

CUADRO N°3.1.9.

**Rendimiento De Los Principales Cultivos
Del Area Del Estudio**

Cultivos	Estratos	Ton/Há
Arroz	1R - 2R	4.20
Arroz	3R - 4R	5.60
Avena	1R a 4R	3.60
Avena	5s a 8s	2.00
Cebada	1R a 4R	4.50
Maiz Choclo	1R	10.00
Maiz Choclo	3R a 4R	21.20
Espárrago	3R - 4R	2.90
Frejol	1R	0.80
Frejol	3R - 4R	1.30
Frejol	5s	0.70
Frejol	6s a 8s	0.85
Garbanzo	1R a 4R	0.40
Garbanzo	5s a 8s	0.52
Lechuga	2R a 4R	50.00
Lechuga	1R	30.00
Lenteja	1R	0.15
Lenteja	2R a 4R	0.42
Lenteja	5s a 8s	0.70
Maíz	1R	1.53
Maíz	2R a 4R	4.60
Maíz	6s a 8s	0.90
Trigo	1R	2.28
Trigo	2R	4.60
Trigo	3R - 4R	3.2
Trigo	5s	0.6
Trigo	6s - 7s	2.25
Maravilla	1R a 4R	1.6
Papa	1R	8.3
Papa	2R a 4R	13.0
Raps	5s a 8s	1.5
Remolacha	1R a 4R	58.0
Sandías	1R a 4R	2.6
Tomate	1R a 4R	8.0
Zanahoria	1R a 4R	96.0

Producción Praderas-Pecuarias.

En el estado actual, se puede constatar que existe un total de 153.610,9 hás. de praderas, distribuidas en sectores de secano, (84,4%) y en sectores regados (15,6%).

C.3.14

En cuanto a los tipos de praderas con los que cuenta el Area del Estudio, las más importantes son las artificiales, de una potencialidad significativamente alta. No obstante la superficie acupada por praderas artificiales alcanza solamente a 8.044,8 hás., que se elevan a 9.726,3 si se incluyen las denominadas mejoradas, representando un 3,8% de toda la superficie de estudio.

Las praderas naturales, que en total llegan a 143.884,6 hás., como se ha señalado anteriormente, no representan necesariamente una potencialidad ganadera, sino que la imposibilidad técnica y/o económica de contar con cultivos de riego, por falta de agua para ello.

Existencia de Ganado.

La existencia de ganado total corresponde a 84.000 U.A. (Unidades Animales), de las cuales el 86,1% corresponde a bovinos, con aproximadamente 72.000 cabezas, y el segundo lugar está representado por ovinos.

Producción de Leche y carne Bovina.

La producción de leche y carne bovina, en relación con la superficie de praderas de cada área de planificación con potencialidad ganadera significativa, se muestra en el Cuadro N° 3.1.10.

CUADRO N° 3.1.10.

**Producción De Leche y Carne Bovina y Existencia De
Animales (U.A.) Para Cada Area De Planificación**

AREA DE PLANIFICACION	EXIST.ANIMALES		PROD.CARNE	PROD.LECHE
	BOVINOS	OVINOS	KGx10	LTx10exp3
Río Ñiquén	728	25	172,5	48
Río Ñuble	3.993	1.220	11.190,7	10.530,6
Río Cato	10.064	307	2.560,9	1.840,1
Río Chillán	21.499	656	4.965,1	2.408,5

Frutales.

Los frutales tienen poca importancia relativa en la zona, en cuanto a superficie, lo que se debe a la baja seguridad de riego en prácticamente, toda el Area del Estudio.

El ítem más explotado es el manzano que representa los 2/3 de la superficie con frutales. Le siguen en importancia el peral y la frambuesa, que entre ambos ocupan el 26% del total.

La potencialidad del rubro para ciertos ítem como las pomáceas y frambuesas es alta, en cuanto a disponibilidad de suelos aptos y de clima.

Vides.

Las vides se cultivan sólo en terreno de secano y de preferencia en predios que no cuentan con riego. El cultivo se realiza en espaldera con cepa país y de baja productividad. Por el desarrollo que está tomando la vitivinicultura en los últimos años, es posible pensar en cambiar a cepa fina.

3.4 DETERMINACION DE LOS PREDIOS TIPOS

En el estudio de Pro-Itata se desarrollaron 360 predios tipo, al considerar, además de los factores señalados, los 19 sectores de riego y 5 complementarios en que se sub-dividió el Area del Proyecto. En esta Reformulación de la Situación Actual, se han establecido 39 predios tipos de los cuales 33 son regados, y 6 predios tipos de secano.

C.3.16

La denominación que se dió a cada predio, tipo corresponde al Area, o Areas, de Planificación a la que pertenece, el número del estrato que representa, y la especialización productiva y/o limitación de suelos que presenta.

Por especialización productiva, se han establecido predios tipos, "agrícolas", simbolizados con la letra a, predios tipos "ganaderos", simbolizados con la letra g, y los que presentan "limitaciones por drenaje", para los que se utiliza la letra d.

Cuadro N°3.1.11.
Predios Tipos por Estrato y Area de Planificación

Pred.Tipo	Variante	Ñiquen	Ñuble	Cato	Chillan
1 r	s/v	1	id	id	id
2ra	agric.	1	1	1	1
2rd	drenaje	1	1	1	1
2rg	ganadero	1	1	1	1
3ra	agric.	1	1	1	1
3rd	drenaje	1	1	1	1
3rg	ganadero	1	1	1	1
4ra	agric.	0	1	1	id
4rd	drenaje	0	1	1	1
4rg	ganadero	0	1	1	1
Total P.T riego= 33		7	9	9	8
5s	s/v	1	id	id	id
6s	s/v	1	1	id	id
7s	s/v	1	1	id	id
8s	s/v	0	1		id
Tot. P.Tipo Secano=6		3	3	0	0

Nota: id significa que el P.T es igual al anterior, señalado en la fila, a la izquierda.

El tamaño de cada Predio Tipo, y la proporción de suelo regado y de secano, en el total, corresponde al promedio del estrato representado, y será variable según las Areas de Planificación. Los tamaños de los Predios Tipos están, por lo tanto, en concordancia a la estructura de las propiedades agrícolas, de riego y secano.

C.3.17

El número total de predios representados por los diferentes Predios Tipos son los presentados en el Cuadro N° 3.1.12.

Cuadro N° 3.1.12.

**Representatividad de los Predios Tipos
por Area de Planificación
(número de predios)**

Predio Tipo	Ñiquén	Ñuble	Cato	Chillán
1R	28	2.592	763	1.216
2Ra	4	840	156	184
2RD	4	262	3	66
2Rg	5	634	186	285
3Ra	6	209	34	50
3RD	1	52	1	10
3Rg	0	70	30	23
4Ra	0	40	2	1
4RD	0	9	1	1
4Rg	0	17	2	3
Total Pr.Regados	48	4.725	1.178	1.839
5S	11	795	197	638
6S	1	98	30	87
7S	5	124	23	94
8S	3	45	13	57
Total Pr.Secano	20	1.062	263	876

El uso de la tierra en cada Predio Tipo, tanto regada como de secano, se estableció, básicamente, de acuerdo al uso del suelo del estrato representado, pero asignando más énfasis a los rubros agrícolas, característicos, según la especialización productiva, ya mencionada.

Así como el uso de la tierra de los Predios Tipos proviene de los estratos, la extrapolación de este uso, debe resultar semejante al del estrato representado, y por integración, debe ser equivalente a, la de las Areas de Planificación, y para el Area Total del Proyecto. Sin embargo, si esta extrapolación se realiza, se producirán algunas diferencias, por cuanto, en el Predio Tipo se descartan algunos usos agrícolas menores, que se asignan a los rubros más importantes, y porque la cifras de superficie, al ser promedios, deben ser redondeadas, para evitar excesivos decimales.

Caracterización Productiva y Económica

Cada Predio Tipo fué caracterizado, productiva y económicamente, por el, o los ítems, más relevantes de cada rubro agrícola incluido en el uso de la tierra, de riego y de secano. En consecuencia, cada Predio Tipo tiene una distribución típica de cultivos, según el Area de Planificación, el estrato donde se ubica y su especialización productiva.

En base a la información recopilada del Informe de Pro-Itata, se establecieron Estándares de Producción, por Cultivos, para la Situación Actual. En ellos se determinaron los Ingresos, Costos, Margen Bruto, por hectáreas, para los principales cultivos del Area del Estudio, los que se presentan en el Anexo B. Solo se consideraron Estándares diferentes para algún estrato, cuando las diferencias con los restantes estratos era insoslayable.

Ingresos, Costos y Márgenes de Producción

Un resumen de los Costos, Ingresos y Margen Bruto, por hectárea, para los rubros y estratos considerados, se presenta en los Cuadros N° 3.1.13. y 3.1.14., a Precios de Mercado y Precios Sociales, respectivamente.

Para el sector pecuario se tomó la información sobre rendimientos por U.A. por hectárea del Informa de Pro-Itata.

La caracterización Económica de cada predio se realizó cuantificando, costos ingresos y márgenes brutos a Precios de Mercado y Sociales, (con coeficientes de MIDEPLAN), mediante el producto de los patrones por hectáreas, por Rubro, correspondientes, por la cantidad de hectáreas dedicadas al rubro en cuestión.

C.3.19

CUADRO N° 3.1.13.

CULTIVOS DEL AREA DEL ESTUDIO - SITUACION ACTUAL

Ingresos, Costos y Margen Bruto por Há por Rubro

a Precios de Mercado (\$ 1992)

RUBRO	P.T y ESTRATOS	COSTOS	INGRESOS	MARGEN BRUTO
FRUTAL	TODAS	224,104	626,111	402,007
VID S.	TODAS	51,530	83,450	31,920
CEREALES	1R	87,893	140,097	52,204
CEREALES	2Ra-2RD-2Rg	117,193	202,363	85,170
CEREALES	3Ra-3RD-3Ra-4Ra-4RD-4Rg	115,059	202,645	87,586
CHACRAS	1R	140,676	183,939	43,263
CHACRAS	2Ra-2RD-2Rg	172,161	259,093	86,932
CHACRAS	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	176,667	259,795	83,128
INDUSTRIALES	2Ra-2RD-2Rg	712,959	1,081,712	368,753
INDUSTRIALES	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	782,630	1,183,200	400,570
HORTALIZAS	1R-2Ra-2RD-2Rg	254,680	457,600	202,920
HORTALIZAS	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	653,297	970,860	317,563
PRAD. MEJORADAS	1R	2,960	45,000	42,040
PRAD. ARTIFICIALES	2Ra-2RD-2Rg	4,070	66,000	61,930
PRAD. ARTIFICIALES	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	4,070	66,000	61,930
PRAD. NAT.	1R-2R-2RD-3R-3RD-4R-4RD	1,850	30,000	28,150
PRAD. NAT.	5S-6S-7S-8S	960	18,000	17,040
CEREALES SEC	5S-1R	78,289	114,513	36,224
CEREALES SEC	6S-2Ra-2RD-2Rg	78,289	114,513	36,224
CEREALES SEC	7S-8S-3Ra-3RD-4Ra-4RD	97,401	138,375	40,974
CHACRAS S - R	1R-4Ra-4RD-4Rg	76,727	109,200	32,473
CHACRAS S - R	5S-6S-7S-8S	73,042	97,920	24,878
INDUSTR. SECAN	1R-4Ra-4RD-4Rg-5S-8S	106,394	189,000	82,606
VIDES S - R	1R-4Ra-4RD-4Rg	63,800	110,200	46,400
VIDES S - S	5S-8S	51,530	83,450	31,920
ARROZ	2R-2RD-3R-3RD-4R-4RD	221,842	389,648	167,806

C.3.20

CUADRO N° 3.1.14.

CULTIVOS DE AREA DEL ESTUDIO. SITUACION ACTUAL

Ingresos, Costos y Márgen Bruto por Há Por Rubro
a Precio Social (\$ 1992)

RUBRO	ESTRATOS	COSTOS	INGRESOS	BRUTO
FRUTAL	TODAS	206,176	626,111	419,935
VID SECAN	TODAS	43,801	83,450	39,650
CEREAL	1R	80,759	162,513	81,754
CEREAL	2R-2RD-2Rg	102,918	231,623	128,705
CEREAL	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	100,060	231,950	131,889
CHACRAS	1R	123,168	194,975	71,807
CHACRAS	2R	155,511	276,496	120,985
CHACRAS	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	160,073	279,098	119,025
INDUSTRIALES	1R-2Ra-2RD-2Rg	659,898	1,253,776	593,878
INDUSTRIALES	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	724,523	1,372,512	647,989
HORTALIZAS	1R-2Ra-2RD-2Rg	235,919	497,600	261,681
HORTALIZAS	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	563,593	999,986	436,393
PRAD. MEJORADA	1R	2,672	45,000	42,328
PRAD. ARTIFICIALES	2Ra-2RD-2Rg	3,674	66,000	62,326
PRAD. ARTIFICIALES	3Ra-3RD-3Rg-4Ra-4RD-4Rg	3,674	66,000	62,326
PRAD. NAT.	1R-2R-2RD-3R-3RD-4R-4RD	1,670	30,000	28,330
PRAD. NAT.	5S-6S-7S-8S	852	18,000	17,148
CEREALES SEC	5S-1R	74,279	132,835	58,556
CEREALES SEC	6S-2Ra-2RD-2Rg	74,279.0	132,835.0	58,556
CEREALES SEC	7S-8S-3R-3RD-4R-4RD	92,658.0	160,515.0	67,857
CHACRAS S - R	1R-4Ra-4RD-4Rg	71,191.0	111,384.0	40,193
CHACRAS S - R	5S-6S-7S-8S	67,974.6	99,878.4	31,904
INDUSTR. SECAN	1R-4Ra-4RD-4Rg-5S-8S	97,642.0	207,900.0	110,258
VIDES S - R	1R-4Ra-4RD-4Rg	54,230.0	110,200.0	55,970
VIDES S - S	5S-8S	43,800.5	83,450.0	39,650
ARROZ	2R-2RD-3R-3RD-4R-4RD	199,219.0	428,613.0	229,394

Costos Indirectos

Se utilizaron como base los datos del Informe Pro-Itata y se ajustaron a las condiciones de los Nuevos Predios Tipos. Los Costos Indirectos incluyen, Impuestos Territoriales, Gastos de Electricidad, Agua Potable, Movilización, Teléfono, Contador, Seguros y Mano de Obra permanente del Predio, (Cuadro N° 3.1.15).

CUADRO N° 3.1.15.

COSTOS INDIRECTOS POR ESTRATOS Y POR HECTAREA (miles de \$ Diciembre 1992).

ESTRAT	IMP.TE	ELECTRA	POTAB.	CONTA	MOVILIZ	TELEFON	SEGURO	M.O.PE	TOTAL
1R	0.0	1,905.0	381.0	0.0	1,143.0	0.0	0.0	0.0	3,429.0
2Ra	0.0	1,045.0	418.0	7,526.0	5,017.0	0.0	0.0	10,000.0	24,006.0
2RD-g	0.0	735.0	327.0	4,898.0	4,082.0	0.0	0.0	10,000.0	20,042.0
3Ra	1,000.0	864.0	148.0	5,556.0	3,704.0	3,086.0	4,938.0	6,500.0	25,796.0
3RD	1,000.0	707.0	94.0	2,944.0	1,766.0	1,178.0	1,413.0	6,500.0	15,602.0
4Ra	800.0	595.0	74.0	3,220.0	1,486.0	1,982.0	4,955.0	5,840.0	18,952.0
4RD-g	600.0	442.0	49.0	2,209.0	1,472.0	1,374.0	2,454.0	5,840.0	14,440.0
5S	0.0	200.0	100.0	0.0	3,000.0	0.0	0.0	0.0	3,300.0
6S	0.0	400.0	200.0	400.0	4,000.0	0.0	0.0	1,200.0	6,200.0
7S	380.0	600.0	300.0	200.0	6,000.0	0.0	0.0	900.0	8,380.0
8S	250.0	600.0	400.0	100.0	8,000.0	0.0	0.0	500.0	9,850.0

Margen Neto o Utilidad Neta

El Margen o Utilidad Neta, de cada Predio Tipo, resulta de restar los Costos Indirectos, a los Margenes Brutos calculados.

C.3.22

CUADRO N° 3.1.16

MARGEN NETO POR PREDIO TIPO (miles de \$ Precio de Mercado Diciembre 1992).

AREA PLANIFIC.	PREDIO TIPO	MARGEN NETO				EXPANSION POR ESTRATO	
		MARG.BRUT	COSTO IND.	MARG. NETO	POR HA	SUPERFICIE ESTRATO	NETO MIL \$ P.MERCADO
TODAS	1R	154.4	21.6	132.8	21.1	28,872.4	608,795.3
NIQUEN	2Ra	2,012.6	987.8	1,024.9	24.9	370.3	9,224.0
NIQUEN	2RD-g	1,408.4	824.7	583.8	14.2	164.6	2,335.2
NUBLE	2Ra	1,549.0	603.7	945.2	37.6	37,070.4	1,393,261.8
NUBLE	2RD-g	876.9	503.2	373.8	14.9	6,577.7	97,924.5
CATO	2Ra	957.9	468.0	490.0	25.1	6,666.8	167,574.7
CATO	2RD-g	558.7	390.7	168.0	8.6	58.5	504.0
CHILLAN	2Ra	1,544.7	1,112.7	432.0	9.3	21,739.3	202,589.9
CHILLAN	2RD-g	1,237.3	930.7	306.6	6.6	3,065.0	20,235.5
NIQUEN	3Ra	6,057.2	2,295.0	3,762.2	42.3	533.8	22,573.4
NIQUEN	3RD-g	3,726.2	1,388.6	2,337.7	26.3	89.0	2,337.7
NUBLE	3Ra	8,474.1	2,710.1	5,764.1	54.9	29,311.0	1,608,170.1
NUBLE	3RD-g	3,448.5	1,639.1	1,809.4	17.2	5,463.0	94,089.0
CATO	3Ra	5,956.6	1,868.2	4,088.4	56.5	4,635.0	261,657.1
CATO	3RD-g	2,471.3	1,129.6	1,341.7	18.5	72.4	1,341.7
CHILLAN	3Ra	4,995.1	2,315.2	2,679.9	29.9	6,551.8	195,633.7
CHILLAN	3RD-g	2,759.1	1,400.3	1,358.8	15.1	897.5	13,588.2
NUBLE	4Ra	21,932.0	4,500.5	17,431.5	73.4	13,535.7	993,595.6
NUBLE	4RD-g	4,940.0	3,429.5	1,510.5	6.4	2,137.5	13,594.8
C - CH	4Ra	24,308.9	5,230.2	19,078.8	69.1	2,207.8	152,630.1
CATO	4RD-g	16,645.5	6,353.6	10,291.9	23.4	440.0	10,291.9
CHILLAN	4RD-g	4,930.4	1,617.0	3,313.4	29.6	112.0	3,313.4
TODOS	5S	239.2	65.0	174.2	8.8	21,574.2	190,752.7
NIQUEN	6S	738.3	288.9	449.4	9.6	46.6	449.4
N - C - C	6S	684.1	266.4	417.7	9.7	9,578.9	93,128.6
NIQUEN	7S	1,122.6	791.1	331.6	3.5	472.1	1,658.1
N - C - C	7S	1,071.1	695.0	376.1	4.5	21,195.7	96,128.6
TODOS	8S	4,554.2	2,552.1	2,002.1	7.7	30,570.7	236,224.4
TOTAL						254,009.6	6,493,603.3

El Ingreso Neto, promedio por hectárea, en el Area del Proyecto es de \$ 25.564. a P.de Mercado.

C.3.23

CUADRO N° 3.1.17.

MARGEN NETO POR PREDIO TIPO (miles de \$ Precio Sociales Diciembre 1992).

AREA PLANIFIC.	PREDIO TIPO	MARG.BRUT	COSTO IND	MARG. NETO	MARG.NETO POR HA	EXPANSION SUPERF. POR ESTR	POR ESTRATO NETO MIL \$ P.SOCIAL
TODAS	1R	219.9	21.6	198.3	31.5	28,872.4	908,995.4
NIQUEN	2Ra	2,678.9	987.8	1,691.2	41.1	370.3	15,220.4
NIQUEN	2RD-g	1,741.3	824.7	916.7	22.3	164.6	3,666.6
NUBLE	2Ra	2,167.5	603.7	1,563.8	62.2	37,070.4	2,304,989.4
NUBLE	2RD-g	1,102.6	503.2	599.5	23.9	6,577.7	157,061.0
CATO	2Ra	1,270.1	468.0	802.1	41.1	6,666.8	274,321.7
CATO	2RD-g	621.9	390.7	231.2	11.9	58.5	693.7
CHILLAN	2Ra	1,887.7	1,112.7	774.9	16.7	21,739.3	363,447.0
CHILLAN	2RD-g	1,387.7	930.7	457.0	9.8	3,065.0	30,159.3
NIQUEN	3Ra	8,249.2	2,206.0	6,043.2	67.9	533.8	36,259.3
NIQUEN	3RD-g	4,768.1	1,299.6	3,468.5	39.0	89.0	3,468.5
NUBLE	3Ra	12,182.5	2,605.0	9,577.5	91.2	29,311.0	2,672,126.4
NUBLE	3RD-g	4,369.6	1,534.0	2,835.6	27.0	5,463.0	147,448.8
CATO	3Ra	7,983.4	1,795.8	6,187.7	85.4	4,635.0	396,010.6
CATO	3RD-g	2,899.7	1,057.2	1,842.5	25.4	72.4	1,842.5
CHILLAN	3Ra	6,894.3	2,225.5	4,668.8	52.0	6,551.8	340,824.6
CHILLAN	3RD-g	3,213.5	1,310.5	1,903.0	21.2	897.5	19,030.2
NUBLE	4Ra	28,991.4	4,310.5	24,680.8	103.9	13,535.7	1,406,807.7
NUBLE	4RD-g	5,167.3	3,287.0	1,880.3	7.9	2,137.5	16,922.9
C - CH	4Ra	32,857.2	5,009.4	27,847.8	100.9	2,207.8	222,782.1
CATO	4RD-g	20,176.7	6,089.6	14,087.1	32.0	440.0	14,087.1
CHILLAN	4RD-g	5,641.8	1,549.8	4,092.0	36.5	112.0	4,092.0
TODOS	5S	278.2	65.0	213.2	10.8	21,574.2	233,449.4
NIQUEN	6S	781.5	288.9	492.5	10.6	46.6	492.5
N - C - C	6S	759.5	266.4	493.1	11.5	9,578.9	109,924.2
NIQUEN	7S	1,335.9	755.2	580.7	6.2	472.1	2,904.0
N - C - C	7S	1,274.8	663.5	611.4	7.4	21,195.7	156,252.9
TODOS	8S	5,224.4	2,487.4	2,737.0	10.6	30,570.7	322,934.7
TOTAL				121,477.3		254,009.6	10,166,215.1

3.5

EXPANSION DE LOS RESULTADOS

La expansión de los resultados, desde los Predios Tipos hacia los estratos que representaban, y en consecuencia, tambien para el total del Area del Estudio, se hizo sólo para los Márgenes Netos. Los resultados, a precios de mercado y sociales, se presentan en los Cuadros N° 3.1.18, 3.1.19, 3.1.20 y 3.1.21 para cada Area de Planificacion y en el Cuadro N° 3.1.22. para el Total del Area del Proyecto.

C.3.24

Para el Total del Area del Proyecto, los Ingresos Netos alcanzan a 6.493,6 millones de pesos, de Enero de 1992, donde el Area de Planificación de Ñuble, aporta 4,635,5 millones de pesos (64%). En el cuadro N° 1.52, se presentan los valores de los Ingresos Netos, por Area de Planificación a Precio de Mercado y a Precio Social, respectivamente.

CUADRO N° 3.1.18

MARGEN NETO PARA EL AREA DE PLANIFICACION RIO ÑIQUEN Y PREDIO TIPO (miles de \$ Diciembre 1992).

EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO ÑIQUEN EN MILES DE PESOS A P. MERCADO			EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO ÑIQUEN EN MILES DE PESOS A P. SOCIAL		
P.TIPOS	SUPERF.ESTRATO	MARGEN NETO	P.TIPOS	SUPERF.ESTRATO	MARGEN NETO
1R	437.6	9,227.1	1R	437.6	13,777.0
2Ra	370.3	9,224.0	2Ra	370.3	15,220.4
2RD-2Rq	164.6	2,335.2	2RD-2Rq	164.6	3,666.6
3Ra	533.8	22,573.4	3Ra	533.8	36,259.3
3RD-3Rq	89.0	2,337.7	3RD-3Rq	89.0	3,468.5
4Ra		0.0	4Ra		0.0
SUB TOTAL	1,595.3	45,697.3	SUB TOTAL	1,595.3	72,391.9
5S	217.0	1,918.6	5S	217.0	2,348.1
6S	46.6	449.4	6S	46.6	492.5
7S	472.1	1,658.1	7S	472.1	2,904.0
8S	779.1	6,020.2	8S	779.1	8,230.1
SUB TOTAL	1,514.8	10,046.4	SUB TOTAL	1,514.8	13,974.7
TOTAL	3,110.1	55,743.7	TOTAL	3,110.1	86,366.6

CUADRO N° 3.1.19.

MARGEN NETO PARA EL AREA DE PLANIFICACION RIO ÑUBLE Y PREDIO TIPO (miles de \$ Diciembre 1992).

EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO ÑUBLE EN MILES DE PESOS A P. MERCADO			EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO ÑUBLE EN MILES DE PESOS A P. SOCIAL		
P.TIPOS	SUPERF.ESTRATO	MARGEN NETO	P.TIPOS	SUPERF.ESTRATO	MARGEN NETO
1R	8,742.6	184,344.0	1R	8,742.6	275,245.0
2Ra	37,070.4	1,393,261.8	2Ra	37,070.4	2,304,989.4
2RD-2Rg	6,577.7	97,924.5	2RD-2Rg	6,577.7	157,061.0
3Ra	29,311.0	1,608,170.1	3Ra	29,311.0	2,672,126.4
3RD-3Rg	5,463.0	94,089.0	3RD-3Rg	5,463.0	147,448.8
4Ra	13,535.7	993,595.6	4Ra	13,535.7	1,406,807.7
4RD-4Rg	2,137.5	13,594.8	4RD-4Rg	2,137.5	16,922.9
SUB TOTAL	102,837.9	4,384,979.7	SUB TOTAL	102,837.9	6,980,601.2
5S	9,731.7	86,044.8	5S	9,731.7	105,304.5
6S	3,907.0	37,984.9	6S	3,907.0	44,835.4
7S	9,751.3	44,225.0	7S	9,751.3	71,885.8
8S	10,645.7	82,260.9	8S	10,645.7	112,456.2
SUB TOTAL	34,035.7	250,515.6	SUB TOTAL	34,035.7	334,481.9
TOTAL	136,873.6	4,635,495.3	TOTAL	136,873.6	7,315,083.1

CUADRO N° 3.1.20

MARGEN NETO PARA EL AREA DE PLANIFICACION RIO CATO Y PREDIO TIPO (miles de \$ Diciembre 1992).

EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO CATO EN MILES DE PESOS A P. MERCADO			EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO CATO EN MILES DE PESOS A P. SOCIAL		
P.TIPOS	SUPERF.ESTRATO	MARGEN NETO	P.TIPOS	SUPERF.ESTRATOS	MARGEN NETO
1R	3,983.0	83,984.4	1R	3,983.0	125,397.6
2Ra	6,666.8	167,574.7	2Ra	6,666.8	274,321.7
2RD-2Rg	58.5	504.0	2RD-2Rg	58.5	693.7
3Ra	4,635.0	261,657.1	3Ra	4,635.0	396,010.6
3RD-3Rg	72.4	1,341.7	3RD-3Rg	72.4	1,842.5
4Ra	1,759.9	121,668.0	4Ra	1,759.9	177,589.2
4RD-4Rg	440.0	10,291.9	4RD-4Rg	440.0	14,087.1
SUB TOTAL	17,615.6	647,021.8	SUB TOTAL	17,615.6	989,942.4
5S	1,762.1	15,580.0	5S	1,762.1	19,067.3
6S	1,088.1	10,578.8	6S	1,088.1	12,486.7
7S	1,473.8	6,684.1	7S	1,473.8	10,864.7
8S	1,237.4	9,561.6	8S	1,237.4	13,071.3
SUB TOTAL	5,561.4	42,404.5	SUB TOTAL	5,561.4	55,490.0
TOTAL	23,177.0	689,426.2	TOTAL	23,177.0	1,045,432.4

C.3.26

CUADRO N° 3.1.21

MARGEN NETO PARA EL AREA DE PLANIFICACION RIO CHILLAN Y PREDIO TIPO (miles de \$ Diciembre 1992).

EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO CHILLAN EN MILES DE PESOS A P. MERCADO			EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION RIO CHILLAN EN MILES DE PESOS A P. SOCIAL		
P.TIPOS	SUPERF.ESTRATOS	MARGEN NETO	P.TIPOS	SUPERF.ESTRATOS	MARGEN NETO
1R	15,709.2	331,239.7	1R	15,709.2	494,575.8
2Ra	21,739.3	202,589.9	2Ra	21,739.3	363,447.0
2RD-2Rg	3,066.0	20,235.5	2RD-2Rg	3,066.0	30,159.3
3Ra	6,551.8	195,633.7	3Ra	6,551.8	340,824.6
3RD-3Rg	896.5	13,588.2	3RD-3Rg	896.5	19,030.2
4Ra	447.9	30,962.1	4Ra	447.9	45,193.0
4RD-4Rg	112.0	3,313.4	4RD-4Rg	112.0	4,092.0
SUB TOTAL	48,522.6	797,562.7	SUB TOTAL	48,522.6	1,297,321.8
5S	9,863.4	87,209.3	5S	9,863.4	106,729.6
6S	4,583.8	44,564.9	6S	4,583.8	52,602.2
7S	9,970.6	45,219.6	7S	9,970.6	73,502.4
8S	17,908.5	138,381.7	8S	17,908.5	189,177.1
SUB TOTAL	42,326.3	315,375.4	SUB TOTAL	42,326.3	422,011.2
TOTAL	90,848.9	1,112,938.1	TOTAL	90,848.9	1,719,333.0

CUADRO N° 3.1.22.

MARGEN NETO PARA EL TOTAL DEL AREA Y PREDIO TIPO (miles de \$ Diciembre 1992).

EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION TOTAL DEL AREA DEL ESTUDIO EN MILES DE PESOS A P. MERCADO			EXPANSION DE LOS RESULTADOS POR AREA DE PLANIFICACION TOT. AREA DE ESTUDIO EN MILES DE PESOS A P. SOCIAL		
P.TIPOS	SUPERF.ESTRATOS	MARGEN NETO	P.TIPOS	SUPERF.ESTRATOS	MARGEN NETO
1R	28,872.4	608,795.3	1R	28,872.4	908,995.4
2Ra	65,846.8	1,772,650.5	2Ra	65,846.8	2,957,978.5
2RD-2Rg	9,866.7	120,999.2	2RD-2Rg	9,866.7	191,580.6
3Ra	41,031.6	2,088,034.3	3Ra	41,031.6	3,445,221.0
3RD-3Rg	6,520.9	111,356.6	3RD-3Rg	6,520.9	171,790.1
4Ra	15,743.5	1,146,225.6	4Ra	15,743.5	1,629,589.8
4RD-4Rg	2,689.5	27,200.1	4RD-4Rg	2,689.5	35,102.0
SUB TOTAL	170,571.4	5,875,261.5	SUB TOTAL	170,571.4	9,340,257.3
5S	21,574.2	190,752.7	5S	21,574.2	233,449.4
6S	9,625.5	93,578.0	6S	9,625.5	110,416.8
7S	21,667.8	97,786.8	7S	21,667.8	159,156.9
8S	30,570.7	236,224.4	8S	30,570.7	322,934.7
SUB TOTAL	83,438.2	618,341.9	SUB TOTAL	83,438.2	825,957.8
TOTAL	254,009.6	6,493,603.3	TOTAL	254,009.6	10,166,215.1

Variaciones de la Situación Actual de la Agricultura

La Situación Actual determinada, representa el patrón de comparación, o "Situación Actual Base, la cual fué contrastado con los recursos hídricos disponibles, para cada Area de Planificación, durante los 47 años de los que se dispone de estadística. Estos valores se obtuvieron del modelo de Simulación de Pro-Itata, en lo que denominaron Demanda suplida.

Como ya se indicó, anteriormente, el mes clave para los balances hídricos es Enero.

Se utilizaron las estadísticas de los 47 años del mes de Enero, para reducir la superficie regada, para los casos de déficit, o aumentarla en caso de excedentes, de manera de igualar la demanda potencial, de este mes, con las disponibilidades de agua de riego del mismo período. El análisis se hizo en base a los predios tipos. La superficie regada, cada año, recibía el agua correspondiente al 100% de sus necesidades, mientras que la superficie descartada no se regaba en absoluto.

El orden de prioridad, para la disminución de las superficies, según los grados de déficit de agua de Enero, en el año hidrológico analizado, fue:

- 1º).- Pastos Naturales regados, hasta el 100%.-
- 2º).- Praderas Artificiales regados, hasta el 50%.
- 3º).- Chacras regadas, hasta el 100%
- 4º).- Cultivos Industriales, hasta lograr el equilibrio entre demanda y disponibilidad de agua de riego.

No se disminuyó en ningún caso, la superficie de frutales, hortalizas y cereales. Los dos primeros cultivos, por ser los de más alta rentabilidad para los agricultores y es donde volcarán toda el agua que dispongan. Los cereales no fueron tocados por cuanto, cuando los déficit de agua comienzan a ser importantes, los cereales ya no requieren de riego.

Las praderas artificiales, por ser un cultivo permanente, y ser la base de la ganadería de la zona, sólo se redujo hasta un 50% de la superficie, lo que equivale a aplicarle la mitad del agua a todas las áreas empastadas, pero con la consiguiente disminución en los rendimientos.

Con las superficies por rubro, así definidas para cada año hidrológico, se cuantificaron los Márgenes Brutos, para cada Predio Tipo. El Ingreso Neto resultó de descontar los Costos Indirectos, que para estos efectos se consideraron fijos. Por integración se obtuvieron la serie de Ingresos Netos para el Total del Area del Proyecto.

C.3.28

Para la valorización de los cultivos que debían reducirse, se consideró que la superficie efectivamente regada, producía la totalidad de los márgenes brutos normales, mientras que la parte descartada, por falta de agua en Enero, producía márgenes brutos igual a cero.

De la operatoria de esta metodología durante 47 años, sólo en algunos fué necesario llegar a disminuir superficie, hasta de cultivos industriales. Esto ocurrió en años muy secos (v.gr año 1968), aunque la disminución fue muy significativa. Por otro lado, en muy pocos años no se tuvo que disminuir la superficie regada de pastos naturales, desde Enero en adelante. El descuento de superficie se hizo hasta cuadrar las disponibilidades de agua del mes de Enero, con los requerimientos, según el orden ya expuesto.

Los resultados se presentan en el Cuadro N° 3.1.23.

Cuadro N° 3.1.23
Flujos de Ingresos Netos del Area del Proyecto
Situación Actual
Simulación para Período de 47 años
por Variaciones Hidrológicas
Millones de Pesos (\$ de Enero 1992)

Año	A Precios de Mercado	A Precios Sociales
1941	6.314,17	9.901,15
1942	5.803,77	9.102,08
1943	5.166,75	8.104,78
1944	6.084,30	9.541,26
1945	5.918,71	9.282,02
1946	5.857,02	9.185,45
1947	4.140,40	6.441,58
1948	5.004,41	7.850,62
1949	3.381,66	5.310,08
1950	6.461,58	10.131,92
1951	6.110,92	9.582,94
1952	4.671,29	7.329,09
1953	6.125,21	9.605,31
1954	5.231,69	8.206,44
1955	4.847,92	7.605,62
1956	4.405,70	6.913,30
1957	5.797,93	9.092,93
1958	4.650,51	7.296,56
1959	4.857,01	7.619,85
1960	4.762,20	7.471,42
1961	4.916,10	7.712,36
1962	3.133,60	4.921,74
1963	6.352,48	9.961,13
1964	4.715,45	7.398,23
1965	5.364,16	8.413,83
1966	6.677,16	10.469,44
1967	4.918,70	7.716,43
1968	3.830,37	6.012,57
1969	5.246,62	8.229,82
1970	5.851,18	9.176,30
1971	5.078,44	7.966,52
1972	5.270,00	8.266,42
1973	4.142,71	6.501,56
1974	4.768,69	7.481,59
1975	8.851,18	9.176,30
1976	4.744,67	7.443,97
1977	6.051,83	9.490,43
1978	5.266,75	8.261,34
1979	5.712,21	8.958,74
1980	4.703,76	7.379,93

Cuadro N° 3.1.23 (Continuación)
Flujos de Ingresos Netos del Area del Proyecto
Situación Actual
Simulación para Período de 47 años
por Variaciones Hidrológicas
Millones de Pesos (\$ de Enero 1992)

Año	A Precios de Mercado	A Precios Sociales
1981	3.720,63	5.840,76
1982	6.334,95	9.933,68
1983	3.638,16	5.711,65
1984	5.629,75	8.829,63
1985	4.171,93	6.547,31
1986	5.558,97	8.718,82
1987	5.455,72	8.557,17
Prom. Anual	5.163,05	8.098,98

3.6 INTERFLUVIOS COSTEROS Y SECTOR CORDILLERA DE LA COSTA

Los sectores regables de los interfluvios costeros y de valles ubicados en el sector de la cordillera de la costa, corresponden a pequeñas áreas, dispersas en una extensa zona que se extiende desde la confluencia de los ríos Ñuble e Itata por el oriente, el oceano Pacífico por el oeste, el límite entre la Octava y Séptima Región por el Norte y la cuenca del estero Andalién por el sur.

Todos los ríos y esteros ubicados en los interfluvios costeros y en el sector de la cordillera de la costa se caracterizan por ser de régimen pluvial, con pequeños o nulos escurrimientos de agua, por los cauces, en períodos de primavera-verano, y por lo tanto, los terrenos permanecen, practicamente, de secano.

En esta extensa zona se han identificado los valles que tienen suelos que pudieran ser incorporados al riego si se contara con agua para ello.

En el Cuadro N° 3.1.24. , se encuentra la nómina de valles en los que se han estudiado las posibilidades de construir obras de regulación, y las superficies que podrían regarse, las que se obtuvieron por planimetría de los planos de suelo, resultado del estudio agrológico.

Se han estimado las tasas de riego, promedio por hectárea, que requerirían las superficies aptas para ser incorporadas. Estas llegan a 14 mil m³/ha.

En base a estas tasas y a la superficie a incorporar, se ha establecido el volumen de agua que necesitaría cada valle para ser incorporado al riego. Este volumen definirá el tamaño del embalse necesario para cada valle, y por ende, sus costos.

Será el factor económico, el primer parámetro que definirá la conveniencia de proseguir el estudio de estas presas, o su descarte definitivo.

La Situación Actual, y con Desarrollo se realizará, sólo para los valles en los que se determine la factibilidad técnica y económica de construcciones de embalses de regulación.

CUADRO N° 3.1.24.

SUPERFICIES AGRICOLAS REGABLES EN LOS INTERFLUVIOS COSTEROS
Y SECTOR DE LA CORDILLERA DE LA COSTA

A.- Valle de Coelemu.-

CAP. de USO	SUPERF. (ha)	Demandas* de Agua
-----	-----	
Total I al IV	669,5	9.379,0

B.- Valle de Pingueral

CAP de USO	SUPERF.(ha)	Demandas Agua (miles de m3)
-----	-----	
Total I al IV	136,0	1.904,0

C.- Estero Coliumo

CAP de USO	SUPERF.(ha)	Demandas Agua (miles de m3)
-----	-----	
Total I al IV	160,5	2.247,0

D.- Rio Andalién

CAP de USO	SUPERF.(ha)	Demandas Agua (miles de m3)
-----	-----	
Total I al IV	1.131,3	15.838,2

E.- Valle de Lonquén.-

CAP. de USO	SUPERF. (ha)	Demandas Agua (miles de m3)
-----	-----	
Total I al IV	9.257,0	129.598,0

F.- Valle de Chudal.-

CAP. de USO	SUPERF. (ha)	Demandas Agua (miles de m3)
-----	-----	
Total I al IV	783,0	10.962,0

G.- Valle de Papano.-

CAP. de USO	SUPERF. (ha)	Demandas Agua (miles de m3)
-----	-----	
Total I al IV	272,0	3.808,0

H.- Valles de Ranquil-Pirihuín.-

CAP. de USO	SUPERF. (ha)	Demandas Agua (miles de m3)
-----	-----	
Total I al IV	653,0	9.142,0

3.7 CONCLUSIONES.

- Los recursos naturales que presenta el Area del Proyecto, en calidad y cantidad, están siendo sub utilizados si se compara con su potencialidad. La aptitud del clima y suelos para usos en rubros agrícolas intensivos y rentables tales como frutales, viñas, hortalizas, etc, es muy superior a la que se desarrolla en la actualidad, predominando en cambio rubros extensivos y poco rentables como cereales y praderas naturales. Esto ocurre en todas las unidades analizadas, ya sean Areas de Planificación, Sectores de Riego de Pro-Itata, Estratos de tamaño de los predios, etc.

- Las razones para este estado de escaso desarrollo relativo son variadas, tales como, bajo nivel tecnológico, actitud de los productores ante las nuevas tecnologías, etc, pero el factor principal que prácticamente condiciona a los restantes es la baja seguridad en el abastecimiento de agua de riego, la que se produce normalmente desde Enero a Marzo, período en que la demanda de agua por los cultivos es máxima. Además de los déficit estacionales hay fuertes variaciones interanuales. Lo anterior no permite expandir las áreas de cultivos de alta rentabilidad por el alto riesgo de pérdidas por escasez de agua. El uso menos intensivo del suelo se produce en las áreas de menor seguridad de riego, como es el Area de Planificación Chillán.

- La remoción de este factor limitante principal, mediante la regulación de cuencas con obras hidráulicas, puede producir un gran impacto favorable en la intensificación en el uso de los recursos naturales, el nivel tecnológico y la rentabilidad de la agricultura, en el Area del proyecto.

4.0 DESARROLLO AGROPECUARIO

El desarrollo del sector Agropecuario que se plantea, sólo será posible si se implementan las obras de riego que se han determinado en el transcurso del estudio, y que están orientadas a remover los factores limitantes detectados en el Area del Proyecto, especialmente en relación con las disponibilidades estivales de agua, a nivel de predio, con un 85 % de seguridad de riego.

El Programa de Desarrollo Agropecuario, que representa la "Situación Futura", o "Con Proyecto", ha sido elaborado de acuerdo a las Políticas de Desarrollo Agrícola y Económico vigentes, que se basan en la responsabilidad privada de impulsar el crecimiento, de acuerdo a las señales del mercado, al uso eficiente de los recursos, optimización de las rentabilidades, pleno empleo, etc.

4.1 BASES DE SUSTENTACION DE PLANES DE DESARROLLO

La base de sustentación del Proyecto de Desarrollo Agropecuario consiste en que, los serios problemas que actualmente frenan el desarrollo de la agricultura, pueden ser removidos mediante la regulación de uno, o más, de los ríos del Area del Estudio.

Toda la estructura de uso del suelo, en la actualidad, y la rentabilidad que de ella se obtiene, está condicionada por las características hidrológicas de los ríos del Area en Estudio, y la baja seguridad de riego que éstos determinan.

Los estudios sobre recursos, y de mercado, indican la presencia de un gran potencial económico para muchos rubros agropecuarios, que hoy no se pueden cultivar, o que ocupan sólo áreas marginales del estudio, debido a la baja seguridad de riego.

La solución se plantea en base a cinco alternativas de construcción de obras para el riego integral del area del proyecto, y las correspondientes superficie con 85% de seguridad, que son:

- a.- Sistema Los Monos- Boyén-Quilmo-Changaral.
Superficie Riego 85% Seg. : 112.523 ha.
- b.- Sistema Punilla -Boyén-Quilmo-Changaral.
Superficie Riego 85% Seg. : 137.480 ha.
- c.- Bombeo desde Pozos.
Superficie Riego 85% Seg. : 79.907 ha
- d.- Sistema, Los Monos y otros, más bombeo.
Superficie Riego 85% Seg. : 145.980 ha
- e.- Sistema, Punilla y otros, más bombeo.
Superficie Riego 85% Seg. : 168.657

C.4.2

Además se han proyectado el Embalse Puyamávida en el estero del mismo nombre, afluente del río Longuén, en la Zona de la Cordillera de la Costa y el Embalse Andalién y en los Interfluvios costeros.

En el Programa de Desarrollo se ha supuesto que la Estructura de la Propiedad y los niveles y relaciones de precios de los Insumos y Productos agrícolas, no sufrirán cambios significativos.

El Programa de Desarrollo Agropecuario está compuesto por tres subprogramas, que corresponden a los tres grandes rubros agrícolas: la Fruticultura y Viñas Viníferas, el de Cultivos Anuales y el de Desarrollo Ganadero.

Para valorar los resultados de la "Situación Futura" se establecieron Estándares de Cultivos, con los Ingresos, Costos y Márgenes Brutos, con desarrollo, y que considera mejoramientos de administración agrícola, productividad física y rentabilidad económica.

Los mejoramientos tienen como fundamento la mayor disponibilidad de agua o seguridad de riego, debido a la construcción de las obras y al mejoramiento en el nivel tecnológico que traerá aparejada esta mejoría en la seguridad de riego.

En cualquier caso, los rendimientos físicos propuestos para la situación futura son promedios conservadores para el área, existiendo actualmente casos de agricultores que ya obtienen rendimientos mucho más altos que los propuestos.

Presentación de los Resultados.

La proyección de la superficie futura de cultivos ha considerado que en la actualidad existen 39 mil hectáreas regadas dedicadas a este rubro. Los mayores cambios se producirán impulsados por la seguridad del riego y las condiciones del mercado, en la importancia relativa de los distintos cultivos. Se disminuirán, básicamente los ítems de baja rentabilidad como cereales y algunas chacras, pero ganarán en importancia hortalizas para procesos agroindustriales y como productoras de semillas, en los cuales la región presenta grandes ventajas comparativas.

