

REPUBLICA DE CHILE  
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CANAL LAJA-DIGUILLIN  
INFORME

SOCIEDAD DE INGENIERIA Y PLANIFICACION LTDA. CHILE

1998

# I N D I C E

## Páginas

<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>i</b>
A.-RESUMEN.....	i
B.-CONCLUSIONES.....	ix
<b>CAPITULO I MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>1-1</b>
A.- ASPECTOS MACROECONOMICOS.....	1-1
B.- EL SECTOR AGRICOLA.....	1-2
C.- EL RIEGO Y EL DRENAJE.....	1-7
D.- LA PRODUCCION AGRICOLA BAJO RIEGO.....	1-10
<b>CAPITULO II EL PROYECTO.....</b>	<b>2-1</b>
A.- RESUMEN DEL PROYECTO LAJA-DIGUILLIN.....	2-1
B.- SELECCION DE COMPONENTES Y RUBROS.....	2-20
C.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	2-22
D.- SITUACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA DE LA AGRICULTURA ACTUAL.....	2-24
E.- CARACTERIZACION DE LA SITUACION FUTURA DE DESARROLLO.....	2-35
F.- RESULTADOS FINANCIEROS.....	2-48
G.- PUESTA EN RIEGO PREDIAL.....	2-52
H.- ASISTENCIA TECNICA A LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	2-61
I.- PROGRAMA DE CREDITO AGRICOLA.....	2-74
J.- COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION DE CANALES.....	2-75
<b>CAPITULO III EJECUCION DEL PROYECTO.....</b>	<b>3-1</b>
A.- EL PRESTATARIO Y EL EJECUTOR.....	3-1

<b>CAPITULO IV OTROS ASPECTOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>4-1</b>
A.- RELACION RIEGO ENERGIA.....	4-1
B.- CENTRAL ITATA.....	4-14
C.- IMPACTO AMBIENTAL.....	4-17
D.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE PAGO.....	4-46
<b>CAPITULO V EVALUACION ECONOMICA.....</b>	<b>5-1</b>
A.- METODOLOGIA.....	5-1
B.- EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL.....	5-7
c.- INDICADORES FINANCIEROS.....	5-8
D.- LIMITACIONES Y CONCLUSIONES.....	5-21
<b>ANEXOS</b>	
II.A.1...CUADROS DE DEMANDAS Y CAPACIDAD LAJA DIGUILLIN POR TRAMOS..A.II.	1
II.A.2...APORTES INTERMEDIOS AL CANAL LAJA-DIGUILLIN.....A.II.	12
II.A.3...PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.....A.II.	32
II.A.4...NECESIDADES DE RIEGO.....A.II.	43
II.D.1...PLAN DE CULTIVO.....A.II.	48
II.D.2...ESTANDARES DE CULTIVOS SITUACION SIN PROYECTO.....A.II.	50
II.E.1...UNIDADES DE MANEJO DE SUELOS.....A.II.	61
II.E.2...ANALISIS DE PRECIOS Y MERCADOS.....A.II.	73
II.E.3...COSTO DE INGRESO DE PLAN DE PRODUCCION.....A.II.	83
II.E.4...ESTANDARES DE CULTIVOS SITUACION CON PROYECTO.....A.II.	95
II.F.1...PREDIOS TIPO DE PRODUCCION.....A.II.	106
IV.B.1...CENTRAL ITATA.....A.IV.	1
IV.C.1...PARAMETRO DE IMPACTO AMBIENTAL.....A.IV.	43
V. A.1...METODO VALOR INCREMENTAL DE LA TIERRA.....A. V.	1
V. C.1...CALCULO DE PRECIOS SOCIALES.....A. V.	6
V. C.2...EVALUACION ECONOMICA.....A. V.	13

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

El proyecto del Canal Laja-Diguillín tiene como obra básica un canal que capta su caudal inicial en la ribera del Río Laja desarrollándose hasta el Río Diguillín. En su recorrido se pueden identificar dos tramos: el primero de los cuales, denominado "Laja Huepil" se inicia en el Río Laja en la Bocatoma Tucapel, conduciendo su caudal de hasta 88 m<sup>3</sup>/s. hasta el Río Huepil, donde se vacia para ser encauzado al Río Cholguán mediante la ejecución de obras adecuadas, que en este caso consisten básicamente en un canalón de unión entre ambos ríos; es necesario indicar que ese primer tramo se aprovecha para entregar 3 m<sup>3</sup>/s. con el fin de alimentar el canal particular El Litre en un punto antes de su vaciado al Río Huepil; el segundo tramo que se denomina Cholguán-Diguillín se inicia en la bocatoma que deberá construirse en el Río Cholguán para captar el caudal proveniente del "Primer Sector" al cual se le descontarán los 3 m<sup>3</sup>/s. del Canal El Litre y también un caudal de 20 m<sup>3</sup>/s., del Canal Zañartu que deberá incorporarse al Río Cholguán para alimentar su propia zona de riego cuya bocatoma se ubica aguas abajo de la confluencia del Río Cholguán y Huepil.

Es necesario indicar que las áreas de riego de los canales El Litre y Zañartu no son áreas incorporadas al proyecto.

De acuerdo a lo expresado, el caudal en bocatoma del segundo tramo Cholguán-Diguillín será de 65 m<sup>3</sup>/s.

Deberá entenderse que durante el estudio de la hidrología del proyecto, se ha considerado la circunstancia que tanto el Río Cholguán como el Río Huepil, tienen sobrantes hídricos disponibles una vez que hayan satisfecho las demandas de sus propias áreas de riego; en este caso estos sobrantes, dentro de la contabilidad de los recursos de agua, serán considerados como aportes al proyecto, lo cual se traducirá en una menor demanda al Río Laja. Lo dicho para los Ríos Cholguán y Huepil en cuanto a la posibilidad de producir aportes de sobrantes de aguas al proyecto, es también válido para los Esteros Trilaleo, Dañicalqui y Palpal que cruzan el trazado del segundo tramo Cholguán-Diguillín definido inicialmente; al igual que los aportes propios de los ríos Cholguán y Huepil, los aportes aprovechables de los esteros nombrados servirán también para disminuir los caudales que deberán extraerse del Río Laja.

Otra de las funciones que tendrá el segundo tramo antes de vaciar su caudal al Río Diguillín, será la de entregar determinados caudales para el riego directo de algunas áreas incluidas en el proyecto como son: el área de Yungay con 1.060 há netas, el área de Pemuco con 11.000 há netas, la de Dollinco con 1.248 há netas y la de Rinconada con 3.204 há netas.

Como complemento de los dos sectores de canal, se construirá la Bocatoma Bulnes en el Río Diguillín, ubicada inmediatamente aguas

abajo de la descarga del tramo Cholguán-Diguillín, la cual permitirá regar las áreas de Bulnes con 35.284 há netas y de Coltón-Larqui con 5.466 há netas. Para regar el área de Bulnes también se aprovecharon los excedentes, una vez que haya satisfecho sus propias demandas del Estero Corintos ya que descarga sus aguas al Río Diguillín aguas arriba de cinco bocatomas de canales existentes.

Además de las obras descritas y como parte del Proyecto se considera la Bocatoma San Ignacio en el Río Diguillín, aguas arriba de la descarga del Canal Cholguán-Diguillín destinada a regar con recursos hídricos propios del Río Diguillín el área ubicada en la ribera norte de dicho río.

El área total servida por el proyecto será de 63.309 hectáreas netas, de las cuales se puede considerar que actualmente sólo se riegan con 85% de seguridad 8.300 há, concentradas en los sectores San Ignacio, Bulnes y Larqui-Coltón.

Las áreas restantes tanto de los sectores antes indicados como de Yungay, Femuco, Dollinco y Rinconada son de secano.

Concordante con la descripción realizada del esquema general del Canal Laja-Diguillín se presenta a continuación una lista, con las principales obras de arte que requerirá para su funcionamiento:

- Obras de toma en la Bocatoma Laja-Tucapel.
- Entrega Canal El Litre.
- Caidas en el tramo Laja-Huepil.
- Descarga al Río Huepil.
- Unión entre Río Huepil y Río Cholguán.
- Bocatoma en Río Cholguán.
- 8 sifones de cruce de esteros.
- Captaciones de 3 esteros (Trilaleo, Dañicalqui y Palpal)
- Obras de entregas a 4 áreas (Femuco, Yungay, Dollinco y Rinconada).
- Caída al Río Diguillín.
- 2 Bocatomas en Río Diguillín para áreas de San Ignacio y Bulnes.
- Canales derivados en cada una de las 7 áreas que se riegan.
- 1 Sifón en el matriz Bulnes para regar el área de Larqui-Coltón.

Un resumen general de caudales y áreas que integrarán estas obras es el siguiente:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| - Captación en Bocatoma Tucapel   | 88 m <sup>3</sup> /s. |
| - Entrega a Río Huepil del 1er. tramo Laja Huepil<br>(88 m <sup>3</sup> /s. - entrega Canal Litre de 3 m <sup>3</sup> /s.)  | 85 m <sup>3</sup> /s. |
| - Captación en Bocatoma 2do. tramo<br>Cholguán-Diguillín (85 m <sup>3</sup> /s.-20 m <sup>3</sup> /s. del Canal<br>Zañartu. | 65 m <sup>3</sup> /s. |

- Las áreas netas de riego que comprende el proyecto son 63.309 há con el siguiente detalle:

	Area Há Netas
Yungay .....	1.060
Pemuco .....	11.000
Dollinco .....	1.248
Rinconada .....	3.204
San Ignacio .....	6.047
Bulnes .....	35.284
Coltón-Larqui .....	5.466
<b>TOTAL</b> .....	<b>63.309</b>

Habría que aclarar que en el área de riego de Bulnes se ha considerado una recuperación de riego de 10%.