Los cultivos que aumentan corresponden a un segundo grupo, como son los cultivos intensivos, destacando entre ellos a los espárragos, la papa para chips y otros cultivos menores.

El aumento de la seguridad de riego al 85% producirá un incremento sustancial en el tiempo de las plantaciones frutales, especialmente de aquellas especies y variedades nuevas que tienen como destino la exportación y como producto agroindustrial, tales como los jugos de manzana, cerezos y peras en conserva, el congelado de frambuesa y arándanos, etc.

C.4.3

El otro rubro incluido en este numeral, es el de las viñas viníferas varietales, de cepas finas como cabernet, sauvignon, especialmente Pinot y Chardonnay y otras. En el área del Proyecto se ha considerado la plantación de alrededor de 3.700 hectáreas de viñas viníferas, varietales, de cepas finas de origen francés, en los 5 años posteriores a la entrega de las obras hidráulicas incluidas en este proyecto, las que aseguran la disponibilidad de agua necesaria para un resultado satisfactorio.

Por las condiciones de clima y suelo del área del proyecto, se señala que presenta condiciones muy adecuadas para la ganadería. Su desarrollo se basa en la explotación eficiente de la nueva superficie con praderas de riego, proyectada, de acuerdo a las rotaciones culturales recomendadas por los Grupos de Manejo de Suelos.

Uso Futuro de la Tierra Regada.

La Proyección de las Superficies Regadas en la Situación Futura, para cualquiera de las cinco alternativas de construcción de obras considera, a través de los predios tipos, la proyección planteada para los tres grandes rubros agrícolas, la potencialidad de los recursos, las posibilidades de mercado, la potencialidad de inversiones y la cultura para el cambio de los productores.

En el Cuadro siguiente (4.1.5) se muestra el uso de la tierra regada con 85% de seguridad, para el Total del Area del Proyecto, y por alternativa.

Las cifras presentadas corresponden al uso de la tierra del año estabilizado, lo que se alcanza el año 10 a contar desde la puesta en marcha de las obras de regulación proyectadas. En el período entre la situación actual y la con desarrollo, el cambio en el uso de la tierra se proyectó con una lenta incorporación de los nuevos cultivos los primeros cinco años, a contar de la puesta en servicio de las obras, y una aceleración posteriormente. La incorporación de nuevas áreas y los cambios en la estructura de uso del suelo, de fuertes inversiones y programas de apoyo crediticio y asistencia técnica se consideraron consecuentemente.

Por último, cabe hacer notar que la superficie regada total aumenta de 67,9 mil hectáreas actuales netas bajo canal, con una seguridad de riego no superior al 40%, hasta 82,4 mil ha para la alternativa, "Bombeo Sólo", o hasta 152,4 mil hectáreas para la situación futura con "Embalse Punilla más Otros Embalses y más Bombeo", y en ambos casos con una seguridad del 85%.

El aumento de áreas regada se realizará en base a la superficie de secano que poseen los 7.790 predios de riego, y que no se han incorporado a esta práctica por diversos factores, el principal de los cuales es la falta de agua de riego.

C. 4. 4

CUADRO N°4.1.5.

PROYECTO ITATA - SITUACION FUTURA

SUPERFICIE AREA TOTAL POR RUBRO Y ALTERNATIVA (ha). (Incluye Ñiquen, Ñuble, Cato y Chillan)

RUBRO PRODUCTIVO	LOS MONOS, BOYEN Y OTROS			PUNILLA, BOYEN Y OTROS			BOMBEO SOLO		
	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL
TOTAL	111,263.3	59,308.0	170,571.4	136,220.3	34,351.1	170,571.4	79,907.0	90,664.4	170,571.4
FRUTALES	16,696.6	.0	16,696.6	20,261.9	.0	20,261.9	12,063.4	.0	12,063.4
-Manzanos	8,476.3	.0	8,476.3	10,261.7	.0	10,261.7	6,151.9	.0	6,151.9
-Perales	3,720.1	.0	3,720.1	4,589.2	.0	4,589.2	2,666.0	.0	2,666.0
-Arandanos	394.1	.0	394.1	481.5	.0	481.5	285.9	.0	285.9
-Frambuesa	3,741.5	.0	3,741.5	4,458.4	.0	4,458.4	2,700.8	.0	2,700.8
-Cerezos	364.7	.0	364.7	471.2	.0	471.2	258.8	.0	258.8
VID VINIFERA	3,781.0	108.6	3,889.5	4,477.8	41.9	4,519.6	3,248.0	396.6	3,644.6
CEREALES	8,449.5	2,877.7	11,327.2	11,102.7	869.3	11,972.0	5,725.8	5,236.3	10,962.1
CHACRAS	9,648.5	187.1	9,835.6	11,811.3	170.2	11,981.5	5,893.1	325.3	6,218.4
C. INDUSTRIALES	14,028.7	406.0	14,434.8	16,947.4	5.2	16,952.7	11,897.3	693.2	12,590.5
HORTALIZAS	6,738.2	.0	6,738.2	8,125.0	.0	8,125.0	5,905.0	.0	5,905.0
P. ARTIFICIAL	46,818.8	131.5	46,950.2	56,986.6	.0	56,986.6	30,589.5	319.6	30,909.1
P. NATURAL	.0	28,460.1	28,460.1	.0	7,628.8	7,628.8	.0	51,239.6	51,239.6
OTROS	5,102.1	27,137.1	32,239.2	6,507.7	25,635.7	32,143.4	4,584.9	32,453.8	37,038.7
SUP. PREDIOS ACTUAL SECANO	.0	83,438.2	83,438.2	.0	83,438.2	83,438.2	.0	83,438.2	83,438.2
SUB TOTAL VALLE CENTRAL	111,263.3	142,746.2	254,009.6	136,220.3	117,789.3	254,009.6	79,907.0	174,102.6	254,009.6
LONQUEN C/PROYECTO	1,260.0	1,725.0	2,985.0	1,260.0	1,725.0	2,985.0	.0	.0	.0
LONQUEN S/PROYECTO	.0	6,271.5	6,271.5	.0	6,271.5	6,271.5	.0	9,256.5	9,256.5
TOTAL LONQUEN	1,260.0	7,996.5	9,256.5	1,260.0	7,996.5	9,256.5	.0	9,256.5	9,256.5
GRAN TOTAL	112,523.3	150,742.7	263,266.1	137,480.3	125,785.8	263,266.1	79,907.0	183,359.1	263,266.1

C.4.5

CUADRO N°4.1.5. (Continuación)

PROYECTO ITATA - SITUACION FUTURA

SUPERFICIE AREA TOTAL POR RUBRO Y ALTERNATIVA (ha). (Incluye Ñiquen, Ñuble, Cato y Chillan)

RUBRO PRODUCTIVO	LOS MONOS, OTROS Y BOMBEO			PUNILLA, OTROS Y BOMBEO		
	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL
TOTAL	144,720.3	25,851.1	170,571.4	148,409.3	22,162.1	170,571.4
FRUTALES	20,977.1	.0	20,977.1	21,403.6	.0	21,403.6
-Manzanos	10,570.7	.0	10,570.7	10,762.9	.0	10,762.9
-Perales	4,875.0	.0	4,875.0	5,014.5	.0	5,014.5
-Arandanos	489.1	.0	489.1	492.3	.0	492.3
-Frambuesa	4,538.6	.0	4,538.6	4,613.5	.0	4,613.5
-Cerezos	503.8	.0	503.8	520.5	.0	520.5
VID VINIFERA	4,546.9	.0	4,546.9	4,607.6	.0	4,607.6
CEREALES	12,385.0	174.3	12,559.3	13,064.9	.0	13,064.9
CHACRAS	12,552.5	.0	12,552.5	12,919.7	.0	12,919.7
C. INDUSTRIALES	17,322.8	.0	17,322.8	17,700.5	.0	17,700.5
HORTALIZAS	8,499.2	.0	8,499.2	8,660.6	.0	8,660.6
P. ARTIFICIAL	59,858.2	.0	59,858.2	61,132.9	.0	61,132.9
P. NATURAL	.0	2,233.3	2,233.3	.0	.0	.0
OTROS	8,578.7	23,443.5	32,022.2	8,919.6	22,162.1	31,081.7
SUP. PREDIOS ACTUAL SECANO	.0	83,438.2	83,438.2	16,248.0	67,190.2	83,438.2
SUB TOTAL VALLE CENTRAL	144,720.3	109,289.3	254,009.6	164,657.3	89,352.3	254,009.6
LONQUEN C/PROYECTO	1,260.0	1,725.0	2,985.0	4,000.0	5,256.5	9,256.5
LONQUEN S/PROYECTO	.0	6,271.5	6,271.5	.0	.0	.0
TOTAL LONQUEN	1,260.0	7,996.5	9,256.5	4,000.0	5,256.5	9,256.5
GRAN TOTAL	145,980.3	117,285.8	263,266.1	168,657.3	94,608.8	263,266.1

C.4.6

Rendimientos Futuros de los Items Propuestos.

Los rendimientos futuros, postulados para los cultivos, y que sirven de base para la valorización de los ingresos por hectárea, en los Estándares de Cultivos, y un resumen de éstos, son los que se muestran a continuación:

Rendimiento Futuro de los Cultivos

Cultivos	Unidad	Rendimiento	Cultivos	Unidad	Rendimiento
Arroz	qqm/ha	66	Sandía	U/ha	3.800
Avena	qqm/ha	45	Lechuga	U/ha	75.000
Cebada	qqm/ha	50	Zanahoria	U/ha	250.000
Trigo	qqm/ha	55	Maíz Chocl	U/ha	45.000
Frejol	qqm/ha	20	Espárrago	Kg/ha	4.000
Maíz gr	qqm/ha	90	Manzano	Ton /ha	44
Maravilla	qqm/ha	25	Peral	Ton/ha	27
Papa	qqm/ha	200	Arándano	Ton/ha	10
Remolacha	qqm/ha	700	Frambuesa	Ton/ha	12
Tomate	Ton/ha	30	Cereza	Ton/ha	24
			Vid uva	Ton/ha	18

C.4.7

CUADRO N° 4.1.11a

RESUMEN DE ESTANDARES DE CULTIVO POR RUBRO Y PREDIOS TIPO

SITUACION CON PROYECTO

A PRECIOS DE MERCADO.

(\$/HA)

CULTIVO (AÑO)	PRED.TIPO	COSTOS	INGRESOS	MARGEN BRUTO
CEREAL	2Ra-D-g	170.951	293.235	122.284
CEREAL	3R-4Ra-D-g	173.297	323.678	150.381
CHACRAS	2Ra-D-g	413.288	720.551	307.263
CHACRAS	3Ra-D-g	404.971	660.187	255.216
CHACRAS	4Ra-D-g	226.689	484.041	257.352
INDUSTRIALES	2Ra-D-g	632.930	1.043.550	410.620
INDUSTRIALES	3R-4Ra-D-g	632.930	1.043.550	410.620
HORTALIZAS	1R	191.787	713.700	521.913
HORTALIZAS	2Ra-D-g	442.577	1.168.500	725.923
HORTALIZAS	3Ra-D-g	497.591	1.329.900	832.309
HORTALIZAS	4Ra-D-g	442.853	1.148.400	705.547
PRAD-GANAD	1R			0
PRAD-GANAD	2Ra-D-g	133.379	187.200	53.821
PRAD-GANAD	3Ra-D-g	83.542	500.338	416.796
PRAD-GANAD	4Ra-g	75.104	366.320	291.216
PRAD-GANAD	1R			0
PRAD-GANAD	2RD	203.988	312.000	108.012
PRAD-GANAD	3RD	84.913	326.214	241.301
PRAD-GANAD	4RD	94.790	257.910	163.120
ARANDANO (*)	2-3-4Ra	1.775.472	2.813.484	1.038.011
CEREZO (*)	2-3-4Ra	458.150	1.076.281	618.134
MANZANO (*)	2-3-4Ra	866.145	1.798.307	932.162
PERAL (*)	2-3-4Ra	675.530	1.335.983	660.453
FRAMBUESA(*)	2-3-4ra	1.372.013	2.808.225	1.436.211
VIÑA (*)	2-3-4Ra	660.368	1.131.288	470.920

(*) Estos valores corresponden a una anualidad con una tasa de 12%.

C.4.8

Resultados Económicos Futuros

En los Cuadros siguientes se pueden observar los ingresos netos, por estrato y totales, para cada una de las alternativas de construcción de obras, del Total c Área del Estudio.

CUADRO N° 4.1.32

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA TOTAL SISTEMA EMBALSE LOS MONOS, BOYEN, QUILMO Y CHANGARAL
RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR AREA DE PLANIFICACION, ESTRATO Y SISTEMA (millones de \$).
INCLUYE NIQUEN, ÑUBLE, CATO, CHILLAN, CHANGARAL Y LONGUEN.

[illegible]

C.4.9

CUADRO N° 4.1.33

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA TOTAL SISTEMA EMBALSE PUNILLA, BOYEN, QUILMO Y CHANGARAL

RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR AREA DE PLANIFICACION, ESTRATO Y SISTEMA (millones de \$).

INCLUYE ÑIQUEN, ÑUBLE, CATO, CHILLAN, CHANGARAL Y LONOUEN.

[illegible]

C.4.10

CUADRO N° 4.1.36

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA TOTAL SISTEMA BOMBEO SOLO

RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR AREA DE PLANIFICACION, ESTRATO Y SISTEMA (millones de \$).

INCLUYE ÑIQUEN, ÑUBLE, CATO, CHILLAN, CHANGARAL Y LONGUEN.

[illegible]

C.4.11

CUADRO N° 4.1.34

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA TOTAL SISTEMA EMBALSE LOS MONOS, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO

RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR AREA DE PLANIFICACION, ESTRATO Y SISTEMA (millones de \$).

INCLUYE ÑIQUEN, ÑUBLE, CATO, CHILLAN, CHANGARAL Y LONQUEN.

[illegible]

C.4.12

CUADRO N° 4.1.35

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA TOTAL SISTEMA EMBALSE PUNILLA, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO

RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR AREA DE PLANIFICACION, ESTRATO Y SISTEMA (millones de \$).

INCLUYE NIQUEN, ÑUBLE, CATO, CHILLAN, CHANGARAL Y LONGUEN.

[illegible]

CUADRO N° 4.1.35 (Continuación)

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA TOTAL SISTEMA EMBALSE PUNILLA, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO

RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR AREA DE PLANIFICACION, ESTRATO Y SISTEMA (millones de \$).

INCLUYE ÑIQUEN, ÑUBLE, CATO, CHILLAN, CHANGARAL Y LONGUEN.

RUBRO PRODUCTIVO	7S	8S	TOTAL
TOTAL	1,542.0	3,428.1	59,027.6
FRUTALES	439.9	614.1	20,658.3
-Manzano	261.2	228.5	9,774.4
-Perales	178.7	117.3	3,356.7
-Arandanos	.0	.0	470.0
-Frambuesa	.0	268.3	6,695.9
-Cerezos	.0	.0	361.3
VID VINIFERA	86.8	86.8	2,222.9
CEREALES	78.1	208.2	1,826.9
CHACRAS	140.3	374.1	4,357.1
C. INDUSTRIALES	.0	.0	6,933.6
HORTALIZAS	.0	.0	5,934.2
P. ARTIFICIALES	796.5	2,124.0	17,058.7
P. NATURALES	.4	20.8	35.9
OTROS	.0	.0	.0
TOTAL PREDIOS DE SECAÑO CON SITUACION			454.3
TOTAL PREDIOS SECTOR LONGUEN SIN PROY			.0
TOTAL			59,481.9

VARIACION DE LOS INGRESOS NETOS FUTUROS SEGUN AÑOS HIDROLOGICOS.

De la misma manera que en la Situación Actual, los Ingresos Netos que se produzcan en el futuro, con proyecto, serán variables, de acuerdo a las características hidrológicas de cada año. Sin embargo, la regulación del cauce principal, como es el río Ñuble, y otros secundarios, más el trasvase entre cuencas, permitirá distribuir los excedentes estacionales entre los meses actualmente deficitarios. En consecuencia, las variaciones en las superficies regadas cada año, de los 47 períodos hidrológicos analizados, serán muy pequeñas, salvo en años extremadamente secos, (sobre 85%). Para los años con excedentes, se consideraron ingresos netos adicionales, por áreas ragadas por sobre el 85%, con trigo (50%) y Pastos Naturales. (50%). Por el contrario, en los años muy secos, los ingresos netos del área regada normal (85%), fueron disminuidos, proporcionalmente al déficit.

SECTOR DE LA CORDILLERA DE LA COSTA E INTERFLUVIOS COSTEROS

Los sectores que podrían ser incorporados al riego, si la evaluación económica demuestra su factibilidad son:

- a.- Sector Changaral-Lonquén.
- b.- Valle del Estero Puyamávida.
- c.- Valle del río Andalién.

El sector Changaral-Lonquén tiene tres subsectores, donde Ch-Lonquén 1a y 1b, se ubican al poniente del cordón de cerros que delimita al Llano Central, y su incorporación al regadío depende de la construcción del embalse Changaral y de la alternativa elegida para la construcción de obras, antes indicadas. Sólo lo que se denominó Changaral-Lonquén 2, cuenta con riego de baja seguridad, en la actualidad.

En el Cuadro siguiente se agruparon los sub-sectores, de acuerdo a las alternativas de obras a las que deben integrarse, para la evaluación del proyecto. Estas agregaciones son: Changaral-Lonquén 2, con "Sólo Bombeo"; Changaral-Lonquén 2 + 1b, para "Punilla, más embalses y más bombeo"; y Changaral-Lonquén 2 + 1a, para el resto de las alternativas.

C.4.15

CUADRO N° 4.1.42.

PROYECTO ITATA - SITUACION FUTURA

SUPERFICIE TOTAL SECTORES DE CHANGARAL-LONQUEN (ha).

RUBRO PRODUCTIVO	Sólo CH-L 2 2.740 ha.			CH-L 2 + CH-L 1a 4.000 ha.			CH-L 2 + CH-L 1b 6.740 ha.		
	RIEG.	SECANO	TOTAL	RIEG.	SECANO	TOTAL	RIEG.	SECANO	TOTAL
TOTAL	2,740.3	2,954.6	5,694.9	4,000.9	4,679.0	8,679.9	6,747.2	8,203.7	14,951.0
FRUTALES	162.4	.0	162.4	183.2	.0	183.3	204.7	.0	204.7
-Manzanos	116.0	.0	116.0	116.0	.0	116.0	116.0	.0	116.0
-Perales	33.1	.0	33.1	51.1	.0	51.1	57.1	.0	57.1
-Arandanos	3.3	.0	3.3	5.5	.0	5.5	3.3	.0	3.3
-Frambuesa	6.8	.0	6.8	6.8	.0	6.8	25.1	.0	25.1
-Cerezos	3.3	.0	3.3	4.0	.0	4.0	3.3	.0	3.3
VID VINIFERA	34.6	11.6	46.2	42.4	11.6	54.0	48.7	11.9	60.5
CEREALES	168.1	134.3	302.4	278.5	148.0	426.5	552.8	168.4	721.3
CHACRAS	328.4	5.8	334.2	531.7	6.6	538.3	1,028.6	6.8	1,035.4
C. INDUSTRIALES	299.7	2.9	302.6	377.6	5.4	383.0	483.5	9.4	492.9
HORTALIZAS	36.4	.0	36.4	37.5	.3	37.7	102.0	.0	102.0
P. ARTIFICIALES	1,611.9	29.0	1,640.9	2,396.5	29.2	2,425.7	4,054.2	31.2	4,085.4
P. NATURALES	.0	1,455.3	1,455.3	.3	2,862.4	2,862.7	.0	5,763.7	5,763.7
OTROS	98.9	1,315.6	1,414.5	153.1	1,615.5	1,768.6	272.7	2,212.4	2,485.1

C.4.16

El riego del valle Puyamávida, en la zona de la cordillera de la costa, sería posible con la construcción de un embalse que regularía el cauce del estero del mismo nombre, y que es afluente del río Lonquén. Esta obra es independiente de las alternativas analizadas anteriormente.

Entre los Interfluvios Costeros, el único embalse que presentó posibilidades de incorporación al riego, es el proyectado para el valle del estero Andalién, que desemboca en el mar en el límite norte de la ciudad de Concepción. Es también, independiente de las otras obras.

Para Puyamávida y Andalién el uso futuro de la tierra que se incorpore al riego será:

CUADRO N°4.1.48.

PROYECTO ITATA - SITUACION FUTURA

SUPERFICIE TOTAL AREAS DE PUYAMAVIDA Y ANDALIEN POR RUBRO (ha).

RUBRO PRODUCTIVO	PUYAMAVIDA			ANDALIEN		
	RIEGO	SECAÑO	TOTAL	RIEGO	SECAÑO	TOTAL
TOTAL	1,639.3	1,487.2	3,126.5	1,201.9	2,439.1	3,641.0
FRUTALES	86.6	.9	87.5	.9	.0	.9
-Manzanos	.0	.0	.0	.0	.0	.0
-Perales	36.4	.0	36.4	.0	.0	.0
-Arandanos	37.6	.0	37.6	.0	.0	.0
-Frambuesa	.0	.0	.0	.9	.0	.9
-Cerezos	12.5	.9	13.5	.0	.0	.0
VID VINIFERA	38.1	.7	38.7	.3	.0	.3
CEREALES	154.2	37.3	191.5	136.1	104.7	240.8
CHACRAS	259.7	3.5	263.2	340.2	.0	340.2
C. INDUSTRIALES	195.2	6.5	201.7	.1	.0	.1
HORTALIZAS	8.8	.0	8.8	44.1	.0	44.1
P. ARTIFICIALES	831.3	.0	831.3	632.3	.0	632.3
P. NATURALES	5.0	1,013.7	1,018.7	.0	1,470.2	1,470.2
OTROS	60.5	424.7	485.1	48.0	864.1	912.1

Los resultados económicos futuros de los estratos, y para el Total de cada Sub-sector o Area, se presentan en los Cuadros N°

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA - PUYAMAVIDA

RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR ESTRATO Y TOTAL (millones de \$).

RUBRO PRODUCTIVO	1R	2RA	2RD	3RD	4RD	TOTAL
TOTAL	72.7	50.4	177.7	132.9	118.1	551.7
FRUTALES	28.2	23.6	.0	.0	.0	51.8
-Manzano	.0	18.3	.0	.0	.0	18.3
-Perales	.0	.0	.0	.0	.0	.0
-Arandanos	.0	.0	.0	.0	.0	.0
-Frambuesa	28.2	.0	.0	.0	.0	28.2
-Cerezos	.0	5.3	.0	.0	.0	5.3
VID VINIFERA	3.3	.7	19.6	8.9	7.1	39.6
CEREALES	1.5	.2	7.4	5.2	4.2	18.5
CHACRAS	3.8	.0	.0	7.9	.0	11.7
CULTIVOS INDUSTRIALES	1.0	.3	.0	.0	.0	1.3
HORTALIZAS	34.5	24.2	142.3	97.0	84.2	382.2
PRADEAS ARTIFICIALES	.4	1.3	7.4	11.8	21.4	42.2
PRADERAS NATURALES	.0	.2	1.1	2.0	1.1	4.5
OTROS	.0	.0	.0	.0	.0	.0

CUADRO N°4.1.58.

PROYECTO ITATA

SITUACION FUTURA AGROPECUARIA - ANDALIEN

RESUMENES DE INGRESOS NETOS POR ESTRATO Y TOTAL (millones de \$).

RUBRO PRODUCTIVO	1R	2RD	3RD	4RD	TOTAL
TOTAL	3.4	82.0	256.6	370.1	712.0
FRUTALES	1.3	.0	.0	.0	1.3
-Manzano	.0	.0	.0	.0	.0
-Perales	.0	.0	.0	.0	.0
-Arandanos	.0	.0	.0	.0	.0
-Frambuesa	1.3	.0	.0	.0	1.3
-Cerezos	.0	.0	.0	.0	.0
VID VINIFERA	.2	9.5	11.0	49.5	70.1
CEREALES	.1	3.2	5.8	36.0	45.0
CHACRAS	.2	.0	.0	.0	.2
CULTIVOS INDUSTRIALES	.0	3.7	7.1	5.4	16.2
HORTALIZAS	1.6	63.9	214.5	192.8	472.9
PRADEAS ARTIFICIALES	.0	1.5	16.3	73.3	91.1
PRADERAS NATURALES	.0	.3	1.8	13.2	15.3
OTROS	.0	.0	.0	.0	.0

4.2 ANALISIS DE MERCADOS, COMERCIALIZACION E INSTITUCIONES DE APOYO

Se ha analizado el mercado a mediano y largo plazo, tanto interno como de exportación, y la sustitución de importaciones para los productos más importantes actualmente existentes en la zona, y considerados en el proyecto para la Situación Futura, concluyéndose que, en general, la producción incremental que se obtendría con la realización del mismo, no enfrentaría problemas de mercados ni de comercialización.

En el cuadro 4.2.1 se indican los precios de mercado considerados en el Proyecto.

Cuadro N°4.2.1

PRECIOS DE PRODUCTOS AGRICOLAS

A Nivel del Productor
(\$ de Enero de 1992)

FRUTAS		
Manzanas	Kg	80,81
Peras	Kg	95,25
Kiwi	Kg	174,00
Frambuesa	Kg	550,00
Trigo	Ton	61.500
Avena	Ton	48.000
Cebada	Ton	63.300
Maíz de Grano	Ton	58.980
Maravilla	Ton	105.200
Arroz	Ton	69.580
Remolacha	Ton	20.400
Raps	Ton	105.000
Frejol	Ton	230.500
Garbanzo	Ton	225.000
Lenteja	Ton	260.000
Papas	Ton	40.700
Sandías	Uni	250,00
Lechugas	100 Uni	800,00
Zanahoria	1000 Uni	3.000,00
Tomate	Kg	40,00
Choclos	100 Uni	2.000,00
Espárrago	Kg	330,00
Novillos	Kg vivo	390,00
Vacas	kg vivo	296,00
Vaquillas	Kg vivo	325,50
Terneros	Kg vivo	445,00
Toros	Kg vivo	340,10
Bueyes	Kg vivo	346,90
Corderos	Kg vivo	306,50
Leche	Lt	55,00

PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION

Se ha proyectado la implementación en base a los programas de Transferencia Tecnológica de Indap, consideran la asistencia técnica, tanto a pequeños agricultores a nivel de subsistencia, como a agricultores que requieren el apoyo de profesionales, especialistas en algún rubro determinado. Entre estos dos extremos, existen tres niveles, técnicos y empresariales, intermedios, para pequeños agricultores.

4.3 DETERMINACION DE LAS INVERSIONES AGRICOLAS NECESARIAS

El Desarrollo Agrícola que se ha planteado para la Situación Futura requiere, como condición sine quanon, que las obras hidraulicas de regulación y otras obras anexas, se hayan implementado. Con ellas será posible superar el factor limitante principal, como es la baja seguridad de riego.

Sin embargo, para lograr el cambio en la estructura de uso del suelo, que provocará el mejoramiento en la disponibilidad de agua, y para alcanzar las metas de productividad que se han proyectado, se requiere de hacer inversiones agrícola, a nivel predial. Por la magnitud de estas inversiones, se han proyectado escalonadas en el tiempo, de forma de lograr que la maduración de ellas se produzca, en no más de 14 años.

Se ha considerado como "Inversión para el Desarrollo Agrícola", los gastos que deben realizarse para implantar, o mejorar, algunos rubros, y que no pueden ser recuperados en la misma temporada agrícola en que éstos se hicieron, sino que requieren de un período más largo de recuperación. Son inversiones para el desarrollo agrícola, la compra de vaquillas para el mejoramiento de la calidad del ganado lechero, la instalación de bodegas para ordeña y galpones para guardar el pasto, en forma de heno, etc.

Cuadro N° 4.3.2.

Inversiones en Frutales TOTAL AREA DEL PROYECTO

En Millones de Pesos (\$ Ene 1992)

A Precios de Mercado

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Total
Los Monos+Emb						1,937.5	4,843.7	5,812.5	3,875.0	2,906.2		19.374.9
Punilla+Emb							2,295.2	5,738.1	6,885.7	4,590.5	3,442.9	22.952.4
Bombeo Solo	168.5	337.1	674.2	1,179.8	1,685.4	2,022.5	2,359.6	2,696.6	2,865.2	2,865.2		16.854.0
Los Monos+bombeo						2,287.1	5,717.7	6,861.3	4,574.2	3,430.6		22.868.9
Punilla+bombeo							2,247.3	5,618.3	6,742.0	4,494.7	3,371.0	22.473.3

COMPRA DE VAQUILLA.

Otro rubro importante que se ha proyectado para la Situación Futura, es la Ganadería, en base a Lechería - Crianza, a los que se dedicarán, de preferencia, los predios mayores de 30 hectáreas.

En los Cuadros N° 4.3.7. al 4.3.11. se presentan las inversiones en la compra de vaquillas, para cada una de las alternativas de construcción de obras.

Cuadro N° 4.3.7.
Proyecto Itata
Inversiones en Compra Vaquillas
A Precios de Mercado
Millones de Pesos (\$ ene 1992)

Alternativa	Ñiquén	Ñuble	Cato	Chillan	Tot.Alte
Los Monos + otros Emb	6.9	791.6	128.0	129.8	1,056.3
Punilla + otros Emb.	8.1	928.6	152.2	153.9	1,242.8
Bombeo solo	5.8	626.1	101.6	103.4	836.9
Los Monos+Otr+bombeo	8.3	1,004.2	172.2	171.3	1,355.9
Punilla+otr+bombeo	11.2	1,334.8	187.2	197.2	1,730.4

Construcciones Agropecuarias.

Se estimaron, en base a los predios tipos y cantidad de ganado, las necesidades totales de las diferentes construcciones, en número y superficie. Las nuevas construcciones resultaron de la diferencia entre, las necesidades totales, en el futuro, y las existentes, actualmente.

Cuadro N° 4.3.12.

Proyecto Itata

Inversiones en Construcciones Ganaderas

Millones de Pesos (\$ ene 1992)

A Precios de Mercado

ALTERNATIVA	Niquén	Nuble	Cato	Chillan	Tot.Altern
Los Monos + otros Emb	15.9	183.4	224.4	107.9	531.6
Punilla + otros Emb	12.5	144.8	177.1	85.2	419.7
Bombeo solo	18.7	214.8	262.8	126.4	622.6
Los Monos+otros+bombeo	20.3	234.1	286.4	137.7	678.6
Punilla+otros+bombeo	26.0	299.3	365.9	175.9	867.1

INVERSIONES EN MEJORAMIENTO DEL RIEGO PREDIAL.

Adecuación de Suelos para Riego.

Las inversiones para el mejoramiento del riego, estan orientadas a lograr una adecuada uniformidad en la aplicación del agua, que haga compatible su óptimo aprovechamiento, con el máximo rendimiento de los cultivos regados.

Cuadro N° 4.3.17.

Inversiones de Puesta en Riego

En Sup.Secano a Regar en Predios Act.Regados

Millones de Pesos (\$ Ene 1992)

TOTAL AREA

Alternativas	Invers P.Merc	Invers P.Soc
Los Monos+otr Emb	4,400	3,989
Punilla +otr Emb	6,970	6,319
Bombeo solo	1,091	989
Los Monos+otr+bombeo	7,711	6,991
Punilla+otr+bombeo	8,058	7,305

Cuadro N° 4.3.18.**Inversiones de Puesta en Riego****Superficie de Secano. Area de Nuevo Riego****Millones de Pesos (\$ Ene 1992)**

Sector	Invers P.Merc	Invers P.Soc
Ch-Lonquén 1a	193	175
Ch-Lonquén 1b	613	554

Para las áreas de nuevo riego, ubicados en los valles de Puyamávida y Andalién, las inversiones de puesta en riego son la que se presentan en los cuadros N° 4.3.27. al 4.3.30.

Cuadro N° 4.3.28.**Inversiones en Puesta en Riego.****Superficie de Secano en Predios de Secano****Millones de Pesos (\$ Ene 1992)****TOTAL AREA**

Valle	Costo P.Merc.	Costo P.Soc
Puyamávida	245	222
Andalién	184	166

C.4.23

Areas con Tecnificación del Riego.

Las Areas de Nuevo Riego estarán ubicadas, preferentemente, en suelos, que pertenecen a predios ya regados. Se ha proyectado que una parte de la futura superficie regada, en todas las alternativas de obras que incluyan bombeo, será tecnificada con sistemas de alta eficiencia.

Cuadro N° 4.3.38.

Inversiones en Riego Tecnificado

Millones de Pesos (\$ Ene 1992)

A Precios de Mercado Y Sociales

Alternativas	Sup Reg Tecnif.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
L.Monos+bombeo	11,151						802.9	2,007.2	2,408.7	1,605.8	1,204.3	
Punilla+bombeo	4,976							358.3	895.7	1,074.8	716.5	537.4
Bombeo solo	4,699	33.8	67.7	153.3	236.8	338.3	406.0	473.6	541.3	575.1	575.1	

INVERSIONES EN ASISTENCIA TECNICA.

La transferencia tecnológica que se propone, corresponde al mismo esquema que está desarrollando el Indap, en la actualidad. Los costos de esta transferencia serán los correspondientes a esos programas normales de Indap. Las inversiones en estos programas se presenta en el Cuadro N° 4.3.41.

Cuadro N° 4.3.41.

Costos Programa Capacitación

y Transferencia Tecnológica

Millones de Pesos (\$ Ene 1992)

Precios de Mercado y Sociales

Alternativa	Costo Anual del Programa		
	Año 1 al 4	Año 5 al 10	Año 10 al 15
Bombeo solo	1,597.09	1,247.49	
Todas salvo bombeo solo	-	1,626.00	1,271.88

5.0 DESARROLLO DEL RIEGO.

5.1 ADECUACION PREDIAL PARA EL RIEGO.

La superficie regada actual es de 67.905,6 hás., distribuidas entre las cuatro Areas de Planificación que corresponden a las cuatro sub cuencas: las de los Ríos Ñiquén, Ñuble, Cato y Chillán.

En el Area del Estudio existe una completa red de canales que cubre todas las actuales superficies de riego. Será esta misma red de canales, con las debidas adecuaciones que se han determinado en el estudio, las que servirán para la distribución de las aguas reguladas con los embalses.

Se ha determinado que se podrá incrementar el área regada entre 14,5 mil y 84,5 mil hectáreas, basado en la mayor disponibilidad de agua por la implementación de las obras hidráulicas de las cinco alternativas proyectadas y por una mejoría en la eficiencia de riego promedio del área.

5.2 SUELOS DE SECANO A INCORPORAR AL RIEGO.

Los suelos de secano que se incorporarán al riego son de dos tipos. Los terrenos de secano ubicados en los predios, actualmente regados, y por lo tanto, para ello sólo falta ampliar la infraestructura de riego predial y los suelos de secano ubicados en áreas sin desarrollo del riego como son los de los sub-sectores Changaral-Longuén 1a y 1b y los posibles riegos de los valles de Puyamávida y Andalién. Estos se consideran como "Areas de Nuevo Riego".

Para el riego de los suelos, actualmente de secano, y ubicados en predios regados, se requieren trabajos de adecuación de los terrenos, lo que involucra costos de inversión significativos. Para ellos, se han considerado trabajos de emparejamiento, apotreramientos, construcción de caminos interiores, e infraestructura de riego, básica, como canales y desagües intraprediales, compuertas, puentes, etc.

Los suelos de secano en áreas que se podrían incorporar, como las mencionadas anteriormente, se han proyectado, además de la adecuación predial, otras labores de puesta en riego, tales como, el destronque, y despiedradura. Estas labores no se consideran para toda el área, porque parte de ella ya ha sido despejada de vegetación, para ser cultivada de secano.

C.5.2

5.3 NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.

Los valores de las demandas fueron calculadas bajo dos supuestos:

- Que se satisface la demanda potencial de todos los cultivos proyectados, para la situación futura. En consecuencia no hay restricciones de agua, y los cultivos pueden desarrollar todo su potencial productivo.
- Se considera la totalidad de la superficie regada, proyectada para la situación futura, la que incluye las actualmente regadas, más las áreas de Nuevo Riego.

Las demandas se calcularon en base a un módulo tipo con una superficie de 100.500 has y una estructura del uso futuro de la tierra futura, semejante a la proyectada, las que sirvieron de dato base para el modelo operacional, lo que se presenta a continuación:

DEMANDAS DE AGUA FUTURAS POR RUBROS (Miles de m³)

TOTAL DEL AREA DEL ESTUDIO

RUBROS	Sup.Reg. (ha)	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	TOTAL	TASA PROM M ³ /HA
Cultivos	29,410	0	0	0	0	0	17,255	50,707	64,658	64,757	58,283	29,873	4,730	290,275	9,870
Praderas	38,024	0	0	0	0	0	36,018	100,670	164,121	187,129	160,702	92,509	0	741,159	19,492
Prut.y viñas	33,110	0	0	0	0	0	5,675	42,532	84,775	107,619	97,514	61,564	3,637	395,107	11,933
Total	100,544	0	0	0	0	0	58,948	193,909	313,554	359,505	316,499	183,946	8,367	1,426,541	14,188
Caudal (m ³ /seg)							22.01	72.40	117.07	134.22	118.17	68.68	3.12	77.88	

5.4 OBRAS DE CONDUCCION EXTRAPREDIALES

1. AREAS DE RIEGO ACTUAL

En líneas generales cabría indicar que la red o sistema de canales existentes es complicada, de eficiencia baja y que no corresponde a un desarrollo planificado y progresivo, sino más bien a una génesis de tipo espontáneo originado por esfuerzos relativamente aislados de usuarios o grupos de usuarios. Todo lo anterior se ha traducido en una gran cantidad de canales y bocatomas, entre

C.5.3

cruzamiento de obras de conducción, riego insuficiente, etc.

Pese a lo expuesto respecto a esta red, cabe hacer presente, sin embargo, que el sistema por su antigüedad de funcionamiento, aprovechamiento de derrames, convenios entre usuarios, servidumbres existentes, etc. presenta enclavamientos importantes para modificaciones mayores, las que en etapas posteriores del proyecto habría que analizar en forma muy cuidadosa si realmente representan un mejoramiento de lo existente. Se estima que básicamente los mejoramientos de esta red deberían referirse a ampliaciones de los canales matrices, unificación de algunos tramos de ellos y adecuación de bocatomas.

Cabe mencionar que la red actual está en clara correspondencia con las características topográficas del área, visualizándose que los canales matrices están trazados en general por las zonas altas, las que están confinadas entre esteros que son los drenes o receptores de derrames. Este hecho es decisivo en esta configuración de numerosos canales matrices, estimándose que ello corresponde a una realidad del terreno en el que existen áreas separadas entre si por terrenos bajos (esteros y cauces naturales). Este hecho confirma la dificultad que existiría en la práctica, para pensar en sistemas de canales matrices unificados en reemplazo de los actuales.

En relación a las redes de tipo secundario cabe indicar que ellas están ligadas en parte importante a cauces naturales y esteros, los cuales reciben como complemento de sus recursos propios los derrames y recuperaciones de los caudales distribuidos por los canales matrices.

Al incorporar recursos adicionales para el regadío, provenientes de posibles obras de regulación, esta red secundaria de canales es fácilmente utilizable, realizando mejoramientos y aumentos de capacidad de conducción de tipo menor y costos de poca significación.

La red de riego existente, que como se ha dicho es vasta y compleja, está constituida por una gran cantidad de canales los cuales pueden agruparse en los siguientes sistemas principales.

Sistema Río Ñuble

El Sistema Río Ñuble que cubre un área muy importante de la cuenca regada puede sectorizarse considerando en primer término las áreas ubicadas al Norte y al Sur del río y posteriormente en cada una de ellas por sub-sectores servidos por uno o más canales matrices que cubren áreas que pueden considerarse independientes entre si. Los principales canales de esta red son los siguientes:

C.5.4

CANAL	Q _{max} (m ³ /s)	LONGITUD C. MATRIZ (km)	LONGITUD C. DERIV. (km)	LONGITUD TOTAL (km)	DERECHOS DE AGUA * (acc.)	SUPERF. REGADA (ha)	Q _m /DER (lt/s/acc)	DER/SUP (ha/acc)	TASA RIEGO BOCATOMA (lt/s/ha)
VIRGUIN	10.00	30.00	138.00	168.00	3365.00	6183.00	2.97	0.54	1.62
GREENE Y MAIRA	7.00	40.00	107.00	147.00	1123.28	4061.00	6.23	0.28	1.72
MUNICIPAL	6.00	28.00	33.00	61.00	1020.00	1393.00	5.88	0.73	4.31
ZEMITA	4.50	17.00	19.00	36.00	1010.00	1583.00	4.46	0.64	2.84
MOREIRA - LILAHUE O EL CANELO	4.40	14.60	4.80	19.40	1885.90	2889.00	2.33	0.65	1.52
ARRAU O RIQUEN	3.40	36.50	17.40	53.90	483.00	878.00	7.04	0.55	3.87
DADINCO	3.20	34.30	11.00	45.30	1530.00	1110.00	2.09	1.38	2.88
CHANGARAL-S. AGUSTIN-C. SALDAÑA	3.00	49.50	47.50	97.00	1080.00	1433.00	2.78	0.75	2.09
CHACAYAL DEL SUR	2.80	19.00	6.00	25.00	900.00	1620.00	3.11	0.56	1.73
SANTA SARA **	2.60	28.70	8.60	37.30	1050.00	1931.39	2.48	0.54	1.35
MONTE BLANCO BURGOS	2.40	15.40	14.30	29.70	555.00	597.00	4.32	0.93	4.02
RANCHILLO-GAONA PERALES	2.00	58.30	12.50	70.80	700.00	1001.00	2.86	0.70	2.00
COLLICO	1.90	17.00	20.20	37.20	709.09	1401.00	2.68	0.51	1.36
RELOCA	1.80	17.80	10.70	28.50	550.00	729.00	3.27	0.75	2.47
SAN PEDRO	1.60	26.90	8.10	35.00	165.84	489.00	9.65	0.34	3.27
SAN JOSE - IANSA	1.50	28.10	0.00	28.10	500.00	372.00	3.00	1.34	4.03

* : ACCIONES DEL RIO ÑUBLE

** : INCLUIDOS CANALES POMUYETO OSSA DEL ALTO
Y MONTE BLANCO SANTA MARTASistema Ríos Cato, Niblinto y Coihueco

Desde el río Cato nacen solamente 5 canales. En su parte alta, antes de la confluencia con el Niblinto se desarrollan los canales Baeza o Calobozo, Peña, La Hijuela y del Molino, todos ellos de dimensiones menores y destinados al riego de superficies pequeñas.

El único canal de importancia de este río es el "De la luz Cato" de una capacidad de 6 m³/s.

En el río Niblinto, aguas arriba del canal alimentador del embalse Coihueco captan 5 pequeños canales de mínima importancia. Los canales de aguas abajo del canal alimentador, 10 en total, son también muy pequeños, excepto el canal Pullami, el que tiene una capacidad de 0,5 m³/s.

C.5.5

En el río Coihueco, los canales ubicados aguas arriba del Canal Matriz N° 1 del embalse Coihueco, son muy pequeños y riegan áreas muy reducidas.

La red importante en este río corresponde indudablemente a los canales matrices N° 1, 2 y 3 del embalse Coihueco, cuya capacidad en conjunto es de alrededor de 8,0 m³/s.

El resto son canales menores abastecidos con el agua del embalse.

En general, este sistema no presenta problemas y no requiere de modificaciones importantes.

En relación a la situación del Sistema Cato, Niblinto, Coihueco, puede indicarse que es posible que sólo se necesite ampliar algunos de los canales de mayor capacidad lo cual se visualiza como que no ofrece mayores problemas.

Sistema Río Chillán y sus Afluentes

El Sistema de regadío del río Chillán a diferencia de lo que ocurre en el río Ñuble en el que el regadío se sustenta básicamente en un conjunto de canales matrices que alimentan a derivados y cauces naturales, en este caso no existe una estructura básica o matriz sino que sencillamente el riego se realiza a través de una gran cantidad de canales menores que se desarrollan hacia los terrenos tanto a la derecha como a la izquierda del río. La red esta constituida por 62 canales.

Sistema Río Ñiquén y sus Afluentes

Este sistema corresponde a un conjunto de canales que captan de diversos puntos del río sin que constituyan una red propiamente tal. Los canales son de muy poca capacidad y sirven cada uno de ellos superficies que van de 10 hás a un máximo de 100 hás.

2. AREAS DE NUEVO RIEGO

La parte de la cuenca del río Itata motivo de este estudio, sector comprendido entre el río Larqui por el norte y el límite sur de la hoya, es posible sectorizarla para los efectos del regadío, considerando las siguientes áreas:

- Area de la Precordillera de los Andes y Valle Central
- Area de la Cordillera de la Costa
- Interfluvios Costeros

C.5.6

La primera de estas áreas corresponde a lo que podría considerarse actualmente bajo riego. En ella la seguridad de abastecimiento es baja y existen sólo algunos sectores de secano, los que al existir obras de regulación podrían incorporarse al regadío.

La operación del modelo de simulación relacionado con las obras de regulación de los recursos de este sector, permitirá definir las áreas de nuevo riego y los caudales correspondientes, antecedentes que permitirán definir las nuevas obras o las ampliaciones de los existentes.

La segunda de estas áreas, Cordillera de la Costa, corresponde al sector típicamente de secano y con escasez notoria de recursos. En esta zona prácticamente no existen obras de riego, sólo algunos tranques menores y canales de poca significación.

En este caso también una vez definidas las posibles obras de regulación a considerar en la cuenca, se podrían establecer las obras extraprediales necesarias.

La tercera de estas áreas, que se ha definido como la de los interfluvios costeros, corresponde a una serie de valles transversales de cuencas independientes entre si que drenan hacia el mar. Estos interfluvios son típicamente de secano y las obras de regulación que pudieran considerarse definiría las conducciones extraprediales.

Cabe hacer presente que al analizar en la próxima etapa las alternativas de riego, se establecerán las obras extraprediales de conducción necesarias para estos tres sectores, tomando en consideración lo que se ha expuesto en este punto 5.4 y además las características que presentan los canales principales existentes.

6. OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO

6.1. ESTUDIOS DE IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE POSIBILIDADES

6.1.1 Obras de Regulación

El área del estudio integral de riego se caracteriza por un régimen hidrológico mixto, nivopluvial, presentando caudales máximos durante los meses de invierno y en la época de deshielo, especialmente en noviembre.

Una extensa red de canales (aproximadamente unos 200 en toda la provincia de Ñuble) utiliza parte de los recursos, captándolos como caudales de pasada, ya que en el área del estudio el único embalse existente es Coihueco, cuya capacidad, de sólo 4,2 Hm³, permite un efecto regulador muy limitado y poco relevante en el regadío de la hoya correspondiente al estudio.

El hecho anterior motiva que una parte importante del recurso escurra sin posibilidades de ser utilizado, pues al no existir obras de regulación de envergadura, los caudales disponibles fuera de la temporada de riego se pierden en el mar.

Resulta, por lo tanto, que la zona del estudio podría incrementar considerablemente su producción agrícola en la medida que se puedan identificar obras, que hagan posible extender el riego, realizando inversiones cuyo costo permita obtener indicadores económicos que sean claramente justificativos de ellas.

Por las razones expuestas se consideró que la identificación de las obras de regulación más ventajosas para el aprovechamiento de los recursos hídricos era clave para éxito del proyecto. Y que era necesario realizar una investigación amplia y acuciosa de todas las posibilidades que pudieran existir para aprovechar los recursos del sector.

C.6.2

Los posibles embalses identificados fueron los siguientes:

A) Embalses de Alta Cordillera

1. Punilla

B) Embalses de Precordillera y Valle Central

1. La Culebra
2. Los Monos
3. San Fabián
4. Bureo
5. Cato 1
6. Cato 2
7. Niblinto 1
8. Niblinto 2
9. Miraflores
10. Kaiser
11. Esperanza
12. El Cardal
13. Boyén Alto
14. Boyén Bajo
15. Lluanco
16. Quilmo
17. Changaral Alto
18. Changaral Bajo

C) Embalses de la Cordillera de la Costa

1. Puyamávida
2. Longuén Alto
3. Longuén Bajo
4. Papano
5. Chudal
6. Ranquil
7. Guarilihue
8. Chorrillos
9. Quilteu

D) Embalses de Interfluvios Costeros

1. Pingueral
2. Andalién 1
3. Andalién 2

Estos embalses se muestran en el plano a escala 1:250000, denominado "Catastro de Obras de Regulación", (PI-V-1 del Album de Planos).

C.6.3

Para cada uno de estos embalses se determinaron los siguientes parámetros básicos;

- Curvas de capacidad de embalse, que incluyen, el volumen de agua embalsado y la superficie inundada en función de la altura de presa.
- Curvas de los volúmenes de las presas en función de la altura de presa.
- Curvas que representan la relación Volumen embalsado / Volumen de presa (V_e/V_p) en función de la altura de presa.

Para la determinación de una primera preselección de embalses, se utilizarán los siguientes criterios:

- Se ha considerado principalmente la relación volumen embalse/volumen presa, V_e/V_p , especialmente en aquellos casos en los que existen varias alternativas de ubicación de presa para un mismo embalse.

Con el objeto de poder comparar se ha confeccionado la siguiente tabla de calificación de las relaciones V_e/V_p :

$V_e/V_p < 20$	Mala
$20 < V_e/V_p < 50$	Regular
$50 < V_e/V_p < 100$	Buena
$100 < V_e/V_p$	Muy Buena

C.6.4

De este análisis resultaron que los embalses preseleccionados eran los siguientes:

Zona	Embalse
Alta Cordillera	Punilla
Precordillera y Valle Central	La Culebra Los Monos San Fabián Cato 1 Niblinto 2 Kaiser Miraflores Boyén Bajo Quilmo Esperanza El Cardal Changaral Alto y Changaral Bajo
Cordillera de la Costa	Puyamávida Papano Chudal Ranquil Chorrillos Guarilhue Quiltén Andalién 2 Pingueral

Posteriormente a esta preselección se hizo una visita a terreno y un análisis en forma individual y detallado de ellos considerando básicamente los accesos e infraestructura existentes en su cercanía, la hidrología, topografía, geología, geotecnia, características de su diseño y costos estimativos.

Como conclusión de esta etapa de la identificación de posibilidades se concluyó lo siguiente:

- 1) Los embalses más promisorios para integrar el sistema para regar el Valle Central de la zona en estudio fueron: Punilla, Los Monos, Cato 1, Boyén Bajo, Quilmo, Kaiser y Changaral.
- 2) Del análisis realizado se concluye que el principal recurso hídrico de la zona en estudio de la cuenca del río Itata es el río Ñuble. Por este motivo, sería conveniente

C.6.5

disponer de un gran volumen de regulación en este río. Este propósito se logra con la construcción de uno de los siguientes embalses: Punilla, Los Monos o la Culebra.

El embalse Punilla es el que presenta las mejores características geológicas y geotécnicas y además topográficamente es el que tiene mejores condiciones para almacenar un gran volumen de agua.

El embalse Los Monos, podría ser una alternativa adecuada de Punilla, presentando características algo inferiores a este.

- 3) Como resultado final se concluyó que los embalses para la modelación correspondiente al regadío del Valle Central debían ser Punilla (o Los Monos), Boyén, Quilmo y Changaral.

En relación a los interfluvios costeros los únicos de algún interés era Puyamávida y Andalién.

El resto de los embalses presentaban un costo muy superior a lo que podría justificarse por la mayor productividad posible de lograr por el hecho de incorporar al regadío a terrenos de secano.

6.1.2 APROVECHAMIENTO DE ACUIFEROS EXISTENTES Y OBRAS DE DRENAJE

1. Introducción

El sector de Itata , comprendido en el Valle Central, entre el Río Ñiquen por el norte y el río Itata por el sur, la Cordillera de la Costa por el Poniente y el piedemonte de la precordillera por el Oriente, constituyen un relleno detrítico de materiales permeables y semipermeables, saturados de agua, con espesor del orden de 400 m. que conforman un acuífero o embalse subterráneo susceptible de ser explotado mediante sondeos, previo conocimiento de sus características.

El embalse subterráneo ha sido previamente objeto de estudio por la Comisión Nacional de Riego y denominado "Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria". En dicho estudio se realiza un inventario de pozos los que ponen de manifiesto la existencia del agua subterránea.

El objeto del presente estudio es determinar las posibilidades de empleo del acuífero, para abastecimiento de regadío en aquellos meses o años en los cuales exista déficit de agua superficial.

2. Características del Acuífero

Desde el punto de vista de la Geomorfología, se puede indicar que el acuífero corresponde al relleno con materiales detríticos del graben que dio origen a la misma formación del valle central. El proceso consistió en un acarreo y deposito de materiales fluviales, eventualmente glaciales o bien retrabajados por ríos, sumandose a ellos las erupciones volcánicas que han dado lugar a corrientes de lava en la cordillera y precordillera.

El relieve topográfico juega un papel preponderante en la naturaleza de los materiales fluviales depositados, ubicando los más gruesos en el sector oriental y los más finos hacia el poniente, de acuerdo a la menor pendiente del valle.

Los procesos antes mencionados han jugado un papel combinado, dando como resultado, la existencia de un relleno acuífero heterogéneo, compuesto por capas de arenas, gravas, arcillas, limos con intercalaciones de morrenas y material volcanico.

C.6.7

La superficie aproximada del embalse subterráneo es del orden de 2000 Km². Bajo él existen materiales saturados de agua. El espesor total no ha sido reconocido aún, pero en base a los sondeos existentes y datos topográficos de la cordillera circundante se presume superior a 400 m. de profundidad en la parte central del embalse, pero para el caso práctico se puede suponer entre 200 a 300 m. de espesor, lo que implica un volumen de agua embalsada entre 4.000 Mm³ y 6.000 Mm³, pudiéndose clasificar como uno de los más grandes del país.

Desde el Punto de Vista de los Levantamiento Geológicos Existentes del Área, estos corresponden en su mayoría a descripciones de formaciones pre-cuaternarias, compuestas de rocas ígneas y metamórficas, de muy baja permeabilidad y poco interesantes desde el punto de vista hidrogeológico. Tales formaciones constituyen los límites del acuífero, tanto lateral como de fondo.

La información Obtenida de los Sondeos del Área, ha sido anteriormente estudiada dibujando perfiles norte-sur, que confirman la existencia de un gran embalse subterráneo, con capas alternadas de gravas, arena, limos y arcillas, con episodios de cenizas volcánicas. De manera general se puede decir que se trata de una formación homogénea a gran escala pero heterogénea a pequeña escala, lo que implica en los sondeos la existencia de capas confinantes y semiconfinantes, al mismo tiempo que la existencia de acuíferos profundos a presión y eventualmente surgentes.

Las condiciones de borde más importantes corresponden a los bordes impermeables laterales y de fondo, a ríos y esteros principales.

Los límites de fondo están constituidos por rocas precuaternarias que para efectos prácticos se consideran impermeables.

Los límites laterales Este y Oeste lo constituyen la Cordillera de los Andes y de la Costa. Los límites Norte y Sur son arbitrarios. En el borde Este existe el piedemonte, de materiales gruesos que constituyen una transición entre el Valle Central y la precordillera. Sirven de vía para la infiltración del agua de escorrentías superficiales que alimentan al acuífero.

En cuanto a los bordes constituidos por ríos y esteros, los más importantes se refieren al río Ñuble, Chillán, Cato, Diguillín e Itata, quienes cruzan de Oriente a Poniente el acuífero. Así

C.6.8

en el sector Oriental el acuífero recibe recargas y en el sector centro y poniente el acuífero entrega agua a los ríos, ocurriendo recuperaciones en ellos.

Características Hidráulicas

De acuerdo con antecedentes del estudio anterior, las Transmisividades varían entre 100 y 500 m³/día/m para la mayor parte del área, salvo casos particulares aledaños a esteros y ríos donde la T, puede subir hasta 6000 m³/día/m.

Referente a la Transmisividad, ésta es considerada con un valor medio, es decir ni baja ni alta, por lo que se pueden esperar rendimientos en sondeos entre 15 a 50 l/s. Presentando asociado a ello, depresiones de 15 a 30 metros, lo que desde el punto de vista práctico los hace interesantes.

El Coeficiente de Almacenamiento (S) varía entre 0,3 por mil a 6 por ciento, dependiendo de las condiciones de confinamiento o de acuífero libre que se presenten.

Es evidente que en la actualidad el grado de conocimiento de las características hidráulicas del acuífero es escaso. No existiendo incluso mediciones sistemáticas de los principales parámetros hidrológicos.

Características de la Capa Acuífera.

La Profundidad de Nivel de la Napa , de acuerdo al estudio anterior, se encuentra a menos de 5 metros bajo la superficie del terreno en casi toda el área de estudio. Entre 5 a 10 m. y mayores se ubica en el sector Oriental del acuífero, es decir en las cercanías de la cota 200 m.s.n.m. En el sector central-poniente el nivel de saturación se encuentra a menos de 2 metros.

El Esguerrimiento del Agua Subterránea, se describe en base al plano de isopiezas y responde a una dirección de flujo este-oeste en la dirección de los esguerrimientos superficiales. El flujo subterráneo presenta algunas deflexiones en las cercanías de los cursos de agua en el área poniente, indicando zonas de descarga desde el acuífero hacia el río.

La Variación Temporal de Niveles del Agua Subterránea, no ha sido medida históricamente, por lo que no existen estadísticas que permitan evaluar dichas variaciones.

La Calidad Química de las Aguas Subterráneas, en general, se puede decir que es apta para el uso de Agua Potable, solo ligeramente excedida en Fe y Mn, lo que no presenta limitaciones para el regadío.

Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo

Es importante señalar que balances cuantitativos son largos y caros de obtener. Hoy la hidrología moderna usa la técnica de precisar los términos del balance a medida que se avanza en la explotación del acuífero mediante un monitoreo sistemático. Este no es el caso del embalse que nos ocupa.

En el funcionamiento del acuífero se distinguen 4 entradas a saber:

Las entradas laterales, ocurren en el borde Oriental del embalse subterráneo, cerca del piedemonte y se producen por la continuidad hidráulica del acuífero y los materiales más permeables.

Las entradas por infiltración de lluvia, ocurren cuando parte de ella, la infiltración, supera la capacidad de campo del terreno y una vez saturado la diferencia percola.

Las entradas desde el sistema de riego, tienen lugar de dos formas a saber, por infiltración en la red de canales y por la percolación de los excesos del riego.

Las entradas por infiltración desde ríos y esteros, ocurre cuando el nivel del río es superior al nivel de saturación del agua subterránea. Situación que ocurre en una gran extensión del sector oriental. El estudio de este proceso debe ser una de las futuras actividades junto al empleo del agua subterránea.

En el funcionamiento se distinguen cuatro salidas a saber:

Las Salidas Laterales hacia Acuíferos Vecinos, tiene lugar en el sector sur poniente del acuífero en la cuenca del río Itata, dado que hacia el norte y sur se encuentra la cordillera de la costa que actúa como borde impermeable.

Las Salidas por Evaporación y Transpiración, tienen lugar en los sectores donde el nivel del agua subterránea se encuentra a menos de 2 metros de profundidad y asciende por capilaridad. Si no hay vegetación se evapora directamente y en caso de haberlo lo hace por medio de la transpiración de las plantas.

Las Salidas por Bombeo, se encuentran distribuidas y son usadas con fines agrícolas, industriales y de agua potable.

Las Salidas por Descargas Hacia Ríos y Esteros, se produce en la parte occidental del acuífero, básicamente entre la cota 150 y la cordillera de la costa. Esta salida constituye el volumen probablemente más importante del acuífero.

Balance Entradas y Salidas

Realizar un balance presupone la existencia de mediciones sistemáticas de una gran cantidad de variables y parámetros, con los cuales no se cuenta en el caso del acuífero de Itata. No obstante lo anterior, se comenta c/u de los términos con los antecedentes que existen.

Las entradas laterales, calculadas en base a la Ley de D'arcy, alcanzan un valor del orden de los 21 Mm³ anual, vale hacer notar que no es la entrada más importante, no representa ningún índice de explotabilidad y que este valor tiende a aumentar cuando el acuífero entra en explotación.

De las entradas desde la lluvia, no se dispone de antecedentes en la actualidad para su cuantificación. Solo en caso de considerar una superficie de 500 km² de acuífero, con una infiltración del 20% de las precipitaciones medias de los meses de invierno (1000 mm.), resulta así un ingreso probable de 100 Mm³, volumen digno de ser estudiado en mayor profundidad.

La infiltración desde el sistema de riego, depende de la longitud de los canales, la permeabilidad del lecho y de los caudales que circulan. Con el objeto de fijar ordenes de magnitud al analizar las 74000 Há. regadas, de ellas al menos 25000 se encuentran en el sector oriental. Existen unos 9000 km de longitud de canales matrices entre las cuencas de Ñiquen a Diguillín, de ellos si se considera que 3000 Km se encuentran en el sector oriental, apto para infiltrar al acuífero y suponiendo 15 m³/s para las 25 mil Há del sector oriente y adoptando un porcentaje de tan solo un 15% de infiltración, se tiene un ingreso probable al acuífero de 70 Mm³ anuales. Por otra parte, la infiltración anual derivada del riego de 25.000 ha ubicadas en el sector oriental tendrán un valor de aproximadamente de 50 Mm³. Este valor resulta de considerar una dotación anual de 10.000 m³/ha/año estimada conservadoramente, y una infiltración media de un 20%.

La infiltración desde la caja de ríos y esteros, tampoco ha sido estudiada en forma sistemática. Si se desea tener una idea del orden de magnitud, se puede recurrir a patrones de

C.6.11

infiltración conocidos y medidos en otros ríos de Chile. Un valor mínimo de infiltración en lechos permeables es de 50 l/s/Há. cuando existe escurrimiento. Si se consideran 50 km. de cauces en condiciones de infiltrar con un ancho medio de 50 m., se obtiene una superficie de 250 Há. que infiltran a un caudal continuo de 12.5 m³/s. Si se considera este fenómeno durante 4 meses se tiene un volumen anual de 100 Mm³, lo que pone de manifiesto la importancia de este fenómeno y la necesidad de su estudio.

Las salidas por bombeo, se han calculado cercanas a 14 Mm³ al año.

En resumen se puede indicar que el orden de magnitud de las entradas es cercana a 340 Mm³ como mínimo, desglosadas según:

Entradas Laterales	20 Mm ³
Entradas por lluvia	100 Mm ³
Infiltración por Riego	120 Mm ³
Infiltración en ríos	100 Mm ³
Total entradas	340 Mm ³

El valor 340 Mm³ está en concordancia con el volumen almacenado calculado en 4000 Mm³, ya que se ha podido comprobar en diferentes estudios de este consultor que existe una relación aproximada de 1/10 entre el volumen en circulación media anual y el volumen almacenado del acuífero.

Frente a estas cifras, el valor de 14 Mm³ de la extracción artificial por bombeo parece insignificante si se considera la gran potencialidad del acuífero.

Posibilidades de Explotación

En principio se ha determinado una demanda de 3.200 m³/Há/año que puede ser suplida con agua subterránea y la superficie a regar puede ser ubicada en cualquier lugar dentro de los límites del acuífero. Si se consideran 64 mil Há de riego con 3.200 m³/Há/año se obtiene un volumen de 200 Mm³, el cual es perfectamente soportable por el acuífero y aún duplicarse .

Como se pretende extraer agua en varios puntos del acuífero, es conveniente elegir sondeos tipo que representen las características medias de un sector más o menos extenso y homogéneo.

C.6.12

Captaciones Tipo para Cada Sector Característico

SECTOR	Prof. (m)	Q (l/s)	N.D. (m)	N.E. (m)	Q (l/s/m)
A. Interfluvio oriental ríos Ñiquen y Ñuble	50	30	20	5.0	2.0
B. Junta ríos Itata y Ñuble	45	15	15	5.0	2.0
C. Sector Chillán	150	50	30	5.0	2.0
D. Centro San Ignacio	125	20	20	10.0	2.0
E. Sector Sur Pemuco	60	15	25	10.0	1.0

Los costos de inversión se han diferenciado en :

- Costo del sondeo propiamente tal
- Costo de las bombas
- Costo de las instalaciones eléctricas

Se han calculado los costos financieros en un horizonte de 30 años y una tasa de capital de 12%. Los costos de operación se han considerado englobados en el costo de la energía, supuesta en 0,045 US\$/Kw, donde se incluye; la energía propiamente tal y un porcentaje correspondiente a costos de mantención. Respecto a la potencia instalada esta se ha estimado en US\$ 3 por KW/mes instalado. Se hace presente que esta evaluación ha sido realizada a nivel de factibilidad y tiene una aproximación de 20%.

Obras de Drenaje

Identificación de Zonas con Limitaciones de Drenaje

- Se analiza la información existente respecto a los suelos con deficiencias de drenaje. Para ello, se utilizan los

COSTO DEL AGUA SUBTERRANEA PARA REGADIO

CUADRO NRO 1
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y COSTO DE LAS INSTALACIONES

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
POZO TIPO	PROF. (m)	Q l/s	N.D. (m)	H.P. Bomba	KVA Trans-form.	Rendim. m3/hr	Hr/anual Funcio-namient	Volumen Extraido Ano(m3)	Volumen Extraido Mes(m3)	Has Abasteci-das	VALORES EN MILLONES DE S									
											Costo Sondeo	Costo Bomba	Costo Columna Descarga	Costo Cables Electric.	Costo Parti-dor	Costo Malla Tierra	Costo Trans-formador	Costo 1 Km. L.A.T	Costo Total Inversion	Costo Inv/Ha 1 ano
A	50	30	20	12	12	108	1350	145800	58320	18.2	4.5	1.5	0.40	0.20	0.3	0.1	0.5	2.0	9.5	0.521
B	45	15	15	6	6	54	1350	72900	29160	9.1	3.6	1.2	0.30	0.20	0.3	0.1	0.5	2.0	8.2	0.900
C	150	50	30	30	30	180	1350	243000	97200	30.4	15.0	2.0	0.56	0.38	0.5	0.2	0.6	2.0	21.2	0.699
D	125	20	20	8	8	72	1350	97200	38880	12.2	12.5	1.3	0.40	0.20	0.3	0.1	0.5	2.0	17.3	1.424
E	60	15	25	8	8	54	1350	72900	29160	9.1	4.8	1.5	0.48	0.29	0.3	0.1	0.5	2.0	10.0	1.094

COSTO DEL AGUA SUBTERRANEA PARA REGADIO

CUADRO NRO 2
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y COSTO DE OPERACION ANUAL

POZO TIPO	PROF. (m)	Q l/s	N.D. (m)	H.P. Bomba	(ff)	(gg)	(hh)	(ii)	(jj)	(kk)	(ll)	(mm)	(nn)	(oo)	(pp)	(qq)	(rr)	(ss)	(tt)	(uu)
					ANUALIDAD		Consumo	COSTO OPERACION			Volumen	COSTO UNITARIO S/m3			Costo	Has.	Costo	Costos		Costo
					Inver- sion	Cambio Bomba	KWH /ANO	USS/KWH ENERGIA	Energia MS/anual/pozo	Potencia	extraido m3/ano	Fijo S/m3	Variable S/m3	Total S/m3	Annual/p Mill S	Abaste- cidas	Total S/Ha/ano	Fijo S/Ha/ano	Variable S/Ha/ano	US\$/Ha US=\$375
A	50	30	20	12	1.18	0.07	15187.5	0.045	0.256	0.15167	145800	8.6	2.8	11.4	1.655	18.2	90811	68 445	22366	242
B	45	15	15	6	1.02	0.06	7593.75	0.045	0.128	0.07584	72900	14.8	2.8	17.6	1.2808	9.1	140550	118 184	22366	375
C	150	50	30	30	2.64	0.10	37968.8	0.045	0.640	0.37918	243000	11.2	2.6	13.9	3.3728	30.4	111040	89 975	21066	297
D	125	20	20	8	2.15	0.06	10125	0.045	0.171	0.10112	97200	22.7	1.8	24.5	2.3818	12.2	196035	181 991	14044	523
E	60	15	25	8	1.24	0.07	10125	0.045	0.171	0.10112	72900	18.0	2.3	20.3	1.4802	9.1	162441	143 716	18725	434

Tasa: 12% anual (v)
 Horizonte: 30 Años (w)
 1 US\$ = S 375 (x)
 Costo Potencia Max.Instalada 3.0 US\$/KW/mes (y)

planos "Capacidades y Usos de los Suelos", a escala 1:20.000 de Agrolog.Chile Ltda. Así se ubican los suelos con limitaciones por causas del drenaje, para ello se han seleccionado los tipos de suelos IIw, IIIw y IVw.

La información preliminar obtenida, permite acotar el área de estudio principalmente a una zona de menor superficie. Dicho sector se puede circunscribir; al límite Norte correspondiente al Río Ñiquen, al Oeste el río Changaral, al Sur el río Ñuble y al Este la cota 200 m.s.n.m., este último a modo aproximado. Con lo anterior se tiene una superficie entre 30.000 y 40.000 Ha. en donde se ubica la mayor densidad de suelos deficitarios por causas de drenaje.

- ii) Una vez acotada la zona con deficiencias de drenaje se analiza la superficie donde el nivel de saturación se encuentra cercano a la superficie. Para ello , se ha tomado como antecedente básico el Plano " Profundidad del Agua Subterránea , Feb 1990 " del Proyecto Itata.

De lo anterior resulta un sector extenso que se ubica en el centro de la zona de estudio, entre el río Ñiquen por el Norte, por el Sur se extiende más allá del río Larqui alcanzando incluso hasta el río Diguillín, por el Oeste se continúa presentando como limite natural el río Changaral y el cordón de cerros que lo guían.

Análisis de las Zonas con Problemas de Drenaje

- i) El rango entre 0 a 5 m. puede ser muy amplio si se tiene en cuenta que la capa de interés agrícola varía entre 0 a 2 metros de profundidad aproximadamente.
- ii) Los niveles de saturación de la zona 0 a 5 m. se trazaron en base a los niveles estáticos de pozos perforados en la zona, los cuales no siempre representan la realidad ya que éstos alcanzan diferentes profundidades, por lo que representan algunos el nivel piezométrico de acuíferos confinados o semi-confinados más profundos.

Vistos los antecedentes anteriores se consideró necesario realizar las siguientes acciones :

- a) Realizar un Catastro de Norias en la zona ya identificada, donde se obtuvieron datos del nivel de saturación del acuífero superior, principal preocupación en los problemas de drenaje de la capa superficial de interés agrícola.

- b) Analizar la Red de Drenaje Natural Superficial de la zona aludida, considerando los perfiles longitudinales de ríos y esteros.

Catastro de Norias

Este contempla datos tales como: Nivel de Saturación actual (al momento de efectuar el catastro 6 al 8 y 21 al 24 de Mayo 1992), el Nivel de Saturación en Verano (éste como una apreciación subjetiva de los lugareños del nivel del agua en sus norias usadas para la bebida en época de verano). Otro dato incluido en el Catastro corresponde a mediciones de Conductividad del agua en cada noria.

Red de Drenaje Natural Superficial

Se identificó en la cartografía 1:10,000 existente de la zona la red natural de drenaje superficial. Se trazaron sus perfiles longitudinales y se calcularon las pendientes medias por tramos.

Se reconoció tanto en la cartografía mencionada como en terreno, la red natural superficial y se inspeccionó el estado de mantenimiento de los cauces.

Proposición de Solución a los Problemas de Drenaje

Los problemas y deficiencias de drenaje indican, una prolongada elevación del nivel de saturación durante los meses de invierno hasta valores cercanos a 0.15 m. bajo el nivel de terreno en muchos sectores y sub-sectores de la zona en estudio.

Si bien, no se presentan terrenos con características de pantano y vegas, como generalidad, éstos ocurren ocasionalmente y en pequeña escala en sectores donde el nivel de terreno se encuentra bajo el nivel medio de los suelos adyacentes. De esta forma, el nivel de saturación se encuentra entre 0.10 a 0.50 m., (tal como lo indica el Catastro de Norias) bajo el nivel del terreno durante 4 meses en promedio, dependiendo directamente de la época de lluvias de cada año.

La solución al problema de las deficiencias de drenaje se plantea en este estudio, como una solución a una Parcela Tipo ubicada en la zona afectada. Los pasos seguidos para enfrentar el problema y proponer una solución se pueden dividir en 3 etapas:

Limpieza y Mantenición de Cauces Naturales

De la observación de los perfiles longitudinales de los Esteros que forman principalmente la red de drenaje natural, se desprende en buena forma que todos tienen pendiente suficiente para evacuar los volúmenes drenados.

De la observación de terreno, surge como primera recomendación; la mantención de los cauces , de tal forma de dejarlos despejados y sin obstáculos que disminuyan su capacidad de conducción y frenen o retarden el escurrimiento.

Construcción de Zanjas de Recolección e Intersección Extrapredial

El agua del subsuelo que inunda los terrenos agrícolas proviene de la infiltración de las lluvias, formando una napa superficial de poca profundidad , con presencia de acuíferos confinados y semiconfinados a mayor profundidad, como lo demuestran sondeos con más de 200 m. de profundidad, con características incluso de surgencia.

El sentido de escurrimiento del agua subterránea ocurre en dirección generalmente Oriente a Poniente con un gradiente hidráulico semejante a la pendiente natural del terreno semiplano del sector.

El escurrimiento sub-superficial sigue las mismas direcciones que el escurrimiento superficial de los cauces naturales. Dicho escurrimiento en forma didáctica se dice que nace al pie de la precordillera y se desplaza incrementándose con el aporte de la infiltración de las lluvias y el riego, además, recibiendo recargas desde los acuíferos semi-confinados, que se ubican bajo él. El escurrimiento termina en la barrera natural que presenta el cordón de cerros que se ubican junto al río Changaral, el cual es el principal responsable del drenaje natural de la zona, ubicada al poniente de la ciudad de San Carlos entre el río Ñiquen y el río Ñuble.

Con la finalidad de interceptar estos escurrimientos sub-superficiales se proyecta la construcción de drenes interceptores o zanjas en los límites de los predios lo más perpendicular a dicho escurrimiento, de forma tal, que sirva de complemento a la red intrapredial de drenaje.

**Proyecto Construcción Obras de Drenaje,
Memoria de Cálculo**

Se considera que las obras de drenaje proyectada deben hacer frente a 3 necesidades.

- a) Interceptar aguas extraprediales producto del escurrimiento subterráneo de poca profundidad.
- b) Deprimir en invierno el nivel freático que se acerca a la superficie producto de las precipitaciones.
- c) Deprimir en verano el nivel de saturación, cuando y donde corresponda, provocado por percolación de riego.

En el diseño se han usado y/o calculado algunos valores de importancia como por ejemplo:

Para los cálculos de la percolación, producto del riego, se ha considerado la Evapotranspiración Potencial Real, de acuerdo al método de Blannet y Criddle, con un valor de Kc medio de 0.95 los siguientes valores:

Evapotraspiración Potencial Real

Diciembre 170,1 mm/mes

Enero 172,7 mm/mes

Febrero 142,5 mm/mes

De donde se adopta 173 mm/mes como ET de diseño , el método de riego se supone mediante surcos con eficiencia cercana a 45%. Ambos valores en conjunto conducen a una tasa de riego de 3850 m³/Ha/mes, como máximo para fines de cálculo de los drenes interiores. Se considera un 30 % de la Tasa de Riego (T) como aporte subterráneo o percolación profunda.

El tiempo de sumersión de las raíces para el período estival se ha considerado máximo de 1.5 días , aceptando un porcentaje de daño en ellos menores de 5%, según la bibliografía existente. Se considera riegos cada 5 días de 8 horas c/u.

Resumiendo: el agua que ingresa al suelo en cada riego se considera cercana a 465 m³/Ha, descontando las pérdidas superficiales. El volumen de agua que percola o acumula inundando alcanza a 177 m³/Ha, por lo tanto el caudal requerido de evacuar 1,4 l/s/Ha.

C.6.17

Durante la época invernal se requiere evacuar los excedentes acumulados en el subsuelo producto de las lluvias. Se han considerado precipitaciones de 24 horas de duración y período de retorno 10 años cercanas a 136 mm/24hrs. Se ha supuesto un coeficiente de escorrentía medio de 0,6 y se ha permitido evacuar en un tiempo máximo de 5 días adicionales a la lluvia. Todo lo anterior conduce a evacuar caudales cercanos a 1,5 l/s/Ha.

Se tiene por tanto que ambos caudales a evacuar son semejantes tanto para las aguas de invierno como para la percolación del riego, por lo que se obtiene una configuración de drenaje del tipo:

Profundidad a ubicar los drenes	1.45 m.
Espaciamiento	25 m.
Tubos de Drenaje de diámetro	6 mm.
Nivel a deprimir	0.85 a 1.45 m.
Tiempo de Sumersión (Verano)	1,5 días
Tiempo de Sumersión (Invierno)	5,0 días

Proyecto Construcción Obras de Drenaje, Predios Tipo

Se han usado dos predios tipo , en los cuales se ha prediseñado sobre ellos una solución de drenaje.

La elección de estos tipos se ha basado en predios reales, y que cumplen con algunas de las siguientes características:

- Predios clasificados con deficiencias de drenaje.
- Predios que de acuerdo al Catastro de Norias (Mayo 92) presentaban niveles freáticos a menos de 0.50 m. bajo nivel de terreno.
- A fin de comparar las soluciones se han diferenciado en Predio Pequeño (25 Há) y Predio Grande (200 Há)

Así, en los sectores con problemas de drenaje se han tomado dos predios al azar.

Predio Tipo I

- Superficie 200 Ha.
- Ubicación entre Estero Millauquen y Verquicó.
- Entre las cotas 140 y 150 m.s.n.m.
- Nivel de saturación entre 0.25 a 0.50 m. (según catastro Mayo-Agosto 1992)
- Calidad de los suelos IIIw y IVw

C.6.18

- Rol de Identificación N° 1343-45 según ortofoto Santa Cruz, 3615-7200, Ciren-Corfo.

Predio Tipo II

- Superficie 25 Ha.
- Ubicación, cruzado por Estero Millauquen a la cota 145 m.s.n.m.
- Entre las cotas 140 y 150 m.s.n.m.
- Nivel de saturación entre 0.25 a 0.50 m (según catastro Mayo-Agosto 1992)
- Calidad de los suelos IIIw y IVw
- Rol de Identificación N° 1343-2 según ortofoto Santa Cruz, 3615-7200, Ciren-Corfo.

3.8 Costos Obras de Drenaje

Los costos de drenaje de los Predios Tipo, fueron cotizados a precios de Agosto 1992 y se efectuaron tres cálculos, dos para el Predio Tipo I y uno para el predio II.

Estos costos se refieren al saneamiento por Ha. drenada, sin considerar el costo adicional base de la limpieza y mantención de los cauces naturales.

Algunos costos por hectárea :

-Predio Tipo I, configuración a)	753 US\$/Ha
-Predio Tipo I, configuración b)	733 US\$/Ha.
-Predio Tipo II,	886 US\$/Ha.

Estos costos se hicieron con la conversión 1 US\$ = \$375, y se pueden promediar en US\$ 800 por ha.

6.1.3. ANALISIS DE POSIBILIDADES DE TRASVASES, INTERCONEXIONES Y MEJORAMIENTO DE SISTEMAS DE CONDUCCION MATRICES

Para los efectos de visualizar las posibles redes de conducción asociadas a las obras de regulación que se considerarán en el modelo hidrológico, se realizó un primer análisis de tipo general y que permitió conceptualizar el tipo de obras de conducción que se incorporarían a las alternativas de riego.

Al respecto cabe mencionar que las obras de regulación identificadas en la hoya pueden agruparse de la siguiente manera (Ver plano PI-VII-1)

C.6.19

- a) Embalses reguladores de la hoya alta del río Ñuble.
- b) Embalses precordilleranos de la Cordillera de los Andes.
- c) Embalses en Valle Central (Quilmo, Boyén, Changaral).
- d) Embalses Secano Costero.
- e) Embalses en Interfluvios Costeros.

De las primeras evaluaciones muy aproximadas de recursos en los casos a), b) y c) y considerando los terrenos posibles de regar asociados al valle central, se visualizó que probablemente se necesitaría un "Conjunto de Obras de Regulación" para regar estos terrenos. Es decir se apreció que aparentemente no bastaría un embalse en el río Ñuble sino que habría que considerar adicionalmente otras obras de regulación. Esto llevaría a conformar Sistemas de Riegos en que incluso un embalse en el río Ñuble podría ser interanual y servir de apoyo, por lo tanto, en los años secos, al resto de las obras de regulación.

Considerando lo expuesto se pudo concluir que un embalse importante en el río Ñuble daría origen posiblemente a un canal de interconexión y trasvase desde este río hacia el sur. El trazado de este canal sería similar al del actual canal Collico, pero de mayor longitud y con la capacidad necesaria para apoyar los regadíos sustentados por embalses de precordillera o reemplazándolos según lo que se obtenga del modelo.

También se visualizó que los embalses Boyén y Quilmo ubicados en los ríos Boyén y Lluanco, debido a su hoya aportante pequeña necesitarían canales alimentadores desde el río Chillán.

De acuerdo a lo expuesto las obras de regulación definidas como a) Embalses Hoya Alta del Ñuble, b) Embalses de Precordillera y c) Embalses del Valle Central conformarían un sistema que operado como tal debería optimizar los recursos disponibles a través de canales de interconexión que conceptualmente se han descrito más arriba.

En relación a los posibles embalses definidos como d) Embalses del Secano Costero y e) Embalses en Interfluvios Costeros, en general aquellos que pudieran justificarse corresponderían a sistemas independientes entre sí, es decir, hoyas cautivas sin ninguna posibilidad de trasvases o interconexiones.

6.1.4. OTROS USOS DE LAS OBRAS.

HIDROELECTRICIDAD

Los recursos hidroeléctricos del río Itata aún no se han desarrollado debido principalmente a que hasta ahora se han utilizado otros recursos más económicos. No obstante lo anterior, se ha constatado que últimamente se han solicitado y concedido varios derechos de aprovechamiento para desarrollar proyectos hidroeléctricos en este río.

SITUACION FUTURA

Sólo en la parte alta del río Ñuble, hay recursos hidroeléctricos potencialmente económicos, existiendo algunos derechos concedidos para CGEI y CHILGENER.

El derecho de la CGEI para su central Ñuble fue otorgado por la DGA mediante Resolución N°192 de fecha 12.06.84. Posteriormente la CGEI ha solicitado una modificación de esta merced la que presenta una interferencia en el embalse Los Monos. Si esta merced es otorgada ello obliqará a reducir la capacidad del embalse.

La DGA ha concedido a CHILGENER los siguientes derechos de aprovechamiento:

PROYECTO	CAUDAL m³/s	POTENCIA mw	RESOLUCION DGA	FECHA
GONZALEZ	16,7	22	87	11.03.92
LA ZORRA	36,3	35	148	4.05.92
LAS TRUCHAS 1	8,3	12	113	25.03.92
LAS TRUCHAS 2	14,1	18	113	25.03.92
LOS SAUCES 1	39,2	30	89	11.03.92
LOS SAUCES 2	44,8	47	89	11.03.92

Los derechos concedidos para los proyectos Los Sauces 2 y Las Truchas 2 interfieren con el embalse Punilla. El resto de los derechos no provocan dificultades mayores o interferencias con el regadío, pues corresponden a proyectos ubicados en la alta cordillera alejados de las posibilidades de embalses para regadío.

Los proyectos de embalse ubicados en el Valle Central que han sido seleccionados en este estudio, Boyén Bajo, Quilmo y

Changaral, no presentan atractivos hidroeléctricos, pues sus caudales son muy pequeños y sus alturas de caída, reducidas. Las pendientes de los lechos de los ríos en que están ubicadas estas presas son muy bajas.

El único proyecto seleccionado en la Cordillera de la Costa, es el embalse Puyamávida, no presenta atractivo hidroeléctrico, pues su caudal afluente es muy pequeño y su altura de caída reducida.

El embalse Andalién 2, único proyecto de regulación seleccionado en el área de los interfluvios costeros, no presenta atractivo hidroeléctrico debido a su reducido caudal afluente y a su baja altura de caída.

AGUA POTABLE

Para utilizar con fines de agua potable las obras de regulación estudiadas para riego se debe considerar un volumen adicional pues ambos usos, agua potable y riego, son consuntivos.

Los diseños de los proyectos considerados en esta consultoría han optimizado el uso del recurso hídrico con fines de riego. Los niveles máximos resultantes de esta optimización son muy cercanos a los que imponen las limitantes topográficas del vaso del embalse. Tal es el caso de los embalses Boyén Bajo, Quilmo y Changaral. Por otra parte, los embalses Punilla y Los Monos están muy lejos de los centros importantes de consumo de agua potable. En todo caso se considera que no habrán interferencias con este uso, pues el gran embalse subterráneo que representa el acuífero existente es una reserva para agua potable que excede en mucho las necesidades de ella.

USOS INDUSTRIALES

Las zonas industriales están ubicadas en las cercanías de los centros urbanos de importancia, los que están alejados de los embalses estudiados en la zona de la Cordillera de Los Andes y en general, para estos usos resulta más favorable la utilización del potente acuífero existente en el área.

6.1.5. FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE RIEGO

En los puntos precedentes se han analizados las posibilidades existentes para el regadío del área del estudio a base de recursos provenientes de obras de regulación y del acuífero del

Valle. Respecto a las obras de regulación cabe indicar que las definidas como posibles de considerar corresponden a los embalses Los Monos, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral. La potencialidad de estos embalses permitiría incorporar al regadío del orden de unas 70.000 a 80.000 hás, cifra inferior a la superficie posible de regar en el sector.

Se excluyó como posibilidad el embalse Punilla debido a que durante el desarrollo del estudio de Dirección de Aguas concedió a Chilgener las mercedes para las centrales, Los Sauces 2 y Las Truchas 2, las que inhibían en forma total la realización del embalse Punilla.

Cabe hacer presente que la Comisión solicitó posteriormente, en forma expresa, al Consultor, que el estudio continuase considerando además de las alternativas propuestas, otras similares, pero reemplazando el embalse Los Monos por Punilla.

En estas condiciones la Comisión estimó que podría continuar con el análisis del Proyecto Itata, cualquiera fuese la solución final al problema de concesión de derechos.

En relación al regadío mecánico se ha dicho que el aprovechamiento del acuífero permitiría regar del orden de unas 45.000 hás.

Estas cifras han permitido visualizar como alternativas a considerar para el regadío en primer lugar un Sistema de Obras constituido por todos los embalses: Los Monos, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral y adicionalmente el Regadío Mecánico.

Una segunda posibilidad que se estimó conveniente de modelar y evaluar corresponde a un Sistema de Obras basado exclusivamente en los Embalses, excluyendo en este caso el Regadío Mecánico.

Una tercera posibilidad que se estimó conveniente considerar correspondería a un Sistema de Riego basado en su totalidad en el Regadío Mecánico.

Las posibilidades cuarta y quinta son similares a las primera y segunda, pero reemplazando Los Monos por Punilla.

El consultor estima que el análisis de las 5 alternativas indicadas permitiría visualizar en forma muy clara las posibilidades que representen el aprovechamiento máximo de los recursos existentes, tanto superficiales como subterráneos, como así también diferenciar las características y conveniencia del regadío considerando separadamente la utilización de ambos tipos de recursos (superficiales y subterráneos).

Alternativas propuestas para el Estudio Integral de Riego

Sistema de Obras constituido por Embalses Los Monos, Boyén Bajo, Quilmo, Changaral y adicionalmente Regadío Mecánico con recursos del acuífero existente.

Sistema de Obras basado solamente en los embalses Los Monos, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral.

Regadío basado solamente en el Regadío Mecánico utilizando acuífero existente.

Similares a 1 y 2 reemplazando Los Monos por Punilla.

6.2. ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES

Antecedentes Básicos

Para la realización del anteproyecto de las obras extraprediales se realizaron en primer término los levantamientos topográficos complementarios a los existentes, las prospecciones de terreno programadas, el análisis geológico-geotécnico correspondiente y los estudios hidrológicos o de regímenes hídricos requeridos para dichos anteproyectos.

En relación a las prospecciones de terreno, el programa considerado inicialmente fue el siguiente:

-	Pérfiles sísmicos	:	2.000 m
-	Sondajes eléctricos	:	6
-	Sondajes mecánicos	:	120 m
-	Pozos de reconocimiento	:	18
-	Ensayos de penetración	:	40
-	Pruebas de agua	:	20

Se estimo que estas prospecciones debían referirse a los embalses de regulación pues en los casos de canales su factibilidad y características básicas de diseño era posible establecerlas a través de un recorrido por su trazado, una vez ellos definidos. En general los canales son de poca profundidad o corresponden a ampliaciones de conducciones existentes, razones que motivaron concentrar las prospecciones en los posibles embalses.

C.6.24

Respecto a lo anterior, el Consultor planteó a la Comisión Nacional de Riego un programa que concentraba un volumen importante de ellas en el embalse Los Monos debido a que esta era la obra principal del sistema de riego del proyecto, la más importante en cuanto a magnitud de presa y a su vez la que gravitará más significativamente en el costo del riego del área. En relación al embalse Punilla, la información disponible se consideró suficiente.

Por estas razones se decidió posteriormente, de común acuerdo con la Comisión Nacional de Riego, modificar el programa inicial, adecuándolo a las características de las obras que a través del estudio resultaron convenientes de analizar.

Finalmente se decidió el siguiente programa de prospecciones:

-	Pérfiles sísmicos	:	2.250 m
-	Sondajes eléctricos	:	6
-	Sondajes mecánicos	:	2 sondajes de una logitud total de 121 m
-	Pozos de reconocimiento	:	10
-	Ensayos de penetración	:	5
-	Pruebas de agua	:	46

A base de este Programa y de un análisis en el terreno de un geólogo y un mecánico de suelos especializado se realizó la interpretación geotécnica del sitio de emplazamiento de las obras.

Los registros e informes correspondientes se incluyen en el VOLUMEN VIII Anexo 2.4.1. y la interpretación geotécnica se resume en los planos PI-VIII-1, PI-VIII-2 y PI-VIII-3.

Así también los registros de las 31 sondajes existentes en la zona de ubicación de Punilla se ha incluido en el Volumen VIII Anexo 2.3.1.

Respecto a los análisis hidrológicos para el anteproyecto de las obras, cabe indicar que ellos se refirieron a recursos hídricos disponibles, valores extremos para crecidas con período de retorno bajo y alto, y arrastre de sedimentos.

6.2.1 DISEÑO OBRAS DE EMBALSE

EMBALSE LOS MONOS

El embalse Los Monos se ubica en una angostura rocosa en el río Ñuble a unos 10 kms. a guas abajo de San Fabián de Alico. En los empotramientos aflora la roca, la que está constituida por rocas volcánicas donde predominan las brechas andesíticas. En general se observa masiva como conjunto.

El piso o zona de fundación del muro de presa está constituido por una capa de fluvial de unos 10 metros de espesor bajo el cual subyace un lahar que se presenta muy cementado desde el centro del lecho hacia el empotramiento sur y poco cementado desde el centro del lecho hacia el otro empotramiento.

Este lahar presenta permeabilidades en parte muy bajas y en otras de tipo medio, considerándose que es un material adecuado para la impermeabilización del embalse y por consiguiente sería necesario una pared moldeada que en promedio tuviese unos 20 metros de profundidad.

En relación al vertedero, rápido de descarga y túneles de desviación, todas estas obras serán excavadas en la roca volcánica masiva existente en los respectivos empotramientos.

En relación a la altura de la presa, el análisis preliminar de ellas determinó que debería ser del orden de unos 90 m (cota 430), inferior en 30 metros a la cota de descarga considerada en la merced vigente de la futura central Ñuble de la CGEI. Posteriormente, el análisis detallado en esta materia, considerando básicamente los problemas de inundación de San Fabián, determinó como cota final la 435 m.s.n.m., resultando un embalse de 90 metros de alto con un volumen de regulación de alrededor de 600 Hm³.

La modificación de la merced de la CGEI, si ella es concedida, afectaría al embalse, el que debería tener en ese caso una altura de sólo aproximadamente 70 metros.