Las 63.309 que integran el proyecto, sometidas a una estratificación según tamaño y número de propiedades, presenta la siguiente situación:

Tamaño predios HRB	Tamaño medio por estrato		Número Predios N°	Area Total	
	HRB	HA.REG		HRB	REG
< 2	0.78	3.08	1.679	1.311	5.174
3-12	5.67	21.01	962	5.459	20.208
12-20	14.81	39.96	289	4.280	11.547
> 20	44.22	177.05	149	6.589	26.380
			3.079	17.639	63.309

HRB : Hectáreas de Riego Básicas ( 1 HRB equivale a la productividad obtenida por 1 há regada de clase I de capacidad de uso en el Valle del Río Maipo ).

En este cuadro en la columna 1 se han colocado los tamaños en que han sido estratificados los predios expresados en Hectáreas Básicas de Riego; la columna 2 indica el tamaño promedio de los predios correspondiente al estrato al que pertenecen; la columna 3 indica la superficie media de los predios del estrato correspondiente dentro del área de riego; la columna 4 indica el número de predios que comprende cada estrato; la columna 5 muestra el número total de Hectáreas Básicas de cada estrato y la columna 6 la superficie de riego total de cada estrato y del proyecto.

El examen de este cuadro permite apreciar que el 85.8% de los predios son menores a las 12 Hectáreas Básicas y que el 95% de ellos tienen una superficie con un máximo de 20 Hectáreas Básicas de Riego lo cual estaría indicando que el proyecto beneficiaría un número elevado de pequeños propietarios incluyendo algunos medianos de hasta 20 Hectáreas Básicas.

A continuación se muestra una comparación por cultivos de las áreas que se cultivarán con el proyecto y la ocupación de áreas que se hace en la actualidad.

Cultivo	Superficie Con Proyecto		Superficie Ocupación Actual	
	HA	%	HA	%
Espárragos	2.500	3.95	527	0.83
Fréjol	9.000	14.22	3.157	4.99
Lenteja	-----	0.00	1.575	2.49
Maíz	8.000	12.84	1.053	1.66
Maravilla (oleaginosas)	3.000	4.73	527	0.83
Papa	7.000	11.06	2.106	3.33
Remolacha	5.500	8.69	2.317	3.66
Trigo de Riego	12.558	19.84	2.422	3.83
Trigo de Secano	-----	0.00	18.938	29.91
Pradera Artificial	15.751	24.87	2.633	4.16
Pradera Natural	-----	0.00	28.054	44.31
TOTAL	63.309	100.0	63.309	100.0

Este cuadro da a conocer los importantes cambios que se producirán en el área del proyecto con motivo de su implantación. Los cambios más notorios son la eliminación total del trigo de secano que actualmente ocupa 18.938 há y su transformación en trigo de riego que pasa de 2.422 há actuales a 12.558 há con el proyecto. Otro cambio importante es la eliminación de las praderas naturales que hoy ocupan 28.054 há, reemplazadas a lo menos por 15.751 há de praderas artificiales; cambios de menor magnitud en su superficie se destacan siendo el fréjol, el maíz y la papa los que aumentan su cultivo con el proyecto en forma significativa.

En general, los suelos de la zona dentro de la cual se encuentra el área del proyecto Laja-Diguillín, se pueden agrupar en dos sectores.

Un sector Oriental constituido por cenizas volcánicas ácidas e intermedias de gran profundidad que en su nivel superior presentan diversos grados de consolidación y bajo ellas existen depósitos

laharicos gruesos. Los suelos propiamente tales están compuestos por cenizas volcánicas de dos tipos, las recientes que en la zona se conocen con el nombre de "Trumaos" incluyen las series Santa Bárbara, Mayulermo, Arrayán, Guillipavo y Pueblo Seco y las más antiguas corresponden a los suelos llamados "Rojos Arcillosos" e incluye a las series Collinco, Ricados y Bulnes.

El sector Occidental comprende una serie de abanicos, entre ellos el de Bulnes, y en general son formaciones aluviales de una pendiente baja de Oriente a Poniente y constituidas por el Río Diguillín. Incluye parte del abanico piroclástico de Femuco que presenta mayores pendientes y comprende cenizas volcánicas ácidas a intermedias que se han alterado en parte a arcillas de colores pardo rojizas.

Los suelos están representados por cenizas volcánicas antiguas que han evolucionado bajo condiciones de humedad variable, algunos son bien drenados, otros moderadamente bien drenados y otros imperfectamente drenados. Las partes más bajas de la topografía presentan suelos con unas arcillas de origen lacustre. Las terrazas del Río Itata presentan suelos aluviales arenosos generalmente de drenaje excesivo.

La selección de las áreas de riego se basa en un estudio agrológico detallado de unas 124 mil hectáreas ubicadas en el triángulo formado por los ríos Itata y Larqui. El 80% del área se considera regable con diferentes grados de restricción. Un 56% de las tierras se clasificaron como categoría 1, 2 ó 3 y un 25% como categoría 4. Categorías 2, 3 y 4 presentan limitaciones crecientes de suelos, drenaje y topografía. Un 63% del área tiene suelos clasificados en clase I, II y III de capacidad de uso y el 18,3% de suelos corresponde a la clase IV de capacidad de uso. Considerando sólo las 63.309 há netas que beneficiará el proyecto un 78% del área corresponde a clase I, II y III de capacidad de uso y el 22% restante a clase IV.

Debe considerarse que los cultivos del proyecto ahí indicados son representativos de cultivos similares desde el punto de vista de demandas de aguas y beneficios.

Para tener una mejor valoración de los estudios realizados para el Proyecto es necesario tener presente que tanto la infraestructura de riego como de desarrollo agrícola no han contado con proyectos definitivos. Puede si decirse que las obras propias del Canal Laja-Diguillín hay un 90% de levantamientos topográficos aprovechables, junto con el trazado propiamente tal del canal, aunque deberán modificarse las secciones y proyectarse obras nuevas. Lo único que está construido es la barrera de la Bocatoma Tucapel y dispone de un proyecto definitivo de las obras de toma de dicho punto; en cuanto a la puesta en riego del área se han hecho algunos diseños tipos que han permitido hacer las estimaciones de costo.

La estimación del costo del proyecto de riego propiamente tal se puede apreciar en el cuadro que se presenta a continuación:

Obra	Costo Millones \$	Costo Miles US\$
Canal Laja-Diguillín	13.439,4	44.798,0
Canales Matrices	3.219,6	10.732,0
Mejoramiento canales Principales	1.845,1	6.150,3
Mej. Drenes y Canales Secundarios	2.546,2	8.487,3
Puesta en Riego	4.653,2	15.510,7
<b>Costo Total del Proyecto</b>	<b>25.703,5</b>	<b>85.678,3</b>

En esta estimación se adoptó para el mes de Agosto 1990 un valor de 1 US\$ = \$ 300.

El Proyecto de Riego puede complementarse con una Central Hidroeléctrica en el Río Itata que permitiría utilizar la capacidad ociosa que se producirá en el primer tramo del Canal durante el invierno preferentemente. Esta central, que estaría ubicada en la zona del Salto del Itata captaría sus aguas en dicho río mediante una barrera de toma y su potencia instalada consistirá en :

- Si se considera con caudales sólo el Río Itata denominada 1ª Etapa 2 unidades de 18 MW = 36 MW.
- Si se considerarán además los caudales del proyecto Laja-Diguillín, denominada 2ª Etapa, 3 unidades de 18 MW = 54 MW.

El costo de estas etapas es el siguiente: (en miles de US\$)

	Componente Nac.	Componente Imp.	Total
1ª Etapa	20.070	24.803	44.873
2ª Etapa	23.064	29.953	53.017

1 US\$ = \$ 300 (Agosto 1991)

El proyecto Laja-Diguillín fue evaluado a precios privados y sociales para tres situaciones: a) Considerándolo sólo como proyecto de riego, b) Como complemento de la Central Itata en el sentido que la Central Itata considerada sería la denominada Segunda Etapa (54 MW de potencia instalada), utilizando los caudales Itata + Laja-Diguillín según el texto de la evaluación y

c) Como proyecto de uso múltiple de riego y generación de energía en conjunto.

Los supuestos básicos adoptados para la evaluación económica fueron:

- Actualización de los flujos del proyecto a la fecha de inicio del proyecto (Enero de 1991); los valores de los flujos se consideran que ocurren al final de cada período.
- Horizonte de evaluación: 40 años
- Vida útil de las obras de riego y energía: 50 años.

Aparte de la comprensión que se haya podido adquirir desde puntos de vista técnicos específicos, se mostrará en lo que sigue algunos resultados relevantes de los índices económicos producto de la evaluación realizada.

Se darán los resultados de los principales parámetros económicos obtenidos para las tres situaciones previstas en el párrafo donde se indica la forma en que se evaluará el proyecto. La primera de ellas corresponde al proyecto como exclusivamente de riego; en este caso, usando precios privados (de mercado) los flujos de costos y beneficios producen un valor presente (VAN) del proyecto de 14.416,6 millones de \$ con una tasa de actualización de 12%, correspondiéndole una tasa interna de retorno (TIR) de 19,91% ; si se consideran precios sociales y tomando en cuenta el costo del agua el VAN llega a 30.466,8 millones de \$, subiendo la TIR a 28,95% . En un análisis de sensibilidad disminuyendo el primer caso (precios de mercado) un 15% los ingresos, el VAN baja a 5.452,0 millones de \$ y la TIR pasa a 14,9; en el caso de precios sociales, el estudio de la sensibilidad indica que la baja de los ingresos puede llegar a ser de hasta 36% en sus ingresos netos agrícolas y hasta un 69% en el caso de sus cultivos más representativos que son el fréjol, remolacha y trigo con riego.

El segundo caso b) de la Central Itata de 54 KW instalados usando recursos de agua del Río Itata y del Proyecto Laja-Diguillín, en su tramo que esté disponible, con 55 m<sup>3</sup>/s. en promedio y un máximo de 85 m<sup>3</sup>/s., el VAN a precios privados llega a 4541,0 millones de \$ y la TIR a 16,1% con tasa de actualización de 12% . A precios sociales estos VAN y TIR resultan de 7.093,0 millones de \$ y 18,46% respectivamente. La sensibilidad del proyecto indica que el VAN llega a cero con una disminución de hasta un 35% en el precio de venta de la energía en el Nudo de Charrúa y un aumento del 59% en los costos de inversión.

Finalmente se puede decir que la evaluación económica c) del proyecto de uso múltiple de riego y producción de energía hidroeléctrica da como resultado un VAN de 18.957,6 y 37.558,8 millones de \$ para el proyecto a precios privados y sociales

respectivamente con las tasas de retorno de 17,34% y 21,81% en cada caso.

#### -Relación Riego Energía

La recopilación de antecedentes hecha para el examen del Convenio Riego-Endesa de 1958 sobre la regulación del Río Laja, permite considerar que su vigencia sigue válida.

Entre los documentos más recientes analizados está la Resolución de la Dirección General de Aguas Nº 84 del 17 de Abril de 1975 y el Decreto Supremo Nº 803 de fecha del 30 de Abril de 1980 los que confirman la plena vigencia del Convenio.

Si se considera el Convenio RIEGO-ENDESA, el proyecto Laja-Diguillín en ningún momento estaría demandando mayor cantidad de agua de la que tendría derecho, llegando, para una seguridad del 85%, a demandar sólo un 50% de lo que permitirían sus derechos. Los 40 años de estadísticas analizadas demuestran que se ocupa, en promedio, sólo un 30% de los volúmenes a que tiene derecho.

Si se compara el volumen anual a que tiene derecho el sistema de riego según Convenio (901,4 millones de m<sup>3</sup>. al año), con lo que demanda al Río Laja para 100% de seguridad (475,1 millones de m<sup>3</sup>) y para 85% de seguridad (376,5 millones de m<sup>3</sup>), se deduce que el Sistema Riego ha favorecido al Sistema Energético.

En base a las atribuciones que le otorga la cláusula del Convenio, aún funcionando las Centrales Hidroeléctricas, el uso que el Estado hace del Lago Laja es muy inferior a lo que tendría derecho, y aún se podría deducir que el Sector Energía, al poder utilizar una reserva de agua importante del Estado, está obteniendo un beneficio económico en desmedro del Sistema Riego.

El mayor costo de operación y falla en el Sistema Interconectado Central, debido al proyecto Laja-Diguillín, sólo llega un valor anual de 0.15 millones de US\$ (\$ 45 millones), lo que representa un 0.2% del costo total de operación y falla.

#### -Central Itata

Previo a la construcción del Canal Laja-Diguillín sería conveniente llegar a un acuerdo con los particulares, que serían los interesados en construir la Central Itata, para efectuar un aprovechamiento conjunto de riego e hidroeléctricidad en el cual por un lado se asegure la disponibilidad de caudales para la Central y por otro se determinen las condiciones económicas en la cual se podrían efectuar dichos aportes de caudal si fuese pertinente.

Desde el punto de vista técnico se puede recomendar que una vez

definidas las condiciones finales de diseño del futuro Canal Laja-Diguillín en el tramo Laja-Huepil y se determinen los excedentes reales que se pueden trasvasar del Río Laja hacia el Itata, se estima indispensable hacer un nuevo estudio de factibilidad o proyecto preliminar de la Central Itata.

#### -Impacto Ambiental

El agua del Río Laja es apta para riego y sólo cabe recomendar la incorporación a los suelos que lo requieran de alguna enmienda debido a su baja salinidad. En todo caso, estas aguas han sido usadas durante muchos años para el riego sin que se hayan presentado problemas especiales.

Para mantener la actividad recreativa en el Río Laja y sus Saltos, que quedarían secos durante gran parte del verano, será necesario sacrificar el caudal óptimo de generación hidroeléctrica y de riego. Bastaría con fijar un caudal mínimo de estiaje, de alrededor de 15 m<sup>3</sup>/s.

La disminución de los caudales de dilución para los desechos industriales en el Río Bío-Bío no se verían mayormente afectados debido al bajo escurrimiento del Río Laja.

### CONCLUSIONES

#### -Disponibilidades Hidricas

a) Para la realización del Proyecto Laja-Diguillín se cuenta con fuentes de agua provenientes en grado decisivo del caudal del Río Laja y sus afluentes, conjuntamente con el complejo de regulación de su parte alta compuesto por el propio Lago Laja y los embalses construidos por Endesa. Los caudales requeridos por el proyecto estarán plenamente satisfechos, no previéndose inconvenientes de alguna significación en el suministro del agua para el normal desarrollo de los fines asignados.

b) Dentro de las fuentes del proyecto, el Estado posee derechos al uso de determinados volúmenes de agua los cuales exceden las necesidades del proyecto, quedando, en consecuencia a favor del Estado un saldo que podría ser utilizado como mejor conveniera a sus intereses.

c) Estudios Hidrológicos especializados que han debido tomar en cuenta las disposiciones del Convenio Riego Endesa firmado algo más de 30 años, confirman plenamente las afirmaciones hechas en los párrafos anteriores.

d) Durante estos años, Endesa ha usado los recursos de las fuentes citadas sin restricción alguna por el no uso de los derechos del

Estado, salvo el respeto de los derechos de los particulares, y en consecuencia ha tenido un largo período de años en que habrían existido beneficios adicionales importantes.

#### -Costos del Proyecto

e) El proyecto Laja-Diguillín considerado como exclusivamente para el riego de 63.309 há tienen un costo, a Agosto 1990 con 1 US\$= \$ 300, de MUS\$ 85.678,4 con el siguiente detalle:

	Miles US\$
Canal Laja-Diguillín	44.798,0
Canales Matrices	10.732,0
Mejoramiento Canales Principales	6.150,3
Mejoramiento Drenes y C. Secundarios	8.487,3
Puesta en Riego	15.310,7
	<hr/>
Costo Total del Proyecto	85.478,3

f) Puede apreciarse que este valor conduce a un costo medio por há del Proyecto de US\$ 1.353,3, valor que dentro de los estándares usuales puede considerarse muy conveniente, lo cual concuerda como las altas tasas internas de retorno que se obtuvieron en las evaluaciones económicas (de mercado y social) cuyos valores fueron 19,91% y 28,95%, respectivamente.

g) Al considerarlo como proyecto de uso múltiple que considera la producción de 63.309 há y la producción de energía a través de la Central Itata de 54 KW y tomando en cuenta que la central es rentable sólo si se realiza el proyecto de riego que aprovecha los caudales excedentes (con los propios del Itata es antieconómica) los beneficios eléctricos son atribuibles al proyecto conjunto según la evaluación hecha, se ha podido demostrar que los resultados económicos que incluye toda el área de riego (63.309 há) con la central de 54 KW, corresponden a un VAN a precios de mercados de 18.957,6 millones de \$ de Agosto y de 37.558,8 a precios sociales.

#### -Impacto Ambiental

h) El análisis químico de las aguas del Río Laja indica que tiene una muy baja salinidad, pero la experiencia de muchos años indica que no requiere de ningún tratamiento para un desarrollo normal de riego.

i) Para evitar que los Saltos del Río Laja lleguen a secarse, parece recomendable como caudal de estiaje mínimo de alrededor de 15 m<sup>3</sup>/s., lo cual llevaría consigo sacrificar

valores óptimos en los caudales para riego y producción de energía, sin que estos lleguen a perjudicar la dilución necesaria de los desechos industriales en el Río Bio-Bio.

**CAPITULO N° 1**  
**MARCO DE REFERENCIA**

## CAPITULO I. MARCO DE REFERENCIA

### A. ASPECTOS MACROECONOMICOS

#### 1. Política económica y social

La política económica actual establece que el Estado estimulará el desarrollo, utilizando los recursos públicos con la máxima eficiencia posible. El desarrollo provendrá fundamentalmente de la capacidad, innovación y espíritu de empresa que el sector privado despliegue en sus actividades, tanto en el mercado interno como en los mercados internacionales.

Consecuente con este criterio, el Estado buscará regular la actividad de los mercados mediante normas generales y no efectuará intervenciones puntuales.

Se intervendrá a través de medidas correctivas si hay imperfecciones importantes o ineficiencia de los mercados en la asignación de los recursos, las que, en lo posible, deberán persistir sólo por el tiempo que sea estrictamente necesario.

Es tarea del Estado garantizar un marco económico y político estable, que posibilite un desenvolvimiento normal de las actividades, sin más riesgo e incertidumbre que los propios de cada sector.

La política social está orientada a crear las condiciones para que las personas de bajos ingresos puedan superar las causas que la generan, mejorando sus oportunidades y capacidades para participar activamente en el desarrollo nacional.

Se crearon recientemente Instituciones cuyas funciones serán aumentar la eficiencia en el gasto social y desarrollar acciones coherentes que permitan la capacitación de los más pobres.

También se financiarán proyectos públicos y privados para beneficiar a los sectores de escasos recursos. Se definirán proyectos orientados a estimular el crecimiento de la economía informal urbana y actividades de apoyo productivo a campesinos, pescadores artesanales y pequeños mineros, mediante líneas de apoyo financiero y asistencia técnica y, además, se dará impulso a iniciativas de capacitación de los trabajadores.

Dentro de los grupos sociales en situación de pobreza, el sector más postergado es el rural. Para tal efecto se aplicará un Plan de Desarrollo Rural que fortalezca las capacidades productivas de los campesinos, junto con darle mayor acceso a los servicios sociales básicos. Se aplicará un programa de ayuda para la puesta en riego predial, asistencia técnica, canales de comercialización para los productos y capacitación. Especial importancia se dará al sector campesino de extrema pobreza en las zonas de secano del país.

## B. EL SECTOR AGRICOLA

### 1. Evolución y Perspectivas

El sector rural del país, contiene simultáneamente dos realidades, la una está representada por su capacidad de generación de bienes de exportación y de consumo interno, y la otra como lugar de vida de una población rural cuyo desarrollo relativo es bajo, existiendo extensas áreas de pobreza en donde la destrucción de los recursos productivos es considerable. Esta contraposición de áreas articuladas a una agricultura empresarial de alta inversión y tecnología, con áreas de pequeña propiedad y minifundio con distintos grados de pobreza manifiesta, implica que el proceso de desarrollo seguido ha sido poco equilibrado, generando para unos, opciones de prosperidad y para otros, lo más, opciones de desarraigamiento y pobreza.