Un aspecto que se estimó de importancia en el diseño de la obra fue el tipo de muro. En este sentido se compararon los diseños correspondientes a un muro zonificado y a un muro con pantalla de hormigón por aguas arriba (CFRD), resultando esta última solución la más económica.

En relación al diseño de las obras, el muro tipo CFRD considera un talud por aguas arriba 1,5:1 (H:V) y 1,6:1 (H:V) por aguas abajo. La pantalla de hormigón armado se apoya en una capa de

C.6.26

material de transición de gravas arenosas, la cual a su vez se apoya en otra de mayor tamaño.

Esta pantalla se une tanto a la roca de los empotramientos como al material de su fundación en el lecho del río mediante un plinto, el que en este último caso es articulado para unir adecuadamente la pared moldeada y la pantalla.

El diseño del vertedero se ha realizado considerando el caudal de la crecida de período de retorno 1:1.000 años, alisada según el efecto regulador del embalse. El caudal utilizado finalmente fue de 6.200 m³/s.

El vertedero es de tipo lateral de una longitud importante, 240 metros, debido al gran caudal que corresponde a la crecida. Su forma resultó bastante quebrada de manera de reducir al máximo los cortes en el cerro, los que aún así son de un volumen importante.

A continuación del colector del vertedero se desarrolla un rápido de 20 metros de ancho y de una longitud de 64 metros, el que termina en una cuchara fundada en roca desde donde se lanza el caudal de la crecida del río.

Las obras de desviación consistirán en dos túneles de 16 m de diámetro revestidos con Shotcrete y radier de hormigón. La cota de la ataguía será 391 m.s.n.m. En estas condiciones es posible evacuar una crecida de 4.195 m³/s (1:50 años).

Finalmente las obras de entrega de caudales desde el embalse se han diseñado considerando un caudal máximo de 150 m³/s y ellas se ubican al interior del tunel norte. El agua será controlada por válvulas de chorro-hueco (Howell-Bunger).

EMBALSE PUNILLA

El embalse Punilla se ubica en el río Ñuble unos tres Kms. aguas abajo de sus confluencia con el río Los Sauces.

El valle, en la zona de la presa, ha sido excavado en rocas de la Formación Curamallín del Eoceno, donde predominan las tobas y brechas, las que en general se presentan poco alteradas, fracturadas y parcialmente cubiertas por rellenos cuaternarios de origen aluvial y escombros de falda.

En el lecho del río, se observan afloramientos de roca, que según los estudios de Rendel Palmer and Tritton corresponderían a bloques deslizados desde la ladera derecha. Sin embargo, en estudios posteriores efectuados por Lamperein y Macías y por Angel Núñez, se postula que ellas corresponden efectivamente a roca in situ, lo que ha sido aparentemente confirmado por los sondeos realizados en el área.

Apoyándose en los múltiples sondeos que se han efectuado en el área (31 sondeos), se puede afirmar que los espesores máximos de rellenos cuaternarios de origen fluvial que cubren parcialmente el fondo del valle alcanzan potencias de orden de los 10 m. En las laderas estos rellenos alcanzan potencias mayores en algunos puntos locales.

En algunos sectores la roca superficial se encuentra muy agrietada y a veces descompuesta.

El análisis sobre la altura de la presa concluyó que la de Punilla debería ser del orden de unos 140 metros de alto (cota 783). Su volumen de regulación con esta altura es de 885 Hm³.

Se estudiaron dos tipos de muros técnicamente factibles:

- Presa de enrocados con pantalla de hormigón.
- Presa gravitacional de hormigón rodillado.

El análisis de costos de los anteproyectos de ambas determinó que la solución de enrocado con pantalla de hormigón (C.F.R.D.) era más económica.

Debido a que la cobertura de fluvial en el área de la presa es pequeña se ha proyectado la pantalla de hormigón armado por aguas arriba de manera que deje la totalidad del plinto fundado en roca.

C.6.28

El talud de aguas arriba es 1.5:1 y el de aguas abajo 1,6;1 (H:V). La longitud de coronamiento es de 540 m y la altura de la presa es de aproximadamente 140 m.

La pantalla de hormigón es de diseño similar a la del embalse Los Monos, excepto en el plinto de la fundación que en este caso no requiere ser articulado pues el material correspondiente es roca.

El diseño del vertedero se ha realizado considerando la onda de la crecida de período de retorno 1:1.000 años y teniendo en cuenta el efecto regulador del embalse. El caudal máximo efluente utilizado finalmente resultó ser de 3,895 m³/s.

El vertedero es de tipo lateral y consulta un canal colector de 170 m que recibe las aguas por todo su contorno. Al término de este canal se encuentra una grada de 2 m de altura que da origen al rápido de descarga. Este rápido, revestido de hormigón, tiene 40 m de ancho, 700 m de longitud y termina en cuchara de lanzamiento tipo salto de esquí que lanza el agua al terreno natural rocoso.

Para los efectos de las obras de desviación, se ha considerado un caudal de período de retorno de 1:50 años ($Q = 2,860 \text{ m}^3/\text{s}$).

Además se ha consultado dos túneles de desviación de sección herradura de 13 m de diámetro con radier de hormigón y hormigón proyectado en muros y bóveda. La longitud de estos túneles es de 668 m y 770 m, respectivamente. En ambos túneles se construirá un tapón para cerrar la circulación del agua una vez finalizada la etapa de desviación.

Para alojar las obras de entrega, se consulta aprovechar el túnel de desviación más corto, dotándolo de una torre de captación que tendrá su umbral a la cota 680 m.s.n.m. El tapón dispondrá de una pasada circular de 4,8 m de diámetro seguida de una tubería de acero del mismo diámetro, al término de la cual se ubican las dos válvulas difusora tipo Howell Bunger.

EMBALSE QUILMO

El embalse Quilmo se encuentra ubicado en el estero del mismo nombre, en la angostura existente alrededor de 0.5 Kms. aguas arriba del puente que cruza el camino Chillán - Pemuco.

De acuerdo a las visitas de terreno y prospecciones realizadas, en el lugar donde se ubicará la presa existen sedimentos compactados impermeables.

Ellos están cubiertos en el fondo del lecho del estero por un depósito de limos y arcillas de poco espesor.

C.6.29

El material compactado es de impermeabilidad y de características geotécnicas adecuadas para un embalse. Para asegurar la impermeabilidad de la presa se ha considerado un diente central que deberá introducirse hasta el sedimento compactado.

Las características topográficas del lugar de su emplazamiento permitirían como cota máxima de su coronamiento 115 m.s.n.m, resultando una altura de 28 metros. El volumen de regulación será de alrededor de 62 Hm³.

Se ha definido que el muro de presa debería ser del tipo homogéneo, constituido por materiales existentes en el área con taludes 5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente, y con chimenea y alfombra drenante.

Se contempla adicionalmente espaldones de material permeable en los taludes de aguas arriba y aguas abajo del muro.

El diseño del Vertedero se realizó considerando el caudal de crecida de período de retorno 1:1.000 Años ($Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$).

Dado lo pequeño de la presa no se efectuó un análisis de su efecto amortiguador respecto al caudal de la crecida.

En este caso el volumen del embalse permite pensar en su construcción de modo de dejar una cuña del muro sin rellenar el primer año de su realización.

De este modo durante el invierno se dejaría libre paso a las aguas de posibles crecidas y por lo tanto, no habría necesidad de obra de desviación de caudales.

Posteriormente en la segunda temporada se efectuaría el relleno de esta cuña, previo a lo cual se construirá la obra de entrega, la que quedaría incorporada al mismo, cruzándolo normalmente.

Esta obra se diseñará para un caudal de 8,0 m³/s.

EMBALSE BOYEN BAJO

El embalse Boyén se encuentra ubicado en el estero del mismo nombre alrededor de unos 3,5 Km aguas arriba del Puente El Diablo.

El estero Boyén ha excavado su curso, similarmente al estero Quilmo, en la formación Mininco, la que corresponde a fluviales antiguos consolidados impermeables (tosca).

Las características geotécnicas de la zona del embalse son similares a los que se presentan en el caso del embalse Quilmo.

Es decir existen sedimentos compactados impermeables, cubiertos por limos y arcillas de poco espesor.

Para asegurar la impermeabilidad se considera conveniente un diente que penetre en los materiales compactados.

Considerando los antecedentes de la topografía del lugar se ha considerado que la prefactibilidad debe realizarse de modo que se utilice al máximo la altura posible, lo cual determina que ella debe ser de 34 metros y, por lo tanto, el volumen de regulación de unos 65 Hm³.

El muro deberá ser homogéneo constituido por los fluviales antiguos existentes con taludes 2,5/1 por aguas arriba y 2/1 por aguas bajo (H/V).

Asimismo, en el talud de aguas abajo es necesario considerar en este tipo de muro homogéneo de materiales impermeables, chimenea y alfombra drenantes.

Adicionalmente, aguas arriba y agua abajo es necesario adosar al material homogéneo relleno permeable.

El diseño del vertedero en la misma forma que para los otros embalses en análisis de prefactibilidad se ha realizado para la crecida 1:1.000 años ($Q = 290 \text{ m}^3/\text{s}$).

La topografía existente ha determinado un vertedero de alimentación lateral, canal colector, canal y rápido y colchón disipador. Las longitudes correspondientes son de 40 metros (colector) 90 metros (canal y rápido) 20 metros (colchón). El ancho basal del rápido alcanza a 20 metros.

Similarmente a los embalses Changaral y Quilmo es posible considerar un diseño del muro en etapas dejando una cuña por rellenar de modo de evitar la realización de una obra de desviación.

C.6.31

La obra de descarga, ducto incorporado al muro, tendrá una capacidad de $8.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

EMBALSE CHANGARAL

El embalse Chagaral se ubica en la angostura del río del mismo nombre, situado a unos 900 metros aguas abajo de su confluencia con el estero Millauquén.

En líneas generales el embalse se ubicaría en una zona del río Chagaral en el que el ancho del Valle a nivel del lecho del río es de 200 m y las laderas alcanzan aproximadamente a unos 17 m de alto (la de menos altura).

La zona de la angostura, puede indicarse que se caracteriza por la presencia en superficie de gravas y arena, bajo las cuales existen gravas y arenas limosas cementadas constituyendo materiales adecuados para la ejecución de rellenos impermeables.

En el análisis que se ha hecho de la altura de la presa se ha concluido que la cota de inundación del embalse limitada por la topografía del lugar no puede exceder de 128,5 m.s.n.m. Este hecho permite concluir que la altura correspondiente deberá ser de 16 metros y el volumen de regulación de alrededor de 70 Hm^3 .

Se considera que el diseño más adecuado para el muro de presa correspondería a un muro homogéneo efectuado con materiales provenientes de fluviales antiguos, que tendrían taludes exteriores de 2,5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Se contempla también espaldones permeables por aguas arriba y aguas abajo que se apoyan en los rellenos impermeables.

En el sector de aguas abajo el muro dispondría de una chimenea y de una alfombra drenante.

Para impermeabilizar los materiales finos que hay en el fondo del valle, se considera posible efectuarlo mediante una zanja rellena con materiales impermeables que se introduzca con un diente en los fluviales antiguos.

El diseño del vertedero se realizó considerando el caudal de crecida de período de retorno 1:1.000 años ($Q = 395 \text{ m}^3/\text{s}$). Dado lo pequeño de la presa no se efectuó un análisis del efecto amortiguador del embalse en relación al caudal de crecida. Este vertedero es de alimentación lateral seguido por un caudal colector de 156 metros de largo al que sigue un rápido de descarga de 100 metros de longitud de ancho basal de 20 metros

C.6.32

y que termina en un colchón disipador de 40 metros de longitud.

Dado el volumen reducido del muro aproximadamente 160.000 m³ es posible construirlo en etapas.

En este caso habría que dejar una zona de él sin construir para que pueda escurrir el río durante la época de lluvias. En la última temporada se procedería al relleno de la cuña correspondiente, previo a lo cual se construiría la obra de entrega de manera tal que no sería necesario una obra de desviación de caudales.

La obra de entrega se diseñara para un caudal de 8.0 m³/s y de modo que cruce normalmente al muro de presa.

EMBALSE ANDALIEN

El embalse Andalién se ubica en el río Andalién, en una angostura que existe unos 1500 metros aguas abajo de la confluencia de los esteros Poñén y Curapalihue.

La angostura donde se ubicaría la presa está formada por rocas graníticas del Paleozoico muy alteradas y descompuestas en los estratos superiores que forman la superficie del terreno.

La roca de los empotramientos se encuentra maicillizada y muy meteorizada en sitio. El material que se ve en la superficie corresponde a una arena limosa adecuada para ser usada como relleno impermeable.

El lecho del río está formado por arenas medias de poco espesor que alcanzan a 3,65 m de profundidad. Se eligió una presa de 18,8 m de altura que permite regar las 1.131 há regables en este valle.

Las características de los suelos encontrados en la angostura hacen recomendable la ejecución de una presa de tierra homogénea con una chimenea drenante. En la construcción de los rellenos se pueden utilizar los maicillos que se encuentran en el área de la presa.

Presa

La presa tendrá una longitud de coronamiento de 145 m y un talud de aguas arriba de 2,5/1 y uno de aguas abajo de 2/1.

Adosada a la presa, se construirá por su lado derecho la obra de evacuación diseñada para evacuar la crecida milenaria (1010 m³/s).

La obra de desviación

Consistiría en una ataguía de tierra y un ducto excavado en la ribera derecha del río. Este ducto consiste en un tubo transversal a la presa a la cota del lecho del río, que tendría una sección circular interior de 2,4 m y una longitud de 98,5 m con una pendiente de 0,01. Al final de esta obra se construiría un colchón dissipador de energía.

La obra de entrega estaría constituida por la obra de desviación acondicionada y de modo que el agua se entregaría y controlaría mediante una válvula Howell-Bunger.

EMBALSE PUYAMAVIDA.

El proyecto del embalse Puyamávida se encuentra en la cuenca del río Longuén. Su presa se situaría en una angostura del estero Chipanco que existe próxima a la localidad de Puyamávida, en el faldeo sur del cerro Lleque.

Para crear un embalse en el lugar elegido es necesario cerrar el cauce del río mediante una presa vertedero y un antiguo lecho mediante una presa de tierra. En este lecho antiguo no se observan afloramientos rocosos y los suelos corresponden a una arcilla de alta plasticidad.

La angostura en la cual se ubicará la presa vertedero está formada por rocas intrusivas post paleozoicas con una cubierta de suelo de poco espesor. Existen afloramientos rocosos en ambos empotramientos.

La altura más adecuada de la presa se estableció en 22 m.

En la angostura principal, por existir afloramientos rocosos en ambos empotramientos se ha considerado una presa de hormigón rodillado.

El lecho antiguo se ha consultado cerrarlo con una presa de tierra homogénea con espaldones aguas arriba y aguas abajo debido a que esta presa está fundada en arcilla plástica.

Como se ha dicho, en la angostura principal se ha considerado construir una presa de hormigón rodillado, la que tendrá un largo de coronamiento de 150 m y una altura de 22 m. El talud del paramentro de aguas abajo será de 0,8/1 (H/V).

Para cerrar el lecho antiguo se ha proyectado una presa de tierra homogénea de taludes 2,5/1 (aguas arriba) y 2/1 (aguas abajo). Debido a las propiedades del material de fundación, ha sido necesario considerar dos espaldones (aguas arriba y aguas abajo) de taludes 4,5/1 para estabilizar la presa.

El largo del coronamiento de esta presa es de 340 m y su altura máxima, de 19,5 m.

La presa vertedero ha sido diseñada para la crecida milenaria (245 m³/s). El umbral del vertedero tiene una largo libre de 45 m. Esta obra incluye un cuenco dissipador de energía en su extremo inferior.

C.6.35

En la parte central inferior de la presa vertedero se ha ubicado la desviación y ha sido diseñada para evacuar el caudal máximo instantáneo de estiaje con un período de retorno de 5 años ($8,6 \text{ m}^3/\text{s}$).

Obra de entrega

Para entregar el caudal para riego se construirá una obra de entrega que se ubicará junto al lado derecho de la presa y en la que el caudal será controlado mediante una válvula de chorro hueco (Howell-Bunger).

6.2.2 CANALES DE TRASVASE

Las obras de regulación que se han seleccionado para el regadío del área: Punilla y Los Monos (alternativas), Boyén, Quilmo y Changaral, determinarían zonas de influencia que pueden estar ligadas a las hoyas inmediatamente aguas abajo de los embalses, como es el caso de Boyén y Quilmo, o a hoyas contiguas o alejadas si se producen excedentes respecto a las necesidades del área propia de la obra.

Para definir los posibles trasvases se ha considerado que los embalses del río Ñuble (Los Monos o Punilla) deben servir preferencialmente su hoya (Area de Planificación Ñuble). En el caso de producirse excedentes, ellos deben conducirse hacia el Sur alimentando a los sectores servidos por el Cato y el Chillán, ya que el área Ñiquén se abastece básicamente con derrames y recuperaciones provenientes del sector Norte del río Ñuble.

En el caso de Changaral sus recursos exceden de las necesidades de la hoya propia y es posible trasvasarlos hacia la zona costera de secano.

El canal de trasvase Ñuble - Cato - Chillán depende como se ha dicho, de los posibles excedentes de la hoya del río Ñuble.

En el caso del Sistema de Riego basado en el embalse Punilla y además considerando regadío mecánico en la zona baja de este sector, se producen los excedentes máximos resultando en este caso el Canal de Traslase de mayor capacidad. Si en este sistema no se incluye bombeo, también se producen excedentes, siendo necesario, por lo tanto, un Canal de Traslase, pero de menor capacidad que el del caso anterior.

En el caso de los sistemas de riego basados en Los Monos, en la alternativa con bombeo es necesario un canal de trasvase. En el caso que no se incorpora bombeo, las disponibilidades no permiten regar toda el área del Ñuble con 85% de seguridad y, por lo tanto, no hay excedentes que pudieran justificar un trasvase.

- Diseño Canal de Traslase Ñuble - Cato - Chillán

El canal de Traslase de recursos desde el río Ñuble hacia los ríos Cato y Chillán presenta distintas características según sean las obras de regulación que se considere en cada caso. El cuadro que se incluye a continuación se resumen las

C.6.37

características que presentará este canal para las situaciones diferentes que se analizan en el modelo de simulación.

ALTERNATIVA	TRAMO	i 10-3	Q (M3/s)	b (m)	hn (m)	R (m)	H (m)	V (m/s)
Los Monos, Boyén Quilmo, Changaral y Bombeo	Ñuble-Cato	0,5	14,3	3,0	2,80	0,35	3,15	0,88
	Cato-Chillán	0,5	12,6	3,0	2,62	0,38	3,0	0,85
	Chillán- Boyén	1,0	5,8	2,2	1,65	0,35	2,0	0,91
	Boyén- Llunco	1,0	2,9	1,8	1,25	0,30	1,55	0,76
Punilla, Boyén, Quilmo y Changaral	Ñuble-Cato	0,5	16,6	3,5	2,86	0,29	3,15	0,91
	Cato-Chillán	0,5	13,5	3,0	2,72	0,28	3,0	0,87
	Chillán- Boyén	1,0	5,8	2,2	1,65	0,35	2,0	0,91
	Boyén- Llunco	1,0	2,9	1,8	1,25	0,30	1,55	0,76
Punilla, Boyén, Quilmo, Changaral y Bombeo	Ñuble-Cato	0,5	17,9	4,0	2,82	0,33	3,15	0,93
	Cato-Chillán	0,5	19,8	5,0	2,71	0,29	3,0	0,95
	Chillán- Boyén	1,0	5,8	2,2	1,65	0,35	2,0	0,91
	Boyén- Llunco	1,0	2,9	1,8	1,25	0,30	1,55	0,76

i = pendiente
 Q = Caudal
 b = ancho basal
 hn = altura normal
 R = revancha
 H = altura total
 V = velocidad

- Diseño Canal alimentador Chillán - Boyén - Quilmo.

En el caso del sistema de Riego basado solamente en los Embalses Los Monos, Boyén, Quilmo y Changaral no se requiere canal de trasvase, pero es necesario, sin embargo, considerar un canal alimentador desde el río Chillán que conduzca aguas de invierno hasta Boyén y Quilmo sucesivamente.

C.6.38

La forma óptima de conducir recursos para alimentar los embalses Boyén - Quilmo de acuerdo a los estudios comparativos realizados es a través de un canal cuyo trazado es coincidentes con el sector del Canal de Trasvase correspondiente al tramo Chillán - Lluanco.

Las características de este canal son las siguientes:

TRAMO	i 10-3	Q (m ³ /s)	b (m)	hn (m)	R (m)	H (m)	V (m/s)
Chillán-Boyén	1,0	5,8	2,2	1,65	0,35	2,00	0,91
Boyén-Lluanco	1,0	2,9	1,8	1,25	0,30	1,55	0,76

i = pendiente
 Q = Caudal
 b = ancho basal
 hn = altura normal
 R = revancha
 H = altura total
 V = velocidad

- Diseño Canal de Trasvase Changaral - Lonquén.

La captación del canal corresponderá a la obra de entrega del embalse Changaral, desde donde se desarrollará el canal por terreno plano o laderas de muy poca pendiente.

Las características de este canal serán las siguientes:

i	Q (m ³ /s)	b (m)	hn (m)	R (m)	H (m)	V (m/s)
0,0005	7,7	2,5	2,18	0,32	2,5	0,76

i = pendiente
 Q = Caudal
 b = ancho basal
 hn = altura normal
 R = revancha
 H = altura total
 V = velocidad

- Canales de Distribución Embalses Andalién y Puyamávida.

Estos embalses riegan sectores costeros que no están incluidos en el modelo de simulación y que serán analizados a través de estudios específicos para cada caso.

La información disponible de topografía para definir los canales corresponde básicamente al plano 1:50.000. Dado por otra parte que las superficies posibles de regar son pequeñas, se ha considerado, que para estos canales se hará básicamente una estimación del costo de tipo global, la que se incluirá en el análisis económico correspondiente.

6.2.3 DISEÑO OBRAS HIDROELECTRICAS RELACIONADAS CON LOS EMBALSES.

Con el propósito de analizar la posibilidad de mejorar el beneficio del proyecto de riego, se hicieron estudios preliminares tendientes a ver la factibilidad técnica económica de implantar una Central Hidroeléctrica en las cercanías de cada una de las presas que integran este proyecto.

Del análisis de la operación de los embalses, se descartó de inmediato la posibilidad de implantar centrales en los embalses Changaral, Boyén y Quilmo, debido a su pequeño caudal de riego aprovechable para la generación de energía y por la pequeña altura de caída disponible en cada uno de ellos. En consecuencia, las únicas centrales dignas de análisis fueron las correspondientes a las presas de Punilla y Los Monos.

El concepto de estas centrales era aprovechar la infraestructura de riego de cada proyecto particular sin hacer grandes modificaciones a las obras de riego propiamente tales, vale decir, las centrales generarían los caudales de riego, con las alturas netas que resultan de la operación de los embalses con fines exclusivamente de riego.

En otras palabras, la operación de las centrales estaría condicionada por la operación del Sistema de Riego correspondiente.

Un resumen de las características de las centrales estudiadas es el siguiente:

CENTRAL HIDROELECTRICA PUNILLA .

La central hidroeléctrica Punilla se ubicaría en las cercanías de la presa del mismo nombre y utilizaría como aducción las mismas obras que se requieren para la entrega del agua de riego, con las mínimas modificaciones necesarias para tal efecto.

Debido a que es manifiesta la ganancia de energía cuando la central dispone de dos máquinas, se adoptó la alternativa con dos turbinas y con los siguientes parámetros de diseño:

Q diseño (aproximadamente igual a la demanda máxima de riego)	= 140 m ³ /s
Altura de diseño	= 96 m
Potencia de la Central	= 117 Mw.

La Central resultó atractiva desde el punto de vista económico, sin embargo, ella no generaría en el mes de Abril y tendría una baja generación en los meses de Mayo, Junio y Julio.

En el período Agosto - Febrero tendría una generación elevada y muy cercana a plena carga.

CENTRAL HIDROELECTRICA LOS MONOS

Esta central se ubicaría en la ribera derecha inmediata a la presa del mismo nombre. En este caso no resulta conveniente colocar dos turbinas, ya que prácticamente no hay ganancia de energía al disponer dos unidades generadoras.

Se adoptó la solución con una turbina cuyos parámetros de diseño serían los siguientes:

Q diseño (aproximadamente igual a la demanda máxima de riego)	= 120 m ³ /s
Altura de diseño	= 73,5 m
Potencia de la Central	= 77 Mw.

De los resultados obtenidos en la evaluación económica se concluye que la central hidroeléctrica Los Monos es factible técnica y económicamente.

Cabe hacer presente que esta central prácticamente estaría detenida en los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio de cada año, y sólo operaría con un caudal cercano al de diseño durante la época de riego. Este hecho podría constituir una limitante seria para la decisión de construir esta central.

6.2.4 DISEÑOS DE SISTEMAS DE CONDUCCION MATRICES

AMPLIACION DE LAS REDES EXISTENTES

Existe actualmente una red de canales principales, secundarios, derivados y subderivados que cubre una extensa área en la zona del proyecto.

Los canales matrices que captan de los ríos principales y de sus afluentes están enrolados en el catastro de la Dirección de Aguas y, por lo tanto, ha sido posible determinar su capacidad de conducción. Existe, sin embargo, una segunda red que utiliza esteros y cauces naturales que da origen también a canales derivados y subderivados, la que de acuerdo a lo observado en terreno y en los planos es amplia y difundida.

De acuerdo a lo expuesto, el Consultor considera que la capacidad de la red del catastro de la D.G.A. habría que agregarle un complemento de bastante relevancia, debido a la cantidad de cauces naturales, los cuales se orientan justamente en el sentido en que se desarrolla la red de canales existentes.

De lo observado en planos y en terreno, se ha estimado que globalmente esta red complementaria de cauces naturales representa cifras del orden de un 30 % a 50 % respecto al catastro de canales de la D.G.A.

Cabe hacer presente que se ha tenido que hacer esta estimación global, pues no existe información detallada sobre lo que riega cada canal, cuanto habría que ampliarlo, capacidad a lo largo de su recorrido,... etc.

Es indudable, en todo caso, que inicialmente los canales que captan del río será necesario ampliarlos de modo que puedan conducir el total del caudal requerido por el nuevo riego, pero posteriormente ellos al alimentar cauces naturales necesitarán sólo de ampliaciones menores.

En resumen, se estima adecuado considerar que la red actual está representada por los canales existentes y un complemento de cauces naturales que en forma global es del orden de un 35 % de esta red existente.

Usando como base el criterio expuesto, en el cuadro siguiente

C.6.43

se define la capacidad estimada de la red actual.

- Capacidad Actual de la Red del Area del Estudio.

RIO	CANALES MATRICES m ³ /s	CANALES DERIVADOS m ³ /s	CAUCES NATURALES m ³ /s	CAPACIDAD TOTAL m ³ /s
Ñiquen	1,0	0,5	0,4	1,9
Ñuble	74,3	9,5	30,0	113,8
Cato	6,0	2,2	2,4	10,6
Niblinto	1,8	0,4	0,6	2,8
Coihueco	6,8	1,1	2,5	10,4
Chillán	10,0	2,6	3,0	15,6
Changaral	0,4	-	-	0,4

Considerando la Capacidad Total de la red existente y las necesidades futuras, las que se obtendrán del modelo, será posible determinar la ampliación de las redes de conducción para incorporar los nuevos recursos provenientes de las obras de regulación.

Las necesidades de conducción obtenidas para cada sector del modelo de simulación son las siguientes:

C.6.44

a) Caso Embalses Los Monos, Boyén, Quilmo y Changaral.

RIO	SECTOR	SUPERFICIE REGABLE (há)	SUPERFICIE REGADIO CON SEGURIDAD (há)			CAPACIDAD NECESARIA DE CANALES (m ³ /s)		
			85%	50%	40%	85%	50%	40%
Ñiquen	1	1.336	1.336	-	-	1,9	-	-
Ñuble	2	91.682	79.000	91.682	-	118,8	137,9	-
Cato	3	7.163	6.300	7.163	-	9,0	10,2	-
Cato	4	1.041	118	-	175	0,2	-	0,3
Coihueco	5	3.310	3.100	3.310	-	4,5	4,7	-
Niblinto	6	1.729	155	-	620	0,3	-	0,9
Coihueco	7	2.719	1.850	2.450	-	2,7	3,6	-
Chillán	8	12.100	12.100	-	-	15,5	-	-
Chillán	9	26.643	4.150	5.400		5,6	7,2	-
Chillán	10	700	207	-	-	0,3	-	-
Chillán	11	500	207	-	-	0,3	-	-
Changaral	13	13.273	4.000	4.700		6,6	7,7	-

C.6.45

- b) Caso Embalses Los Monos, Boyén, Quilmo, Changaral y Bombeo.

RIO	SECTOR	SUPERFICIE REGABLE (há)	SUPERFICIE REGADIO CON SEGURIDAD (há)			CAPACIDAD NECESARIA DE CANALES (m ³ /s)		
			85%	50%	40%	85%	50%	40%
Ñiquen	1	1.336	1.336	-	-	1,9	-	-
Ñuble	2	91.682	91.682	-	-	137,9	-	-
Cato	3	7.163	7.163	-	-	10,2	-	-
Cato	4	1.041	1.041	-	-	1,6	-	-
Coihueco	5	3.310	3.100	-	-	4,5	-	-
Niblinto	6	1.729	1.729	-	-	2,6	-	-
Coihueco	7	2.719	2.719	-	-	4,0	-	-
Chillán	8	23.150	20.350	-	-	24,9	-	-
Chillán	9	15.593	11.450	-	-	15,3	-	-
Chillán	10	700	700	-	-	1,0	-	-
Chillán	11	500	500	-	-	0,7	-	-
Changaral	13	13.273	4.000	-	-	6,6	-	-

C.6.46

c) Caso Embalses Punilla, Boyén, Quilmo y Changaral.

RIO	SECTOR	SUPERFICIE REGABLE (há)	SUPERFICIE REGADIO CON SEGURIDAD (há)			CAPACIDAD NECESARIA DE CANALES (m ³ /s)		
			85%	50%	40%	85%	50%	40%
Ñiquen	1	1.336	1.336	-	-	1,9	-	-
Ñuble	2	92.571	92.571	-	-	139,2	-	-
Cato	3	7.163	7.163	-	-	10,2	-	-
Cato	4	1.041	1.041	-	-	1,6	-	-
Coihueco	5	3.310	3.100	-	-	4,5	-	-
Niblinto	6	1.729	155	-	-	0,3	-	-
Coihueco	7	2.719	1.850	-	-	2,7	-	-
Chillán	8	23.150	21.700	-	-	27,9	-	-
Chillán	9	15.593	4.150	-	-	5,6	-	-
Chillán	10	700	207	-	-	0,3	-	-
Chillán	11	500	207	-	-	0,3	-	-
Changaral	13	13.273	4.000	-	-	6,6	-	-

d) Caso Embalses Punilla, Boyén, Quilmo y Changaral Bombeo.

RIO	SECTOR	SUPERFICIE REGABLE (há)	SUPERFICIE REGADIO CON SEGURIDAD (há)			CAPACIDAD NECESARIA DE CANALES (m ³ /s)		
			85%	50%	40%	85%	50%	40%
Ñiquen	1	1.336	1.336	-	-	1,9	-	-
Ñuble	2	92.571	92.571	-	-	139,2	-	-
Cato	3	7.163	7.163	-	-	10,2	-	-
Cato	4	1.041	1.041	-	-	1,6	-	-
Coihueco	5	3.310	3.310	-	-	4,7	-	-
Niblinto	6	1.729	1.729	-	-	2,6	-	-
Coihueco	7	2.719	2.719	-	-	4,0	-	-
Chillán	8	23.150	23.150	-	-	28,3	-	-
Chillán	9	15.593	11.450	-	-	15,3	-	-
Chillán	10	700	700	-	-	1,0	-	-
Chillán	11	500	500	-	-	0,7	-	-
Changaral	13	13.273	4.000	-	-	6,6	-	-

C.6.48

Resumiendo el análisis sobre ampliación de las Redes de Canales, la situación es la siguiente:

RIO	SECTOR	AMPLIACION CASOS			
		a	b	c	d
Ñiquen	1	0	0	0	0
Ñuble	2	15%	15%	15%	15%
Cato	3	20%	25%	25%	25%
Cato	4	0	60%	60%	60%
Coihueco	5	0	0	0	0
Niblinto	6	0	0	0	0
Coihueco	7	0	0	0	0
Chillán	8	90%	80%	110%	110%
Chillán	9	0	30%	0	30%
Chillán	10	0	0	0	0
Chillán	11	0	0	0	0
Changaral	13	8m ³ /s	8m ³ /s	8m ³ /s	8m ³ /s

En el cuadro se puede observar que la red necesaria para el caso b. (Sistemas Los Monos con bombeo) es mayor que la del caso a. (Sistema Los Monos sin bombeo) esto aparentemente es contradictorio, pues si se agrega bombeo en forma masiva como solución de apoyo predial, teóricamente se necesitaría menos capacidad de canales. Sin embargo, se ha considerado que no es conveniente limitar la capacidad de conducción de los recursos gravitacionales disponibles, pues en los años más lluviosos que el 85% conviene utilizar estos recursos en lugar de bombear. De este modo en la solución combinada de regadío gravitacional y bombeo, esto último se ha considerado como un apoyo eventual para los años secos y por lo tanto debe existir capacidad de canal que permita llegar hasta los sectores con bombeo cuando en años buenos hidrológicamente existan recursos gravitacionales.

En los casos c. y d. (Punilla sin y con bombeo) se produce la misma situación y adicionalmente se necesitan redes mayores que en el caso Los Monos, debido a que los recursos gravitacionales que se incorporan al Sistema son de mayor envergadura en el caso de Punilla.

6.3 PRESUPUESTO DE INVERSION Y OPERACION DE LAS OBRAS. PROGRAMAS DE EJECUCION

6.3.1 PRESUPUESTO DE INVERSION Y DE OPERACION.

CASO 2: Sistema Los Monos, Changaral, Boyén y Quílmo sin Bombeo

1- PRESUPUESTO DE INVERSIONES

CASO 2: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
LOS MONOS	76 688 254	42 674 218	119 362 472
QUILMO	7 500 264	3 507 674	11 007 938
BOYEN	9 404 352	4 864 822	14 269 174
CHANGARAL	10 631 918	1 487 962	12 119 880
SUB-TOTAL EMBALSES	104 224 788	52 534 676	156 759 464
2- CANALES DE TRASVASE			
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	1 649 258	638 073	2 287 331
CHANGARAL	1 940 658	772 834	2 713 492
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	3 589 916	1 410 907	5 000 823
3- AMPLIACION DE LA RED EXISTENTE	3 258 083	1 396 322	4 654 405
4- DRENAJE	11 792 674	887 621	12 680 295
TOTAL	122 865 461	56 229 526	179 094 987

2- PRESUPUESTO DE OPERACION ANUAL

CASO 2: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
LOS MONOS	72 096	0	72 096
QUILMO	24 032	0	24 032
BOYEN	24 032	0	24 032
CHANGARAL	24 032	0	24 032
SUB-TOTAL EMBALSES	144 192	0	144 192
2- CANALES DE TRASVASE			
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	26 702	0	26 702
CHANGARAL	26 702	0	26 702
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	53 404	0	53 404
3- OPERACION DE LA AMPLIACION DE LA RED	105 116	0	105 116
TOTAL	302 712	0	302 712

CASO 3: Sistema Punilla, Changaral, Boyén y Quilmo sin Bombeo**1- PRESUPUESTO DE INVERSIONES**

CASO 3: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
PUNILLA	62 788 168	45 490 416	108 278 584
QUILMO	7 500 264	3 507 674	11 007 938
BOYEN	9 404 352	4 864 822	14 269 174
CHANGARAL	10 631 918	1 487 962	12 119 880
SUB-TOTAL EMBALSES	90 324 702	55 350 874	145 675 576
2- CANALES DE TRASVASE			
TRAMO ÑUBLE - CHILLAN	10 387 348	4 249 089	14 636 437
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	1 649 258	638 073	2 287 331
CHANGARAL	1 940 658	772 834	2 713 492
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	13 977 264	5 659 996	19 637 260
3- AMPLIACION DE LA RED EXISTENTE	3 613 834	1 548 785	5 162 619
4- DRENAJE	13 845 114	1 042 105	14 887 219
TOTAL	121 760 914	63 601 760	185 362 674

2- PRESUPUESTO DE OPERACION ANUAL

CASO 3: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
PUNILLA	72 096	0	72 096
QUILMO	24 032	0	24 032
BOYEN	24 032	0	24 032
CHANGARAL	24 032	0	24 032
SUB-TOTAL EMBALSES	144 192	0	144 192
2- CANALES DE TRASVASE			
TRAMO ÑUBLE - CHILLAN	77 437	0	77 437
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	26 702	0	26 702
CHANGARAL	26 702	0	26 702
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	130 841	0	130 841
3- OPERACION DE LA AMPLIACION DE LA RED	274 470	0	274 470
TOTAL	549 503	0	549 503

C.6.51

CASO 4: Bombeo Solo

1 - PRESUPUESTO DE INVERSIONES

CASO 4: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- BOMBEO MECANICO	28 835 100	58 399 530	87 234 630
2- DRENAJE	8 511 971	640 686	9 152 657
TOTAL	37 347 071	59 040 216	96 387 287

2 - PRESUPUESTO DE OPERACION ANUAL

CASO 4: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- BOMBEO MECANICO	2 000 690	0	2 000 690
2- DRENAJE	0	0	0
TOTAL	2 000 690	0	2 000 690

CASO 5: Sistema Los Monos, Changaral, Boyén y Quilmo con Bombeo

1- PRESUPUESTO DE INVERSIONES

CASO 5: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
LOS MONOS	76 688 254	42 674 218	119 362 472
QUILMO	7 500 264	3 507 674	11 007 938
BOYEN	9 404 352	4 864 822	14 269 174
CHANGARAL	10 631 918	1 487 962	12 119 880
SUB-TOTAL EMBALSES	104 224 788	52 534 676	156 759 464
2- CANALES DE TRASVASE			
TRAMO ÑUBLE - CHILLAN	10 091 407	4 122 256	14 213 663
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	1 649 258	638 073	2 287 331
CHANGARAL	1 940 658	772 834	2 713 492
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	13 681 323	5 533 163	19 214 486
3- AMPLIACION DE LA RED EXISTENTE	3 553 797	1 523 056	5 076 853
4- BOMBEO MECANICO	28 219 275	53 441 535	81 660 810
5- DRENAJE	14 269 688	1 074 063	15 343 751
TOTAL	163 948 871	114 106 493	278 055 364

2- PRESUPUESTO DE OPERACION ANUAL

CASO 5: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
LOS MONOS	72 096	0	72 096
QUILMO	24 032	0	24 032
BOYEN	24 032	0	24 032
CHANGARAL	24 032	0	24 032
SUB-TOTAL EMBALSES	144 192	0	144 192
2- CANALES DE TRASVASE			
TRAMO ÑUBLE - CHILLAN	77 437	0	77 437
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	26 702	0	26 702
CHANGARAL	26 702	0	26 702
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	130 841	0	130 841
3- OPERACION DE LA AMPLIACION DE LA RED	333 452	0	333 452
4- BOMBEO MECANICO	1 178 180	0	1 178 180
TOTAL	1 786 665	0	1 786 665

CASO 6: Sistema Punilla, Changaral, Boyén y Quilmo con Bombeo

1- PRESUPUESTO DE INVERSIONES

CASO 6: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
PUNILLA	62 788 168	45 490 416	108 278 584
QUILMO	7 500 264	3 507 674	11 007 938
BOYEN	9 404 352	4 864 822	14 269 174
CHANGARAL	10 631 918	1 487 962	12 119 880
SUB-TOTAL EMBALSES	90 324 702	55 350 874	145 675 576
2- CANALES DE TRASVASE			
TRAMO ÑUBLE - CHILLAN	11 732 750	4 825 689	16 558 439
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	1 649 258	638 073	2 287 331
CHANGARAL	1 940 658	772 834	2 713 492
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	15 322 666	6 236 596	21 559 262
3- AMPLIACION DE LA RED EXISTENTE	3 707 071	1 588 744	5 295 815
4- BOMBEO MECANICO			
BOMBEO COMPLEMENTARIO	12 244 050	22 942 500	35 186 550
BOMBEO AISLADO	11 381 895	22 835 334	34 217 229
5- DRENAJE	14 576 216	1 097 135	15 673 351
TOTAL	147 556 600	110 051 183	257 607 783

2- PRESUPUESTO DE OPERACION ANUAL

CASO 6: PRECIOS DE MERCADO		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$ 374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1- EMBALSES			
PUNILLA	72 096	0	72 096
QUILMO	24 032	0	24 032
BOYEN	24 032	0	24 032
CHANGARAL	24 032	0	24 032
SUB-TOTAL EMBALSES	144 192	0	144 192
2- CANALES DE TRASVASE			
TRAMO ÑUBLE - CHILLAN	77 437	0	77 437
ALIMENTADOR EMB. BOYEN Y QUILMO	26 702	0	26 702
CHANGARAL (C/ELEVACION)	26 702	0	26 702
SUB-TOTAL CANALES DE TRASVASE	130 841	0	130 841
3- OPERACION DE LA AMPLIACION DE LA RED	362 067	0	362 067
4- BOMBEO MECANICO			
BOMBEO COMPLEMENTARIO	853 550	0	853 550
BOMBEO AISLADO	1 456 880	0	1 456 880
TOTAL	2 947 530	0	2 947 530

1 - PRESUPUESTO DE INVERSIONES

EMBALSE ANDALIEN		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1 - EMBALSE ANDALIEN	4 332 157	1 962 593	6 294 750
2 - CANALES DE RIEGO ASOCIADOS	75 711	27 597	103 308
TOTAL	4 407 868	1 990 190	6 398 058

2 - PRESUPUESTO DE OPERACION Y MANTENCION ANUAL

EMBALSE ANDALIEN		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1 - EMBALSE ANDALIEN	24 032	0	24 032
2 - CANALES DE RIEGO ASOCIADOS	1 028		1 028
TOTAL	25 060	0	25 060

1 - PRESUPUESTO DE INVERSIONES

EMBALSE PUYAMAVIDA		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1 - EMBALSE PUYAMAVIDA	6 541 667	1 444 005	7 985 672
2 - CANALES DE RIEGO ASOCIADOS	150 135	49 254	199 389
TOTAL	6 691 802	1 493 259	8 185 061

2 - PRESUPUESTO DE OPERACION Y MANTENCION ANUAL

EMBALSE PUYAMAVIDA		NIVEL DE REFERENCIA: ENERO 1992 TASA DE CAMBIO: 1 US\$ = \$374,5	
ITEM	TOTAL MONEDA NACIONAL (US\$)	TOTAL MONEDA EXTRANJERA (US\$)	INVERSION TOTAL (US\$)
1 - EMBALSE PUYAMAVIDA	24 030	0	24 030
2 - CANALES DE RIEGO ASOCIADOS	1 579		1 579
TOTAL	25 609	0	25 609

6.3.2 PROGRAMA DE LAS OBRAS

Programa Embalse Los Monos

ITEM	A Ñ O S			
	1	2	3	4
1- INSTALACION DE FAENAS	----			
2- CONSTRUCCION TUNELES DE DESVIACION.	-----	-----		
3- PRIMER SECTOR DE LA PRESA	-----	-----		
4- PREATAGUIA		--		
5- ATAGUIA		--	----	
6- RESTO DE LA PRESA			-----	
7- CIERRE DE DESVIACION			--	
8- MONTAJE OBRAS DE ENTREGA			----	----
9- VERTEDERO		-----	-----	
10- TERMINACIONES				-----

Programa Embalse Punilla.

ITEM	AÑOS				
	1	2	3	4	5
1_ -INSTALACION DE FAENAS	--				
2_ CONSTRUCCION TUNELES DE DESVIACION	-----	--			
3_ ATAGUIAS		--			
4_ INYECCIONES	-----	--			
5_ PRESA			-----	-----	--
6_ HORMIGONES			-----	-----	--
7_ VERTEDERO			-----	-----	
8_ CIERRE TUNELES				--	
9_ MONTAJE OBRAS DE ENTREGA				-----	
10_ TERMINACIONES					

Programa Embalse Quilmo.

[illegible]

Programa Embalse Boyén.

ITEM	M E S E S																	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
1- INSTALACION DE FAENAS	---																	
2- PRIMER SECTOR DE LA PRESA		-----								---								
3- OBRA DE DESVIACION TOMA Y ENTREGA							-----			---								
4- VERTEDERO				-----			-----			-----			-----					
5- DESVIACION DEL RIO										---								
6- SEGUNDO SECTOR DE LA PRESA											---		-----					
7- TERMINACIONES																-----		

Programa Embalse Changaral.

ITEM	MESES																	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
1- INSTALACION DE FAENAS	---																	
2- PRIMER SECTOR DE LA PRESA		-----		-----						---								
3- OBRA DE DESVIACION TOMA Y ENTREGA							-----			---								
4- VERTEDEPO				-----			-----			-----			-----					
5- DESVIACION DEL RIO										---								
6- SEGUNDO SECTOR DE LA PRESA											---		-----					
7- TERMINACIONES																-----		

Programa Embalse Andalién.

[illegible]

Programa Embalse Puyamávida.

ÍTEM	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1-INSTALACION DE FAENAS	-----											
2-OBRA DE DESVIACION Y ATAGUIA		-----										
3-PRESA DE TIERRA		-----	-----				-----					
4-PRESA VERTEDERO		-----	-----	-----			-----					
5-MONTAJE								-----				
6-TERMINACIONES									-----			

6.4 IMPACTO AMBIENTAL

1. Introducción

La proposición de estudio de impacto ambiental del proyecto integral de riego Itata se relaciona con los siguientes objetivos:

- Proponer un método de muestreo y los parámetros bióticos y abióticos a inventariar; con especial referencia a aquellos relacionados con la concreción del proyecto y sus obras tales como: fenómenos de inundación, variación de nivel, regulación de crecidas, paisaje, fertilidad, suelo, calidad de agua, etc.
- Identificar aquellos factores de impacto ambiental positivos y negativos relacionados con el diseño de las obras.
- Recomendar aquellos estudios y/o controles que fuera necesario desarrollar para maximizar los impactos positivos y minimizar aquellos negativos.
- En relación a las obras, recomendar el nivel de efectos negativos aceptables y las medidas necesarias para que este no sea sobrepasado.
- Evaluar económicamente los mecanismos para maximizar los efectos positivos adicionales al regadío.

2. Caracterización del Area de Influencia, Estudio de Línea Base.

2.1 Medio Físico

Clima:

En la zona del embalse "Punilla" es del tipo templado infratermal, esteno-térmico, mediterráneo húmedo y corresponde a una posición de cordillera media. En la zona del embalse "Los Monos" el clima es mas moderado y corresponde a mediterráneo perhúmedo templado suave. El clima de la región donde se sitúa el embalse "Boyén Bajo" es templado, mesotermal, estenotérmico, mediterráneo, subhúmedo. El clima de la zona del embalse "Changaral Alto" es templado, mesotermal, estenotérmico, mediterráneo, semiárido. El clima de la zona del embalse "Puyamávida" es mediterráneo, semiárido. El clima del área del embalse "Andalíén-2" es templado inferior, estenotérmico, mediterráneo, subhúmedo.

Suelos:

En la zona del embalse Punilla los suelos son más bien jóvenes, derivados de cenizas volcánicas y de roca "in situ", son delgados y de texturas media a gruesas en posición de pendiente. En las riberas del Ñuble es posible encontrar suelos aluviales medios a profundos, generalmente ocupados por praderas de riego y cereales.

En la zona de San Fabián, embalse "Los Monos", los suelos son derivados de material parental de cenizas modernas comunmente conocidos como "trumaos". Los suelos de la cordillera de la costa en la zona del embalse Puyamávida, son graníticos, pobres y erosionados, en las margenes del estero pueden ser arcillosos y con mal drenaje. Los suelos del área del embalse Andalién-2 son de tipo granítico o maicillo.

Hidrología:

El embalse "Punilla" es alimentado por los ríos Ñuble y Los Sauces. Respecto al embalse "Los Monos" el afluente principal sigue siendo el río Ñuble. El embalse "Boyén Bajo" sería alimentado por el estero Boyén y el estero Pichilluanco y por trasvase de aguas desde el río Chillán. El embalse "Quilmo" recibiría las aguas de los esteros Lluanco y Quilmo, y también por trasvase desde el río Chillán. El embalse Changaral sería alimentado por el río Changaral. El Puyamávida será alimentado principalmente por un afluente del mismo nombre. El embalse Andalién-2 recibirá aportes del río del mismo nombre y de los esteros Curapalihue y Poñen.

2.2 Medio Biológico

Flora y Fauna Acuática:

En la zona del embalse "Punilla" la fauna de fondo (bentónica), está compuesta predominantemente por insectos, agrupados en siete órdenes taxonómicos y con dominancia de Efemerópteros. No se registró vegetación acuática. En la zona del embalse "Los Monos", la fauna bentónica de invertebrados tuvo predominio de insectos acuáticos: Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros. La vegetación acuática estuvo representada por microalgas filamentosas (*Rhizoclonium*). La comunidad de peces está representada principalmente por trucha arcoíris (*Oncorhynchus mikiss*) y bagres (*Trichomycterus* sp). En el área del estero Boyén y sus tributarios la fauna acuática estuvo representada por seis grupos de invertebrados, principalmente insectos Odonatos, Gusanos Oligoquetos y Moluscos Gastrópodos (caracoles). La vegetación acuática estuvo compuesta por microalgas filamentosas *Ulothrix*

sp, *Rhizoclonium* sp. La comunidad íctica (peces) está representada principalmente por la presencia de trucha arcoíris, bagres y pejerrey chileno (*Basilichthys australis*). La primera es una especie introducida, las otras dos especies corresponden a peces nativos. El área del embalse Quilmo presento en su fauna acuática 11 grupos de invertebrados, dominando insectos de los órdenes Dípteros y Efemerópteros. La comunidad íctica estuvo representada por trucha arcoíris, bagres, carpas (*Cyprinus carpio*) y pochas (*Galaxias maculatus*). En el embalse "Changaral", se recolectaron seis grupos de invertebrados acuáticos representados principalmente por insectos Coleópteros y Hemípteros. La comunidad íctica está representada principalmente por trucha, bagres, carpas, pochas y tollo (*Ictalurus* sp), especie de reciente introducción. La vegetación acuática está representada principalmente por microalgas filamentosas *Ulotrix* sp y plantas superiores o macrófitas acuáticas (*Phragmites australis*, *Jussiea rapens*, *Typha angustifolia* y *Juncus procerus*). En el embalse "Puyamávida" se identificaron tres grupos de invertebrados acuáticos, especialmente Coleópteros y Plecópteros. No se registró presencia de vegetación acuática. La fauna íctica estuvo representada por trucha, bagre, toyo y pejerrey chileno. En el área del embalse Andalién-2 se identificaron seis grupos de invertebrados bentónicos, principalmente Efemerópteros y Crustáceos del género *Aegla* (*Pancoras*). No se observó vegetación acuática. La comunidad íctica estuvo representada por trucha, y pocha del sur (*Cheirodon australe*).

El análisis global de la flora y fauna acuática muestra una fauna bentónica con baja abundancia y cosmopolita, excepto la del estero Andalién-2. Las máximas abundancias se dieron en los afluentes al embalse Quilmo, los valores mas bajos en los tributarios del río Changaral.

La calidad química del agua del área indica disponibilidad de nutrientes fosforados y nitrogenados, particularmente la concentración de P-total promedio fue mayor que 10 µg/l, lo cual da un caracter mesotrófico a las aguas que conformarían los embalses.

Flora Terrestre:

El área del embalse "Punilla" se caracteriza por una comunidad vegetal dominada por "roble blanco" y "peumo". El sotobosque suele ser ralo con "quilla". En niveles mas bajos se observó "quillay" y "litre". En las laderas predomina "raulí" asociado a "peumo", "quillay", "arrayán macho" y "arrayán". En otros sectores se observa bosque nativo: "canelos", "tepa" y "avellano". En el embalse "Los Monos" (San Fabián de Alico) se presentan bosques de hojas caducas ocupando la depresión central y los relieves montañosos bajos, "roble" junto a "lingue" y "laurel". También existe abundante bosque esclerófilo, principalmente "quillay" y "litre". En la zona de inundación del embalse se encuentra

matorral arbustivo y arbóreo con una estrata herbácea dominada por: "piojillo", "pasto largo", "trebolillo", "pasto cebolla", "tembladerilla", "vinagrillo" y "cebadilla". En los embalse "Boyen bajo" y "Quilmo", la vegetación natural corresponde a bosque esclerófilo con "peumo", "boldo" y "litre". El área de estos dos embalses presenta mayor grado de intervención, lo cual se traduce en un aumento de especies cultivadas e introducidas tales como "aromo" "pino" y "sauce". En el área correspondiente al embalse Changaral Alto y Andalién-2, la vegetación natural corresponde al matorral y bosque espinoso, siendo muy heterogénea y modificada por acción del hombre. Se presenta una dominancia de "espino" con algunos "maitenes" en posición baja. la estrata herbácea corresponde a la típica pradera anual mediterránea de crecimiento invernal-primaveral. En la zona del embalse "Puyamávida" la vegetación corresponde al espinal como la principal formación, asociado a remanentes del bosque esclerófilo con "quillay" y "boldo". En la zona del embalse Andalién-2, la vegetación corresponde a la de bosque caducifolio montano, el cual se presenta como límiteal secano típico superior de las situaciones más favorables del bosque esclerófilo. Los bosques presentan "roble blanco" con "peumo". En la cordillera de la costa por bosque de "hualo" asociado con corcolén y avellano. Las formaciones arbustivas están dominadas por "lluvia", "rosa mosqueta", "chilca" y "quila"

Fauna terrestre:

La fauna de aves es la mas conspicua y numerosa. El análisis de índice faunístico para aves Paseriformes y No-paseriformes indicó al hacer una comparación que las especies de ambiente precordillerano y cordillerano son mas parecidas con las del área costera que con las encontradas en el Valle. Esto es consecuencia de que el ambiente costero corresponde a territorio colinoso (Cordillera de la Costa).

En relación con lo anterior, en la zona de Cordillera y Pre-cordillera se observaron 33 especies No-paseriformes y 68 de Paseriformes. En el Valle Central, 49 de No-paseriformes y 25 de Paseriformes. En la Costa y zona de Interfluvios se observó 50 de No-paseriformes y 85 de Paseriformes.

Solo en la zona de precordillera y en la Cordillera de la Costa, en algunas de las quebradas que presentan flora nativa, se encontraron algunas especies de vertebrados mas conspicuos. Estas formaciones boscosas naturales hacen efecto de isla para la fauna de vertebrados autóctonos.

De toda la Fauna Terrestre existe un cierto número de especies que están con problemas de vulnerabilidad. De ellas 2 son de Anfibios, 2 de Reptiles, 7 de Aves y 3 de Mamíferos.

Paisaje:

En la zona de alta cordillera y pre-cordillera está dominado por el relieve montañoso con los cursos de agua fluyendo por el fondo de los valles y alta cobertura vegetal en las laderas y mayor grado de naturalidad por menor intervención antrópica. En la zona de cordillera y de precordillera, los cursos de agua se caracterizan por zonas ecotonaes en forma de bosque de galería, los cuales también cumplen un rol de corredores para la fauna local facilitando su movimiento. El paisaje del Valle Central mas intervenido con mayor grado de urbanización y presencia de actividad humana. El paisaje es de relieve mas plano con lomajes suaves y que separan diversas subcuencias. Predomina una matriz de vegetación introducida intercalada con parches cultivados y en menor grado parches de vegetación nativa. Los cursos de agua también presentan bosque de galería, pero con predominio de especies exóticas y en menor grado nativas. El paisaje de la Cordillera de la Costa y sus cadenas transversales es con lomajes suaves y áreas mas planas. La matriz es de suelos semi-áridos. Los cursos de agua fluyen por quebradas poco profundas, con parches de cultivo extendiendose desde ambas riberas. Existen corredores vegetacionales de tipo matorral o arbóreo separando parches de cultivo o habitacionales.

2.3 Medio Humano

En la comuna de San Fabián la propiedad está formada por predios de tamaño medio y parceleros. Existen praderas naturales y bosque nativo. Las primeras son utilizadas en la cría de ganado caprino por los parceleros del sector. En verano se usan para engorda de ganado vacuno y caballar, que proviene del sector San Carlos-Niquén. Existe explotación del bosque nativo con extracción de roble, coihue, ciprés, raulí y lingue. El desecho es aprovechado por los lugareños en la confección de carbón. Conaf regula el corte y uso de leña para carbón. La zona de Punilla tiene atractivo turístico, sin embargo no se aprecian inversiones en esta actividad. La población flotante aumenta en verano hasta en alrededor de 1800 personas. El embalse "Los Monos" quedaría ubicado también en la comuna de San Fabián de Alico, eminentemente rural y está afectada por altos índices de pobreza e indigencia. El embalse se construiría en una de las comunas mas pobres a nivel nacional. Es así como una estadística de Pre-censo 1991 y la información de CASEN III de 1990 indican que la comuna de San Fabián tiene una población de 3.864 personas en tanto su población pobre llega a 2.486 personas (64,33 %) y la indigencia o extrema pobreza alcanza a 1.744 personas (45,15 %). El embalse "Boyén Bajo", quedaría en la comuna de Chillán, al sur de la ciudad, en zona rural, en un lugar denominado Santa Clorinda entre las localidades de Boyén Chico y Boyén Grande. La comuna de Chillán tiene 148.622 habitantes de los cuales el 50,87 % son pobres y la extrema pobreza o indigencia

alcanza al 15,07 %. El embalse "Quilmo" también queda en la comuna de Chillán a 7 km al sur de la ciudad del mismo nombre. En esta zona la propiedad se encuentra muy dividida en parcelas, por lo general de baja productividad debido a la mala calidad de los suelos y a la escasez de agua de riego. El embalse "Changaral alto" queda situado en la provincia de Ñuble, comuna de San Carlos. Esta comuna está clasificada en el tercer quintil por su situación socio-económica, lo cual señala un nivel socio-económico intermedio para la octava región. La comuna de San Carlos tiene una población total de 47.400 personas, con un 34,69 % de pobres y un 17,44 % de indigentes. En la zona del embalse existen parcelas de diferente tamaño, la mayoría de ellas derivada de la Reforma Agraria. En su mayor parte estas parcelas no tienen agua de riego aun cuando se dedican a la actividad agropecuaria. El embalse "Puyamávida", queda en la comuna de Ninhue. Para 1991, la comuna tenía una población total de 6.245 personas, de las cuales el 59,65 % son pobres y la extrema pobreza alcanza a un 35,44 %. La mala calidad de las tierras y la falta de agua son factores condicionantes de la pobreza. El embalse Andalién-2 queda situado sobre el río Andalién en la comuna de Florida. La comuna a 1991 tenía un total de 10.645 habitantes, de los cuales el 54,29 % son pobres y un 36,35 % están en extrema pobreza.

2.4 Infraestructura extrapredial de regadío en el área

Los canales de esta infraestructura son en general pequeños, no superando el mayor de ellos los 10 m³/s de capacidad inicial. El sistema fluvial del río Ñuble es el más importante por la cantidad de recurso, el área regada y el tamaño de sus canales. El sistema Cato-Niblinto solo presenta un canal importante (La Luz Cato), factible de ser utilizado para regar nuevas áreas en el sector. Los principales problemas ambientales se relacionan principalmente con el manejo de la cobertura vegetal de ribera y la vegetación acuática en los canales, como en la mayoría de los embalses nocturnos. La red de canales en el área del proyecto es muy compleja por lo que se infiere que es poco probable que se ejecuten nuevas obras de canalizaciones, que a su vez produzcan impactos relevantes. En las zonas de Cordillera de la Costa e Interfluvios costeros no hay obras de riego, excepto algunos tranques menores y canales poco importantes.

3. Principales Impactos Ambientales

3.1 Sobre el Medio Físico y Biológico

Impactos Positivos:

- * Se mejorará y ampliará la seguridad de riego, favoreciendo todas aquellas especies vegetales de interés de cultivo agrícola.
- * En la zona de la Cordillera de la Costa y de Interfluvios Costeros aunque será posible incrementar el regadío de terrenos de secano, sin embargo, dada la topografía de las zonas del entorno y la mala calidad de los suelos, se estima que el impacto del eventual regadío de dichas áreas sería mas bien modesto.
- * Se regulará ríos y esteros importantes, lo cual permitirá mantener un stock de recurso hídrico para regadío todo el año, evitandose por otra parte problemas de inundación y crecidas sorpresivas.
- * Se mejorará la infraestructura vial en la jurisdicción local.
- * En aquellos embalses de mayor magnitud existe la probabilidad de producir cambios microclimáticos por la existencia del espejo de agua.
- * Los procesos de la Agricultura y Ganadería se verán impactados positivamente por las mejores condiciones de obtención del recurso agua.
- * La existencia de los embalses una vez terminados constiuirán un cambio y un nuevo recurso en el paisaje natural; explotable a través de proyectos adicionales al regadío (recreación, turismo, deportes).
- * Existirá la posibilidad de renovar recursos especialmente en las áreas de reforestación y de conservación y manejo de vida silvestre, especialmente en los entornos de los embalses.

Impactos Negativos

- * De un total de cuatro especies vegetales en peligro, seis especies vulnerables y 10 especies raras, sólo ejemplares de roble blanco (*Notohofagus glauca*) podrían verse afectados.
- * Con excepción de la vegetación natural en el área del embalse Punilla, todas las demás zonas de embalses están tan

fuertemente intervenidas por el hombre a través de la agricultura, ganadería y forestación que difícilmente se pueden producir impactos negativos relevantes sobre la cobertura vegetal natural.

- * Durante la etapa de construcción de los embalses, su llenado y el primer tiempo luego de creado el cuerpo de agua existirá una modificación y fraccionamiento relevante de hábitat natural para las especies animales y vegetales.
- * Durante la fase de construcción se alterará la vegetación, la fauna y el paisaje.

3.2 Impactos sobre el Medio Humano

Impactos Positivos:

- * Creación de empleos y nuevas fuentes de ingreso durante el período de construcción del embalse.
- * Creación de empleos en faenas agropecuarias, agroindustriales y actividades de servicio debido al desarrollo de una agricultura más intensiva y de mayor valor agregado.
- * Retención de la población y reducción de las corrientes migratorias fuera del área debido a las nuevas oportunidades de empleo e ingreso.

Mejoramiento de la inversión pública debido a una mayor integración al territorio: infraestructura vial, comunicaciones, vivienda, salud y educación.

- * Mayor flujo de inversiones privadas y de recursos humanos capacitados al área de influencia del proyecto.
- * Revalorización de los predios agrícolas en función de una mayor disponibilidad y seguridad del recurso agua y de las mayores inversiones, públicas y privadas, esperadas a raíz del desarrollo del proyecto.
- * Desarrollo de actividades turísticas y recreativas a partir de la creación de la lámina de agua en un marco de valores estéticos naturales relevantes; eventuales inversiones en infraestructura y servicios de turismo.
- * Eventual desarrollo de planes de reforestación en la cuenca aportante para evitar la erosión.

Impactos Negativos

- * Pérdida de tierras de uso agropecuario y/o forestal por inundación, por la construcción de caminos y canales y por la extracción y depósito de materiales durante la construcción del embalse.
- * Eventual mayor contaminación del suelo y el agua por agroquímicos debido al desarrollo de una agricultura más intensiva en capital y tecnología.
- * Eventual generación de mayores cargas contaminantes del suelo y el agua debido a nuevas actividades industriales y a una mayor urbanización del área.
- * Aumento del tráfico vehicular, de camiones, vehículos de carga y pasajeros y maquinaria durante el período de construcción del embalse con un consiguiente mayor nivel de contaminación acústica, atmosférica y eventualmente de líquidos y sustancias dañinas (aceites, lubricantes, combustibles, etc).
- Introducción de elementos y prácticas antisociales (prostitución, robos, alcoholismo y violencia) durante el período de construcción del embalse y debido al ingreso al sector de fuerza de trabajo extraña al lugar.
- Riesgo de ruptura de los atractivos turísticos naturales debido a un mayor grado de intervención antrópica en el área de construcción del embalse.
- * Riesgo de pérdida de capacidades y particularidades culturales propias (i.e. artesanales, religiosidad popular, artísticas y de lenguaje) debido a la mayor integración del área a la comunicación y cultura de masas urbana dominante.
- * Ruptura de la tranquilidad y apacibilidad propia de lugares naturales apartados, especialmente en la época de construcción de los embalses; eventuales riesgos de problemas de salud, física y mental, en las poblaciones autóctonas.

3.3 Modificaciones a Canales Matrices

Impactos Positivos:

- * La ampliación de la infraestructura extrapredial de regadío no debiera afectar con impactos relevantes a los sistemas físico

y biológico natural, siendo el impacto sobre la flora natural mas bien positivo.

- * En los Embalses Boyén Bajo y Quilmo se requerirá de la construcción de canales de trasvase desde el río Chillán con lo cual se asegura el riego correspondiente. El diseño, construcción y operación de estos canales se requerirá un control que cautele cualquier condición de impacto residual relevante. Tal control se podrá definir y en la etapa de diseño.
- * Eventuales modificaciones a la red de canales, favorecerá una mayor humedad del suelo y a la vegetación natural.

Impactos Negativos:

- * No obstante que se infieren modificaciones a las redes de canales, un control ambiental de las mismas evitaría impactos residuales difíciles de estimar en esta etapa de Factibilidad del Proyecto Itata.

3.4 Nuevas Obras

Impactos Positivos:

- * Las nuevas obras de regulación en la estructura extrapredial de regadío, favorecerán un funcionamiento mas eficiente de los canales en la conducción y regulación del recurso agua.

Impactos Negativos:

- * Un mal manejo de estas obras puede resultar en problemas de anegamientos y pérdidas del recurso.
- * Existe la posibilidad de impactos residuales durante la construcción y operación de estas obras. Un control ambiental adecuado en la etapa de diseño podrá ayudar a despejar cualquier problema residual.

3.5 Alternativa de Regadío Mecánico

Impactos positivos

- * La alternativa de regadío mecánico y no afectaría el "status quo" actual de las condiciones ambientales en las zonas de implantación de embalses.

4. Medidas de Mitigación y/o Compensación

- * En los embalses de alta y pre-cordillera la velocidad de llenado es un factor importante de considerar, ya que esta es crucial para los cambios espaciales en la distribución de la fauna, especialmente para la bentónica o de fondo. Por lo tanto se recomienda un llenado lento.
- * En los embalses del Valle Central es conveniente disminuir al máximo la materia orgánica (vegetación) en el área que va a ser inundada por el embalse, al igual que las fuentes de nutrientes alóctonas, tanto puntuales como difusas que drenarían hacia los cuerpos de agua, a fin de reducir su disponibilidad biológica.
- * En el embalse de la Cordillera de la Costa (Puyamávida), la topografía del futuro embalse asociado con el régimen climático y de temperaturas es determinante para la colonización de la zona litoral por macrófitas. De esta forma la proporción de áreas con profundidades menores a 3 m propiciará el desarrollo de vegetación litoral. Una medida para el control de la vegetación acuática es la regulación con un nivel fluctuante, de modo que no permita la colonización vegetal. Por otra parte un cinturón de macrofitas bien controlado resulta positivo para la eliminación de nutrientes disueltos desde el agua.
- * En el embalse de Interfluvios Costeros aunque la diversidad de especies endémicas en estos sistemas es alta, su abundancia es muy baja. Es importante considerar el control de la carga de nutrientes a estos sistemas, ya que por el régimen climático y de temperatura al cual están sometidos, el proceso de eutroficación puede acelerarse significativamente.
- * En aquellos sectores en que eventualmente se afecten ejemplares de *Nothofagus glauca* debido a obras del proyecto, se recomienda su reposición en los alrededores a través de la plantación de ejemplares en proporción de 10:1 por cada ejemplar dañado o eliminado.

- * En la etapa de proyecto para cada alternativa de embalse sería necesario efectuar una cartografía de la vegetación del área de inundación y del entorno del cuerpo de agua. Esta cartografía servirá para mejorar las proposiciones de seguimiento y control ambiental luego de finalizadas la construcción y con una perspectiva de plan de abandono de la obra una vez finalizada su vida útil.

5. Conclusiones y Recomendaciones

- Conclusiones y recomendaciones de calidad de agua, flora y fauna acuática
- * El análisis de las estaciones de muestreo, mostró que la fauna bentónica está compuesta predominantemente por insectos. Los cuales están agrupados en 7 ordenes, estando más representados en las muestras analizadas las larvas y adultos de Efemerópteros.
- * El análisis por estaciones de la abundancia y distribución espacial de los animales acuáticos muestra que la abundancia total de fauna bentónica en estos sistemas lóticos es baja y compuesta fundamentalmente por fauna cosmopolita, a excepción de la del estero Andalién-2. Las abundancias máximas se midieron en los afluentes al embalse Quilmo, en cambio, los valores más bajos se encuentran en los tributarios del río Changaral, debido principalmente al alto grado de intervención antrópica. Al aplicar a estos mismos resultados el índice de diversidad de Shannon, los valores más altos corresponden a la estación EA2-2 y EQ2, sin embargo, esta diversidad correspondió a fauna endémica y cosmopolita, respectivamente.
- * La mayoría de las estaciones analizadas presentaron un índice de diversidad promedio de 1.0 bits, lo que indica una biodiversidad baja.

En general, la fauna acuática de los sistemas lóticos analizados está compuesta principalmente por organismos que cumplen la función de descomponedores del detritus orgánico aportado por la vegetación terrestre de ribera a los cursos de agua, sobre los cuales depredan insectos acuáticos y peces. Es importante destacar que toda la fauna íctica endémica encontrada en la cuenca hidrográfica se encuentra con algún grado de riesgo de extinción, siendo particularmente relevante el caso de los bagres, los que se encuentran en una condición de especie en peligro (CONAF, 1987). La presencia de *Ictalurus* sp. (bagre, tollo) en la zona de estudio, se debe a que este pez fue introducido al país con la expectativa de realizar cultivos mixtos en los arrozales, con resultados muy negativos pues los individuos no alcanzaron las

tallas comerciales esperadas y particularmente para la fauna íctica endémica, ya que este pez es un competidor y depredador tope en las tramas tróficas, desplazando ampliamente a las especies endémicas de peces.

•Un factor perturbador muy importante en la condición ecológica en la que se encuentra el área en estudio, es la presión antrópica reflejada en las actividades agrícolas, los cuales han alterado en forma importante las características morfológicas e hidrológicas de los cursos de agua, incluso en los tributarios de más difícil acceso, y ha afectado en forma importante el desarrollo de las especies más sensibles a las perturbaciones. De este modo la línea base a considerar en las etapas posteriores del Proyecto Itata será la existente en la actualidad.

- * El importante desarrollo de vegetación acuática en los tributarios del río Changaral, se debe principalmente a la baja profundidad de estos sistemas y a la reducida velocidad del agua, condición que se asemejará a las características morfológicas de varios de los embalses. La colonización de las zonas litorales por macrófitas en cada uno de estos embalses dependerá principalmente del tiempo de residencia del agua y la morfología.
- * La calidad química de las muestras de agua analizadas mostró que la mayoría de los tributarios del río Itata presentaban una alta disponibilidad de nutrientes, particularmente la concentración de P-total promedio fue mayor de 10 ug/l, la que puede considerarse como mesotrófica y no limitante para el desarrollo del fitoplancton en los futuros embalses.
- * El proceso de eutroficación en los futuros embalses de acuerdo a la conclusión anterior, será una condición ambiental importante para la mayoría de los embalses de menor altitud (Valle Central, Cordillera de la Costa, Interfluvio Costero). La probabilidad de eutroficación temprana de estos cuerpos de agua, de acuerdo a la información actual, puede ser relevante y deberá considerarse en las etapas posteriores del Proyecto y en los diseños de los respectivos embalses.
- * Si bien es cierto, que la distribución de la fauna íctica analizada es bastante amplia, el estero Andalién, muestra la mayor cantidad de fauna acuática endémica y por lo tanto presenta el mayor valor de conservación de fauna.
- * La cantidad de sólidos, tanto disueltos como suspendidos, fue bastante elevada. Esta condición es fundamental para la vida media de los embalses, este aporte se produce principalmente por acción antrópica que produce erosión en la cuenca. Siendo el control de fuentes puntuales y difusas de sedimentos la acción necesaria de realizar desde ya, debido a la baja profundidad media de la mayor parte de los futuros embalses.

- Conclusiones y recomendaciones de flora terrestre
- * El área a cubrir por las aguas del embalse Punilla corresponde a terrenos no agrícolas. la vegetación natural del área correspondiente a bosque caducifolio es de amplia distribución en la región por lo cual se infiere que no debiera producirse daño sobre especies vulnerables o en peligro de extinción
- * El área de inundación de los embalses Los Monos, Boyén Bajo y Quilmo corresponden a terrenos actualmente en uso agrícola. Solo los del embalse Los Monos presenta suelos de regular calidad y con una extensión de cierta importancia. En el Boyén Bajo y Quilmo los terrenos a inundar corresponden a suelos de posición baja y arcillosos de calidad regular a baja y solo cultivables con cereales.
- * La vegetación natural de estos sectores de inundación se encuentra con un alto grado de antropización, de tal modo que la construcción de los embalses, en las dimensiones proyectadas, no debiera afectar a especies vegetales vulnerables o en peligro de extinción.
- * Los sectores inundables en los embalses Changaral, Puyamávida y Andalién-2 corresponden a suelos de secano de tipo granítico, mas bién pobres y de baja productividad agrícola, por lo tanto el daño por inundación sobre ellos se minimiza.
- * La vegetación natural de estos sectores de inundación se encuentra fuertemente alterada por la actividad humana, de tal modo que la construcción de estos embalses en las dimensiones proyectadas no debiera ocasionar impactos relevantes sobre especies vegetales vulnerables, raras o en peligro de extinción.
- * Las modificaciones propuestas en la infraestructura extrapredial de regadío son de pequeña magnitud y no implicarían mayor daño sobre la vegetación natural ya muy antropizada en estos sectores. Por el contrario habría un impacto positivo sobre las especies cultivadas en la zona del Proyecto Itata.
- * De acuerdo al libro rojo de Conaf (1985), solo existe una especie catalogada como vulnerable en la zona de intervención de los 7 embalses; se trata del "Hualo" o Roble Blanco (*Nothofagus glauca*). No obstante, su amplia distribución en la zona del Punilla y la posición topográfica alta que ocupa en la zona de Los Monos y del Andalién-2, aseguran que ejemplares de dicha especie no serán afectados por las eventuales construcciones.

- Conclusiones y recomendaciones de fauna terrestre

- * En la cuenca del Proyecto Itata, se distinguen 4 especies de anfibios, 7 reptiles y 6 mamíferos. Todas estas especies son de amplia distribución geográfica en Chile y no se encuentran en peligro de conservación.
- * La diversidad de aves en las distintas zonas representa el mayor número de vertebrados totalizando 93 especies. El grupo de las aves está representado en 14 Ordenes y 34 Familias. El Orden mas diversificado es el de los Passeriformes con 13 Familias y 39 especies.
- * La mayor diversidad de aves se encuentra en la región Costera con 91.40 % de todas las especies de aves observadas, le sigue la zona del Valle Central con 79.57 % y finalmente la zona Cordillerana con 73.12 %. Estos valores de porcentaje son en relación al número total de aves y son similares a la tendencia que se obtiene a nivel de los no-passeriformes.
- * El resultado anterior indica que en general el ambiente costero ofrece mayor disponibilidad de habitat para las aves y que el ambiente cordillerano es más homogéneo y que no es adecuado para las especies no-passeriformes.
- * Resultados opuestos se obtienen si se analizan los Passeriformes en forma separada. En este caso, observamos que un 89.74 % de las especies están concentradas en los ambientes de precordillera y costa y que sólo un 64.10 % están en el ambiente del valle central. Esto indica que para el grupo de aves No-passeriformes, los ambientes boscosos de las quebradas de la cordillera de la costa y los bosques de la precordillera son favorables.

El análisis de los números totales de aves muestra un incremento gradual desde el ambiente de precordillera hacia la costa.

- * Los índices de similitud faunística muestran que para las Passeriformes la mayor similitud específica esta dada entre los ambientes de precordillera y costa (0.91), luego le suceden la combinación de valle y costa. El ambiente más diferenciado es el de precordillera.
- * Las aves No-passeriformes muestran un resultado distinto. La mayor similitud se observa entre los ambientes de costa y valle (0.91), luego entre costa y precordillera (0.72). Finalmente al igual que el caso anterior se ratifica que el ambiente más diferenciado del resto es el ambiente de precordillera.

- * Respecto de la preferencia ambiental, el mayor número de especies prefiere los campos abiertos (37.91 %), le sigue el ambiente de matorral (23.08 %) y finalmente los ambientes acuáticos y de bosque (19.78 %).
- * Ninguna de las especies es endémica del lugar y todas tienen un rango distribucional bastante amplio en el territorio nacional.
- * El desarrollo del Proyecto Itata no afectará significativamente a la fauna existente en las zonas de valle y costa. Se infiere que podría afectar a la fauna en la zona de alta y precordillera, por ser una zona más natural y que puede resultar más frágil a cualquier perturbación humana. Esta inferencia deberá considerarse en el diseño de las obras de regulación en esta zona.
- Conclusiones y recomendaciones socio-económicas:
- * Desde el punto de vista socio-económico, los impactos ambientales no parecen de gran significación y no alteran la evaluación general del proyecto. Este parece tener en general un claro efecto positivo sobre toda su área de influencia; el cambio en la estructura de cultivos y la mayor productividad de los recursos de suelo, agua y clima en toda el área derivados de ella parecen ser suficientemente significativos como para verse amagados por efectos ambientales de poca significación.
- * La zona en que se proyectan los embalses para proveer de mayor seguridad de riego y para ampliar la disponibilidad de agua en aquellos lugares que no la tienen, está afectada de altos niveles de pobreza y de indigencia, las cuales pueden revertirse positivamente a raíz de los nuevos proyectos derivados de una mejor dotación y racionalización de los recursos naturales. Por cierto que habrá, como se señaló, efectos socio-económicos negativos a raíz de la construcción y de la puesta en operación de los embalses; pero estos son menores en relación a los beneficios económicos y sociales que con toda seguridad se derivarán de la dotación de recursos naturales que se proyectan.
- * Como recomendación específica de la parte socio-económica de la evaluación de impacto ambiental, habría que inducir los más altos niveles posibles de empleo de la mano de obra local para la construcción de los embalses, en todas aquellas faenas en que la capacitación de esta mano de obra sea suficiente para los trabajos requeridos. Deberá cuidarse de controlar la eventual introducción de prácticas antisociales en áreas donde

la población trabajadora, de exn predominantemente campesina, está ajena a esas conductas.

Deberá asimismo darse a la población local, representada por los órganos de gobierno regional y local (Intendencias y Gobernaciones y Municipalidades, especialmente) y por organizaciones de la sociedad civil (juntas vecinales y centros de madres, cooperativas y otras asociaciones de parceleros, campesinos y agricultores) niveles amplios de participación tanto en la etapa de construcción como de puesta en operación de los embalses.

- * Deberá también consultarse con ellos las medidas de protección que deberán programarse para reducir los impactos negativos, como la pérdida de tierras de labor, el depósito de desperdicios, la instalación y levantamiento de los campamentos, así como las medidas para restituir y aprovechar los recursos naturales del área.
- * Esta participación es necesaria también para proyectar, planificar y diseñar los nuevos usos (turísticos o de otro tipo) que pudieran surgir del nuevo entorno natural que surgirá a raíz de la ejecución del proyecto.
- * Es necesario desde ya entregar mayores niveles de información a las autoridades regionales y a las comunidades locales acerca del proyecto en estudio; éstas están particularmente desprovistas de información acerca de las características y efectos positivos del proyecto. En algunos niveles de la población local (agricultores de mayores recursos) se detectó mayores niveles de información, lo cual al parecer está induciendo un proceso de compra y venta de tierras que eventualmente serán beneficiadas de realizarse el proyecto, por la mejor dotación del recurso agua que esas tierras tendrán. Esto puede estar perjudicando a parceleros y campesinos, entre los cuales se detectó una completa desinformación de los planes y proyectos gubernamentales que serían de beneficio próximo para sus intereses. Al respecto parece necesario acentuar los contactos de los niveles del gobierno central con las autoridades regionales y comunales, así como de éstas con las comunidades locales.
- * Parece necesario también, de realizarse el proyecto, regular el proceso de adjudicación de los nuevos derechos de agua que surgirán del proyecto; existe inquietud entre parceleros y campesinos, cuando son informados de los beneficios del proyecto, acerca del acceso que ellos tendrán a estos beneficios.
- * Existen dudas razonables acerca de los procesos de adjudicación de los derechos de agua y de la falta de

posibilidades que ellos tendrían debido a su limitada capacidad financiera y comercial. La agricultura de pequeños y medianos agricultores tiene una alta participación en el producto agropecuario de la zona y tiene efectos de autoconsumo muy importantes.

- * Es necesario cautelar que estos estratos de propiedad sean también favorecidos con la nueva dotación del recurso agua que postula el proyecto.
- * Por otra parte, es necesario intensificar los esfuerzos que hacen los organismos de gobierno, especialmente INDAP, para mejorar la eficiencia de riego entre parceleros y campesinos; se observó que esta eficiencia era muy baja, en toda la provincia de Ñuble en estos estratos de productores, y que eran necesarios mayor apoyo y recursos instituciones y esfuerzos sostenidos y de largo plazo para elevarla sustancialmente de los bajos niveles de eficiencia que se observan en la actualidad.

6. Propositiones para Seguimiento y Control Ambiental

En esta etapa del Proyecto no corresponden estas proposiciones, sin embargo se ha estimado adelantar algunas ideas básicas acerca de necesidades relacionadas con los impactos ambientales y su control.

- * Proposición de estudios y/o controles necesarios de desarrollar para maximizar los impactos positivos y minimizar los negativos:
- * Los impactos positivos tienen relación, básicamente, con la generación de nuevos empleos y fuentes de ingresos para la población local en aquellos lugares en que se construyen los embalses, en la fase de su construcción, y en toda el área de influencia del proyecto, es decir en aquellas áreas que quedan aguas abajo de los embalses, lugares donde se dejarán ver los beneficios de la mayor seguridad y disponibilidad de agua de riego.
- * En cuanto al primer aspecto, a la fase de construcción de los embalses, deberán darse indicaciones a las empresas contratistas para dar el máximo de posibilidades de empleo en las faenas a la población trabajadora local.
- * En cuanto al segundo aspecto, es decir, aquellos beneficios derivados de la nueva estructura de cultivos y las nuevas posibilidades de desarrollo económico y social para las comunidades locales, sólo cabe enfatizar en las acciones de fomento y apoyo de los gobiernos, central, regionales y

locales, que tienen como objeto a los estratos de productores agropecuarios de menores recursos.

- * Una nueva dotación de recursos en el área de influencia del proyecto obliga a controlar su distribución; si ella depende exclusivamente de mecanismos de mercado, la distribución de los nuevos recursos de agua y la mayor productividad que irá asociado a ellos tenderá a concentrarse en los productores de mayor capacidad económica, acentuando el dualismo de las zonas agrarias, marcado por un retraso significativo de productores medianos, parceleros y capesinos frente a una agricultura tecnificada e intensiva en capital, propia de los productores más poderosos.
- * Esta dualidad permite inferir una alta probabilidad de que la agricultura tienda a mantener en niveles altos de ineficiencia en el uso de los recursos a segmentos importantes de la propiedad agraria.
- * Esta situación se ve evidenciada por la estructura de propiedad del área de influencia del proyecto, la que refleja un grado significativo de concentración del recurso tierra y mayor aún del de agua. En esta etapa del proyecto solo se establece la necesidad de un control ambiental en una etapa mas avanzada en el desarrollo del proyecto.
- * En el área de la Cuenca del ITATA existen algo más de 10.000 predios, de los cuales 8.150 (81%) tienen entre 1 y 50 hás. y abarcan 96.300 hás. (38% del área). Las propiedades mayores (50 a más de 500 hás.) son 1.800 (18%) y abarcan 158.700 hás. (62% del área). Estas últimas concentran el 70% de la superficie de riego y el 58% de la de secano.
- * Estos datos revelan que el área de pequeña y mediana propiedad en la zona de influencia del proyecto es importante, lo cual indica que a la hora de establecer los mecanismos de distribución de los nuevos recursos de agua, el Estado y sus organismos competentes debe ejercer acciones precisas para facilitar y asegurar un acceso adecuado de los nuevos recursos a estos estratos. Esto significará que en el largo plazo los beneficios del proyecto de desarrollo en estudio se distribuirán de una forma homogénea y beneficiarán también a los sectores de menores recursos de las comunidades locales.
- * En cuanto a minimizar los impactos negativos se puede delinear en esta etapa de factibilidad la necesidad del control ambiental de la instalación y levantamiento de los campamentos en la etapa de construcción de los embalses, en las medidas de control de elementos y procesos antisociales, en la protección de los recursos del entorno y en la habilitación de necesarios mecanismos de participación de los niveles regionales y locales, tanto de las autoridades de gobierno como de las

C.6.78

organizaciones sociales de la población civil, en todos los procesos atingentes a las faenas y a la puesta en operación de los embalses.

- Evaluación económica de los mecanismos para maximizar los efectos positivos adicionales al regadío.
- * Esta es una actividad de estudio e investigación que deberá hacerse una vez que se definan en una etapa siguiente los lugares, tamaños y diseños definitivos de los embalses y sus obras. Sólo en ese momento podrán definirse con precisión las nuevas posibilidades adicionales, especialmente turísticas, deportivas y de recreación, que se abrirán a raíz de la constitución de los nuevos embalses.
- * Sólo mediante una evaluación económica de estas potencialidades se pueden, a la vez, definir proyectos de inversión en torno a estas actividades.
- Impactos residuales

Se entiende por impactos residuales aquellos que tras la fase de diseño y aplicación de medidas correctoras persisten de forma total o parcial.

- * En ésta etapa de Factibilidad no corresponde la definición de impactos residuales puesto que aun no se conoce el diseño y ubicación final de las obras de regulación.
- * Sin embargo en la etapa de Diseño será importante hacer una descripción detallada de este grupo de impactos, tanto socio-económicos como ambientales, ya que de él se obtendrán las alteraciones objeto del plan de seguimiento y control.

7 BALANCE HIDRICO

7.1 GENERALIDADES

Del estudio de las obras que permitirían el riego integral del área del proyecto, se desprende que es necesario establecer un Sistema de Riego que permita trasvasar recursos hídricos desde la cuenca del río Ñuble a las cuencas de los ríos Cato, Niblinto y Chillán.

Los datos básicos para realizar la evaluación económica de cada configuración de obras seleccionadas se han obtenido con la ayuda de un Modelo de Simulación Operacional del Sistema Itata de nivel mensual. Mediante relaciones matemáticas, en este modelo quedan representados los embalses, ríos, canales, sectores de riego, recuperaciones, afluentes y todas las características físicas y operacionales que son necesarias para una representación de los elementos relevantes en el aprovechamiento de los recursos hídricos del Sistema Itata.

El modelo tiene capacidad para representar las obras en estudio en su totalidad o un conjunto parcial de ellas. De esta manera, han sido analizadas un número de configuraciones de obras, las cuales podrán ser comparadas entre sí en función de los beneficios económicos que les sean asociados.

7.2 OBJETIVOS DEL MODELO

La preparación del Modelo de Simulación Operacional del Sistema Itata tiene por objeto determinar superficies regadas, seguridades de riego y parámetros de diseño de las obras, lo cual permitirá evaluar económicamente los beneficios agrícolas derivados directamente de la construcción de estas obras.

Para el cumplimiento de este objetivo en el modelo se representa la realidad física de la zona en estudio con sus ríos, canales, sectores de riego, afluentes, recuperaciones y obras existentes y nuevas.

Las relaciones matemáticas que representan a estos elementos y sus interrelaciones tienen un grado de simplificación acorde con la precisión requerida para el logro de los objetivos. Así, por ejemplo, el tiempo de respuesta de las recuperaciones del riego es instantáneo. En general, los parámetros que representan características físicas permanecen constantes durante un proceso de simulación, como es el caso de las eficiencias de conducción, eficiencias de riego, percolación profunda y recuperaciones superficiales.

C.7.2

7.3 BASES CONCEPTUALES DE LOS MODELOS

Topología del Sistema

Los elementos que participan en la topología de los modelos son: nodos, conducciones, sectores de riego, recuperaciones, embalses, una central hidroeléctrica y afluentes hídricos en la cabecera de los embalses y en hoyas intermedias.

La topología considera los siguientes embalses:

- Embalse Punilla : en cabecera del río Ñuble
- Embalse Los Monos : en cabecera del río Ñuble
- Embalse Coihueco : existente
- Embalse Boyén : en estero Boyén, próximo a confluencia con río Chillán
- Embalse Quilmo : en estero Quilmo, próximo a confluencia con río Chillán.
- Embalse Changaral : en cabecera del río Changaral

Los embalses Los Monos y Punilla son alternativos, lo que implica que se deben ejecutar dos modelos diferentes.

En la figura 7.1.4.1 se ha esquematizado la topología del sistema de riego del río Itata que resulta de incorporar todas las obras seleccionadas considerando el sistema apoyado por el embalse Punilla.

La operación del modelo con embalse Punilla considera la central hidroeléctrica Ñuble de la CGEI que posee derechos de aprovechamiento concedidos por la DGA.

La central Ñuble tendrá derecho a captar todo el caudal que pasa por el nodo de su bocatoma, con límite de los derechos concedidos. La central exigirá que el embalse Punilla deje pasar un caudal que sumado al caudal de la hoya intermedia existente entre el embalse y la bocatoma de la central, sea igual al caudal de sus derechos. Entendiéndose por caudal de sus derechos, el caudal en régimen natural del río Ñuble en la bocatoma de la Central, limitado a un máximo de 52 m³/s.

El modelo también considera como caudales disponibles para el riego los caudales de rebosamiento desde los embalses.

La figura 7.1.4.2 esquematiza la topología del sistema de riego Itata considerando el embalse Los Monos como embalse principal del sistema.

C.7.3

En este caso no hay interferencia con la central Ñuble y la estadística que utiliza el modelo como afluente al embalse es la denominada Ñuble en Los Monos que se obtuvo a partir de la estadística Ñuble en San Fabián, la que fue analizada y corregida durante el presente estudio.

Las centrales hidráulicas que se asocian a las presas Punilla y Los Monos (centrales Punilla y Los Monos) están en sus inmediaciones y por lo tanto no es necesario disponer de estadísticas de hoyas intermedias.

El modelo también considera la existencia de canales de trasvase y canales alimentadores a los embalses Boyén y Quilmo. Los canales de trasvase son el Canal 1 que lleva las aguas desde el río Ñuble hasta el río Cato y el Canal 2 que lleva las aguas desde el río Cato hasta el río Chillán. Los canales alimentadores de los embalses Boyén y Quilmo, nacen desde el río Chillán.

Por otra parte, el modelo consulta la posibilidad de complementar, el riego en todos los sectores mediante el uso de bombas, lo que permite aprovechar el potente acuífero existente en el área del proyecto.