Este marco de doble realidad, es el que se ha tenido en cuenta para trazar una política que persiga:

- Orientar y optimizar la contribución productiva del sector en relación al consumo interno y la exportación.
- Mejorar capacidades productivas de la pequeña agricultura, eliminar la pobreza extrema en el medio rural y mejorar sus condiciones de vida.

En forma especial, se fijarán algunos aspectos relevantes en relación al sector de los pequeños propietarios, los cuales controlan recursos productivos importantes que necesitan ser complementados con tecnología, capital e incremento de su capacidad empresarial para generar un proceso de desarrollo significativo en extensas áreas rurales del país.

Durante los últimos 15 años el sector rural sufrió una fuerte disminución de su población; enfrentó una caída del consumo per/cápita nacional de diferentes productos (trigo de 179 a 143 Kg.; carne de 33 a 28 kg.; leche de 112 a 92 kg.) vió incrementarse la brecha entre la agricultura "empresarial" y la agricultura "campesina", y por último asistió pasivamente a la pérdida de miles de hectáreas agrícolas por efecto de mal manejo y sobre-explotación del suelo.

El rápido y sostenido crecimiento sectorial visualizado en el último sexenio, ha implicado que al sector se han incorporado empresarios y profesionales de otras ramas de actividad, generando un núcleo de unas 20.000 empresas que concentran el capital y la tecnología y generan una dinámica agro-productiva articulada de preferencia directamente con los mercados externos. En este segmento es corriente encontrar inversiones productivas de US\$ 10 o 15 mil por hectárea.

Alrededor de 210 mil pequeños productores y minifundistas han

quedado al margen del desarrollo agropecuario observado en el último sexenio.

En la actualidad, el sector agropecuario y la ruralidad del país presenta un conjunto de características, que hacen conveniente introducir ajustes y/o cambios de énfasis, esto con el fin de que, manteniendo tasas importantes de crecimiento, el desarrollo se haga extensivo a una mayor masa poblacional y tenga necesariamente un sentido de equidad y participación social amplia.

Las principales áreas de problemas son las siguientes, sin que el orden signifique prelación o importancia.

- a) Mantenimiento y agudización de la pobreza rural.
- b) Deterioro del medio ambiente y destrucción de los recursos naturales renovables.
- c) Crecientes problemas de ajuste en los mercados internos y externos.
- d) Disminución significativa de las capacidades orientadoras y reguladoras del Estado.

El conjunto de medidas que se aplicarán estarán orientadas a mantener un crecimiento productivo sostenido, generando simultáneamente una mayor equidad en su distribución, mediante políticas públicas e incrementar el dinamismo productivo experimentado en los últimos años, tanto en los rubros de exportación como en los de mercado interno, enfatizando una orientación para generar procesos sostenidos de desarrollo en las áreas y grupos más desfavorecidos.

## **2. Participación en el Producto geográfico bruto nacional, sector externo y empleo.**

El sector agropecuario contribuye con alrededor de un 9,5% del P.G.B. nacional, ocupando aproximadamente un 20% de la población activa (830 mil trabajadores).

Las exportaciones generadas por el sector, implican entre un 22 y un 25% del total exportado por el país, alcanzando un valor del orden de los US\$1.600 millones, de los cuales las frutas (US\$600 millones) y el subsector forestal (US\$800 millones) conforman los renglones más importantes.

El desarrollo reciente del sector está marcado por :

- a) un proceso de lento crecimiento 1976-1980 (entre 1,5 y 3,2% anual)
- b) un período de crisis 1981-1983 (decrece en un 6%)

c) un período de crecimiento sostenido 1984-1990, con tasas promedio de alrededor de un 7% anual.

### 3. Los Recursos Naturales, Disponibilidad y Uso

Chile tiene una superficie total de 75,7 millones de hectáreas, excluida la Antártica, de las cuales sólo 25,2 millones de hectáreas tiene aptitud agrícola, forestal o ganadera. La superficie arable es de 5,1 millones de hectáreas, distribuidas en 3,3 millones de secano y 1,8 millones de riego, de las cuales 1,1 millones de hectáreas poseen seguridad de riego adecuada y 0,7 millones de hectáreas, bajo canal poseen una baja seguridad de riego que podría ser mejorada. Además, se dispone de 0,7 millones de hectáreas, actualmente de secano, que pueden ser regadas en forma económica en las actuales condiciones de precios agrícolas y costos de construcción.

La población total del país es de 12,5 millones de habitantes, con una tasa anual de crecimiento de 1,7% y una distribución del 17% rural y del 83% urbana.

#### 3.1. Recursos de clima, suelo y ecosistemas.

El relieve del territorio, su extensión longitudinal y los factores climáticos y edafológicos han creado en Chile condiciones agropecuarias muy diversas. Existe una gran variedad de ecosistemas que permiten el desarrollo de diferentes cultivos, desde especies subtropicales en el Norte Grande, hasta especies de climas fríos en áreas de precordillera y zonas sur y austral. El país divide su territorio en trece regiones administrativas.

La agricultura de las diferentes regiones está fuertemente condicionada por la disponibilidad de los recursos tierra y agua y la condición ambiental, pudiendo distinguirse diferentes tipos de agricultura. De norte a sur, en la zona desértica y árida descrita anteriormente, es decir entre 17,3° y 32° de latitud Sur, (Regiones I, Tarapacá a la IV, Coquimbo), la agricultura es una actividad que se desarrolla en valles transversales y oasis. Las precipitaciones varían de prácticamente cero a unos 200 mm en Coquimbo. En esta última región, y sobretodo en su costa, crece alguna vegetación natural que da sustento a rebaños de ovejas y cabras. Cultivos intensivos requieren de riego para su éxito. Los valles regados del norte (Copiapó, Huasco, Elqui, Limari y Choapa) producen frutas y hortalizas, entre las cuales la uva pisquera y uva de mesa temprana de exportación juegan un rol preponderante.

En la zona mediterránea, a partir de la V Región (Aconcagua) comienza a aparecer la agricultura regada con una estructura productiva muy diversificada con hortalizas, frutales, cereales y praderas. El valle central se extiende hasta la X Región (Los Lagos) con diferentes características y potenciales. Hasta la VIII Región (Bío-Bío), en los 38° latitud sur, existe la mayor parte de la superficie regada de Chile con predominancia de

suelos aluviales. Luego, la agricultura pasa a una explotación de secano dependiente de las lluvias y con vocación ganadera y cultivos de rotación como trigo, raps, remolacha, cebada y avena.

Paralelamente, al lado poniente del valle central se levanta la cordillera de la costa. Esta, en su vertiente occidental tiene influencia marítima donde se producen cultivos anuales como trigo y leguminosas de grano y praderas naturales y mejoradas para pastoreo de ganado bovino y ovino. También existen plantaciones forestales de importancia. En la vertiente oriental de la cordillera de la costa se encuentra el secano interior, de condición más árida. Este secano se extiende hasta la VIII Región, aumentando la pluviometría a medida que se avanza hacia el sur, desde 200 mm a 800 mm. A su vez, en el costado oriental del valle longitudinal aparece una franja de precordillera que se prolonga hasta la X Región donde la principal aptitud es cerealera, ganadera y forestal.

A partir de la VII Región (Maule) 35,5° latitud sur, comienzan a aparecer los suelos de origen volcánico, caracterizados por sus altos requerimientos de fertilizantes. Al lado poniente del valle y a partir de los 38° latitud sur se aprecia un aumento de los suelos rojos arcillosos que se extienden hasta los 40° latitud sur y ocupan un millón de hectáreas de aptitud preferentemente ganadera.

En la XI Región (Aysén) entre los paralelos 44° y 47° latitud sur, existe el área menos conocida y explorada de Chile, aunque con potencial de mejorar la productividad siguiendo rigurosas normas para conservar los ecosistema. La recientemente inaugurada Carretera Austral (1.013 Km) permitirá el desarrollo de esta vasta zona. Su principal vocación es forestal y ganadera (bovina y ovina). Finalmente, en la zona templada seca, al sur del paralelo 50° sur se aprecia una región que mantiene el 50% de los ovinos del país con un potencial de desarrollo a través de un manejo racional de praderas, de los recursos de agua y del ganado.

### 3.2. Recursos Hídricos

Los ríos chilenos son principalmente de origen pluvial en invierno y nival o glacial en los meses de primavera y verano. La escorrentía de las cuencas fluviales al norte del paralelo 32°S es, en general, insuficiente para regar todas las tierras disponibles, por lo que se hace necesario obras de regulación y el empleo de métodos de riego tecnificado de alta eficiencia. En el valle central de Chile entre el río Aconcagua (32° Lat.S) y el río Itata (38° Lat.S) se producen períodos de gran escasez. Los deshielos ocurren durante parte del período de máxima evapotranspiración y los problemas estacionales de sequía podrían resolverse con embalses y un aprovechamiento racional de aguas subterráneas y riego tecnificado. Al sur del río Itata (38° Lat.S), los ríos tienen caudales suficientes para regar las tierras disponibles sin embalses.

#### 4. Plan de Desarrollo

El plan de desarrollo del sector agrícola tiene como fundamento un conjunto de políticas agropecuarias que tiendan a mantener un crecimiento productivo sostenido (tanto de exportación y de mercado interno) y enfatizar la acción pública a generar procesos sostenidos de desarrollo en las áreas y grupos más desfavorecidos.