C.7.4

SISTEMA DE RIEGO PARA RIO ITATA

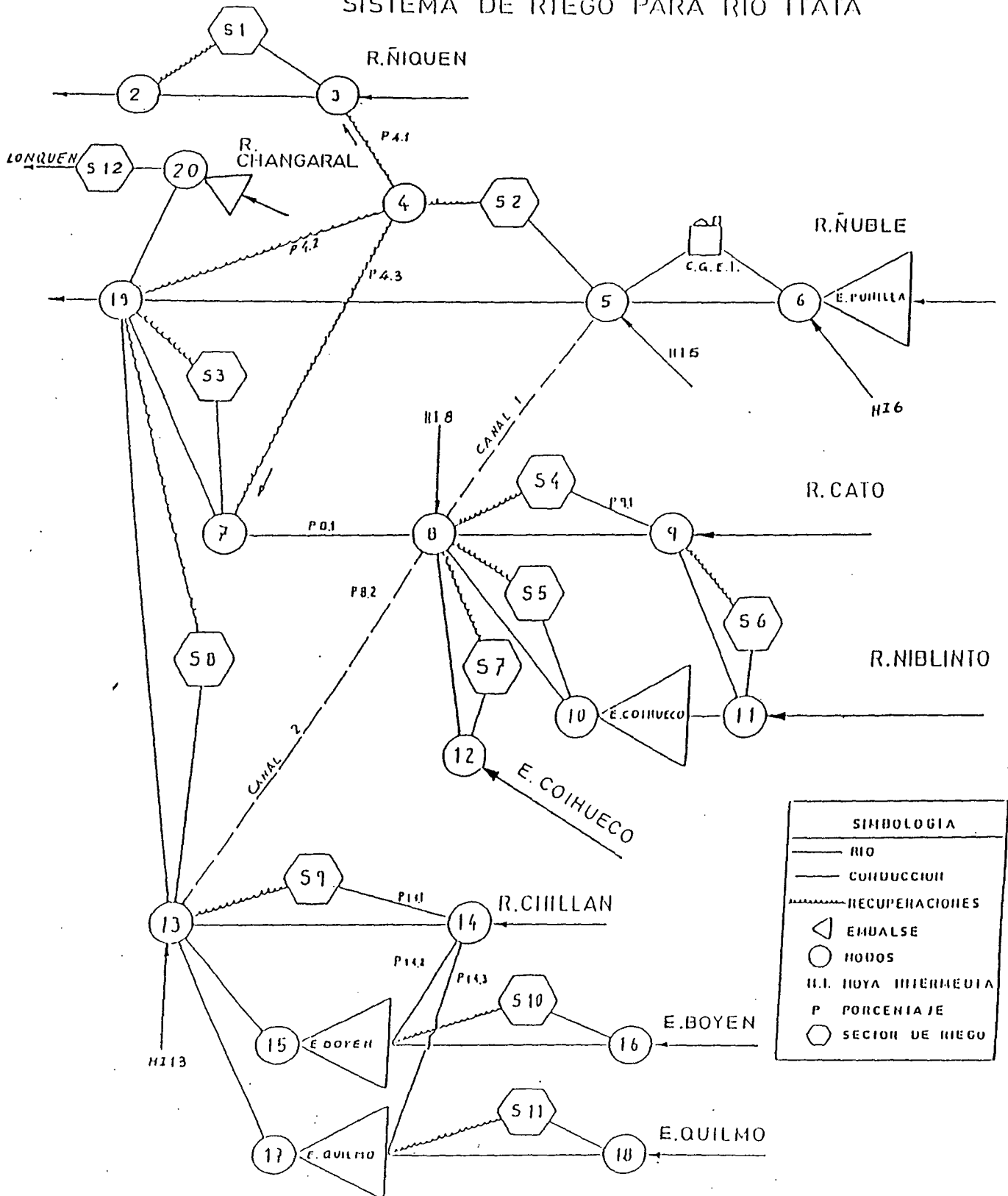


FIGURA 7.1.4.1

C.7.5

SISTEMA DE RIEGO PARA RIO ITATA

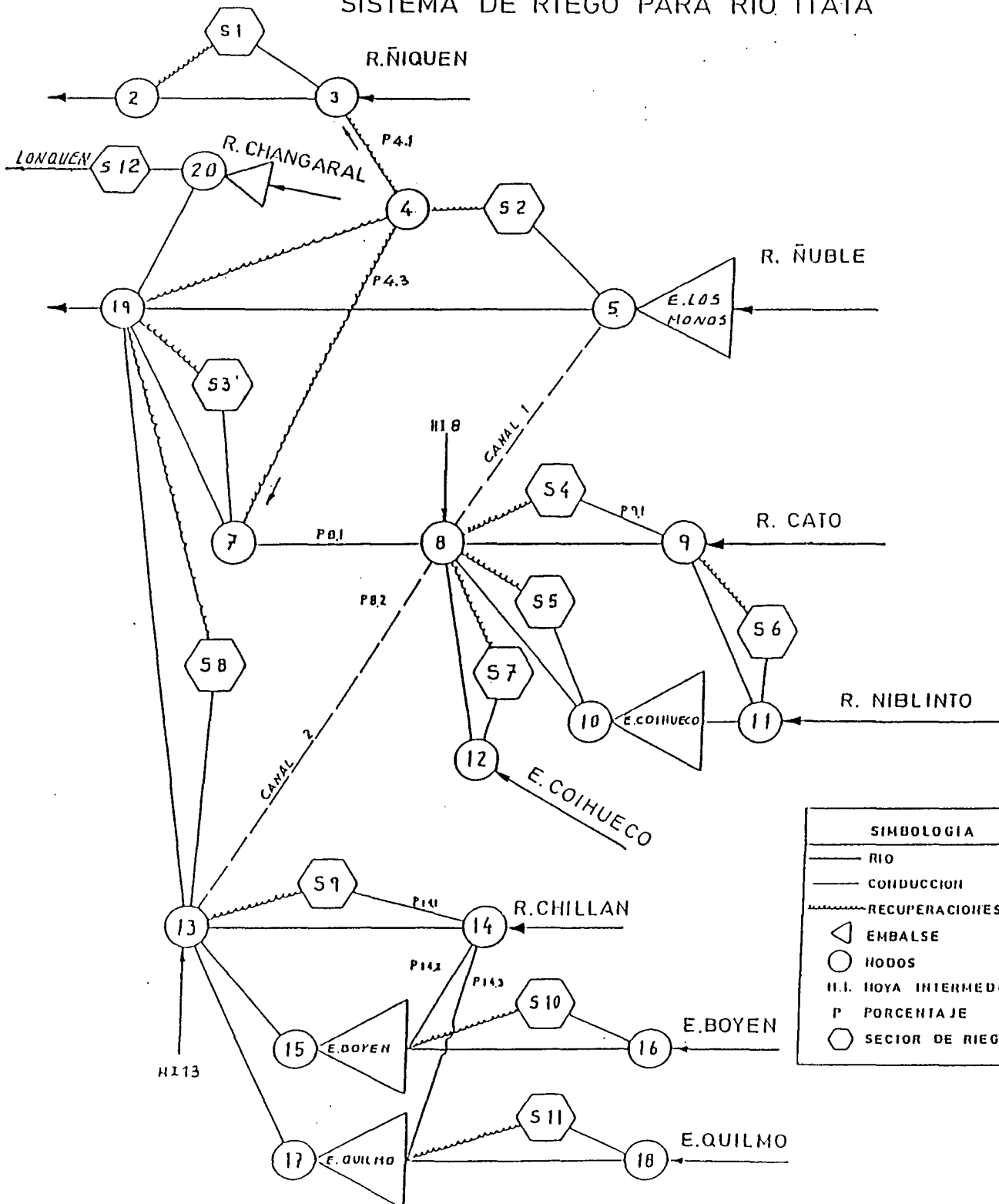


FIGURA 7.1.4.2

C.7.6

Areas de Planificación y Sectores

El modelo subdivide el área del proyecto en 5 áreas de planificación, las que a su vez se dividen en sectores de riego a saber.

AREAS DE PLANIFICACION

SECTORES

1.- Ñiquén	S1
2.- Ñuble	S2
3.- Cato	S3, S4, S5, S6 y S7
4.- Chillán	S8, S9, S10 y S11
5.- Changaral - Lonquén	S12

Los sectores que subdividen las Areas de Planificación resultaron de la ubicación de las obras nuevas seleccionadas para el riego integral del área de estudio.

Seguridad de Riego

El concepto de seguridad que utiliza el modelo para definir superficies de riego es el siguiente:

La superficie de riego con seguridad 85% es la que se obtiene en un sector dado cuando utilizando las estadísticas hidrológicas (48 años de longitud en este caso) se logra que el volumen de agua anual demandado por el sector es satisfecho en un 85% de las veces.

Se entiende por volumen de agua anual demandado el que resulta de satisfacer totalmente la demanda correspondiente a un programa de cultivos dado, el que se considera único para el sector e invariable durante todo el período de la estadística.

El modelo trabaja con valores mensuales. Con respecto a la seguridad de riego, cabe señalar que cuando existe falla en un mes, existe falla en el año correspondiente. Se entiende que existe falla en un mes, cuando no se puede abastecer la totalidad del caudal demandado en dicho mes.

Para obtener la seguridad con que se riega una superficie dada se corre el programa utilizando las estadísticas hidrológicas correspondientes. Para cada año habrá un volumen anual aprovechado de acuerdo a la hidrología disponible en ese año.

C.7.7

Cabe hacer presente que tanto el volumen aprovechado como el volumen demandado y las estadísticas hidrológicas han sido consideradas a nivel de los cultivos.

Información de Entrada

Para operar el modelo se debe entregar la siguiente información de entrada: hidrología, incluyendo los caudales afluentes en cabecera de los embalses y los caudales de las hoyas intermedias, las características de los embalses seleccionados, las superficies de riego, las demandas de riego, las eficiencias tanto de conducción como de riego a nivel predial, las capacidades de los canales, los porcentajes de distribución en nodos y los coeficientes de percolación y de recuperación.

Resultados que Entrega el Modelo

Dentro del menú principal del programa de simulación, se encuentra la opción "Salidas", en la cual se agrupan todos los resultados del modelo en tres opciones, "Resultado Sectores", "Seguridad de Riego" y "Caudales Canales 1 y 2".

En la primera opción, se entregan resultados mensuales de los sectores, consistentes en:

- Caudales medios mensuales aprovechados
- Caudales medios mensuales bombeados aprovechados
- Porcentaje de satisfacción de la demanda mensual.

La segunda opción entrega la seguridad de riego para todos los sectores mediante las curvas de duración (% de excedencia) de los volúmenes aprovechados. En ellas se indica el sector y los porcentajes de excedencia de los volúmenes aprovechados, de 40 a 100% con un incremento de 10%, excepto en el caso de 85%.

Esta segunda opción es mostrada por pantalla y tiene la posibilidad de ser impresa directamente a través del comando "imprimir" del programa.

La tercera opción entrega los caudales en m^3/s transportados por los canales de trasvase 1 y 2, durante todos los meses de la estadística considerada.

Cabe señalar que para la obtención de estos resultados, deben existir datos de ingresos tales como, superficies de riego de los sectores, capacidad de los canales matrices y de trasvase, caudal máximo de bombeo, etc., los cuales son considerados como resultados al final del proceso cuando se

C.7.8

ha determinado la superficie que se riega con seguridad del 85%.

La impresión de estos "datos - resultados" del proceso final se logra directamente imprimiendo la pantalla en que se encuentran estos datos.

7.4 VALIDACION DEL MODELO

Con el fin de verificar la bondad del modelo se efectuó un proceso que se ha denominado validación del modelo, el que consiste en simular el riego en las condiciones actuales, para dos tipos de hidrologías, húmeda y seca.

Para que esta validación sea rigurosa se debería disponer de las demandas de riego y superficies regadas reales durante un año determinado.

La verificación se ha realizado comparando el caudal que escurre por una sección fluviométrica que dispone de estadística, con el obtenido en esa misma sección utilizando el modelo.

Los procesos de validación que se han realizado incluyen los datos (estadísticas hidrológicas de entrada y salida de la zona estudiada, las superficies de riego involucradas, los coeficientes de riego) y los resultados.

Las superficies de riego consideradas corresponden a las superficies bajo canal definidas por el Consorcio INGENDESA-EDIC y los coeficientes de percolación, recuperación y eficiencia de riego son los indicados por PROITATA en su informe que sirvió de base para realizar este estudio.

Los errores promedio de la temporada de riego para los años húmedos elegidos (69/70 y 77/78) en función del coeficiente de reutilización se incluyen en la siguiente tabla para los dos años analizados:

C.7.9

ERROR PROMEDIO EXPRESADO EN % DEL VOLUMEN
DE LA TEMPORADA DE RIEGO (AÑOS HUMEDOS)

	AÑO 1969/70			AÑO 1977/78		
Coef. de reutiliz.(%)	0	33	50	0	33	50
SECTOR ANALIZADO						
Ñuble	6,9	5,0	4,1	6,9	5,0	4,1
Cato	6,4	4,3	4,1	9,2	8,0	7,3
Integral	2,2	1,1	1,1	3,2	2,0	1,7

Se observa que en general el error promedio de la temporada de riego disminuye a medida que se incrementa el coeficiente de reutilización. Los mejores ajustes para años húmedos, se obtuvieron con un coeficiente de reutilización de $a = 50\%$.

El análisis de su funcionamiento en años secos se ha hecho considerando los años 55/56 y 83/84 que corresponden a un 85% de excedencia aproximadamente.

En este caso se ha supuesto como regable toda el área bajo canal en todos los sectores, pero sólo se puede regar lo que realmente es posible hacer con el recurso disponible.

Este último análisis se efectuó solamente para el sector integral de la zona del estudio.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

ERROR PROMEDIO EXPRESADO EN % DEL VOLUMEN
DE LA TEMPORADA DE RIEGO (AÑOS SECOS)

	AÑO 1955/56			AÑO 1983/84		
Coef. de reutiliz.(%)	0	33	50	0	33	50
SECTOR ANALIZADO						
Integral	1,5	1,4	1,4	10,3	10,3	10,8

Se observa que en los años secos la variación existente entre el volumen obtenido por el modelo y el observado mediante las estaciones fluviométricas alcanza a un valor de un 10% para el año 83/84 y de 1,5% para el año 55/56.

C.7.10

Estos valores se consideran satisfactorios para un modelo de simulación operacional de un sistema de riego.

La validación realizada para la situación actual permite concluir que para simular el riego de la hoya del río Itata en la zona de estudio se debe considerar un coeficiente de reutilización, que en este caso resultó ser de un 50%.

Además, el ajuste realizado lleva a concluir que el modelo entrega resultados de volúmenes para la temporada de riego con errores que fluctúan entre un 1% y un 7% considerando el área de planificación Ñuble y el Sistema Integral. Estos valores se consideran ampliamente satisfactorios, toda vez que el mejor ajuste, cuyo error es del orden de 3%, se obtiene al considerar toda la superficie modelada.

Asimismo, cabe mencionar que el subsector Ñuble, que representa la mayor superficie regada del sistema en estudio, tiene un error inferior al 7%.

7.5 OPERACION SIMULADA DEL SISTEMA ITATA

El análisis del sistema de Riego de la situación futura se hizo utilizando el modelo ya descrito y comentado, aplicándolo a 6 casos, en los cuales se combinan de distinta forma los recursos hídricos del sistema.

Los casos estudiados se describen brevemente a continuación:

CASO 1. SITUACION FUTURA SIN EMBALSES.

Para este caso, se utiliza el modelo eliminando todos los embalses seleccionados, es decir, Los Monos, Boyén, Quilmo y Changaral y también los canales de trasvase y los canales alimentadores de los embalses Boyén y Quilmo. No se considera riego mediante bombeo de aguas subterráneas.

Resultados de los Procesos de Simulación

Los resultados obtenidos en los procesos computacionales son las superficies regadas con 85% de seguridad en los distintos sectores. Estos resultados se muestran en la siguiente tabla:

C.7.11

SECTOR	SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD (há)
S1	930
S2	20000
S3	4900
S4	118
S5	3100
S6	155
S7	1850
S8	1500
S9	4150
S10	207
S11	207
S12	75
TOTAL	37192

En este caso, un 4% de los recursos del río Cato son ocupados en el riego del sector S4 y el 96% restante, se utiliza en el sector S3, para respetar los derechos de aprovechamiento de aguas vigentes.

CASO 2. SITUACION FUTURA CON LOS EMBALSES LOS MONOS, BOYEN, QUILMO Y CHANGARAL.

Se utiliza el modelo que incluye el embalse Los Monos.

En este caso no se ha contemplado el aprovechamiento de aguas subterráneas para el riego de los sectores.

Como la superficie regada con seguridad 85% en el sector S2 es menor que la superficie regable, no se trasvasa agua desde el río Ñuble hacia otros sectores.

Resultados de los Procesos de Simulación

Los resultados obtenidos de los procesos computacionales son las superficies regadas con 85% de seguridad en los distintos sectores y los caudales de diseño del sistema de canales matrices de estos sectores. Estos resultados se muestran en la siguiente tabla:

C.7.12

SECTOR	SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD [ha]	CAUDAL DEL SISTEMA DE CANALES [m3/s]
S1	1336	1.9
S2	79000	137.9
S3	6300	10.0
S4	118	0.3
S5	3100	4.5
S6	155	0.9
S7	1850	3.6
S8	12100	15.5
S9	4150	7.2
S10	207	0.5
S11	207	0.5
S12	4000	7.7
SUPERFICIE TOTAL [ha]	112523	

En este caso, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

El río Ñuble y el embalse Los Monos riegan en forma exclusiva el sector S2.

El río Cato distribuye sus recursos de forma que le corresponda un 4% al sector S4 y el resto al sector S3 de acuerdo a los derechos de aprovechamiento de agua vigentes.

CASO 3. SITUACION FUTURA CON LOS EMBALSES PUNILLA, BOYEN, QUILMO Y CHANGARAL.

Se utiliza el modelo que incluye el embalse Punilla.

En este caso no se ha contemplado el aprovechamiento de aguas subterráneas para el riego de los sectores.

El embalse Punilla, a diferencia del embalse Los Monos, puede regar una superficie mayor que la superficie regable del sector S2. Por tal motivo se trasvasa agua hacia los sectores bajos de los ríos Cato y Chillán (S3 y S8).

Resultados de los Procesos de Simulación

Los resultados obtenidos de los procesos computacionales son las superficies regadas con 85% de seguridad en los distintos sectores, los caudales de diseño de los sistemas de canales matrices de estos sectores y la capacidad de los canales de trasvase. Estos resultados se presentan en las siguientes tablas:

C.7.13

SECTOR	SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD [ha]	CAUDAL DEL SISTEMA DE CANALES [m ³ /s]
S1	1336	1.9
S2	92571	139.2
S3	7163	10.0
S4	1041	1.6
S5	3100	4.5
S6	155	0.9
S7	1850	3.6
S8	21700	28.3
S9	4150	7.2
S10	207	0.5
S11	207	0.5
S12	4000	7.7
SUPERFICIE TOTAL [ha]	137480	

CAPACIDAD DE LOS CANALES DE TRASVASE

CANAL DE TRASVASE	CAPACIDAD [m ³ /s]
CANAL 1	16.6
CANAL 2	13.5

En este caso se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones :

Los recursos son distribuidos de una forma que se pueda regar una mayor superficie. Esta nueva distribución no respeta los derechos de agua que existen en la actualidad debido a la posibilidad de regar una mayor superficie.

El río Ñuble y el embalse Punilla riegan los sectores S2, S3 y S8. La proporción de estos recursos que permite regar una mayor superficie en cada uno de estos sectores resultó ser de 84%, 8% y 8% respectivamente.

Cuando en la primera circulación de los recursos hídricos existen excedentes de agua después de regar el sector S2, éstos son captados por el canal de trasvase 1, para el riego de los sectores S3 y S8, según la siguiente distribución, 10% para el sector S3 y el 90% para el sector S8. Esta distribución se realiza en el nodo N8 de la topología del modelo.

C.7.14

El 35% de los recursos del río Cato son ocupados para regar íntegramente el sector S4. El otro 65% se distribuye en un 10% hacia el sector S3 y un 90% hacia el sector S8. Esta distribución se realiza en el nodo N8 de la topología del modelo.

CASO 4. SITUACION FUTURA SIN EMBALSES CON BOMBEO.

Para este caso se considera el modelo eliminando todos los embalses proyectados, Los Monos, Boyén, Quilmo y Changaral, también se eliminan los canales alimentadores a los embalses Boyén y Quilmo.

No se considera la existencia de trasvase desde el río Ñuble hacia río Cato ni desde este último al río Chillán.

El sector S12, queda reducido solamente a la zona del río Changaral.

Se considera una eficiencia de riego con bombeo de 50 % única para todas las áreas de planificación.

Se asigna al sector S2 la superficie bajo canal y se procede a bombear, hasta obtener una seguridad 85% para esa superficie. Como sobra volumen disponible en el acuífero se bombea en el resto de los sectores, regándose la superficie bajo canal con seguridad 85%.

Una vez regadas todas las superficies bajo canal de los sectores y como aún no se ha agotado el acuífero, se destina el volumen sobrante para aumentar el riego solamente del sector S2.

Resultados de los Procesos de Simulación.

Los resultados obtenidos mediante este proceso son los siguientes: superficies regadas con 85% de seguridad en todos los sectores, volúmenes anuales máximos bombeados y caudales máximos bombeados en los distintos sectores.

La capacidad de los sistemas de canales matrices se consideró invariable, ya que el bombeo se supuso intrapredial y es muy fuerte en los meses de mayor demanda. Además, los canales existentes pueden portar un caudal adicional al de diseño en esos meses, disminuyendo sus revanchas.

C.7.15

SECTOR	SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD [ha]
S1	940
S2	61030
S3	5000
S4	364
S5	3310
S6	733
S7	1850
S8	1951
S9	4150
S10	207
S11	207
S12	165
SUPERFICIE TOTAL [ha]	79907

SECTOR	VOLUMEN MAXIMO ANUAL BOMBEADO [m3]	CAUDAL MAXIMO DE BOMBEO [m3/s]
S2	333906000	50.90
S4	1777000	0.23
S5	957000	0.37
S6	2910000	0.52
S8	293000	0.12
S12	157000	0.06
VOL.TOTAL BOMB. [m3]	340000000	

En este caso, un 4% de los recursos del río Cato son ocupados en el riego del sector S4 y el 96% restante se utiliza en el sector S3.

CASO 5. SITUACION FUTURA CON EMBALSES LOS MONOS, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO.

Se utiliza el modelo que incluye el embalse Los Monos. En este caso se considera que se utiliza bombeo de aguas subterráneas.

Se considera una eficiencia de riego con bombeo de 60 % única para todas las áreas de planificación. Se adoptó esta eficiencia de riego (60 %) en atención a que se trata de un bombeo complementario de un sistema regulado, donde el área servida por las bombas tendría cultivos más nobles y por ende con mejor eficiencia de riego.

C.7.16

Luego se procede a bombear en los sectores donde los recursos superficiales no cubren la superficie bajo canal con 85% de seguridad. A continuación, como el acuífero tiene mayor capacidad, se bombea en el Sector S2 hasta cubrir toda la superficie regable con seguridad 85%.

Como el acuífero no se agotó, se procedió a bombear para cubrir las superficies regables de otros sectores, teniendo en cuenta la limitante del bombeo en la zona de Chillán y Lonquén.

Como no se logró regar toda la superficie regable del área de planificación de Chillán debido a la limitante del bombeo, se procedió a trasvasar agua desde el río Ñuble y embalse Los Monos hacia el río Chillán. Los recursos superficiales que fueron quitados al sector S2 se suministran de las aguas subterráneas hasta agotar el acuífero.

El bombeo en el área de planificación Cato se realizó en la zona baja, sector S3, y en la zona alta, sector S4, se le aumentó la proporción de riego superficial de modo de regar toda su superficie regable.

Resultados de los Procesos de Simulación.

Los resultados obtenidos mediante este proceso son los siguientes: superficies regadas con 85% de seguridad en todos los sectores, capacidad de los canales matrices de los sectores, volúmenes anuales máximos bombeados en los distintos sectores, caudales máximos bombeados en los distintos sectores y capacidad de los canales de trasvase. Estos resultados se muestran en las tablas siguientes:

SECTOR	SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD [ha]	CAUDAL DEL SISTEMA DE CANALES [m3/s]
S1	1336	1.9
S2	91682	137.9
S3	7163	10.0
S4	1041	1.6
S5	3310	4.7
S6	1729	2.6
S7	2719	4.0
S8	20350	28.3
S9	11450	15.3
S10	700	1.0
S11	500	0.7
S12	4000	7.7
SUPERFICIE TOTAL [ha]	145980	

C.7.17

SECTOR	VOLUMEN MAXIMO ANUAL BOMBEADO [m3]	CAUDAL MAXIMO DE BOMBEO [m3/s]
S2	266600000	38.50
S3	2965000	0.90
S5	957000	0.37
S6	10867000	1.50
S7	3926000	0.82
S9	50000000	7.00
S10	3042000	0.45
S11	1576000	0.31
VOL.TOTAL BOMB. [m3]	339933000	

CAPACIDAD DE LOS CANALES DE TRASVASE

CANAL DE TRASVASE	CAPACIDAD [m ³ /s]
CANAL 1	14.3
CANAL 2	12.6

Los recursos del embalse Los Monos se distribuyen de la siguiente manera, el 48% hacia el sector S2 y el 52% restante entre los sectores S3 y S8.

Los recursos provenientes del río Cato se distribuyen de la siguiente forma, el 36 % le corresponde al sector S4, el 64% restante se distribuye entre los sectores S3 y S8 con un 10 y 90% respectivamente.

CASO 6. SITUACION FUTURA CON EMBALSE PUNILLA, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO.

En este caso se utiliza el modelo que incluye el embalse Punilla y se considera que se usa bombeo de aguas subterráneas.

C.7.18

Las eficiencias de riego con bombeo son únicas para todas las áreas de planificación y son las siguientes:

- para el bombeo complementario 60 %, igual a la del Caso 5.
- para el bombeo aislado 50 %, igual a la del Caso 4.

Se procede a bombear en aquellos sectores donde los recursos superficiales no son capaces de regar toda la superficie regable con seguridad 85%, teniendo en cuenta las limitaciones del bombeo en las zonas de Chillán y Lonquén. Las zonas con limitaciones de bombeo son específicamente los sectores S9 y S12. En el sector S9 se riega con 85 % de seguridad 11450 ha de un total de 15593 ha y en el sector S12 se riegan 6740 ha de un total de 13273 ha. De lo anterior se deduce que de las 163085 ha potencialmente regables del Sistema en este Caso 6, se riegan sólo 152409 ha y quedan 10676 ha sin regar ya sea por limitación del acuífero (Sector S9) o por decisión de no bombear hacia el sector Lonquén (Sector S12).

En el sector S8 no es posible regar la superficie regable con los recursos que posee, por lo tanto se redistribuyen los recursos del embalse Punilla, regándose con éste la totalidad de los sectores S2 y S8 y parcialmente el sector S3 que se complementa con bombeo.

Una vez terminado el proceso iterativo de riego usando el Modelo de Simulación Operacional del Sistema Itata, se constata que se ha terminado la superficie regable del Sistema atribuida a los predios considerados de riego (152409 ha), y aún no se ha utilizado todo el acuífero disponible.

Por esta razón, el Caso 6 considera también regar superficies potencialmente regables de los predios considerados de secano, que no pertenecen al Sistema Itata, mediante un bombeo aislado. La superficie de secano regada con este Sistema de bombeo aislado resultó ser de 16.248 ha, con lo que se agota el acuífero.

Resultados de los Procesos de Simulación.

Los resultados obtenidos mediante este proceso son los siguientes: superficies regadas con 85% de seguridad en todos los sectores, capacidad de los sistemas de canales matrices de los sectores, volúmenes anuales máximos bombeados en los distintos sectores, caudales máximos bombeados en los distintos sectores y capacidad de los canales de trasvase. Estos resultados se muestran en las tablas siguientes:

C.7.19

SECTOR	SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD [ha]	CAUDAL DEL SISTEMA DE CANALES [m3/s]
S1	1336	1.9
S2	92571	139.2
S3	7163	10.0
S4	1041	1.6
S5	3310	4.7
S6	1729	2.6
S7	2719	4.0
S8	23150	28.3
S9	11450	15.3
S10	700	1.0
S11	500	0.7
S12	6740	7.7
SUPERFICIE DEL SISTE- MA. SUB- TOTAL (ha)	152409	
SUPERFICIE BOMBEO AISLADO. SUB-TOTAL (ha)	16248	
SUPERFICIE TOTAL (ha)	168657	

SECTOR	VOLUMEN MAXIMO ANUAL BOMBEADO [m3]	CAUDAL MAXIMO DE BOMBEO [m3/s]
S3	40683000	4.75
S5	957000	0.37
S6	10867000	1.50
S7	3926000	0.82
S9	50000000	7.00
S10	3042000	0.45
S11	1576000	0.31
S12	29268000	2.86
VOL. DEL SIST. (m³) SUBTOT. 1	140319000	
VOL. BOMBEO AISLADO (m³) SUBTOT. 2	200000000	
VOL. TOTAL BOMBEADO (m³)	340319000	

C.7.20

CAPACIDADES DE LOS CANALES DE TRASVASE

CANAL DE TRASVASE	CAPACIDAD [m ³ /s]
CANAL 1	17.9
CANAL 2	19.8

Los recursos del río Cato se distribuyen de la siguiente forma: 36% para el sector S4 y el 64% restante se distribuye en los sectores S3 y S8 con un 10% y 90% respectivamente.

El caudal de la central Ñuble que no es aprovechado para el riego del sector 2, se desvía hacia el río Cato por medio del canal de trasvase 1, y se distribuye entre los sectores S3 y S8, con 10 y 90% respectivamente.

El embalse Punilla se distribuye de la siguiente manera: 80% para el sector S2 y un 20% para el sector S8.

C.8.1

8. ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

8.1 PROGRAMAS DE INVERSIONES PARA LOS SISTEMAS DE RIEGO

8.1.1 INVERSIONES EN OBRAS CIVILES

Usando los bancos de datos de precios de obras hidráulicas de INGENDESA y analizando las características de las obras proyectadas, sus ubicaciones y sus plazos de construcción para corregir estos valores básicos, se llegó a confeccionar los presupuestos de cada sistema de obras.

Se determinaron los presupuestos de las diferentes obras que constituyen los 5 casos seleccionados.

Los costos directos determinados corresponden a las partidas:

- Costos de terrenos, derechos, servidumbres e interferencias.
- Costos de obras civiles y montajes.

Los presupuestos de inversión se determinaron a partir de los costos directos de construcción de las obras. Estos presupuestos de inversión consultan los "costos de ingeniería e inspección de obras" y "costos de administración y gastos generales", que se calculan como un 12% y un 3% del costo directo de construcción respectivamente. Finalmente se incluyó un 5% de imprevistos determinado sobre la suma de los costos directos de construcción y de los de ingeniería y administración.

Los presupuestos de inversión calculados corresponden a las siguientes obras:

1. Embalse Punilla
2. Embalse Los Monos
3. Embalse Quilmo
4. Embalse Boyén
5. Embalse Changaral
6. Embalse Puyamávida
7. Embalse Andalién
8. Canales de trasvase para el Caso 3
9. Canales de trasvase para el Caso 5
10. Canales de trasvase para el Caso 6
11. Canal alimentador para los embalses Boyén y Quilmo
12. Canal Changaral
13. Canales asociados al embalse Puyamávida
14. Canales asociados al embalse Andalién
15. Bombeo mecánico para el Caso 4
16. Bombeo mecánico para el Caso 5
17. Bombeo mecánico para el Caso 6

C.8.2

Sobre la base de los presupuestos de inversión de obras antes mencionados, se confeccionaron los presupuestos de inversión de los 5 Casos seleccionados para el Sistema Itata y de los Sistemas independientes correspondientes a los ríos Puyamávida y Andalién.

Análogamente para cada Caso estudiado se confeccionó su correspondiente presupuesto de operación anual.

8.1.2 INVERSIONES AGRICOLAS

Las inversiones agrícolas que se han considerado para el desarrollo del Proyecto Itata, básicamente son las siguientes:

- Plantaciones de frutales y viñas
- Construcciones agropecuarias
- Compra de vaquillas
- Adecuación de suelos para el riego
- Tecnificación del riego
- Asistencia técnica

Las inversiones para el desarrollo agrícola se deben iniciar desde el año de la puesta en marcha de las obras. La única excepción proyectada son las inversiones en trabajos de Puesta en Riego, en suelos actualmente de secano. Para este caso, las inversiones se iniciarán dos años antes de la puesta en marcha de las obras, aunque en pequeña escala. Se debe considerar que el tiempo que insumirá la construcción del embalse Los Monos es de cinco años, y de seis años para el embalse Punilla. Sólo en la alternativa "Bombeo Solo", el aumento de la seguridad y la incorporación al riego de otras áreas, se produce el mismo año del inicio de las obras, pero con un crecimiento paulatino en el tiempo.

Por la magnitud de estas inversiones, se han proyectado escalonadas en el tiempo, de forma de lograr que la maduración de ellas se produzca, en no más de 10 años. Este planteamiento ya fue expuesto en el Capítulo 4.1 "Bases para los Planes del Desarrollo.

8.2 FLUJOS DE INVERSION

Una vez definidos los presupuestos de inversiones y de operación anual de cada uno de los Casos, se determinaron los flujos de inversión, los que incluyen explícitamente todas las obras que integran cada Caso. Estos flujos están basados en los programas de estudio y construcción de cada una de las obras.

C.8.3

En el Sistema Itata se ha considerado que los embalses pequeños serán construidos en los últimos años de construcción de los embalses grandes (Punilla y Los Monos).

Los flujos de inversiones para cada uno de los Casos estudiados se han dividido en flujo de Inversión Total, flujo de Inversión en Moneda Nacional y flujo de Inversión en Moneda Extranjera, expresados en dólares de enero de 1992, vale decir, con una tasa de cambio de 1 dólar igual a \$ 374,5.

8.3 PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

El programa de financiamiento del Proyecto Itata, se divide en un programa de financiamiento de obras y un programa de financiamiento de la puesta en riego del sistema agrícola.

Debido a que este proyecto compromete una vasta zona de la VIII Región del país, se supone que el Estado así como ha propiciado el estudio de este proyecto, también apoyaría las gestiones necesarias para obtener los créditos de organismos internacionales de fomento al desarrollo de los países, tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BIRD).

Este apoyo del Estado estaría basado en los buenos resultados de la evaluación de este proyecto Itata ya que cuenta con los requisitos técnicos y económicos que permiten postular a un crédito de estas instituciones internacionales.

8.4 PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION E INSTITUCIONES DE CREDITO

Programa de implementación

Los programas de implementación se llevarán a cabo a través de Instituciones de Apoyo. Se denominaron así a aquella organizaciones dedicadas a otorgar capacitación, asistencia técnica, y crediticia a los agricultores, tales como, el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), y la Industria Azucarera Nacional (IANSa), los bancos comerciales, la Corporación de Fomento (CORFO), y otras instituciones especializadas en asistencia técnica, organizadas como Organizaciones No Gubernamentales (ONG).

Los predios pequeños, menores de 12 H.R.B. reciben asistencia técnica y crediticia de Indap, y crediticia del Banco del Estado, y excepcionalmente, de bancos privados. Indap entrega la asistencia técnica a través de Ongs, Inia y profesionales o empresas especializadas, previamente calificadas.

C.8.4

Los predios medianos y grandes, definidos en este proyecto como de los estratos 3R y 4R, reciben asistencia técnica y crediticia de Iansa, Empresas de Semilla, Exportadoras y Agroindustrias. Además, contratan asistencia técnica de profesionales particulares, Inia y Universidades. La asistencia financiera para estos predios proviene de bancos y financieras privadas, CORFO, etc.

Para los agricultores pequeños, correspondientes a los estratos definidos como 1R y 2R en este Proyecto, se hizo necesario implementar un Programa de Asistencia Técnica, con crédito, que permita que estos agricultores, de menos de 12 H.R.B., logren los beneficios esperados para este proyecto, en el tiempo razonable de 10 a 12 años. Este se ha concebido en la forma del Programa de Transferencia Tecnológica Grupal, al cual se le han enfatizado aspectos tales como, la tecnología de riego, la administración predial, y técnicas productivas de las nuevas especies, con alta producción y rentabilidad, que se han considerado en la Situación Futura, o con Proyecto. El costo del programa, en un plazo de 12 años, asciende a un monto de \$ 11.631,4 millones de pesos, de Enero de 1992.

Instituciones de Crédito

El mercado financiero maneja tipos de créditos en pesos (\$), reajustables, más interés anual fijo, y en unidades de fomento (U.F.). más interés anual fijo. Los agricultores medianos y grandes, representados en nuestro estudio en los estratos 3R, 4R, 3Rd, 4Rd, tienen como fuentes de crédito a los bancos, financieras y agroindustrias.

No se esperan cambios en la política económica del largo plazo que pudiesen variar las condiciones de las líneas de crédito antes señaladas, sino más bien, puede preverse un perfeccionamiento del sistema de libre mercado, por lo que se ha considerado que las formas de crédito antes descritas, permanecerán durante todos los años del proyecto.

8.5 ANALISIS DE MERCADOS, COMERCIALIZACION Y PRECIOS

Se ha analizado el mercado a mediano y largo plazo, tanto interno como de exportación, y la sustitución de importaciones para los productos más importantes actualmente existentes en la zona, y considerados en el proyecto para la Situación Futura, concluyéndose que, en general, la producción incremental que se obtendría con la realización del mismo no enfrentaría problemas de mercados ni de comercialización.

9. EVALUACION ECONOMICA, PRIVADA Y SOCIAL

9.1 INTRODUCCION

La evaluación de los beneficios netos del proyecto, se realizó usando el "método del Presupuesto" y el área de estudio se dividió en 3 sectores, uno de ellos asociado al embalse Andalién, otro al embalse Puyamávida y el tercer sector al sistema Itata, regado con los embalses Quilmo, Boyén, Changaral y con el embalse Punilla o Los Monos.

Los beneficios anuales netos que se obtengan con el desarrollo de los sistemas de riego y obras anexas, corresponden al aumento en el excedente económico anual agrícola producto de la mayor disponibilidad de agua donde el valor económico del agua corresponderá a la diferencia de beneficios netos de la producción agrícola entre la situación "con" y "sin" proyecto.

9.2 SITUACION "SIN" Y "CON" PROYECTO

La situación "sin" proyecto corresponde a la proyección de la situación actual en un horizonte de evaluación de 36 años.

La situación actual corresponde a una representación histórica del uso del suelo agrícola y se caracterizó productiva y económicamente para cada uno de los sectores considerando los distintos estratos de tenencia de la tierra.

La proyección de esta situación actual se hizo determinando un escalamiento de 0,8% anual durante los primeros 10 años del proyecto para posteriormente estabilizarse.

La estructura de cultivo de la situación "sin" proyecto se definió a partir de la situación actual, en forma simplificada, incluyendo en ella los cultivos más representativos. Los rendimientos fueron definidos sobre la base de consultas en terreno.

Los precios se calcularon a "puerta de predio" analizando series históricas y para el cálculo de precios sociales, los productos e insumos se diferenciaron en bienes transables y no transables distinguiendo entre los transables, bienes importables y exportables.

La situación "con" proyecto generará los siguientes beneficios:

- i) Aumento en el excedente agrícola en superficie que actualmente es de secano y se pueda incorporar al riego, debido a una mayor disponibilidad de agua.

C.9.2

- ii) Aumento en el excedente agrícola originado por el aumento de seguridad de riego.

Entre los costos de los proyectos de riego se distinguen: las obras hidráulicas extraprediales, la Dirección e Inspección del proyecto y la Mantenición y Operación del Sistema.

Para la evaluación económica del proyecto se consideraron los siguientes supuestos:

- . Actualización de los flujos anuales del proyecto a la fecha de iniciación de las inversiones, esto es al año 1 (año 1995). Los flujos se consideran al final de cada período.
- . El horizonte de evaluación es de 36 años, considerando 30 años de beneficios futuros a partir de la entrada en servicio de las obras de mayor período de construcción.
- . La vida útil de las obras es de más de 30 años; no hay valor residual y los precios reales de cultivos se consideran constantes durante todo el período de evaluación.

La evaluación se realizó utilizando precios privados y sociales. Las correcciones realizadas para llevar los precios a valores sociales corresponden al precio social de la divisa, tasa social de descuento y precio social de la mano de obra, según metodología y valores definidos por el Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN)

9.3. EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO

Los beneficios netos que se producen en el sector agrícola del área del proyecto, tanto actuales como futuro, se han establecido desde la unidad básica, como es el Predio Tipo, expandiendo sus resultados por integración, a los estratos, Areas de Planificación y para el Total del Area del Proyecto.

En forma adicional, se ha considerado las fluctuaciones de los ingresos netos, en el tiempo, asociada a la variable hidrológica.

Los beneficios comenzarán a percibirse desde el primer año de la puesta en marcha de las obras. Sin embargo, el tiempo que demorará la construcción del embalse Punilla es de seis años y cinco años el embalse Los Monos. En consecuencia, los beneficios se iniciarán en el año 6 del Proyecto, para los Casos 2 y 5, que incluyen el embalse Los Monos, y en el año 7 del Proyecto para los Casos 3 y 6, que consideran al embalse Punilla.

El Caso 4, Sistema Hidrológico Actual complementado con bombeo desde el acuífero, en cambio, puede implementarse y recibir beneficios desde el año 1 del Proyecto.

C.9.3

La incorporación de nuevas superficies para los cultivos anuales y praderas artificiales, comienza con una incorporación de nueva superficie regada, "función escalón" de tipo discreto, equivalente al 15% del incremento de superficie futura, desde el primer año de la puesta en servicio de los embalses (año 6 para Los Monos y año 7 para Punilla). Sin embargo, los incrementos de los beneficios, en los años siguientes es muy moderado, considerando que los agricultores demorarán en internalizar las nuevas técnicas agrícolas y/o cultivos más intensivos, de modo que la estabilización de los ingresos netos que generan los proyectos, se alcanza sólo a contar del año 15 del Proyecto, para el embalse Los Monos, y en el año 16 del Proyecto, en el caso de Punilla.

Para el caso del rubro frutales, el período de plantación se proyectó en cinco años con una tasa anual variable.

Para complementar el riego con embalses, se incluye la construcción de pozos de bombeo.

La incorporación de los pozos y áreas de riego, para el Caso 4 se realiza en un plazo de 10 años.

La construcción de pozos como complemento a la construcción de los grandes embalses se inicia desde el primer año de puesta en servicio de los embalses. Esto corresponde al año 6, con el embalse Los Monos, y en el año 7, con Punilla.

Se denominó Ingresos Agrícolas Adicionales, aquellos ingresos que se pueden generar en superficies regables, no incluidas en las áreas regadas anualmente con 85% de seguridad, pero que pueden aprovechar los excedentes de agua que se producirán, en forma estacional (Octubre a Diciembre), preferentemente, para cultivos como trigo y praderas naturales. Por definición, esta práctica puede realizarse en 85 años de cada 100.

Cada una de las cinco alternativas de construcción de obras tiene excedentes de suelos regables, de mayor magnitud mientras menor sea la superficie con riego 85% que cubra. Sin embargo, no toda esta área excedente puede ser utilizada para cultivos adicionales.

Se ha estimado que, globalmente, sólo el 20% de los suelos regables que no serán favorecidos por los proyectos de construcción de embalses podrán ser incorporados al riego adicional, de tipo estacional.

El flujo de Ingresos Netos para la Situación Actual Agropecuaria, considerando las variables hidrológicas, se presenta en el cuadro siguiente.

C.9.4

Flujos de Ingresos Netos del Area del Proyecto
Situación Actual
Simulación para Período de 47 años
por Variaciones Hidrológicas
Millones de Pesos (\$ de Enero 1992)

Año	A Precios de Mercado	A Precios Sociales
1941	6.314,17	9.901,15
1942	5.803,77	9.102,08
1943	5.166,75	8.104,78
1944	6.084,30	9.541,26
1945	5.918,71	9.282,02
1946	5.857,02	9.185,45
1947	4.140,40	6.441,58
1948	5.004,41	7.850,62
1949	3.381,66	5.310,08
1950	6.461,58	10.131,92
1951	6.110,92	9.582,94
1952	4.671,29	7.329,09
1953	6.125,21	9.605,31
1954	5.231,69	8.206,44
1955	4.847,92	7.605,62
1956	4.405,70	6.913,30
1957	5.797,93	9.092,93
1958	4.650,51	7.296,56
1959	4.857,01	7.619,85
1960	4.762,20	7.471,42
1961	4.916,10	7.712,36
1962	3.133,60	4.921,74
1963	6.352,48	9.961,13
1964	4.715,45	7.398,23
1965	5.364,16	8.413,83
1966	6.677,16	10.469,44
1967	4.918,70	7.716,43
1968	3.830,37	6.012,57
1969	5.246,62	8.229,82
1970	5.851,18	9.176,30
1971	5.078,44	7.966,52
1972	5.270,00	8.266,42
1973	4.142,71	6.501,56
1974	4.768,69	7.481,59
1975	8.851,18	9.176,30
1976	4.744,67	7.443,97
1977	6.051,83	9.490,43
1978	5.266,75	8.261,34
1979	5.712,21	8.958,74
1980	4.703,76	7.379,93

C.9.5

Cuadro (Continuación)
Flujos de Ingresos Netos del Area del Proyecto
Situación Actual
Simulación para Período de 47 años
por Variaciones Hidrológicas
Millones de Pesos (\$ de Enero 1992)

Año	A Precios de Mercado	A Precios Sociales
1981	3.720,63	5.840,76
1982	6.334,95	9.933,68
1983	3.638,16	5.711,65
1984	5.629,75	8.829,63
1985	4.171,93	6.547,31
1986	5.558,97	8.718,82
1987	5.455,72	8.557,17
Prom. Anual	5.163,05	8.098,98

Los Ingresos Netos Futuros, para cada año del Proyecto, están desglosados por rubro agrícola y consideran los generados por toda la superficie afecta al proyecto, tanto de riego, con 85% de seguridad, como de secano.

Se incluyen, además, los ingresos netos adicionales que pueden generar superficies que son posibles de sembrar, y/o regar, con trigo y pastos naturales en los años con excedentes de agua. En años secos, los ingresos adicionales son cero.