Las principales acciones que se recomiendan para lograr estos objetivos son :

- a) Mantención en el ámbito económico, de las actuales políticas de bandas de precios y de créditos agrícolas. Se plantea también en este aspecto, hacerlas efectivas, especialmente en las zonas más aisladas, mediante la implementación de poderes compradores para los principales productos agropecuarios.
- b) Reorientación y ampliación de la Generación y Transferencia Tecnológica, para que respondan en buena forma a las necesidades y problemas productivos de la agricultura campesina y de las zonas de secano.
- c) Impulso y apoyo estatal de la organización, tanto de los productores campesinos como de los trabajadores, eliminando las trabas legales y administrativas que hoy impiden, en la práctica, la expansión de la organización de base. Apoyo y promoción de la educación y capacitación del sector de la pequeña agricultura y trabajadores rurales a través de su organizaciones.
- d) Intensificación y expansión de los programas de Transferencia Tecnológica y Crédito orientados al pequeño productor ampliando su cobertura a la comercialización, y a las inversiones en agroindustria e infraestructura (camino, riego y dotación de servicios sociales mínimos). Estas acciones tendrán, a nivel comunal, especial significación en áreas deprimidas de los secanos costeros e interior, en donde a lo anterior, se sumarán programas de conservación de suelos.
- e) Formando parte de una estrategia nacional de conservación y protección del medio ambiente, en lo sectorial se enfatizarán acciones en relación a conservación y manejo de cuencas, protección de suelos y aguas, manejo de la cobertura vegetal protectora y otros.
- f) Diversificación de la producción y exportación del sector forestal, apoyando plantaciones diversificadas en términos de especies; asimismo, mediante la reorientación del subsidio legal existente, incorporar progresivamente, 9 millones de hás. al proceso de plantaciones.
- g) Implementación de un programa nacional de inversiones en riego, orientado a recuperar la baja tasa de inversión observado en los últimos años.

## C. EL RIEGO Y EL DRENAJE

### 1. Desarrollo Histórico

La escasez y, además la ausencia total de lluvias en la temporada estival, hacen imprescindible el riego en la mayor parte de los cultivos de las regiones Norte y Central del país. La Cordillera de Los Andes, con sus reservas de nieve y hielo, da origen a ríos de escurrimiento permanente, que permiten aprovechar sus aguas en el riego, mediante derivaciones de ellos facilitadas por la fuerte pendiente de los valles, haciéndose necesario efectuar obras de regulaciones en un gran número de ríos.

Durante la segunda mitad del siglo pasado y hasta 1914, el agua se utilizó en Chile fundamentalmente en regadío, para lo cual se logro habilitar más de 1.000.000 de hectáreas, exclusivamente por la iniciativa de particulares. Esta acción fue decreciendo paulatinamente, en la medida en que la subdivisión natural de la propiedad de la tierra fue haciendo más difícil, tanto la toma de decisiones como el financiamiento para la ejecución de obras de riego.

A partir de 1915, el Estado inició una participación creciente en la construcción de obras de regadío alcanzando, durante la década del 60, un papel casi exclusivo en el desarrollo y utilización de las aguas, como resultado del incremento del uso de agua diferente a la utilizada en regadío, de la mayor envergadura de las obras necesarias para su aprovechamiento y de los factores indicados en el punto anterior.

La acción del Estado se ha traducido en la construcción de más de 70 obras de regadío que benefician a una superficie total de aproximadamente 800.000 hectáreas.

En relación a la superficie regada por dichas obras, alrededor de 300 mil hectáreas son regadas con estructuras actualmente de propiedad privada traspasada por el Estado; el resto son servidas por obras de riego que continúan en el patrimonio del Estado.

Como resultado de la acción privada y estatal en materia de riego, el país cuenta con una superficie bajo canales de riego de 1.800.000 hás, de las cuales se riegan en forma segura 1.100.000 hás. Por lo tanto se deduce que en la actualidad se disponen de aproximadamente 700.000 hectáreas que cuentan con canales de riego, pero su abastecimiento de aguas es inseguro o eventual, debido a la falta de obras de regulación de los ríos, y por otra parte, la existencia de una superficie mayor que no es posible de regar por los canales actuales con los recursos de agua de que se dispone. Además, existen otras 700.000 hás. susceptibles de incorporar a una agricultura de pleno riego si se ejecutan las obras necesarias.

## 2. Política de Riego

Se estima que el Estado debe tener un rol preponderante en la ejecución de obras mayores de riego considerando:

- La elevada inversión inicial que significa la construcción de las obras de riego, que sobrepasa la capacidad financiera de los beneficiarios.
- El prolongado tiempo que media entre el inicio de las inversiones y la obtención de los beneficios, impide la destinación de fondos de los particulares para la construcción de una obra que puede tardar de 4 a 10 años.
- La imposibilidad práctica de aunar compromisos de un gran número de regantes de características socioeconómicas dispares, para la obtención de un crédito que, en la mayoría de los casos, será de origen externo.

Las políticas de riego, normalmente aceptadas, consideran que la mayor eficiencia de la inversión se obtiene si en forma paralela a la construcción de las grandes obras, se desarrollan todos los programas complementarios que permitan optimizar el uso del agua.

Se propenderá al desarrollo integral de cuencas hidrográficas con el propósito de incorporar nuevas superficies al riego, mejorar la seguridad de riego actual y la eficiencia de los sistemas, con el apoyo decidido de programas complementarios de Puesta en Riego, Asistencia Técnica, Crédito y Servicios para el Desarrollo.

Estos programas estarán especialmente orientados al sector de la agricultura campesina.

El sector privado, directamente beneficiado por las obras mayores deberá participar en su financiamiento mediante el reembolso de parte del costo de las obras, implementándose un mecanismo que favorezca al sector de agricultura campesina. Asimismo esta participación debe extenderse a la gestión de administración, operación y mantención de las obras. En este sentido, se pretende también favorecer al sector de la agricultura campesina.

En relación a las obras menores de riego y drenaje, se fomenta la Inversión Privada con el otorgamiento de subsidios estatales canalizados preferentemente al sector campesino. Mediante este mismo mecanismo se plantea estructurar un programa de rehabilitación de obras con la finalidad de asegurar el buen funcionamiento de la infraestructura de riego existente en el país y evitar su mayor deterioro ante la nula acción del Estado durante los últimos años.

El agua considerada como un bien de uso público debería estar ligada al uso para el cual el derecho de aprovechamiento fue otorgado.

### 3. Participación del Estado. Legislación y Planificación

Es responsabilidad del Estado la elaboración de los estudios integrales de riego a nivel de cuenca hidrográfica, considerando los otros usos del agua.

Como resultado de estos estudios de factibilidad se identifican proyectos específicos de obras y programas complementarios. Esta acción es realizada por la Comisión Nacional de Riego, que además tiene la responsabilidad de representar al Estado en la obtención de créditos externos.

Corresponde a la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas el diseño y construcción de las obras que haya identificado y aprobado la Comisión Nacional de Riego, como asimismo la administración de las obras que permanecen en el patrimonio del Estado.

Los cuerpos legales vigentes son:

- Decreto con Fuerza de Ley (D.F.L.) N°7 de 1983, del Ministerio Economía. Ley orgánica de la Comisión Nacional de Riego, formada por un Consejo de 5 Ministros y una Secretaría Ejecutiva. Es el organismo de planificación y coordinación del sector riego.
- D.F.L. N°1122, de 1981, del Ministerio de Justicia. Código de Aguas.
- D.F.L. N°1123, de 1981, del Ministerio de Justicia que establece normas sobre ejecución de obras de riego por el Estado.
- Ley N°18.450 Ley de Fomento a la Inversión Privada en obras menores de riego y drenaje.

### 4. Participación del Sector Privado

Se fomentará el fortalecimiento y creación de organizaciones de usuarios con la finalidad de que participen activamente en la toma de decisiones en conjunto con el Estado.

El sector privado participa en el reembolso de parte del costo de las obras mayores de riego. Además deberá solventar, como ha sido tradicional, el 100% de los costos de operación y mantención de dichas obras, a partir de su traspaso definitivo por parte del Estado.

Los programas complementarios señalados en el punto 2 anterior, contemplan un aporte privado y el otorgamiento de subsidios y líneas de crédito por parte del Estado, privilegiando a los campesinos.

## D. LA PRODUCCION AGRICOLA BAJO RIEGO

### 1. Distribución de cultivos

La superficie total de riego seguro del país es de 1.100.000 hás. Además existen 700.000 hás. que tienen baja seguridad de riego. Las plantaciones de frutales han cobrado importancia en los últimos años debido al potencial existente y al desarrollo de las exportaciones. Las exportaciones frutícolas representan el 77,3% de las exportaciones del sector agrícola y el 40,3% del sector silvoagropecuario.

La superficie plantada con frutales hasta 1988 es de 162.000 hás. y su producción de 1.640.000 toneladas. La estimación para 1989 es de 1.860.000 toneladas. Sobresale, en área ocupada, la uva de mesa con 45.500 hás., seguida por manzanas con 24.500 hás., perales 11.500 hás., ciruelos 9.200 hás., kiwi 9.000 hás., duraznos 9.000 hás., paltos 8.000 hás. y nectarines 8.000 hás. La mayor producción fue de manzanas con 680.000 toneladas, equivalente al 37% del total (1989).

Las exportaciones de frutas alcanzaron a US\$ 582,3 millones en 1988 y US\$ 552,7 millones en 1989.

Las hortalizas ocupan una porción menor del área agrícola; en la temporada 1988/89 se sembraron 113.500 hás. de diferentes especies y solamente la cebolla, el maíz y el tomate superaron las 20.000 hectáreas. Además, los cultivos de flores alcanzaron a 2.000 hás. La producción de hortalizas fue de 1.688.000 toneladas en 1988 y las exportaciones alcanzaron a US\$ 51 millones.

Los cultivos anuales bajo riego ocuparon en la temporada 88/89 una superficie aproximada de 580.000 hás. Sobresalen trigo, maíz, papas y remolacha.

Las praderas bajo riego alcanzan una superficie de 240.500 hás. Las 700.000 hás. de riego eventual están ocupadas por algunos cultivos extensivos como trigo y por praderas en su mayoría naturales.

### 2. Principales Problemas que limitan el Desarrollo de la Agricultura de Riego

La superficie agrícola bajo riego del país no ha sufrido cambios durante los últimos 20 años debido a que durante ese período no se han construido obras de riego mayores que permitan mejorar la seguridad de abastecimiento del recurso agua.

Las precipitaciones de origen pluvial y nival que dan origen a los ríos chilenos, ocurren en invierno y concentradas en un corto período en las zonas climáticas de importancia agrícola, lo que hace necesario la construcción de obras de regulación del recurso agua para asegurar el abastecimiento en época de riego (verano).

Las precipitaciones están sometidas a los naturales ciclos de

sequía que se producen a menudo en Chile, lo cual influye en forma importante en la disponibilidad de agua para fines de riego.

Si bien es cierto que últimamente ha existido una modificación de la estructura productiva de la agricultura de riego, especialmente entre la III y VII Regiones del país donde se han intensificado las plantaciones de frutales, esto se ha hecho a expensas de los cultivos anuales importantes para el consumo interno y de gran impacto en la población consumidora de más bajos ingresos.

La eficiencia del uso del agua ha aumentado sólo en los cultivos de más alta rentabilidad (frutales) que representan una superficie menor del área total bajo riego. La eficiencia global actual del uso del agua es baja a nivel de predio, pero es satisfactoria a nivel de cuenca.

Paralelamente a lo anterior existe un deterioro de la infraestructura de riego existente, lo que significa un peligro para la seguridad de abastecimiento de las áreas servidas por ella

### **3. Uso de los recursos e impacto ambiental**

Como consecuencia de la agresividad con que la Empresa Privada a penetrado en la Agricultura, se han producido pérdidas en el patrimonio público, debido a que las empresas persiguen maximizar sus beneficios y el Estado ha sido incapaz de generar y hacer cumplir normas reguladoras efectivas .

Para corregir lo anterior se realizarán las siguientes acciones:

- a) Se harán cumplir las normas existentes y se crearán otras sobre control del uso de plaguicidas y pesticidas de alto efecto residual y toxicidad, mediante la acción que ejercerá el Servicio Agrícola y Ganadero sobre los distribuidores y usuarios, de manera de evitar la contaminación del suelos y de las fuentes de agua.
- b) Se dará especial preocupación a la protección de las cuencas hidrográficas en las partes altas de ellas, mediante la forestación y reforestación, bajo la tuición de la Corporación Nacional Forestal y el adecuado manejo de las praderas naturales de pastoreo, de manera de evitar la degradación de los suelos y su influencia negativa en los sistemas de riego.

### **4. Inventario y Diagnóstico de las Infraestructuras Existentes**

Un gran número de obras fueron construidas por el sector privado, riegan aproximadamente 850.000 hás seguras y 700.000 hás. eventuales.

El Estado ha construido más de 60 obras de regadío importantes, que riegan una superficie segura de 350.000 hás. De estas obras, 35 permanecen en el patrimonio del Estado.

Con excepción de las pocas obras cuya administración la ejerce el Fisco, el Estado ha prestado escasa atención al funcionamiento de los sistemas actuales de riego, considerando que su operación, mantenimiento y rehabilitación eran de la entera responsabilidad del sector privado.

El sector privado ha asumido los costos de operación y mantenimiento básico, pero debido al alto grado de endeudamiento de gran parte del sector, es improcedente pensar que el sector privado asuma los costos de las obras de rehabilitación necesarias para mantener y mejorar los actuales sistemas de regadío que se encuentran deteriorados.

La rehabilitación de los sistemas de riego existentes parece a primera vista el procedimiento más atractivo para desarrollar el sector, por cuanto las inversiones necesarias para materializarla son relativamente bajas y los beneficios que se lograrán, como consecuencia del mejoramiento de la seguridad y de la eficiencia de riego, son de rápida gestación.

## **5. Participación en el Desarrollo Agrícola Futuro. Objetivo y Metas**

De acuerdo a los proyectos de riego identificados por el Estado, el objetivo de mediano y largo plazo es lograr el regadío de 572.000 hás, de las cuales 296.000 hás. corresponden a nuevo riego y 276.000 hás. a mejoramiento de la superficie que actualmente se riega en forma eventual.

A la cifra anterior hay que agregar la participación del sector privado, con apoyo de los subsidios de la ley de fomento 18450, que se estima en la incorporación al riego de 5.000 hás anuales.

## **6. Necesidades de inversión: Públicas y privadas**

### **6.1. Metodología de evaluación de proyectos**

Los proyectos de riego que son identificados por el Estado, se evalúan económicamente utilizando una pauta especialmente definida cuyo objetivo es tener una herramienta de comparación y priorización para una mejor asignación de los recursos del sector.

Los elementos básicos de la referida pauta son:

- a) Situación "sin proyecto" y otra "con proyecto", cada una con sus respectivos costos y beneficios tanto a precios privados como sociales.
- b) La diferencia de costos y beneficios entre las dos situaciones señaladas permitirá obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto.
- c) Los costos asociados a los proyectos corresponden a los costos de inversión y a la mejor utilización de los recursos debido al proyecto. También forman parte de los costos todos aquellos beneficios que se obtienen antes del proyecto y que

después, con su materialización, se dejarán de percibir. Asimismo son costos, todos los programas complementarios que inciden en el cambio de una situación a otra.

- d) Los beneficios de los proyectos de regadío están relacionados con la mayor disponibilidad de agua, el ahorro o la liberación del recurso hídrico, producto, ya sea de una nueva captación, aumento en las eficiencias de riego o una mejor regulación.
- e) La cuantificación de los beneficios se realiza por el método del presupuesto que se basa en el aumento de la productividad de la tierra por las variaciones que experimenta la producción agrícola-ganadera debida a la realización del proyecto. Por lo tanto, el agua se considera como un insumo.
- f) El horizonte de evaluación es superior a 30 años.
- g) Los indicadores económicos utilizados son el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).
- h) También se pretende incorporar al informe del proyecto, los beneficios "indirectos" que se producen como consecuencia de la realización del proyecto, como son: Creación de nuevos servicios de apoyo a la agricultura, aumento del transporte, creación de agroindustrias, etc.
- i) Asimismo se deben señalar los cambios relativos que se producen en los niveles de ingreso de los beneficiarios especialmente de los más pobres; la generación de nuevos empleos; la mayor recaudación tributaria, etc

Las obras menores se evalúan a través de los mecanismos establecidos en la ley N°18.450 sobre Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje.

Los proyectos son elaborados por profesionales a petición de los particulares u organismos de usuarios y participan en un concurso público el cual tiene asignado un monto prefijado a gastar.

Estos proyectos son revisados en sus aspectos legales y técnicos y son admitidos a concurso los que cumplan con la ley, el reglamento y las bases. Luego se les asigna puntajes sobre la base de 3 factores: Aporte de los beneficiarios (500 puntos), superficie beneficiada por el proyecto (200 puntos) y costo del proyecto (300 puntos). El subsidio máximo que otorga la ley es de 75% del costo de las obras y el monto máximo del proyecto no podrá exceder de UF 12.000.-

Los proyectos se ordenan de mayor a menor puntaje y resultan seleccionados aquéllos que copan el monto disponible para el concurso, de acuerdo a las peticiones de subsidios (bonificación).

Esta ley y su reglamento está siendo modificada para permitir una participación más expedita de los interesados. Se privilegiará

la participación del sector campesino.

Asimismo esta ley se aplicará a los programas de puesta en riego de los proyectos de construcción de obras mayores, como asimismo en los programas de rehabilitación de obras.

Respecto a los programas de rehabilitación, mediante una ficha estandarizada, se está efectuando un completo catastro de todas las obras mayores y medianas que necesitan de rehabilitación.

Este catastro permitirá delinear el programa de rehabilitación, procediendo a una evaluación y asignación de prioridades.

## 6.2. Obras Nuevas

### 6.2.1 Obras Mayores

Los estudios integrales de riego realizados por la Comisión Nacional de Riego han permitido identificar proyectos específicos de obras mayores identificados y analizados anteriormente por la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

En un programa de corto y mediano plazo (4 y 10 años) se propone la ejecución de las siguientes obras:

a) Embalse río Huasco	III Región
b) Embalse Convento Viejo (I Etapa)	VI Región
c) Canal Penciahue	VII Región
d) Canal Linares	VII Región
e) Canal Laja Diguillín	VIII Región

Sin considerar los programas complementarios (puesta en riego y asistencia técnica) el costo de este programa asciende a US\$ 249,25 millones.

Respecto a la participación del sector privado en el financiamiento de la construcción de grandes obras de riego, se ha delineado una política de recuperación de costos.

Esta política se basa en ofrecer varias alternativas a los beneficiarios de las obras. En primer lugar la Comisión Nacional de Riego decidirá si las obras permanecen en el patrimonio del Estado o bien se traspasa su propiedad a los usuarios. Esta definición toma en cuenta las características y envergadura de las obras, entre las cuales, en un principio, los embalses deberían quedar en poder del Estado y las obras que consulten sólo la construcción de canales se traspasarán a sus usuarios.

En el caso de las obras que permanecen en el patrimonio del Estado, se cobrará el 100% de los gastos de operación y mantención más un 2% anual del Valor Presente Neto de la Inversión Inicial.

Se consulta el otorgamiento de subsidios a los campesinos

equivalentes a dicho 2% anual.

En la situación de traspaso de la propiedad a sus usuarios se contempla otorgar subsidios estatales de aproximadamente un 65%, cancelando los usuarios el 35% restante a un plazo de 30 años con períodos de gracia que variarían de 3 a 5 años dependiendo de la puesta en operación de la obra. Los usuarios debidamente organizados deberán solventar el 100% de los gastos de operación y mantención de los sistemas.

Los agricultores que no deseen comprar la obra, podrán requerir que la organización de usuarios les entregue agua previo pago del 100% de los gastos de operación y mantención y un 2% anual del VPN de la inversión inicial. Al sector campesino se le aplicará este sistema incluyendo un subsidio equivalente al citado 2% anual.