9.4 RESULTADOS

A continuación se presentan los indicadores económicos que resultan para cada uno de los casos estudiados, tanto a precios privados como sociales.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO ITATA
EVALUACION ECONOMICA
RESUMEN
PRECIOS PRIVADOS

Valores actualizados en millones de \$ de enero 1992 (1US\$=\$374.5)
Tasa de descuento 12%

ITEM	SISTEMA ITATA					EMBALSES AISLADOS	
	Sistema Los Monos sin bombeo	Sistema Punilla sin bombeo	Bombeo Solo	Sistema Los Monos con bombeo	Sistema Punilla con bombeo	Andalién	Puyamávida
COSTOS DE INVERSION	47 294.1	45 660.3	16 794.6	62 691.0	55 905.7	2 567.7	3 303.0
MANTENCION Y OPER.	520.1	839.8	3 261.7	2 516.1	4 221.0	75.6	77.3
PROGRAMA DE APOYO	6 023.7	5 378.3	8 308.8	6 023.7	5 562.9	59.7	217.5
INGRESOS NETOS	162 093.3	170 805.2	125 254.7	188 715.2	195 037.3	1 407.8	2 178.9
Frutales	56 153.5	60 317.0	44 618.3	67 037.1	67 533.2	8.4	520.1
Vid Vinífera	6 080.8	6 342.6	6 111.1	7 303.9	7 405.9	1.0	123.2
Cereales	10 092.2	10 803.3	8 716.6	11 071.9	12 062.0	189.0	244.9
Chacras	7 684.2	8 132.3	4 369.4	9 791.3	11 261.7	386.3	323.2
Cultivos Industriales	32 186.0	33 847.2	29 266.7	35 381.9	35 206.8	0.2	328.0
Hortalizas	12 605.6	13 298.7	8 695.1	15 664.5	14 224.6	135.1	30.7
Pradera Artificial	29 611.2	31 169.3	15 081.3	35 677.9	42 249.6	605.0	478.6
Pradera Natural	1 119.6	878.0	2 707.3	892.3	1 399.6	82.8	130.2
Secano	5 571.9	5 571.9	5 688.8	5 571.9	3 508.4	0.0	0.0
Adicional	988.3	444.8	0.0	322.6	185.5	0.0	0.0
SITUACION ACTUAL	46 687.8	46 687.8	46 687.8	46 687.8	46 687.8	287.4	221.1
V A N PROYECTO	61 567.6	72 238.9	50 201.7	70 796.6	82 659.9	-1 582.6	-1 639.9
T I R	20.29%	21.67%	29.45%	20.00%	21.98%	5.64%	6.64%
ANULA VAN							
INVERSION	114.36%	139.25%	176.98%	99.39%	125.83%		
INGRESOS NETOS	-37.98%	-42.29%	-40.08%	-37.52%	-42.38%		
SITUACION ACTUAL	131.87%	154.73%	107.53%	151.64%	177.05%		

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO ITATA
EVALUACION ECONOMICA
RESUMEN

PRECIOS SOCIALES

Valores actualizados en millones de \$ de enero 1992 (1US\$=\$374.5)

Tasa de descuento 12%

ITEM	SISTEMA ITATA					EMBALSES AISLADOS	
	Sistema Los Monos sin bombeo	Sistema Punilla sin bombeo	Bombeo Solo	Sistema Los Monos con bombeo	Sistema Punilla con bombeo	Andalién	Puyamávida
COSTOS DE INVERSION	43 358.2	41 684.5	15 609.5	57 446.4	51 077.9	2 320.9	3 053.3
MANTENCION Y OPER.	399.7	612.5	2 883.4	2 137.9	3 520.3	64.8	66.0
PROGRAMA DE APOYO	6 023.7	5 378.3	8 308.8	6 023.7	5 562.9	59.7	217.5
INGRESOS NETOS	214 498.3	224 935.9	170 064.2	249 460.2	255 033.2	1 919.7	2 818.5
Frutales	72 681.5	77 268.2	57 264.9	88 797.3	87 370.9	10.5	634.9
Vid Vinífera	7 578.0	7 826.5	7 322.1	9 060.1	9 195.6	1.0	124.5
Cereales	16 339.7	17 290.8	15 330.6	17 728.4	19 787.5	366.7	414.1
Chacras	10 051.2	10 584.9	6 014.4	12 724.6	15 449.1	660.0	442.8
Cultivos Industriales	52 376.3	55 237.1	47 345.4	57 278.9	56 472.7	0.3	497.1
Hortalizas	15 753.3	16 595.0	10 939.7	19 530.7	17 764.2	162.5	33.1
Pradera Artificial	29 547.7	30 991.3	15 229.6	35 607.9	42 073.1	610.1	494.5
Pradera Natural	1 162.9	913.1	2 798.8	931.7	1 492.6	108.7	177.6
Secano	7 591.9	7 591.9	7 818.6	7 591.9	5 151.5	0.0	0.0
Adicional	1 415.7	637.2	0.0	208.8	275.8	0.0	0.0
SITUACION ACTUAL	73 229.7	73 229.7	73 229.7	73 229.7	73 229.7	527.2	392.8
V A N PROYECTO	91 486.8	104 030.9	70 032.8	110 622.4	121 642.4	-1 053.0	-911.1
T I R	24.29%	25.58%	38.78%	24.44%	26.60%	7.76%	9.01%
ANULA VAN							
INVERSION	183.78%	218.21%	261.30%	168.61%	202.19%		
INGRESOS NETOS	-42.65%	-46.25%	-41.18%	-44.34%	-47.70%		
SITUACION ACTUAL	124.93%	142.06%	95.63%	151.06%	166.11%		

C.9.8

- De los resultados anteriores se desprende que los proyectos Andalién y Puyamávida no son convenientes de realizar por cuanto sus indicadores son negativos.
- En relación a la factibilidad económica del Sistema Itata, es posible señalar que los indicadores obtenidos, a precios sociales, son favorables para todos los casos.

Los resultados del Valor Actual Neto entregan desde 70.032,8 a 121.642,4 millones de pesos.

En relación a las Tasas Internas de Retorno, éstas van desde el 24,29% al 38,78%. En este caso, es importante destacar que la tasa interna más alta corresponde al caso 4 "Bombeo Solo", debido a que percibe beneficios en los primeros seis años del proyecto, período en el cuál los otros proyectos están en construcción. La TIR depende de la disposición de los flujos en el tiempo.

A pesar de lo anterior, el mencionado Caso 4 aporta sólo 70.032,8 millones de pesos a la creación de riqueza y beneficia solamente a 79.907 hectáreas.

Analizando las otras alternativas, es importante destacar que benefician a 112.523; 137.480; 145.980 y 168.657 hectáreas dependiendo si se trata de los casos 2; 3; 5 y 6, respectivamente.

En estos casos, los VAN resultantes alcanzan cifras desde 91.486,8 a 121.642,4 millones de pesos representando una ganancia diferencial del 33%. El incremento de superficie que permite regar adecuadamente es del 50%; de 112.523 a 168.657 hectáreas.

- Por otra parte, si se hace un análisis del rendimiento de la inversión para ver los efectos del bombeo complementario en los casos de los embalses Los Monos y Punilla, se tiene:

Cálculo IVAN (mill. de \$)

Sistema	sin bombeo			con bombeo		
	I	VAN	IVAN	I	VAN	IVAN
Los Monos	49.781,6	91.486,8	1,84	65.608,0	110.622,4	1,69
Punilla	47.675,3	104.030,9	2,18	60.161,1	121.642,4	2,02

IVAN=(VAN/I) : representa la generación de riqueza por cada unidad de inversión.

C.9.9

I: Inversión + Mant. y Operac. + Prog. Apoyo, todo actualizado

Del cuadro anterior se infiere que si bien el bombeo complementario es rentable, ya que marginalmente la inversión en bombas lo es, el rendimiento de esa inversión es menor que si no se invierte en ellas.

En ambos casos el índice IVAN desmejora cuando se adicionan las bombas, sin perjuicio que en el caso del sistema Punilla, sin y con bombeo, el rendimiento de la inversión es mayor que en el caso del sistema Los Monos, 2,18 y 2,06 veces.

- Por otra parte, si se hace un análisis del costo de inversión actualizada por hectárea, se tiene lo siguiente:

Costos por hectárea

(\$)

Sistema	sin bombeo	con bombeo
Los Monos	442.412	449.431
Punilla	346.780	356.707

En este caso, el sistema Los Monos arroja un mayor costo de inversión por hectárea, sin y con bombeo complementario.

- En relación a los factores que habría que considerar como de mayor incidencia en los resultados del proyecto, se puede mencionar que ellos corresponden a los ingresos netos. En efecto, si éstos disminuyen en conjunto, es decir todos los rubros a la vez, entre el 42,65% y el 47,70% dependiendo del caso analizado, el VAN se anularía. El caso 6 presenta una mejor estructura de beneficios con lo cuál tendría que disminuir un 47,70% los ingresos, cifra poco esperada tratándose de un estudio de factibilidad.

Los otros parámetros, tanto de inversión, situación actual o ingresos netos por rubro de cultivo, por sí sólo no afectan los resultados de los proyectos.

C.9.10

A precios privados, los indicadores de rentabilidad siguen la misma tendencia que a precios sociales, pero con valores actualizados aproximadamente un 30% más bajo. En el caso de las tasas internas de retorno, éstas son en promedio un 16% más bajo.

De acuerdo a los resultados anteriores cabría indicar que el Caso 6: Sistema Punilla con Bombeo Complementario, tanto a precios sociales como privados, es el proyecto más conveniente de llevar a cabo.

Esta alternativa genera una riqueza para el país, medida en términos del VAN de 121.642,4 millones de pesos, una TIR del 26,60% y permite regar adecuadamente una superficie de 168.657 hectáreas.

A valores privados, genera un VAN de 82.659,9 millones de pesos y una TIR del 21,98%.

C.9.11

Resultados
Caso 6: Sistema Punilla con Bombeo
(millones de \$)

Valores Actualizados		
ITEM	PRIVADO	SOCIAL
COSTOS DE INVERSION	55.905,7	51.077,9
MANTENCION Y OPERAC.	4.221,0	3.520,3
PROGRAMA DE APOYO	5.562,9	5.562,9
INGRESOS NETOS	195.037,3	255.033,2
Frutales	67.533,2	87.370,9
Vid Vinífera	7.405,9	9.195,6
Cereales	12.062,0	19.787,5
Chacras	11.261,7	15.449,1
Cultivos Industriales	35.206,8	56.472,7
Hortalizas	14.224,6	17.764,2
Pradera Artificial	42.249,6	42.073,1
Pradera Natural	1.399,6	1.492,6
Secano	3.508,4	5.151,5
Adicional	185,5	275,8
SITUACION ACTUAL	46.687,8	73.229,7
VAN PROYECTO	82.659,9	121.642,4
TIR	21,98%	26,60%
++ANULA VAN++		
INVERSION	+125,83%	+202,19%
INGRESOS NETOS	- 42,38%	- 47,70%
SITUACION ACTUAL	+177,05%	+166,11%

9.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los distintos casos analizados fueron sensibilizados en:

- Costos de Inversión, Mantenición y Operación de Obras Hidráulicas y Programas de Apoyo: + 20% y - 20%
- Ingresos Netos de Cultivos: + 20% y - 20%
- Situación Actual: + 20% y - 20%
- Tasas de Descuento para la alternativa seleccionada: 10% y 14%.

C.9.12

- Período de Construcción para la alternativa seleccionada: 5 años

9.5.1 Sensibilización general.

Analizando la sensibilización de la alternativa seleccionada, a precios sociales, se infiere que si los ingresos netos disminuyeran un 20% , el VAN disminuye un 45,5%.

Si aumentara en 20% la inversión y la situación actual, el VAN disminuiría en 26,4%.

De lo anterior se desprende que el proyecto es altamente sensible a los ingresos netos.

En términos privados, ante una disminución del 20% de los ingresos netos, el VAN disminuye en 50,8%. Asimismo, si la situación actual y la inversión aumentara sus costos en 20%, el VAN disminuiría en 31,7%.

9.5.2 Sensibilización a la Tasa de Descuento.

Los resultados obtenidos para el proyecto seleccionado, al hacer variar la tasa de descuento a 10% y 14% respectivamente, se muestran en el cuadro de la página siguiente.

En relación a la variación de la tasa de descuento, si ésta disminuye al 10%, el VAN social aumentaría en 47,7%.

Por el contrario, si ésta aumenta al 14%, el VAN social disminuye en 32,3%.

A precios privados, la disminución de la tasa al 10% implica un aumento del Valor Actual Neto del 55,5%, y un aumento de la tasa al 14% hace disminuir el VAN en 37,1%.

De lo anterior se desprende que ante una disminución de la tasa, los incrementos del VAN son considerables, ante lo cual si se proyecta un fortalecimiento de la economía nacional, que influiría en una tendencia a la disminución de las tasas de descuento, éstas favorecerían los resultados del proyecto en cifras cercanas al 50%.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO ITATA
SISTEMA PUNILLA CON BOMBEO

SENSIBILIZACION
TASA DE DESCUENTO

Valores actualizados en millones de \$ de enero de 1992 (1US\$=\$374.5)

ITEM	PRIVADO			SOCIAL		
	T=10%	T=12%	T=14%	T=10%	T=12%	T=14%
COSTOS DE INVERSION	61 292.0	55 905.7	51 189.3	56 017.3	51 077.9	46 753.7
MANTENCION Y OPER.	5 539.4	4 221.0	3 280.4	4 619.9	3 520.3	2 735.8
PROGRAMA DE APOYO	6 468.6	5 562.9	4 807.8	6 468.6	5 562.9	4 807.8
INGRESOS NETOS	256 711.8	195 037.3	151 772.5	332 924.2	255 033.2	200 159.6
Frutales	90 226.2	67 533.2	51 545.9	116 621.1	87 370.9	66 733.5
Vid Vinífera	9 883.2	7 405.9	5 657.0	12 269.2	9 195.6	7 024.0
Cereales	14 460.4	12 062.0	10 290.5	23 596.8	19 787.5	16 952.4
Chacras	15 314.6	11 261.7	8 474.3	20 995.0	15 449.1	11 629.6
Cultivos Industriales	43 284.0	35 206.8	29 358.7	69 066.9	56 472.7	47 325.3
Hortalizas	19 555.7	14 224.6	10 580.3	24 382.3	17 764.2	13 236.9
Pradera Artificial	57 953.0	42 249.6	31 483.1	57 781.0	42 073.1	31 308.7
Pradera Natural	1 615.8	1 399.6	1 223.4	1 725.7	1 492.6	1 303.1
Secano	4 141.7	3 508.4	3 033.1	6 074.2	5 151.5	4 458.3
Adicional	277.1	185.5	126.2	412.2	275.8	187.7
SITUACION ACTUAL	54 911.5	46 687.8	40 503.2	86 129.7	73 229.7	63 528.3
V A N PROYECTO	128 500.2	82 659.9	51 991.9	179 688.7	121 642.4	82 333.9
T I R	21.98%	21.98%	21.98%	26.60%	26.60%	26.60%

C.9.14

9.5.3 Sensibilización al Período de Construcción.

En relación a la disminución del período de construcción del embalse Punilla, los resultados se indican en el cuadro de la página siguiente.

Se observa un aumento del VAN del 13%, pasando de 121.642,4 a 137.516,1 y de 82.659,9 a 93.634,4 millones de pesos, a precios sociales y privados respectivamente.

Dichos resultados indican la conveniencia de estudiar la factibilidad técnica de acortar el período de construcción de las obras.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO ITATA
SISTEMA PUNILLA CON BOMBEO

SENSIBILIZACION
PERIODO DE CONSTRUCCION

Valores actualizados en millones de \$ de enero 1992 (1US\$=\$374.5)

ITEM	PRIVADO		SOCIAL	
	5 AÑOS	6 AÑOS	5 AÑOS	6 AÑOS
COSTOS DE INVERSION	60 090.4	55 905.7	54 248.9	51 077.9
MANTENCION Y OPER.	4 746.2	4 221.0	3 958.4	3 520.3
PROGRAMA DE APOYO	6 230.4	5 562.9	6 230.4	5 562.9
INGRESOS NETOS	211 389.3	195 037.3	275 183.5	255 033.2
Frutales	75 136.0	67 533.2	97 414.0	87 370.9
Vid Vinífera	8 230.0	7 405.9	10 243.3	9 195.6
Cereales	12 139.0	12 062.0	19 805.3	19 787.5
Chacras	12 420.7	11 261.7	16 958.8	15 449.1
Cultivos Industriales	36 219.7	35 206.8	57 820.0	56 472.7
Hortalizas	15 904.2	14 224.6	19 843.9	17 764.2
Pradera Artificial	46 143.6	42 249.6	46 069.2	42 073.1
Pradera Natural	1 490.5	1 399.6	1 590.8	1 492.6
Secano	3 493.3	3 508.4	5 122.1	5 151.5
Adicional	212.4	185.5	315.9	275.8
SITUACION ACTUAL	46 687.8	46 687.8	73 229.7	73 229.7
V A N PROYECTO	93 634.4	82 659.9	137 516.1	121 642.4
T I R	22.65%	21.98%	27.99%	26.60%

C.9.16

9.5.4 Sensibilización a la hidrología

Dado que la variable más importante en la generación de los beneficios de un proyecto agrícola es la hidrología, se hizo una sensibilización a esta variable.

Para tal objeto se compararon los resultados de la evaluación hecha con el procedimiento estándar, vale decir, la que tiene la serie hidrológica invariable partiendo con el año 1941/42 en el año 1 de la serie y otra evaluación en la que se ha supuesto que la misma serie hidrológica que se inicia en el año 41/42, se aplica a partir de la puesta en servicio de cada proyecto. Así pues, el año 41/42 estará en el año 1 para el Caso 4; en el año 6 para los proyectos con embalse Los Monos (Casos 2 y 5) y en el año 7 para los proyectos con embalse Punilla (Casos 3 y 6).

Del análisis comparativo de los resultados obtenidos con ambos métodos de evaluación se desprende que al disponer la hidrología común a todos los proyectos se produce una disminución en sus ingresos netos. Asimismo, esto ocurre para los valores de la situación actual, la cual también disminuye.

Se debe tener en cuenta que los proyectos realmente comparables son los de los Casos 2 y 3, ya que el Caso 4 es el mismo para ambas metodologías y los Casos 5 y 6 tienen un desarrollo del bombeo diferente.

Cabe señalar que las diferencias encontradas son pequeñas y por lo tanto, para estos proyectos se puede aseverar que la secuencia hidrológica (estadística) ya sea colocada al momento de la puesta en servicio de los proyectos, o a la iniciación de la construcción de los mismos, no produce alteraciones en los resultados de la evaluación.

9.6 RESULTADOS PROYECTO DE ENERGÍA

La evaluación de las centrales hidroeléctricas aisladas, suponiendo que ellas generan las demandas de riego con las características propias de los embalses de riego (alturas netas), resultó conveniente en todas las alternativas, tanto a precios privados como sociales.

Para la solución recomendada para este proyecto (Caso 6), la central que se complementa con el embalse Punilla, presenta los resultados que se muestran en el Cuadro siguiente:

C.9.17

Resultado Central Hidroeléctrica (millones de \$)

	Privado	Social
VAN	7.297,0	11.731,0
TIR	16,48%	19,45%

Estos valores se han obtenido utilizando los flujos que genera la operación de la central durante los primeros 36 años. No se consideró un valor residual de la central en el año 36.

9.7 RESULTADOS PROYECTO CONJUNTO, RIEGO Y ENERGÍA

Los proyectos de generación hidroeléctrica asociados a los proyectos de riego resultaron ser rentables.

El proyecto de las centrales hidráulicas asociadas a los embalses ha considerado solamente la inversión de las obras propias de la central y ha excluido todas las inversiones correspondientes a los proyectos de riego, en otras palabras, las centrales aunque son proyectos independientes, se han considerado como proyectos complementarios.

En la página siguiente se presentan los resultados del proyecto conjunto para todos los casos estudiados.

De este cuadro se desprende que la construcción de las centrales hidroeléctricas asociadas a las presas de riego serían convenientes en todos los casos ya que implican un incremento en el VAN del conjunto (alrededor del 10%), con una pequeña reducción de la TIR del conjunto (del orden del 5%).

PROYECTO ITATA
Resultados Totales

SISTEMA	RIEGO		CENTRAL		CONJUNTO	
	VAN (MM\$)	TIR (%)	VAN (MM\$)	TIR (%)	VAN (MM\$)	TIR (%)
PRECIOS PRIVADOS						
Los Monos s/bombeo	61 567.6	20.29	9 446.2	18.83	71 013.8	20.05
Punilla s/bombeo	72 238.9	21.67	7 297.0	16.48	79 536.0	20.71
Bombeo Solo	50 201.7	29.45	0.0	0	50 201.7	29.45
Los Monos c/bombeo	70 796.0	20.00	9 446.2	18.83	80 242.8	19.83
Punilla c/bombeo	82 659.9	21.98	7 297.0	16.48	89 956.9	21.03
PRECIOS SOCIALES						
Los Monos s/bombeo	91 486.8	24.29	13 275.4	21.89	104 762.3	23.90
Punilla s/bombeo	104 030.9	25.58	11 731.0	19.45	115 761.9	24.47
Bombeo Solo	70 032.8	38.78	0.0	0	70 032.8	38.78
Los Monos c/bombeo	110 622.4	24.44	13 275.4	21.89	123 897.8	24.07
Punilla c/bombeo	121 642.4	26.60	11 731.0	19.45	133 373.4	25.38

9.8 NIVELES DE EMPLEO

El empleo adicional que se producirá como efecto de la implementación de una de las alternativas de obras hidráulicas proyectadas para el Area del Proyecto será, un empleo transitorio para las etapas de diseño, y el empleo permanente en el sector agrícola con motivo del desarrollo que se provocará en el área de riego actual, y la incorporación de nuevas áreas al riego seguro.

La información básica para cuantificar el uso de mano de obra, en ambos escenarios, fueron los estándares de los principales cultivos, de donde se obtuvo el total de jornadas hombre por hectárea, utilizadas para las labores agrícolas.

En todos los casos, se consideraron jornadas adicionales, del orden del 5%, para considerar trabajos no específicos de un cultivo determinado, sino trabajos generales en los predios, tales como, limpia de canales, arreglo de cercos, arranque y quema de zarzamora, etc.

La alternativa que genera el mayor empleo adicional es aquella que logra un mayor aumento de la superficie de riego, con respecto a la actual. Este es el caso 6, o sea, Los embalses Punilla, Boyén, Quilmo, Changaral y suplementados con bombeo, que alcanza a 9.097.300 jornadas adicionales. La menor es el caso 4, es decir, la situación actual, mejorada sólo con bombeo, que alcanza a 3.900.800 jornadas adicionales, como lo muestra el Cuadro siguiente:

Empleos Adicionales Generados por Proyectos
(Miles de Jornadas-hombre)

Alternativas	Actuales	Futuras	Adicionales
Los Monos+emb	1.735.326	7.544.565	5.809.239
Punilla+emb	1.735.326	9.157.901	7.422.575
Bombeo solo	1.735.326	5.636.165	3.900.839
Los Monos+emb+bombeo	1.735.326	9.115.056	7.379.730
Punilla+emb+bombeo	1.735.326	10.832.658	9.097.332
Puyamávida	14.565	61.473	46.908
Andalién	18.902	34.305	15.403

El incremento del empleo que generarán los proyectos será muy significativo, si se toma en cuenta, además, la cantidad de empleos adicionales que se producen en otras actividades, no directamente relacionadas con las agrícolas, del proyecto.

El Empleo Transitorio derivado de la Construcción de las Obras Hidráulicas no es relevante.

9.9 ANALISIS FINANCIERO Y RECUPERACION DE COSTOS DE PREDIOS TIPOS

Analisis Financiero

Se analizó la forma como el proyecto irá modificando los ingresos netos futuros de los agricultores beneficiados, y se determinó los excedentes que dispondrán, en el tiempo, para concurrir al financiamiento de las obras.

Los excedentes disponibles serán variables, según el tamaño de los predios y los rubros productivos que realicen. Esto último, muy ligado a la calidad del recurso suelo disponible.

El análisis financiero se ha realizado en base a la caracterización productiva y económica de los predios tipos, considerando créditos de operación e inversión, costos indirectos, y determinando las fuentes y usos de fondos, para cada uno de ellos.

El análisis financiero de cada predio tipo se realizó sólo para el caso o alternativa de construcción de obras hidráulicas que presentó los mejores indicadores económicos en la evaluación, como es el caso 6: Embalses Punilla- Boyen-Quilmo-Changaral más Bombeo.

Todos los cálculos se realizaron a precios de mercado, y la valorización considera los estándares de producción que tipifican la estructura de uso del suelo, actual y futura, de cada uno de los predios tipos considerados.

Los criterios utilizados para estimar las fuentes y usos de fondos para financiar la actividad agrícola de los predios tipos son, que la fuente de recursos económicos serán las instituciones de créditos y recursos propios del agricultor. En los créditos de operación, para cultivos anuales, le servirán al agricultor para financiar el 70% de los costos de producción. El plazo es de un año, con una tasa de 9% anual. El 30 % restante de los costos de producción, se financian con recursos propios del agricultor. Los créditos de inversión, para financiar las inversiones, a nivel predial, que se han postulado para cumplir con las metas proyectada para la situación con desarrollo, cubrirán el 75 % del capital necesario. La tasa de interés anual será del 9%, con cuatro años de gracia y 10 años de plazo. El 25 % restante deberá financiarlo el agricultor con recursos propios.

Para la capacidad de pago de los agricultores se ha supuesto que, todos los agricultores deberán concurrir a financiar el 100% de las obras que se construyan, en lo referente a los costos de inversión como de operación, y que deben cubrir sus gastos indirectos.

La cuantificación del Excedente Neto, asociado al proyecto, resulta de la diferencia entre los flujos de ingresos netos con proyecto, menos los flujos de ingresos netos actuales, ambos por un período

C.9.21

de 30 años. El valor actualizado de estos flujos, con una tasa de descuento del 12%, representa el excedente neto actualizado, generado por el proyecto.

Recuperación de Costos.

La diferencia entre los flujos futuros y actuales corresponde al flujo de excedentes neto, cuyos valores se han actualizado para un período de 30 años, con una tasa del 12% anual. El excedente global del Area del Proyecto corresponde a la integración de todas las extrapolaciones de los excedentes netos, actualizados, el que asciende a 31.472,93 millones de pesos, para la alternativa Punilla más otros embalses y más bombeo. Para los embalses Puyamávida y Andalién, la capacidad de pago es negativa, de alrededor de 261 millones y 7 millones, respectivamente.

C.10.1

10. ASPECTOS LEGALES

El capítulo correspondiente se refiere al análisis de los aspectos del marco legal 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 de los recursos de agua para el regadío y de las organizaciones de usuarios de los ríos Ñuble, Cato, Niblinto, Coihueco, Chillán, Ñiquén y Changaral. 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, infraestructura y medio ambiente, 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 de relevancia se refieren principalmente a los posibles embalses en el río Ñuble.

El embalse Punilla está afectado por derechos de agua no consuntivos ya concedidos a Chilgener. Se visualiza, sin embargo que existen claras posibilidades de establecer alguna forma de convenio con Chilgener, ya sea utilizando el embalse para instalar al pie de él una central que reemplace a los proyectos considerados por esa empresa o modificando algunas características de estos proyectos, de modo de evitar las interferencias existentes.

En este sentido, la Central Los Sauces 2, que es la que afecta más significativamente al embalse, si se modifica la ubicación de su Casa de Máquinas desplazándola aguas abajo de la presa se reduce esta interferencia más importante. Por otra parte, es necesario también resolver la situación que se presenta con la Central Las Truchas 2, la que se inundaría con el Embalse.

Cabe indicar que recientemente ha sido concedido un derecho de aprovechamiento consuntivo para Punilla de 600.000.000 de m³. Este hecho se estima muy positivo para obtener una solución que concilie los intereses del riego y de la energía, de modo que finalmente pueda lograrse un aprovechamiento del recurso de tipo conjunto.

C.10.2

Respecto a los derechos de la C.G.E.I. (Central Ñuble) ellos no ofrecen problemas respecto al embalse pues éste vierte habitualmente y no necesita del caudal que debe respetar para satisfacer estos derechos para su llenado.

Aunque las negociaciones indicadas pudieran tener el éxito deseado, parece conveniente continuar las gestiones para obtener los derechos de agua para el embalse Los Monos, pues de todos modos es favorable contar con una alternativa que aunque económicamente pueda resultar menos favorable, ella podría, si no es posible realizar Punilla, regar gran parte del área del estudio.

Respecto al embalse Los Monos es imprescindible que la Comisión Nacional de Riego y la Dirección de Riego se coordinen de modo tal que los derechos solicitados se concedan y sin que el embalse se limite, pues de ocurrir una situación de ese tipo el proyecto de riego podrá ser afectado significativamente.

Así también se estima conveniente iniciar las gestiones para obtener los derechos de agua para los embalses Boyén, Quilmo, Changaral, Andalién y Puyamávida.

En relación al regadío se considera que el primer y más importante esfuerzo que deberá realizarse, aun si en definitiva no se construyeron 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.

En un sistema complejo, con gran número de asociados, con interdependencias 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 los usuarios y establecer un marco legal claro y definido, ello es la base para una posterior distribución racional de recursos y para descentralizar la administración de ellos. Finalmente también para facilitar la puesta en riego, tratando que sean los propios usuarios los 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 cubre su sistema de riego. De este modo en función de las necesidades y solicitudes de las organizaciones de regantes se distribuiría las disponibilidades de los embalses, previo el pago correspondiente que se establezca para estos efectos.

11.0 CONCLUSIONES

Como conclusiones finales del estudio se puede indicar que los Sistemas de Regadío más favorables corresponden a:

- Punilla, Boyén, Quilmo, Changaral y Bombeo.
- Los Monos, Boyén, Quilmo, Changaral y Bombeo.

Estos casos son alternativos y el primero de ellos presenta mayores índices de TIR y VAN, razón por la cual habría que considerarlo como la solución más favorable. Dado que en este momento existen derechos de aprovechamiento concedidos a Chilgener que interfieren con el embalse Punilla, sólo podría basarse el Desarrollo Integral de los recursos del Itata en este embalse si se pudiese resolver la situación existente respecto a Chilgener.

En esta alternativa basada en Punilla, el regadío con seguridad 85% se extiende a una superficie de 168.657 há, que comparada con el área actual regada con seguridad 85% (37.192 ha), significa un incremento del riego de 131.465 ha, el que indudablemente representa una cifra de mucha significación tanto para el área del estudio como a nivel nacional.

Así también las TIR de 26,60% (Precios Sociales) y de 22,98% (Precios Privados) son bastante atractivas.

En relación al VAN los valores obtenidos a Precios Sociales 121.642 millones de pesos y a precios Precios Privados 82.660 millones de pesos, son importantes y revelan el interés económico del proyecto.

Respecto a las características técnicas de las obras, sólo el embalse Punilla dada su altura de 140 m ofrece condiciones en cuanto a envergadura y nivel tecnológico, que aunque son normales en este tipo de obras, deben ser considerados cuidadosamente en las etapas siguientes a la prefactibilidad realizada.

Si la alternativa con Punilla finalmente no pudiera llevarse adelante debido a que no fuese posible resolver la situación de interferencias con la Centrales Hidroeléctricas consideradas en las mercedes concedidas a Chilgener, indudablemente la solución basada en Los Monos sería una posibilidad viable técnica y económicamente. En este caso el área regada con seguridad 85%,



C.11.2

sería de 145.980 há, con un incremento respecto a lo actual de 108.790 há, cifra menor que la que se obtiene con Punilla, pero también de relevancia en el área del proyecto y a nivel nacional. Así también las TIR de 24,44% y 20,00% a precios sociales y privados respectivamente son atractivas y los VAN 110.622 y 70.796 millones de pesos (precios sociales y privados), representan cifras significativas. Por lo tanto, esta es también una muy buena solución que habría que considerar como alternativa al sistema basado en Punilla.

Como conclusión final y resumiendo lo expuesto, se puede indicar que las alternativas recomendadas corresponden en primer término al Sistema cuya obra principal es Punilla y en segundo lugar al Sistema basado en Los Monos, siendo entre si soluciones alternativas.

Las características de estos dos sistemas se resumen a continuación:

SISTEMA PUNILLA, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO

Características Generales

El Sistema de Regadío estaría constituido por un embalse, de gran envergadura en el río Ñuble denominado Punilla, el cual regaría todo el área correspondiente a dicho río y tendría recursos adicionales para trasvasar excedentes hacia las hoyas de los ríos Cato y Chillán, altamente deficitarios para el regadío de sus cuencas respectivas. En los afluentes Quilmo y Boyén del río Chillán se ubicarían los embalses del mismo nombre, los que comparados con Punilla pueden ser considerados como menores. Finalmente este Sistema se completa con el embalse Changaral, en el río de este nombre, el que posibilita desviar recursos hacia la zona costera de Lonquén.

Características de las Obra:

EMBALSES	CAPACIDAD (Hm ³)	ALTURA DE LA PRESA	TIPO DE EMBALSE	INVERSION MILLONES US\$
Punilla	885	140	C.F.R.D.*	108
Boyén	65	34	Homogéneo	14
Quilmo	62	28	Homogéneo	11
Changaral	70	16	Homogéneo	12

* Concrete Face Rockfill Dam

C.11.3

CANALES DE TRASVASE	CAPACIDAD MAXIMA (m³/s)	LONGITUD KM	TIPO DE CANAL	INVERSION MILLONES US\$
Ñuble - Cato - Chillán	19,8	78,6	Trapecial sin revesti- miento	19
Changaral - Lonquen	7,7	21,7	Trapecial sin revisti- miento	3

BOMBEO	VOLUMEN MAXIMO BOMBEADO (m³)	UBICACION EN EL AREA	INVERSION MILLONES US\$
Complemen- tario	140.000.000	Distribuido en zona bajo la influencia del Sistema de Regadío.	35
Aislado	200.000.000	Zonas alejadas, separadas del Sistema de Re- gadío	34

Aspectos Generales

- Aspectos legales

El embalse Punilla, para el cual se han otorgado derechos consuntivos por 600 millones de m³, esta afectado por los derechos no consuntivos ya concedidos a Chilgener. Esta situación implica una conciliación de intereses tendiendo en lo posible a llegar a un aprovechamiento conjunto riego-energía.

Si se modifica la ubicación de la casa de máquinas de la Central Los Sauces 2 desplazándola hacia aguas abajo, podría ocurrir que ambos proyectos resultaren compatibles.

Adicionalmente, existe una interferencia importante con la Central Las Truchas 2, cuya Casa de Máquinas se inundaría por efecto del Embalse.

C.11.4

En relación a la Central Ñuble de la C.G.E.I, ella por estar ubicada aguas abajo del embalse, no interfiere con su construcción y posterior funcionamiento. Tampoco afecta la capacidad del embalse, el que normalmente vierte, respetando el derecho correspondiente.

- Aspectos Ecológicos y Ambientales

El proyecto no presenta problemas ecológicos ni ambientales significativos. Existen factores de impacto positivo como algunos negativos, los cuales es posible minimizarlos.

- Aspectos complementarios al Sistema de Regadío

Asociado al embalse existe la posibilidad de desarrollar una Central Hidroeléctrica de 117 MW, la cual ofrece una TIR del orden de un 16,48% y un VAN de millones de \$ 7.297 a precios privados y antes de impuestos. Considerando el proyecto conjunto de riego y energía se obtiene una TIR del orden de 21,03% y un VAN de millones de \$ 89.956. Estos índices revelan que el proyecto conjunto se justificaría económicamente. Además la central hidroeléctrica desde el punto de vista técnico no encierra mayores dificultades.

SISTEMA LOS MONOS, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO

Características Generales

El Sistema de Regadío estará constituido por un gran embalse en el río Ñuble denominado Los Monos, el cual tendría la posibilidad de regar la hoyra propia y trasvasar recursos hacia los ríos Cato y Chillán, los que presentan grandes déficit en relación a las necesidades de su área de influencia. En los afluentes Boyén y Quilmo del río Chillán se sitúan los embalses del mismo nombre, los que con su regulación y el caudal de trasvase ampliarán radicalmente el área regada en las áreas correspondientes.

Finalmente se ubicaría en el río Changaral un embalse, cuyas aguas posibilitarían regar en la zona costera parte del valle Longuen.

C.11.5

Características de las Obras

EMBALSES	CAPACIDAD (Hm ³)	ALTURA DE LA PRESA	TIPO DE EMBALSE	INVERSION MILLONES US\$
Los Monos	600	70	C.F.R.D.*	119
Boyén	65	34	Homogéneo	14
Quilmo	62	28		11
Changaral	70	16	Homogéneo	12

* Concrete Face Rockfill Dam

CANALES DE TRASVASE	CAPACIDAD MAXIMA (m ³ /s)	LONGITUD KM	TIPO DE CANAL	INVERSION MILLONES US\$
Ñuble - Cato - Chillán	19,8	78,6	Trapezial sin revesti- miento	16
Changaral - Lonquen	7,7	21,7	Trapezial sin revisti- miento	3

BOMBEO	VOLUMEN MAXIMO BOMBEADO	UBICACION EN EL AREA	INVERSION MILLONES US\$
Complemen- tario	340.000.000	Distribuido en zona bajo la influencia del Sistema de Regadío.	82
Aislado	-----	-----	

Aspectos Generales

- Aspectos Legales

En relación al Sistema basado en Los Monos, el aspecto legal importante y que afecta a la capacidad del embalse en forma muy significativa (pasaría de 600 Hm³ a 400 Hm³) se refiere a la petición de modificación del derecho de la C.G.E.I., quien solicita un desplazamiento de su entrega de aguas que de ser concedido obligaría a reducir la altura del embalse en 10 metros.

- Aspectos Ecológicos y Ambientales

El proyecto no ofrece problemas ecológicos ni ambientales significativos, presentando impactos positivos como negativos perfectamente controlables.

- Aspectos Complementarios al Sistema de Regadío

Asociado al embalse Los Monos sería posible construir una Central Hidroeléctrica de 77 Mw, la que presenta una TIR de alrededor del 18,8% y un VAN de millones de \$ 9.446, a precios privados y antes de impuestos. Considerando el proyecto conjunto de riego y energía se obtiene una TIR del orden del 19,8% y un VAN de millones de \$ 80.243. Estas cifras revelan la conveniencia económica del proyecto conjunto. Además la central hidroeléctrica no encierra mayores dificultades técnicas para su realización.

- NIVEL DE EMPLEO DEL PROYECTO

En relación a los niveles de empleo agrícola, en la actualidad se utilizan del orden de 1.735.000 jornadas-hombre de 8 horas, cifra que para las soluciones indicadas como las más favorables (Punilla otros Embalses y Bombeo, Los Monos otros Embalses y Bombeo), pasaría a ser del orden de 9.000.000 a 10.000.000 de jornadas-hombre en el área del proyecto.

Adicionalmente, se ha determinado que durante la construcción el nivel de empleo en las obras sería del orden de 37.000 hombres-mes, distribuidos durante los 5 años de faenas.

D.- INDICE GENERAL DEL ESTUDIO

INFORME EJECUTIVO

**ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
PROYECTO ITATA
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 DEL RIEGO	6
4. DESARROLLO AGROPECUARIO	9
5. BALANCE HIDRICO	13
6. EVALUACION ECONOMICA	14
7. CONCLUSIONES	19

VOLUMEN I

ESTUDIO INTEGRAL DEL PROYECTO ITATA

INDICE

	PAGINA
RESUMEN DEL ESTUDIO	
A. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	A.1
B. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DEL ESTUDIO	B.1
B.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DEL ESTUDIO	B.1
B.2 EXTENSION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS ECONOMICAS Y SOCIALES	B.1
C. DESCRIPCION DEL ESTUDIO REALIZADO	C.1.1
C.1 DESCRIPCION GENERAL DE LAS FASES DEL ESTUDIO	C.1.1
C.2 RESUMEN DEL ESTUDIO REALIZADO	C.1.2
1.0 Introducción	C.1.2
2.0 Análisis Crítico de los Antecedentes Existentes sobre Recursos Básicos	C.2.1
2.1 Clima	C.2.1
2.2 Suelos y Grupos de Manejo	C.2.6
2.3 Recursos Hídricos	C.2.8
3.0 Diagnóstico de la Situación Actual	C.3.1
3.1 Introducción	C.3.1
3.2 Recursos Naturales	C.3.3
3.3 Resultados del Análisis de la Situación Actual Agropecuaria	C.3.6
3.4 Determinación de los Predios Tipos	C.3.15
3.5 Expansión de los Resultados	C.3.23
3.6 Interfluvios Costeros y Sector Cordillera de La Costa	C.3.31
3.7 Conclusiones	C.3.33
4.0 Desarrollo Agropecuario	C.4.1
4.1 Bases de Sustentación de Planes de Desarrollo	C.4.1
4.2 Análisis de Mercado, Comercialización e Instituciones de Apoyo	C.4.18
4.3 Determinación de las Inversiones Agrícolas Necesarias	C.4.19

5.0	Desarrollo del Riego	C.5.1
5.1	Adecuación Predial para el Riego	C.5.1
5.2	Suelos de Secano a Incorporar al Riego	C.5.1
5.3	Necesidades de Agua de Riego	C.5.2
5.4	Obras de Conducción Extrapredial	C.5.2
6.0	Obras Matrices para el Riego	C.6.1
6.1	Estudios de Identificación y Reconocimiento de Posibilidades	C.6.1
6.1.1	Obras de Regulación	C.6.1
6.1.2	Aprovechamiento de Acuíferos Existentes y Obras de Drenaje	C.6.6
6.1.3	Análisis de posibilidades de Trasvases, Interconexiones y Mejoramiento de Sistemas de Conducción Matrices	C.6.18
6.1.4	Otros usos de las Obras	C.6.20
6.1.5	Formulación de Alternativas de Riego	C.6.21
6.2	Anteproyecto de las Obras Extraprediales	C.6.23
6.2.1	Diseño Obras de Embalse	C.6.25
6.2.2	Canales de Trasvase	C.6.36
6.2.3	Diseño Obras Hidroeléctricas Relacionadas con los Embalses	C.6.40
6.2.4	Diseño de Sistemas de Conducción Matrices	C.6.42
6.3	Presupuesto de Inversión y Operación de las Obras. Programa de Ejecución	C.6.49
6.3.1	Presupuestos de Inversión y Operación	C.6.49
6.3.2	Programa de las Obras	C.6.55
6.4	Impacto Ambiental	C.6.59
7.0	Balance Hídrico	C.7.1
7.1	Generalidades	C.7.1
7.2	Objetivos del Modelo	C.7.1
7.3	Bases Conceptuales de los Modelos	C.7.2
7.4	Validación del Modelo	C.7.8
7.5	Operación Simulada Sistema Itata	C.7.10

8.0	Análisis Económico y Financiero	C.8.1
8.1	Programa de Inversiones para los Sistemas de Riego	C.8.1
8.2	Flujos de Inversión	C.8.2
8.3	Programa de Financiamiento de los Sistemas de Riego	C.8.3
8.4	Programa de Implementación e Instituciones de Crédito	C.8.3
8.5	Análisis de Mercado, Comercializa- ción y Precios	C.8.4
9.0	Evaluación Económica Privada y Social	C.9.1
9.1	Introducción	C.9.1
9.2	Situación "Sin" y "Con Proyecto"	C.9.1
9.3	Evaluación de los Beneficios del Proyecto	C.9.2
9.4	Resultados	C.9.5
9.5	Análisis de Sensibilidad	C.9.11
9.6	Resultados Proyecto de Energía	C.9.16
9.7	Resultados Proyecto Conjunto, Riego y Energía	C.9.17
9.8	Niveles de Empleo	C.9.19
9.9	Análisis Financiero y Recuperación Costos de Predios Tipos	C.9.20
10.0	Aspectos Legales	C.10.1
11.0	Conclusiones Finales	C.11.1

VOLUMEN II

INDICE

PAGINA

1.0 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

1.1.	LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO.	1.1.1
1.2.	EXTENSION Y CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS, ECONOMICAS Y SOCIALES.	1.2.1
1.	Extensión y División Político-Administrativa.	1.2.1
2.	Características Geográficas.	1.2.2
2.1.	Geomorfología.	1.2.2
2.2.	Clima e Hidrografía.	1.2.3
2.3.	Biogeografía.	1.2.5
3.	Antecedentes Económicos Generales.	1.2.6
3.1.	Principales Actividades Económicas.	1.2.6
4.	Antecedentes Demográficos y Económicos del Area de Estudio.	1.2.19
5.	Servicios e Infraestructura.	1.2.24
5.1.	Infraestructura.	1.2.24

2.0 ANALISIS CRITICO DE LOS ANTECEDENTES EXISTENTES SOBRE RECURSOS BASICOS

2.1.	RECURSO, CLIMA Y CARACTERISTICAS.	2.1.1
1.	Introducción	2.1.1
2.	Caracterización Climática	2.1.2
-	Procesamiento de la Información Básica.	2.1.3
-	Cartografía de las Variables Básicas.	2.1.5
-	Variables Descritas en el Estudio.	2.1.6
-	Zonificación Agroclimática.	2.1.11
-	Ejemplo de una Fórmula Agroclimática.	2.1.13
3.	Evaluación del Potencial Agroclimático	2.1.16

2.2.	SUELOS Y GRUPOS DE MANEJO.	2.2.1
1.	Introducción	2.2.1
2.	Suelos de la Etapa I	2.2.1
-	Metodología	2.2.1
-	Análisis del Estudio de Suelos de la Etapa I.	2.2.2
3.	Suelos de la Etapa II.	2.2.4
4.	Análisis Crítico de los Grupos de Manejo.	2.2.5
5.	Suelos de la Cordillera de la Costa e Interfluvios.	2.2.7
6.	Conclusiones.	2.2.8
2.3.	RECURSOS HIDRICOS.	2.3.1
1.	Pluviometría.	2.3.1
1.1.	Introducción.	2.3.1
1.2.	Análisis Crítico.	2.3.1
2.	Fluviometría.	2.3.14
2.1.	Introducción.	2.3.14
2.2.	Análisis Crítico.	2.3.14
3.	Aguas Subterráneas.	2.3.31
4.	Pérdidas y Recuperaciones.	2.3.33
4.1.	Introducción.	2.3.33
4.2.	Análisis Crítico y Síntesis.	2.3.33
5.	Calidad de Aguas.	2.3.46

3.0 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

3.1.	SITUACION AGROPECUARIA ACTUAL	3.1.1
1.	Introduccion	3.1.1
2.	Metodología	3.1.2
2.1.	Area del Estudio	3.1.3
2.2.	Sectorización del Area del Proyecto	3.1.5
2.3.	Estratificación Predial	3.1.5
2.3.1.	Predios de Riego	3.1.6
2.3.2.	Predios de Secano	3.1.6
2.3.3.	Selección de la Muestra	3.1.7
2.4.	Procesamiento de Datos	3.1.8

2.4.1.	Delimitación de los Sectores de Riego	3.1.9
2.4.2.	Uso del Suelo	3.1.10
2.4.3.	Expansión de la Muestra	3.1.10
3.	Recursos Naturales	3.1.11
3.1.	Recurso Suelo	3.1.11
3.1.1.	Por Categoría de Riego	3.1.11
3.1.2.	Por Aptitud Frutal	3.1.13
3.1.3.	Por Grupo de Manejo y Capacidad de Uso	3.1.15
3.1.4.	Conclusión	3.1.15
3.2.	Recursos Agroclimáticos	3.1.17
3.3.	Recursos Hidrónicos y Demanda de Agua.	3.1.19
4.	Resultados del Análisis de la Situación Actual Agropecuaria.	3.1.22
4.1.	Superficie Agrícola y Estructura de la Propiedad.	3.1.23
4.2.	Tenencia de la Tierra	3.1.29
4.3.	Infraestructura Agrícola y Existencia de Maquinaria Agrícola.	3.1.31
4.4.	Uso Actual de la Tierra en el Area del Estudio.	3.1.36
4.5.	Producción Agrícola y Rendimiento	3.1.65
4.5.1	Cultivos	3.1.65
4.5.2	Producción Praderas Pecuarias	3.1.68
4.5.3	Frutales	3.1.75
4.5.4	Vides	3.1.75
5.	Determinación de los Predios Tipos	3.1.76
5.1.	Caracterización Productiva y Económica	3.1.94
5.2.	Ingresos, Costos y Margenes de Producción	3.1.95
5.3.	Costos Indirectos	3.1.146
5.4.	Margen Neto o Utilidad Neta	3.1.146
6.	Expansión de los Resultados	3.1.148
6.1.	Variaciones de la Situación Actual de la Agricultura.	3.1.154
7.	Interfluvios costeros y sector cordillera de la Costa.	3.1.158
8.	Conclusiones	3.1.162

3.2. SITUACION DE LA INFRAESTRUCTURA EXTRAPREDIAL ACTUAL.

1.	Generalidades	3.2.1
1.1.	Objetivos	3.2.1
1.2.	Antecedentes Utilizados	3.2.1
1.3.	Trabajos Efectuados	3.2.2
1.4.	Descripción General de la Insfraestructura de Riego.	3.2.4
2.	Red de Riego Existente	3.2.7
2.1.	Río Ñuble	3.2.7
2.2.	Río Cato, Niblinco y Coihueco	3.2.21
2.3.	Río Chillán y sus Afluentes	3.2.31
2.4.	Río Ñiquen y sus Afluentes	3.2.37
3.	Regulación Nocturna	3.3.40
4.	Conclusiones y Recomendaciones	3.3.42

ANEXOS

ANEXO 3.1.1	:	Cálculo de la Demanda de Agua a Nivel Predial.
ANEXO 3.1.2	:	Estándares de Cultivo.
ANEXO 3.2.1	:	Ficha de Canales Matrices.
ANEXO 3.2.2	:	Costo de Obras.