Los programas complementarios de las obras anteriormente identificadas tienen un costo de US\$69,9 millones.

Estos programas serán emprendidos por medio de la aplicación de la ley de fomento que contempla subsidios diferenciados para la agricultura empresarial y la campesina en los términos indicados en el punto 6.2.2. siguiente.

#### 6.2.2 Obras menores de riego

La aplicación de la ley de fomento para la construcción de obras menores de riego, se focalizará fundamentalmente al sector de la agricultura campesina. En el marco de esta política se hace necesario asignar recursos, de menor monto para la agricultura empresarial.

La asignación de recursos del Estado para la agricultura campesina se estima del orden de US\$ 5,6 millones a nivel anual. Considerando subsidios del orden del 70-75% y que se ejecutarían alrededor de 261 proyectos anuales a un costo de US\$ 29.000/proyecto, resulta un aporte de los campesinos de aproximadamente US\$ 2 millones anuales.

Bajo los anteriores supuestos se hace necesario abrir una línea de crédito blando (financiamiento externo) del orden de US\$ 8 millones en un lapso de 4 años. Los aportes del Estado en dicho tiempo alcanzarían a US\$ 22 millones.

Para la agricultura empresarial se considera aplicar un subsidio fijo del orden del 20%. El 80% restante se dividiría en un 20% de aporte directo de los agricultores y 60% a través de un crédito.

Se estima un requerimiento de US\$ 3,4 millones anuales para la línea de crédito, que un plazo de 4 años alcanzaría a US\$ 13,6 millones.

El aporte estatal en subsidios en dicho lapso sería aproximadamente de US\$ 4,8 millones y los privados apuntarían una cifra similar.

### 6.3. Rehabilitación de obras

De acuerdo a estimaciones preliminares obtenidas del catastro de obras que requieren de rehabilitación y que como se señaló anteriormente, está en elaboración, el costo por hectárea rehabilitada ascendería a US\$ 158.

Se considera adecuado que la acción del Estado en rehabilitación, se concentre en las 1,1 millones de hectáreas de riego seguro con que cuenta el país, con una tasa de mejoramiento del orden del 5% anual, es decir, 55.000 hectáreas.

Lo anterior implica un programa anual de inversión por US\$ 8,7 millones que en un lapso de 4 años ascendería a US\$ 34,8 millones.

El mecanismo de subsidios a aplicar sería semejante al señalado en el punto 2.2. anterior.

### 6.4. Infraestructura auxiliares y/o servicios complementarios

De acuerdo con la política para el sector agrícola enunciada anteriormente relacionada con la intensificación y expansión de programas orientados principalmente a los pequeños agricultores, se realizarán inversiones en infraestructura de caminos, luz, agua potable y otros servicios sociales mínimos, como también en servicios de comercialización y agroindustrias.

Dichos programas serán ejecutados por los organismos públicos especializados y su monto de inversiones se encuentra actualmente en elaboración y ajuste.

### 6.5. Operación y mantenimiento e impacto ambiental

La creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, con carácter interministerial y presidida por el Señor Ministro de Bienes Nacionales, permitirá abordar el problema de conservación y protección del medio ambiente, con el propósito de dar sustentabilidad al crecimiento.

En lo específico a la agricultura la acción se canalizará mediante la regulación del patrimonio forestal y conservación - protección de suelos y aguas. Este programa se inserta en el marco Nacional de protección y desarrollo del medio ambiente.

El desglose de los componentes está en proceso de preparación, estimándose su costo en alrededor de US\$ 70 millones, con un componente externo del 60%. La entidad ejecutora será la CORPORACION NACIONAL FORESTAL.

## 7. Ejecución y Manejo de las Inversiones

### 7.1. Marco Legal e Institucional

Las disposiciones legales existentes citadas en el acápite C.3 y con la dictación de un reglamento de construcción de obras por el Estado, de fácil trámite, quedaría conformado un marco legal que permitirá la implementación de un programa de construcción de obras mayores de riego.

La ley de fomento se perfeccionará y será una herramienta útil para los programas complementarios de puesta en riego, reparación de obras y de apoyo al sector de la agricultura campesina.

Dentro del marco Institucional el Consejo de la CNR está facultado para representar al Estado en la obtención de créditos externos, de acuerdo a las políticas que para tal efecto definan los Ministerios del Área económica.

La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas es la encargada de la ejecución de las obras, a través de contratos con firmas particulares, tanto nacionales como extranjeras. Se deberá fortalecer a ambas Instituciones para el manejo expedito de las Inversiones y cumplir con los requerimientos de los organismos de crédito externo.

### 7.2. Manejo de los Sistemas

Se fortalecerá la creación, dentro de lo dispuesto en el Código de Aguas, de organizaciones de usuarios que con la supervigilancia técnica del Estado permita manejar en forma eficiente los sistemas de riego dentro de un contexto de integralidad de cuencas hidrográficas.

Especial importancia se dará a la presencia en dichas organizaciones, de representantes de los otros usos del agua (energía, agua potable, minería, etc).

### 7.3. Operación y Mantenición

De acuerdo a lo expresado anteriormente, será responsabilidad de los usuarios debidamente organizados, la operación y mantención de los sistemas de riego. El Estado ejercerá un control del tipo "Inspección Fiscal" para asegurar se cumpla con las normas técnicas y el buen funcionamiento de las obras.

En algunos casos el Estado podrá administrar aquellas obras de mayor envergadura si existieren razones fundadas de seguridad de la población y/o de las obras.

### 7.4. Conservación y Manejo del Medio Ambiente

Será responsabilidad de la Comisión Nacional del Medio Ambiente la aplicación de políticas conservacionistas a nivel de cuencas hidrográficas.

En el seno de las organizaciones de usuarios deberá tener una presencia activa dicha Comisión, para garantizar que se cumplan las normas que al respecto se dicten.

#### 7.5. Recuperación de Costos

La política al respecto ha sido delineada en el capítulo V. La recuperación de las inversiones la efectuará el Fisco a través de sistemas de cobros que se implementarán para tal efecto.

### 8. Servicios Complementarios

#### 8.1. Programas de Asistencia Técnica al Productor

Los programas de asistencia técnica al productor presenta dos orientaciones: transferencia tecnológica en el manejo del agua y transferencia tecnológica productiva.

##### 8.1.1. Transferencia Tecnológica en el Manejo del Agua

Este programa considera 2 subprogramas: a) investigación básica, tendiente a establecer las normas del manejo del suelo y el agua, en cada situación particular; y b) transferencia tecnológica, destinado a difundir la información obtenida en el punto anterior y a educar a los usuarios en manejo de suelos y aguas.

El programa de transferencia tecnológica en riego y drenaje se establecerá según dos estratos de agricultores: sobre 12 hectáreas de riego básico (HRB) y bajo 12 HRB.

El sistema de transferencia tecnológica para agricultores sobre 12 HRB será desarrollado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

El programa de transferencia para los agricultores bajo 12 HRB será desarrollado por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

##### 8.1.2. Transferencia Tecnológica Productiva

El programa de transferencia tecnológica productiva, representa el conjunto de acciones y servicios educativos y técnicos tendientes a lograr un cambio de conducta del agricultor frente a las prácticas agrícolas. Se enmarca en una política general para todo el país.

###### 8.1.2.1 Transferencia tecnológica a agricultores sobre 12 HRB

Se realizaría a través de grupos de transferencia tecnológica y su contenido se orientará al apoyo técnico en problemas específicos de producción. Será proporcionado por empresas consultoras privadas.

#### 8.1.2.2 Transferencia tecnológica a agricultores bajo 12 HRB

El programa de transferencia tecnológica para agricultores bajo 12 HRB se enmarca en una política general del Ministerio de Agricultura para el país, y es realizado a través del INDAP.

En la ejecución del programa participan empresas privadas consultoras de Transferencia Tecnológica, que son contratados directamente por los agricultores beneficiarios, y los servicios son pagados con subvención del Estado.

La política de Transferencia Tecnológica de INDAP presenta dos orientaciones: Un Programa de Transferencia Tecnológica Integral y un Programa de Transferencia Tecnológica Básica. La Transferencia Tecnológica Integral posee una orientación Técnico Empresarial, orientada a los agricultores con posibilidades de solución agrícola, tendiente a que mejoren su nivel de vida y, en un plazo determinado, participen de la actividad económica del país.

La Transferencia Tecnológica Básica está dirigido a minifundistas y comprende orientaciones de carácter técnico productivo, de desarrollo familiar y de integración a la comunidad, todas ellas tendientes al mejoramiento de las condiciones y calidad de vida del grupo familiar.

#### 8.2. Puesta en riego predial

La puesta en riego predial consiste en el conjunto de acciones a realizar en cada predio para habilitar los terrenos que hoy son de secano e incorporarlos a una agricultura de riego, eligiendo la mejor alternativa técnica-económica de ejecución.

Las acciones principales a desarrollar serían:

- a) Destronque
- b) Levantamiento topográfico a escala de detalle
- c) Nivelación y/o emparejamiento de los terrenos
- d) Construcción de caminos interiores
- e) Construcción de canales y desagües interiores
- f) Construcción de estructuras de derivación y distribución de aguas
- g) Tranques de acumulación nocturna
- h) Cierros para el apotreramiento

El gasto que signifique la puesta en riego de cada predio contará con financiamiento proveniente de la ley de fomento.

#### 8.3. Programa de crédito de inversión, explotación y capital de operación

Existirá una línea de crédito para financiar las inversiones prediales de puesta en riego e infraestructura productiva (bodegas, galpones, plantaciones frutales, forestales, ganadería, etc) y capital de explotación (maquinaria y equipos e

implementos). Se podrá optar a ella mediante la presentación de proyectos específicos de inversión, cuyo plazo estará condicionado a la capacidad de pago que genere el proyecto.

Además, existirá una línea de crédito para capital de operación, a la cual se podrá optar mediante la presentación de un plan de explotación proyectado a mediano plazo.