VOLUMEN III

INDICE

	PAGINA
4.0 <u>DESARROLLO AGROPECUARIO</u>	
4.1. BASES DE SUSTENTACION DE PLANES DE DESARROLLO.	4.1.1
1. Metodología para el Programa de Desarrollo.	4.1.7
2. Estándares de Ingresos, Costos y Margenes Brutos Futuros.	4.1.8
3. Presentación de los Resultados.	4.1.9
3.1. Sub Programa de Desarrollo de Cultivos.	4.1.9
3.2. Sub Programa de Desarrollo Frutícola y de Viñas Viníferas.	4.1.15
3.3. Sub Programa de Desarrollo Ganadero.	4.1.17
4. Uso Futuro de la Tierra Regada.	4.1.28
5. Rendimientos Futuros de los Cultivos Propuestos.	4.1.64
6. Resultados Económicos Futuros.	4.1.64
6.1 Período Estabilizado.	4.1.64
6.1.1 Variación de los Ingresos Netos Estabilizados según Años Hidrológicos.	4.1.103
6.1.2 Ingresos Agrícolas Adicionales	4.1.104
6.2 Período de Transición	4.1.105
7. Sector de la Cordillera de la Costa e Interfluvios Costeros.	4.1.135
7.1. Metodología.	4.1.136
7.2. Sector Changaral - Lonquén	4.1.137
7.3. Embalses Puyamávida y Andalién	4.1.148

4.2.	ANALISIS DE MERCADOS, COMERCIALIZACION E INSTITUCIONES DE APOYO.	4.2.1
1.	Introducción.	4.2.1
2.	Mercado de Productos Agrícolas.	4.2.2
3.	Precios.	4.2.11
3.1	Precios de Productos Agrícolas.	4.2.11
3.2	Precios de Insumos.	4.2.12
4.	Mercado Agroindustrial Externo. (Ver Volumen VIII)	
5.	Comercialización de los Productos Agropecuarios.	4.2.16
5.1.	Introducción.	4.2.16
5.2.	Canales de Comercialización.	4.2.17
5.3.	Canales por Producto.	4.2.19
6.	Programa de Implementación.	4.2.22
6.1.	Introducción.	4.2.22
6.2.	Programa de Transferencia Tecnológica para Agricultores de INDAP.	4.2.24
6.2.1.	Asistencia Técnica e Investigación Aplicada, por rubro, para pequeños Agricultores.	4.2.26
6.2.2.	Magnitud del Proyecto.	4.2.27
6.3.	Programa de Asistencia Técnica para Agricultores sobre 12 H.R.B.	4.2.28
6.4.	Instituciones de Crédito.	4.2.28
4.3.	DETERMINACION DE INVERSIONES AGRICOLAS NECESARIAS.	4.3.1
1.	Introducción.	4.3.1
2.	Inversiones Agrícolas Necesarias	4.3.2
2.1.	Plantaciones Frutales y Viñas.	4.3.2
2.2.	Compra de Vaquillas.	4.3.4
2.3.	Construcciones Agropecuarias.	4.3.4
3.	Inversiones en Mejoramiento del Riego Predial.	4.3.6
3.1.	Adecuación de Suelos para Riego.	4.3.6
3.2.	Áreas con Tecnificación del Riego	4.3.7

4.	Inversiones en Asistencia Técnica.	4.3.8
5.0	<u>DESARROLLO DEL RIEGO.</u>	5.1.1
5.1.	ADECUACION DE LOS SUELOS PREDIALES PARA EL RIEGO.	5.1.1
1.	Predios de Riego Actual.	5.1.1
1.1.	Suelos Actualmente Regados.	5.1.1
1.2.	Suelos de Secano a incorporar al riego	5.1.4
5.2.	AREAS DE NUEVO RIEGO.	5.2.1
5.3.	NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.	5.3.1
1.	Metodología.	5.3.1
2.	Presentación de los Resultados.	5.3.1
-	Coeficiente de Cultivos.	5.3.1
-	Evapotranspiración Real de los Cultivos.	5.3.2
-	Requerimientos Netos de Riego.	5.3.2
-	Eficiencia de Riego.	5.3.2
3.	Demandas de Agua Futura para el Area de Proyecto.	5.3.3
5.4.	OBRAS DE CONDUCCION EXTRAPREDIALES.	5.4.1
1.	Areas de Riego Actual.	5.4.1
2.	Areas de Nuevo Riego.	5.4.7

ANEXOS

ANEXO A. Estándares de Cultivos y Ganaderos.

ANEXO B. Demandas de Agua Futura.

ANEXO C. Inversiones Agrícolas.

VOLUMEN IV

INDICE

PAGINA

6.	<u>OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO</u>	
6.1.	ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE POSIBILIDADES	
6.1.1.	OBRAS DE REGULACION	6.1.1.1
1.	INTRODUCCION	6.1.1.1
2.	IDENTIFICACION DE POSIBILIDADES DE EMBALSE	6.1.1.2
2.1.	Alta Cordillera	6.1.1.2
2.2.	Precordillera y Valle Central	6.1.1.3
2.3.	Cordillera de la Costa	6.1.1.7
2.4.	Interfluvios Costeros	6.1.1.9
3.	CARACTERISTICAS DE LOS EMBALSES IDENTIFICADOS Y PRESELECCION	6.1.1.11
3.1.	Determinación de los Parámetros Básicos de Comparación	6.1.1.11
3.2.	Listas de Embalses con sus Características	6.1.1.45
3.3.	Preselección de Posibilidades de Embalse	6.1.1.50
3.3.a.	Criterios para ejecutar la preselección	6.1.1.50
3.3.b.	Embalses de Alta Cordillera	6.1.1.50
3.3.c.	Embalses de Precordillera y Valle Central	6.1.1.51
3.3.d.	Embalses Ubicados en la Cordillera de la Costa	6.1.1.52
3.3.e.	Embalses Ubicados en los Interfluvios Costeros	6.1.1.54
4.	VISITA A TERRENO	6.1.1.54

5.	ANALISIS INDIVIDUAL DE LAS POSIBILIDADES PRESELECCIONADAS	6.1.1.56
5.1.	Embalse Punilla	6.1.1.56
5.1.a.	Ubicación	6.1.1.56
5.1.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.56
5.1.c.	Hidrología	6.1.1.56
5.1.d.	Topografía	6.1.1.56
5.1.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.56
5.1.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.58
5.2.	Embalse la Culebra	6.1.1.63
5.2.a.	Ubicación	6.1.1.63
5.2.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.63
5.2.c.	Hidrología	6.1.1.63
5.2.d.	Topografía	6.1.1.63
5.2.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.63
5.2.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse.	6.1.1.64
5.3.	Embalse los Monos	6.1.1.69
5.3.a.	Ubicación	6.1.1.69
5.3.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.69
5.3.c.	Hidrología	6.1.1.69
5.3.d.	Topografía	6.1.1.69
5.3.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.69
5.3.f.	Juicios Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.69
5.4.	Embalse San Fabian de Alico (Estero Grande)	6.1.1.72
5.4.a.	Ubicación	6.1.1.72
5.4.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.72
5.4.c.	Hidrología	6.1.1.72
5.4.d.	Topografía	6.1.1.72
5.4.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.72
5.4.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.72
5.5.	Embalse Cato 1	6.1.1.77
5.5.a.	Ubicación	6.1.1.77
5.5.b.	Accesos e Infraestructuras Existente	6.1.1.77
5.5.c.	Hidrología	6.1.1.77
5.5.d.	Topografía	6.1.1.77
5.5.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.77
5.5.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.78

5.6.	Embalse Niblinto 2	6.1.1.83
5.6.a.	Ubicación	6.1.1.83
5.6.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.83
5.6.c.	Hidrología	6.1.1.83
5.6.d.	Topografía	6.1.1.83
5.6.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.83
5.6.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.84
5.7.	Embalse Kaiser	6.1.1.89
5.7.a.	Ubicación	6.1.1.89
5.7.b.	Acceso e Infraestructura Existente	6.1.1.89
5.7.c.	Hidrología	6.1.1.89
5.7.d.	Topografía	6.1.1.89
5.7.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.90
5.7.f.	Juicio respecto al interés del posible Embalse	6.1.1.91
5.8.	Embalse Miraflores	6.1.1.95
5.8.a.	Ubicación	6.1.1.95
5.8.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.95
5.8.c.	Hidrología	6.1.1.95
5.8.d.	Topografía	6.1.1.95
5.8.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.95
5.8.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.96
5.9.	Embalse Boyén Bajo	6.1.1.101
5.9.a.	Ubicación	6.1.1.101
5.9.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.101
5.9.c.	Hidrología	6.1.1.101
5.9.d.	Topografía	6.1.1.101
5.9.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.101
5.9.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.102
5.10.	Embalse Quilmo	6.1.1.107
5.10.a.	Ubicación	6.1.1.107
5.10.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.107
5.10.c.	Hidrología	6.1.1.107
5.10.d.	Topografía	6.1.1.107
5.10.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.107
5.10.f.	Juicio Respecto al Interés del posible Embalse	6.1.1.108

5.11.	Embalse Esperanza	6.1.1.112
5.11.a.	Ubicación	6.1.1.112
5.11.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.112
5.11.c.	Hidrología	6.1.1.112
5.11.d.	Topografía	6.1.1.112
5.11.e.	Geología y geotecnia	6.1.1.112
5.11.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.113
5.12.	Embalse El Cardal	6.1.1.116
5.12.a.	Ubicación	6.1.1.116
5.12.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.116
5.12.c.	Hidrología	6.1.1.116
5.12.d.	Topografía	6.1.1.116
5.12.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.116
5.12.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.117
5.13.	Embalse Changaral Alto	6.1.1.121
5.13.a.	Ubicación	6.1.1.121
5.13.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.121
5.13.c.	Hidrología	6.1.1.121
5.13.d.	Topografía	6.1.1.121
5.13.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.121
5.13.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.122
5.14.	Embalse Changaral Bajo	6.1.1.126
5.14.a.	Ubicación	6.1.1.126
5.14.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.126
5.14.c.	Hidrología	6.1.1.126
5.14.d.	Topografía	6.1.1.126
5.14.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.126
5.14.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.127
5.15.	Embalse Puyamávida	6.1.1.131
5.15.a.	Ubicación	6.1.1.131
5.15.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.131
5.15.c.	Hidrología	6.1.1.131
5.15.d.	Topografía	6.1.1.131
5.15.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.131
5.15.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.132

5.16.	Embalse Andalién 2	6.1.1.136
5.16.a.	Ubicación	6.1.1.136
5.16.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.136
5.16.c.	Hidrología	6.1.1.136
5.16.d.	Topografía	6.1.1.136
5.16.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.136
5.16.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse Andalién 2	6.1.1.137
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6.1.1.142
6.1.2	APROVECHAMIENTO DE ACUIFEROS EXISTENTES	6.1.2.1
1	INTRODUCCION	6.1.2.1
2	CARACTERISTICAS DEL ACUIFERO	6.1.2.2
2.1	Características Geométricas	6.1.2.2
2.2	Características Hidráulicas	6.1.2.6
2.3	Características de la Capa Acuífera	6.1.2.7
2.4	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	6.1.2.9
2.5	Balance de Entradas y Salidas	6.1.2.12
3	POSIBILIDADES DE UTILIZACION	6.1.2.15
3.1	Aspectos Generales	6.1.2.15
3.2	Demanda que se Requiere Abastecer	6.1.2.16
3.3	Elección de Sectores para Sondeos Tipo	6.1.2.16
3.4	Bases de Cálculo para los Costos	6.1.2.17
3.5	Costos de Inversión y Operación	6.1.2.22
3.6	Volúmenes Extraíbles desde el Acuífero	6.1.2.23
3.7	Programa de Monitoreo	6.1.2.24

6.1.3	OBRAS DE DRENAJE	6.1.3.1
1	INTRODUCCION	6.1.3.1
2	DESCRIPCION Y UBICACION DEL PROYECTO	6.1.3.2
3	ZONA CON LIMITACIONES DE DRENAJE	6.1.3.3
3.1	Método de Trabajo	6.1.3.3
3.2	Zona Afectada	6.1.3.4
3.3	Terrenos con Necesidad de Saneamiento	6.1.3.5
3.4	Verificación de Suelos Deficitarios por Drenaje	6.1.3.5
4	RED DE DRENAJE NATURAL SUPERFICIAL	6.1.3.7
4.1	Observaciones sobre la Red de Drenaje	6.1.3.7
5	PROPOSICION DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE DRENAJE	6.1.3.9
5.1	Limpieza y Mantenición de los Cauces Naturales	6.1.3.9
5.2	Construcción de Zanjas de Recolección	6.1.3.10
5.3	Construcción del Drenaje Intrapredial	6.1.3.13
6	PROYECTO DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE	6.1.3.18
6.1	Descripción	6.1.3.18
6.2	Cálculo de Caudal a Extraer Producto de los Riegos	6.1.3.18
6.3	Caudal a Extraer Producto de las Lluvias	6.1.3.23
6.4	Cálculo de la Profundidad de los Drenes	6.1.3.25
7	PROYECTO DE DRENAJE EN PREDIOS TIPO	6.1.3.28
7.1	Soluciones Tipo	6.1.3.28
7.2	Configuración de Red de Drenaje	6.1.3.32
8	COSTOS DE SANEAMIENTO AGRICOLA	6.1.3.37
8.1	Cálculos Aplicados a dos Predios Tipo	6.1.3.37
8.2	Resumen de Costos	6.1.3.41

A N E X O S

1.3.1	Reconocimiento de Terreno, Fotografías
-------	---

1.1	Descripción	1
1.2	Catastro de Norias	1
1.3.2	Catastro de Norias, Listado	
1.1	Descripción	1
1.3.3	Red de Drenaje Natural, Perfiles de ríos y esteros	
1.1	Descripción	1
6.1.4	ANALISIS DE POSIBILIDADES DE TRASVASES, INTERCONEXIONES Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCION MATRICES	6.1.4.1
6.1.5	OTROS USOS DEL AGUA	6.1.5.1
1.	HIDROELECTRICIDAD	6.1.5.1
1.1	SITUACION ACTUAL	6.1.5.1
1.2	SITUACION FUTURA	6.1.5.1
1.2.1	Cordillera de los Andes	6.1.5.1
1.2.2	Valle Central	6.1.5.4
1.2.3	Cordillera de la Costa	6.1.5.4
1.2.4	Interfluvios Costeros	6.1.5.4
2.	AGUA POTABLE	6.1.5.4
3.	USOS INDUSTRIALES	6.1.5.5
6.1.6	FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE RIEGO	6.1.6.1
1.	INTRODUCCION	6.1.6.1
2.	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL VALLE CENTRAL	6.1.6.1
2.1	INTRODUCCION	6.1.6.1
2.2	SELECCION DE EMBALSES	6.1.6.3
2.2.1	Análisis Económico General de los Embalses	6.1.6.3

2.2.2	Definición de las Características de cada Embalse	6.1.6.4
2.2.3	Análisis del Costo de Riego por Concepto de las Obras de Regulación	6.1.6.6
2.2.4	Estimación del Nivel de Inversión Máximo Aceptable para el Usuario Agrícola por Hectárea Regada con 85% de Seguridad	6.1.6.7
2.2.5	Resultados del Análisis	6.1.6.8
2.3	RIEGO MECANICO	6.1.6.9
2.4	POSIBLES SISTEMAS DE RIEGO UTILIZABLES	6.1.6.10
2.5	ALTERNATIVAS PROPUESTAS	6.1.6.11
3.	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL REGADIO DEL SECANO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA Y DE LOS INTERFLUVIOS COSTEROS.	6.1.6.12
3.1	INTRODUCCION	6.1.6.12
3.2	SELECCION DE EMBALSES	6.1.6.13
3.2.1	Embalses de la Cordillera de la Costa	6.1.6.13
3.2.2	Embalses de los Interfluvios Costeros	6.1.6.15

ANEXOS:

2.1	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL VALLE CENTRAL
3.1	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL SECANO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA Y DE LOS INTERFLUVIOS COSTEROS

VOLUMEN V

INDICE

	Página
6. OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO	6.2.1.1
6.2 ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS EXTRAPREDIALES	6.2.1.1
1. ASPECTOS TOPOGRAFICOS	6.2.1.1
1.1 ANTECEDENTES	6.2.1.1
1.2 METODOLOGIA	6.2.1.1
1.3 LEVANTAMIENTOS EFECTUADOS	6.2.1.2
2. ASPECTOS GEOTECNICOS	6.2.2.1
2.1 ASPECTOS GEOTECNICOS	6.2.2.1
2.2 GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LAS OBRAS DEL CATASTRO	6.2.2.2
2.3 ESTUDIO Y PROSPECCIONES EXISTENTES	6.2.2.3
2.4 PROGRAMA DE PROSPECCIONES	6.2.2.4
2.5 GEOLOGIA Y GEOTECNIA DE LAS OBRAS SELECCIONADAS	6.2.2.5
2.5.1 Prospecciones Realizadas Para las Obras de Regulación	6.2.2.5
2.5.2 Geotecnia	6.2.2.5
3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS	6.2.3.1
3.1 INTRODUCCION	6.2.3.1
3.2 RECURSOS HIDRICOS	6.2.3.4
3.2.1 Antecedentes Disponibles	6.2.3.4
3.2.2 Metodología Empleada	6.2.3.5

3.2.2.a	Recursos hídricos disponibles en embalses	6.2.3.5
3.2.2.b	Estadísticas necesarias para operar el modelo	6.2.3.6
3.2.3	Resultados	6.2.3.6
3.2.3.a	Recursos hídricos disponibles en embalses seleccionados.	6.2.3.6
3.2.3.b	Estadísticas necesarias para operar el modelo.	6.2.3.8
3.2.3.c	Estadísticas en lugares preseleccionados pero que fueron descartados para construir presas y que no se incluyeron en el modelo de simulación operacional.	6.2.3.10
3.3	ESTUDIO DE VALORES EXTREMOS	6.2.3.12
3.3.1	Antecedentes Disponibles	6.2.3.12
3.3.2	Metodología Empleada	6.2.3.12
3.3.2.a	Crecidas con períodos de retorno bajos.	6.2.3.12
3.3.2.b	Crecidas con períodos de retorno altos.	6.2.3.13
3.3.3	Resultados.	6.2.3.15
3.3.3.a	Crecidas con períodos de retorno bajos.	6.2.3.15
3.3.3.b	Crecidas con períodos de retorno altos.	6.2.3.16
3.4	ARRASTRE DE SEDIMENTOS	6.2.3.25
3.4.1	Antecedentes Disponibles	6.2.3.25
3.4.2	Metodología Empleada	6.2.3.26
3.4.3	Resultados.	6.2.3.27

ANEXOS

3.2.1	Regímenes Hídricos
3.3.1	Series de Caudales Extremos
3.4.1	Arrastre de Sedimentos

4.	DISEÑOS DE SISTEMAS DE CONDUCCION MATRICES.	
1.	Ampliación de las Redes Existentes.	6.2.4.1
1.1.	Antecedentes Generales.	6.2.4.1
1.2.	Definición de la Capacidad Actual de la Red.	6.2.4.2
1.3.	Resultados del Modelo de Simulación respecto a Capacidades de Canales.	6.2.4.4
1.4.	Determinación de la Ampliación de las Redes Existentes.	6.2.4.7
1.5.	Valorización de la Ampliación de Redes de Conducción Existentes.	6.2.4.13
2.	Canales de Trasvase.	6.2.4.26
2.1.	Antecedentes generales.	6.2.4.26
2.2.	Diseño de los canales de trasvase.	6.2.4.26
5.	DISEÑO OBRAS DE EMBALSE.	6.2.5.1
1.	ANTECEDENTES GENERALES.	6.2.5.1
2.	DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE LOS MONOS.	6.2.5.1
2.1.	Introducción.	6.2.5.1
2.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.2
2.3.	Determinación de la altura de la presa.	6.2.5.5
2.4.	Definición del tipo de muro.	6.2.5.5
2.5.	Diseño de prefactibilidad de la presa.	6.2.5.11
3.	DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE PUNILLA.	6.2.5.15
3.1.	Introducción.	6.2.5.15
3.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.15
3.3.	Determinación de la altura de la presa.	6.2.5.20
3.4.	Definición del tipo de muro.	6.2.5.21
3.5.	Diseño de prefactibilidad de las obras.	6.2.5.21
4.	DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE QUILMO.	6.2.5.25
4.1.	Introducción.	6.2.5.25
4.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.25
4.3.	Determinación de la altura de la presa.	6.2.5.28
4.4.	Diseño de prefactibilidad de la presa.	6.2.5.28
5.	DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE BOYEN.	6.2.5.31
5.1.	Introducción.	6.2.5.31
5.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.31
5.3.	Determinación de la altura de la presa.	6.2.5.34
5.4.	Diseño de prefactibilidad de la presa.	6.2.5.34
6.	DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE CHANGARAL.	6.2.5.36
6.1.	Introducción.	6.2.5.36
6.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.36
6.3.	Determinación de la altura de la presa.	6.2.5.39
6.4.	Diseño de prefactibilidad de la presa.	6.2.5.39

7.	DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE ANDALIEN.	6.2.5.42
7.1.	Introducción.	6.2.5.42
7.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.42
7.3.	Determinación de la altura de la presa .	6.2.5.46
7.4.	Definición del tipo de muro.	6.2.5.48
7.5.	Diseño de prefactibilidad de las obras.	6.2.5.48
8.	DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD EMBALSE PUYAMAVIDA.	6.2.5.51
8.1.	Introducción.	6.2.5.51
8.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.51
8.3.	Determinación de la altura de la presa.	6.2.5.55
8.4.	Definición del tipo de muro.	6.2.5.58
8.5.	Diseño de prefactibilidad de las obras.	6.2.5.58
9.	PROYECTO DE BOMBEO.	6.2.5.61
9.1.	Introducción.	6.2.5.61
9.2.	Antecedentes generales.	6.2.5.51
9.2.1.	Caracterización y distribución de los pozos.	6.2.5.61
9.2.2.	Eficiencias de Riego	6.2.5.62
9.2.3.	Volúmenes a Bombear	6.2.5.63
9.2.4.	Determinación de la cantidad de pozos	6.2.5.63
9.2.5.	Programa de construcción de los pozos	6.2.5.64
6.	OTROS USOS DE LAS OBRAS.	6.2.6.1
1.	INTRODUCCION.	6.2.6.1
2.	CENTRAL HIDROELECTRICA PUNILLA.	6.2.6.1
2.1.	Generalidades.	6.2.6.1
2.2.	Limitaciones de la operación.	6.2.6.1
2.3.	Dimensionamiento y disposición general.	6.2.6.2
2.4.	Conclusiones.	6.2.6.5
3.	CENTRAL HIDROELECTRICA LOS MONOS.	6.2.6.27
3.1.	Dimensionamiento y disposición general.	6.2.6.27
3.2.	Conclusiones.	6.2.6.29

6.3. PRESUPUESTOS DE INVERSION Y OPERACION.

1.	BASES GENERALES CONSIDERADAS PARA LOS PRESUPUESTOS.	6.3.1
2.	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE EMBALSE.	6.3.6
2.1.	PRESUPUESTO EMBALSE LOS MONOS.	6.3.6
2.1.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.6
2.1.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.6
2.1.3.	Presupuesto detallado de las obras civiles y montajes.	6.3.7

2.2.	PRESUPUESTO EMBALSE PUNILLA.	6.3.9
2.2.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.9
2.2.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.9
2.2.3.	Presupuesto detallado de las obras civiles y montajes.	6.3.10
2.3.	PRESUPUESTO EMBALSE QUILMO.	6.3.12
2.3.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.12
2.3.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.12
2.3.3.	Presupuesto detallado de las obras civiles y montajes.	6.3.13
2.4.	PRESUPUESTO EMBALSE BOYEN.	6.3.15
2.4.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.15
2.4.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.15
2.4.3.	Presupuesto detallado de las obras civiles y montajes.	6.3.16
2.5.	PRESUPUESTO EMBALSE CHANGARAL.	6.3.18
2.5.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.18
2.5.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.18
2.5.3.	Presupuesto detallado de las obras civiles y montajes.	6.3.19
2.6.	PRESUPUESTO EMBALSE ANDALIEN.	6.3.21
2.6.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.21
2.6.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.21
2.6.3.	Presupuesto detallado de las obras civiles y montajes.	6.3.22
2.7.	PRESUPUESTO EMBALSE PUYAMAVIDA.	6.3.23
2.7.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.23
2.7.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.23
2.7.3.	Presupuesto detallado de las obras civiles y montajes.	6.3.24
3.	PRESUPUESTO DE LOS CANALES DE TRASVASE Y CANALES ALIMENTADORES.	6.3.25
3.1.	PRESUPUESTO CANAL DE TRASVASE ÑUBLE - CHILLAN. ALTERNATIVA EMBALSE LOS MONOS CON BOMBEO.	6.3.25
3.1.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.25
3.1.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.25
3.2.	PRESUPUESTO CANAL DE TRASVASE ÑUBLE - CHILLAN. ALTERNATIVA EMBALSE PUNILLA SIN BOMBEO.	6.3.26
3.2.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.26
3.2.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.26

3.3.	PRESUPUESTO CANAL DE TRASVASE ÑUBLE - CHILLAN. ALTERNATIVA EMBALSE PUNILLA CON BOMBEO.	6.3.27
3.3.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.27
3.3.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.27
3.4.	PRESUPUESTO CANAL ALIMENTADOR BOYEN - QUILMO.	6.3.28
3.4.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.28
3.4.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.28
3.5.	PRESUPUESTO CANAL DE TRASVASE CHANGARAL - LONQUEN.	6.3.29
3.5.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.29
3.5.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.29
3.6.	PRESUPUESTO CANAL ASOCIADO A EMBALSE ANDALIEN.	6.3.30
3.6.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.30
3.6.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.30
3.7.	PRESUPUESTO CANAL ASOCIADO A EMBALSE PUYAMAVIDA.	6.3.31
3.7.1.	Presupuesto de la obra.	6.3.31
3.7.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.31
4.	PRESUPUESTO DE LOS PROYECTOS DE BOMBEO	6.3.32
4.1	PROYECTO DE BOMBEO PARA EL CASO 4	6.3.32
4.1.1.	Presupuesto de los pozos.	6.3.32
4.1.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.34
4.2	PROYECTO DE BOMBEO PARA EL CASO 5	6.3.34
4.2.1.	Presupuesto de los pozos.	6.3.34
4.2.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.36
4.3	PROYECTO DE BOMBEO PARA EL CASO 6	6.3.36
4.3.1.	Presupuesto de los pozos.	6.3.36
4.3.2.	Presupuesto de operación y mantención.	6.3.37

6.4. PROGRAMA DE LAS OBRAS.

1.	ANTECEDENTES GENERALES.	6.4.1
2.	PROGRAMA DE LAS OBRAS.	6.4.1
2.1.	PROGRAMA EMBALSE LOS MONOS.	6.4.1
2.2.	PROGRAMA EMBALSE PUNILLA.	6.4.2
2.3.	PROGRAMA EMBALSE QUILMO.	6.4.2
2.4.	PROGRAMA EMBALSE BOYEN.	6.4.3
2.5.	PROGRAMA EMBALSE CHANGARAL.	6.4.3
2.6.	PROGRAMA EMBALSE ANDALIEN.	6.4.4
2.7.	PROGRAMA EMBALSE PUYAMAVIDA.	6.4.4

ANEXO 4.2.1 CUBICACIONES Y PRESUPUESTO OBRAS CIVILES DE LOS CANALES DE TRASVASE.

VOLUMEN VI

INDICE

	Página
6.0 OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO.	
6.5 IMPACTO AMBIENTAL	
6.5.1. ANALISIS AMBIENTAL ORIGINADO POR EL DESARROLLO AGROPECUARIO.	6.5.1.1
1.Introducción.	6.5.1.1
2.Consideraciones acerca de la metodología utilizada.	6.5.1.2
3.El área de impacto ambiental del proyecto.	6.5.1.4
4.Descripción socio - económica del área de impacto.	6.5.1.5
5.Efectos potenciales sobre flora y fauna nativa.	6.5.1.10
6.Matriz de impacto ambiental: efectos socio-económicos.	6.5.1.16
a) <u>Impactos negativos.</u>	6.5.1.16
b) <u>Impactos positivos.</u>	6.5.1.20
7.Mitigación de impactos.	6.5.1.22
8.Monitoreo y seguimiento.	6.5.1.22
9.Desarrollo sustentable.	6.5.1.22
6.5.2 IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE REGULACION	6.5.2.1
1. Breve descripción del Proyecto y sus Beneficios.	6.5.2.1
2. Objetivos del Estudio Ambiental.	6.5.2.1
3. Alcances del Estudio Ambiental.	6.5.2.2
4. Metodología.	6.5.2.2
5. Breve Descripción de la Situación Preoperacional, Area de Influencia del Proyecto y Antecedentes.	6.5.2.6

6. Breve descripción de la alternativa de Regadío Mecánico.	6.5.2.42
7. Marco Jurídico - Ambiental.	6.5.2.43
8. Valor de Conservación.	6.5.2.45
9. Listas de Verificación y Matrices de Impacto Ambiental.	6.5.2.47
10. Identificación, Evaluación y Descripción de Alteraciones. Indicadores de Impacto.	6.5.2.97
 6.5.3 IMPACTO AMBIENTAL DE LAS OBRAS DE CONDUCCION.	 6.5.3.1
1. Breve Descripción de la Infraestructura Extrapredial de Regadío.	6.5.3.1
2. Impacto Ambiental de la Infraestructura Extrapredial de Regadío.	6.5.3.2
 6.5.4. CONCLUSIONES FINALES.	 6.5.4.1
1. Conclusiones y Recomendaciones del Estudio.	6.5.4.1
2. Medidas Preventivas y Correctoras.	6.5.4.7
3. Propositiones para Seguimiento y Control Ambiental.	6.5.4.8
4. Impactos Residuales.	6.5.4.11
 6.5.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	 6.5.5.1

ANEXOS

- ANEXO 1 : CUADROS Y TABLAS.
- ANEXO 2 : FIGURAS.
- ANEXO 3 : FOTOGRAFIAS.

VOLUMEN VII

<u>INDICE</u>	<u>PAGINA</u>
7. <u>BALANCE HIDRICO</u>	
7.1 PREPARACION DEL MODELO DE SIMULACION	7.1.1
1. INTRODUCCION	7.1.1
2. OBJETIVOS DEL MODELO	7.1.2
3. ANALISIS DE ANTECEDENTES	7.1.3
3.1. MODELO DEL ESTUDIO DIAGNOSTICO	7.1.3
3.2. FORMULACION DE UN NUEVO MODELO	7.1.4
3.2.1 Sectores de Riego	7.1.4
3.2.2 Cambios en la Infraestructura de Obras	7.1.5
3.2.3 Recuperación de Agua	7.1.5
3.2.4 Planteamiento de Demandas de Riego	7.1.5
3.2.5 Dificultad en la Implementación Computacional	7.1.5
4. BASES CONCEPTUALES DE LOS MODELOS	7.1.6
4.1 TOPOLOGIA DEL SISTEMA	7.1.6
4.2. CARACTERISTICAS FISICAS Y OPERACIONALES	7.1.13
4.3 DEMANDAS DE RIEGO	7.1.14
4.4 ANTECEDENTES HIDROLOGICOS	7.1.15
4.5 DIAGRAMA DE FLUJO	7.1.17
4.6 SEGURIDAD DE RIEGO	7.1.23
4.6.1 Concepto de Seguridad que Emplea el Modelo	7.1.23
4.6.2 Análisis de las Seguridades con que se Riegan dos Superficies Distintas de un Mismo Sector	7.1.24
4.6.3 Determinación de la superficie que se riega con seguridad 85% en un sector	7.1.27

4.6.4	Determinación de la superficie que se riega con seguridad 85% cuando existe bombeo	7.1.29
4.7	PORCENTAJES DE SATISFACCION	7.1.30
5.	INFORMACION DE ENTRADA Y RESULTADOS	7.1.31
5.1	HIDROLOGIA	7.1.31
5.1.1	Caudales Afluentes en Cabecera	7.1.31
5.1.2	Caudales de Hoyas Intermedias	7.1.32
5.2	CARACTERISTICAS DE LOS EMBALSES SELECCIONADOS	7.1.33
5.3	SUPERFICIES DE RIEGO	7.1.35
5.4	DEMANDAS DE RIEGO	7.1.36
5.5	EFICIENCIAS Y COEFICIENTES DE PERCOLACION Y DE RECUPERACIONES	7.1.37
5.6	CAPACIDAD DE CANALES	7.1.45
5.7	PORCENTAJE DE DISTRIBUCION EN NODOS	7.1.45
5.8	RESULTADOS QUE ENTREGA EL MODELO	7.1.47
6.	VALIDACION DEL MODELO Y MODELACION DE LA SITUACION FUTURA	7.1.48
6.1	VALIDACION DEL MODELO (SITUACION ACTUAL)	7.1.48
6.1.1	Metodología Empleada	7.1.48
6.1.2	Casos Analizados	7.1.49
6.1.3	Resultados Obtenidos	7.1.52
6.1.4	Validación Realizada para los Años Secos	7.1.53
6.1.5	Conclusión de la validación para la situación actual	7.1.54
6.2	MODELACION DE LA SITUACION FUTURA	7.1.54
7.2	OPERACION SIMULADA DEL SISTEMA ITATA	7.2.1
1	INTRODUCCION	7.2.1
2	DESARROLLO DE LOS CASOS ESTUDIADOS	7.2.4
2.1	CASO 1. SITUACION FUTURA SIN EMBALSES	7.2.4
2.1.1	Proceso	7.2.4
2.1.2	Resultados de los Procesos de Simulación	7.2.5

2.2	CASO 2. SITUACION FUTURA CON LOS EMBALSES LOS MONOS, BOYEN, QUILMO Y CHANGARAL	7.2.5
2.2.1	Proceso	7.2.5
2.2.2	Resultados de Procesos de Simulación	7.2.6
2.3	CASO 3. SITUACION FUTURA CON LOS EMBALSES PUNILLA, BOYEN, QUILMO Y CHANGARAL	7.2.7
2.3.1	Proceso	7.2.7
2.3.2.	Resultados del Proceso de Simulación	7.2.8
2.4	CASO 4. SITUACION FUTURA SIN EMBALSES CON BOMBEO	7.2.9
2.4.1	Proceso	7.2.9
2.4.2	Resultados	7.2.10
2.5	CASO 5. SITUACION FUTURA CON EMBALSES LOS MONOS, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO	7.2.11
2.5.1	Proceso	7.2.11
2.5.2	Resultados	7.2.11
2.6	SITUACION FUTURA CON EMBALSE PUNILLA, BOYEN, QUILMO, CHANGARAL Y BOMBEO	7.2.13
2.6.1	Proceso	7.2.13
2.6.2	Resultados	7.2.13

ANEXOS:

Nº 1	ESTADISTICAS HIDROLOGICAS
Nº 2	RESULTADOS DE LA VALIDACION

8. ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

8.1	ANTECEDENTES GENERALES	8.1.1
1.	SITUACION SIN PROYECTO	8.1.1
2.	SITUACION CON PROYECTO	8.1.2
8.2	OPERACION Y MANTENCION DEL SISTEMA DE RIEGO	8.2.1
8.3	PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION	8.3.1
1.	INTRODUCCION	8.3.1
2.	PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLOGICA	

	PARA AGRICULTORES CON ASISTENCIA DE INDAP.	8.3.2
2.1.	Asistencia Técnica e Investigación Aplicada por Rubro para Pequeños Agricultores.	8.3.6
2.2.	Programa de Asistencia Técnica para Agricultores sobre 12 H.R.B.	8.3.9
3.	INSTITUCIONES DE CREDITO.	8.3.9
8.4	ANALISIS DE MERCADOS AGROINDUSTRIAL COMERCIALIZACION FUTURA	8.4.1
1.	MERCADO AGROINDUSTRIAL.	8.4.1
1.1	AGROINDUSTRIA Y MODERNIZACION.	8.4.1
1.2	CONCEPTUALIZACION DE LA AGROINDUSTRIA	8.4.3
1.3	CARACTERIZACION GENERAL DE LA AGROINDUSTRIA NACIONAL.	8.4.4
1.4	SITUACION GENERAL DEL MERCADO AGROINDUS- TRIAL.	8.4.8
1.5	LA AGROINDUSTRIA EN LA VIII REGION DEL BIO BIO.	8.4.10
2.	COMERCIALIZACION DE LOS PRODUCTOS AGROPECUARIOS	8.4.15
8.5	PROGRAMAS DE INVERSIONES PARA LOS SISTEMAS DE RIEGO.	8.5.1
1.	PROGRAMA DE INVERSIONES AGRICOLAS.	8.5.1
1.1	PLANTACIONES FRUTALES Y VIÑAS	8.5.1
1.2	COMPRA DE VAQUILLA.	8.5.5
1.3	CONSTRUCCIONES AGROPECUARIAS.	8.5.9
1.4	ADECUACION DE SUELOS PARA RIEGO.	8.5.12
1.5	TECNIFICACION DEL RIEGO.	8.5.20
1.6	INVERSIONES EN ASISTENCIA TECNICA.	8.5.22
2.	PROGRAMA DE INVERSIONES EN OBRAS CIVILES.	8.5.24
2.1	PRESUPUESTOS DE INVERSION.	8.5.24
2.2	FLUJO DE INVERSION EN OBRAS CIVILES	8.5.31
8.6	PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.	8.6.1

9.	EVALUACION ECONOMICA PRIVADA Y SOCIAL	9.1.1
9.1	EVALUACION DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO.	9.1.1
1.	INTRODUCCION.	9.1.1
2.	ALTERNATIVAS DE DESARROLLO.	9.1.2
3.	FLUJO DE BENEFICIOS.	9.1.9
3.1	Ingresos netos de la situación actual.	9.1.9
3.2	Ingresos netos de la situación con proyecto.	9.1.11
9.2	EVALUACION ECONOMICA PRIVADA Y SOCIAL.	9.2.1
1.	INTRODUCCION.	9.2.1
2.	ALTERNATIVAS DE DESARROLLO.	9.2.1
3.	METODOLOGIA DE EVALUACION PROYECTO RIEGO.	9.2.3
3.1	Situación "sin" proyecto.	9.2.3
3.2	Situación "con" proyecto.	9.2.4
4.	METODOLOGIA DE EVALUACION PROYECTO DE ENERGIA.	9.2.6
5.	METODOLOGIA DE EVALUACION DEL PROYECTO CONJUNTO.	9.2.6
6.	EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL.	9.2.6
6.1	Supuestos Básicos de Evaluación.	9.2.6
6.2	Antecedentes para la Evaluación.	9.2.8
6.3	Evaluación Privada.	9.2.29
6.4	Evaluación Social.	9.2.29
9.3	INDICADORES FINANCIEROS Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD.	9.3.1
1.	RESULTADOS PROYECTO DE RIEGO.	9.3.1
1.1	ANALISIS DE RESULTADOS.	9.3.4
1.1.1	Precios Sociales.	9.3.4
1.1.2	Precios Privados.	9.3.6
1.2	SELECCION DEL PROYECTO RECOMENDADO.	9.3.6
1.3	ANALISIS DE SENSIBILIDAD.	9.3.8
1.3.1	Sensibilización general.	9.3.19
1.3.2	Sensibilización de la tasa de descuento.	9.3.19
1.3.3	Sensibilización al período de construcción.	9.3.21
1.3.4	Sensibilización a la Hidrología.	9.3.23

2.	RESULTADOS PROYECTO DE ENERGIA.	9.3.26
3.	RESULTADOS PROYECTO CONJUNTO, RIEGO Y ENERGIA.	9.3.27
9.4	NIVELES DE EMPLEO	9.4.1
1.	NIVELES DE EMPLEO AGRICOLA O PERMANENTE.	9.4.1
1.1	NIVELES DE EMPLEO AGRICOLA EN LA SITUACIÓN ACTUAL.	9.4.2
1.2	NIVELES DE EMPLEO AGRICOLA EN LA SITUACIÓN FUTURA.	9.4.5
1.3	EMPLEO ADICIONAL QUE GENERAN LOS PROYECTOS.	9.4.5
2.	EMPLEO TRANSITORIO EN LA CONSTRUCCION DE LAS OBRAS HIDRAULICAS.	9.4.6
9.5	ANALISIS FINANCIERO Y RECUPERACION DE COSTOS.	9.5.1
1.	INTRODUCCION.	9.5.1
2.	METODOLOGIA DEL ANALISIS FINANCIERO DE LOS PREDIOS TIPO.	9.5.1
3.	ANÁLISIS FINANCIERO DE LOS PREDIOS TIPO.	9.5.3
3.1	PREDIOS TIPO DEL AREA DEL PROYECTO.	9.5.3
3.2	PREDIOS TIPO DE PUYAMAVIDA Y ANDALIEN.	9.5.3
4.	RECUPERACION DE COSTOS	9.5.4
9.6	PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS AL PROYECTO	9.6.1
1.	INSTITUCIONES DE CREDITO.	9.6.1
10.	ASPECTOS LEGALES	10.1
1.	INTRODUCCION.	10.1
2.	SITUACION ACTUAL.	10.1
2.1.	MERCEDES DE AGUA PARA HIDROELECTRICIDAD.	10.1
2.2.	SITUACIÓN LEGAL DE LOS RECURSOS DE AGUA PARA REGADIO.	10.2
2.2.1.	Río Ñuble.	10.2
2.2.2.	Ríos Cato, Niblinto y Coihueco.	10.2
2.2.3.	Río Chillán y sus Afluentes.	10.3
2.2.4.	Río Ñiquen y sus Afluentes.	10.3

2.2.5. Río Changaral y sus Afluentes.	10.3
2.3. SITUACION LEGAL DE LOS RECURSOS PARA OTROS USOS.	10.4
2.4. COMENTARIO SOBRE LA SITUACION ACTUAL DE LOS DERECHOS DE AGUA.	10.4
3. ASPECTOS LEGALES RELACIONADOS CON LAS OBRAS DEL PROYECTO.	10.5
3.1. ANTECEDENTES GENERALES.	10.5
3.2. ANALISIS DE SITUACION LEGAL DE LAS OBRAS DEL PROYECTO.	10.5
3.2.1. Embalse Punilla.	10.5
3.2.2. Embalse Los Monos.	10.8
3.2.3. Embalses Menores.	10.10
3.2.4. Canales	10.10
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	10.11
5. ANEXO : ANTECEDENTES LEGALES.	10.13
11. CONCLUSIONES FINALES.	11.1

VOLUMEN VIII

ANEXOS

EVALUACION ECONOMICA PRIVADA Y SOCIAL

ANEXO 9.4. EMPLEO AGRICOLA FUTURO

ANEXO 9.5. ANALISIS FINANCIERO Y RECUPERACION DE COSTOS

9.5.1 Capacidad de Pago de los Predios Tipo.
Flujos de Excedentes de los Predios Tipo
para el CASO 6 (Sistema Punilla con Bombeo).
Análisis por Rubro Agrícola.

9.5.2 Capacidad de Pago de los Predios Tipo.
Flujos de Excedentes de los Predios Tipo
para el CASO 6 (Sistema Punilla con Bombeo).

Resumen