Los beneficiarios del proyecto que correspondan a los estratos rurbanos y los pequeños agricultores hasta 12 HRB serán atendidos a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario. Los medianos y grandes agricultores deberán concurrir a la banca comercial, en donde encontrarían las líneas de crédito señaladas o a otros organismos que se establezcan especialmente para estos fines.

#### 8.4. Programa de crédito para la instalación de agroindustrias y empresas de servicios

Este programa operará a través de líneas específicas que existen u otros organismos financieros que se creen en forma específica para estos efectos.

**CAPITULO II**

**EL PROYECTO**

## CAPITULO II. EL PROYECTO

### A. Resumen del Proyecto Laja-Diguillín

#### 1. Antecedentes Históricos

El Proyecto Laja-Diguillín comprende un área de alrededor de 63.000 há, de los cuales unas 14.000 há se riegan con una seguridad de un 25% y las restantes son de secano, ubicadas un poco al sur de la ciudad de Chillán en la VIII Región.

En un principio se consideró sólo el mejoramiento del riego del área abastecida por los canales del río Diguillín, mediante un embalse en dicho río ubicado en la garganta de Atacalco. Posteriormente y debido a problemas técnicos importantes que se presentaron, como ser: impermeabilización de las fundaciones de lava, desviación del río, túnel en morrera, etc., se procedió a estudiar una segunda alternativa, mediante la ejecución de un canal desde el túnel de vaciado de la Central Antuco en el río Laja (en proyecto en ese momento) y aprovechando de paso el cauce de algunos esteros, hasta el río Diguillín. Este canal conduciría recursos de la laguna del Laja para suplir los déficits que tuviera el río Diguillín. Además incorporaría nuevas áreas en Pemuco y Yungay.

En Junio de 1969 la Dirección de Riego efectuó una comparación económica de ambas alternativas llegándose a la conclusión que la más conveniente era la del canal Laja-Diguillín con lo que se dejó totalmente de lado la alternativa del embalse.

Los primeros estudios del canal Laja-Diguillín consideraban un primer tramo que tomaría sus aguas del túnel de vaciado de la Central Antuco, con una capacidad 51,8 m<sup>3</sup>/s y una longitud de 20 km hasta descargar en el río Huepil. Las aguas continuarían luego por este cauce natural hasta un punto ubicado inmediatamente aguas arriba de la confluencia de los ríos Huepil y Cholguán, punto en el cual se ubicaría una bocatoma para el siguiente tramo del canal, el que tendría una capacidad de 51,5 m<sup>3</sup>/s en los primeros 44 km, hasta la entrega Pemuco y 38,0 m<sup>3</sup>/s en los últimos 11 km desde dicha entrega hasta la descarga en el río Diguillín.

Este proyecto se complementaba con una red de canales matrices que distribuirían el agua en los diversos sectores de riego:

- Canal Yungay, con una capacidad inicial del 0,85 m<sup>3</sup>/s y alrededor de 4 km de longitud.
- Canal Pemuco, con una capacidad inicial de 10,5 m<sup>3</sup>/s y una longitud 1,95 km y con dos derivados, el norte con un gasto inicial de 6,80 m<sup>3</sup>/s y un desarrollo de 26,9 km y el sur con un gasto de 3.70 m<sup>3</sup>/s y 22,1 km de desarrollo.

- Canal Bulnes o Bajo, con un gasto inicial de 37,00 m<sup>3</sup>/s y 11,7 km de desarrollo y dos derivados principales, el sur con 8,30 m<sup>3</sup>/s de capacidad inicial y 2,9 km de desarrollo y el Gallipavo, con 11,30 m<sup>3</sup>/s de capacidad y 4,7 km de longitud.
- Canal San Ignacio o Alto, con un gasto inicial de 9,4 m<sup>3</sup>/s y 11,7 km de desarrollo y un derivado, el norte, con capacidad inicial de 6 m<sup>3</sup>,s y 11 km de desarrollo.

Como resultado de este estudio, ese mismo año la Dirección de Riego llevó a cabo un levantamiento aerofotogramétrico en escala 1:1.000 de la franja del canal, efectuando en este levantamiento el anteproyecto definitivo del tramo Huepil-Diguillín con una capacidad inicial de 52 m<sup>3</sup>/s hasta el km 25 y de 38 m<sup>3</sup>/s en los 13 km restantes.

Este anteproyecto llegó sólo hasta las cercanías de la junta de los ríos Huepil y Cholguán sin definir la ubicación de la bocatoma ni sus primeros kilómetros.

En 1970, la Dirección de Riego efectuó el proyecto definitivo de la bocatoma Bulnes en el río Diguillín.

Durante la década de los 70, se llegó a la conclusión que el tramo Laja-Huepil debía tener su bocatoma en el sector Tucapel, en conjunto con el canal Laja-Sur. Esta bocatoma fue contruida a finales de dicha década, reemplazando las obras de toma del canal Laja-Diguillín por un pretil fusible.

En este período la Dirección de Riego encargó el proyecto definitivo del tramo Laja-Huepil con una capacidad 75 m<sup>3</sup>/s considerando 52 m<sup>3</sup>/s para el Proyecto Laja-Diguillín, 20 m<sup>3</sup>/s para el canal Zañartu y 3 m<sup>3</sup>/s para el canal Los Litres. Estos dos últimos canales son existentes y tienen sus bocatomas en el río Laja aguas arriba de la bocatoma Tucapel. Al canal Los Litres se le entrega sus aguas en el km 3.265 del tramo Laja-Huepil y al canal Zañartu en el río Huepil ya que tiene bocatoma en el río Itata. La longitud total de este tramo es de 7,8 km.

En Diciembre de 1985 la Comisión Nacional de Riego solicitó la asistencia del Programa de Cooperación Técnica de la FAO (TCP) con el fin de realizar los estudios de cartografía, suelos e hidrología que se requerían para llevar el proyecto Laja-Diguillín a un nivel que permitiera su presentación a Organismos Internacionales para su financiamiento. El proyecto TCP/CHI/4503 apoyó a la C.N.R. en la realización de estos estudios tanto en el proyecto Laja-Diguillín como en el Valle de Curepto, durante los años 1986 y 1987. Es así como la firma DE GAVARDO efectuó el levantamiento aerofotogramétrico de toda el área del estudio con planos escala 1:10.000 y curvas de nivel cada 2,5 m., la firma AGROLOG-CHILE LTDA. realizó el estudio Agrológico de la misma área, y la firma IPLA LTDA. efectuó los estudios hidrológicos y llevó a cabo una actualización de los anteproyectos (Canal Laja-Huepil, Canal Huepil-Diguillín y Caídas Huepil) y proyectos

(Bocatomas Laja-Tucapel y Bulnes) desarrollados por la Dirección de Riego, complementándolos con levantamientos topográficos y anteproyectos preliminares de las obras más importantes.

Finalmente, entre Enero y Marzo de 1988 los consultores señores Michael Raczynski (coordinador), Abelardo de la Torre y Amparo Maldonado, dentro del mismo Proyecto TCP/CHI/4503, elaboraron el informe "Proyecto de Riego Laja-Diguillín" Informe de Preparación.

## 2. Estudio de Factibilidad

### a) Descripción del área

#### Ubicación geográfica y administrativa

El área del Proyecto Laja-Diguillín se encuentra ubicada a 450 km al sur de Santiago, en la provincia de Muble, VIII Región e incluye parte de las comunas de San Ignacio, Bulnes, Pemuco y Yungay.

En esta área se pueden distinguir varios sectores:

- Zona San Ignacio. Está ubicada en un triángulo formado por el río Diguillín, el estero Coltón y el futuro canal matriz Bulnes. Es regada actualmente por 14 canales de los cuales 12 serán unificados por el canal San Ignacio. Su abastecimiento será exclusivamente en base a los recursos del río Diguillín y sus afluentes. Superficie regable 6.047 ha.
- Zona Bulnes. Está ubicada entre los ríos Diguillín y Larqui, al poniente del futuro canal Matriz Bulnes hasta el río Itata. Es el área más importante del proyecto y en la actualidad se encuentra regada en parte por 23 canales del río Diguillín. Su abastecimiento será en base a recursos del río Diguillín, recuperaciones y aportes del canal Laja-Diguillín. Superficie regable 35.284 ha.
- Zona Larqui-Coltón. Está ubicada en el triángulo formado por el estero Coltón, el río Larqui y el canal Sifón Coltón que corresponde a la prolongación del canal Matriz Bulnes. Actualmente tiene muy poco riego en base a recursos locales. Su abastecimiento tendrá la mismas fuentes de la zona Bulnes. Superficie regable 5.466 ha.
- Zona Rinconadas, Dollinco y Pemuco. Estas zonas son contiguas y están ubicadas entre los ríos Relbun y Diguillín, al poniente del canal Laja-Diguillín. Actualmente presentan escaso riego en base a recursos de los esteros que los atraviesan. Su abastecimiento será en base a aportes del canal Laja-Diguillín. Superficie regable 15.452 ha.
- Zona Yungay. Está ubicada unos 3 km al poniente del pueblo de Yungay y al sur del río Trilaleo. Es la menor de las áreas a

servir y en la actualidad es totalmente de secano. Su abastecimiento será con aportes del canal Laja-Diguillín. Superficie regable 1.060 ha.

#### Relieve

El área del proyecto se encuentra dentro del Valle Central entre el río Larqui por el norte e Itata por el sur y el oeste. Las zonas que están al norte del río Diguillín tienen una pendiente media de oriente a poniente de 0,4%. Estas zonas quedan divididas por esteros siendo los principales de norte a sur El Coltón y Gallipavo respectivamente.

En cuanto a las zonas al sur del río Diguillín tienen una pendiente media prácticamente igual a las primeras 0,5%, pero se diferencian de aquellas por ser divididas por esteros más profundos y porque aparecen algunos afloramientos morrénicos que forman cerros aislados en medio de la llanura.

#### Clima

El área del proyecto tiene un clima templado con una estación seca de cuatro a seis meses. La precipitación media anual es de 1.055 mm con fuertes variaciones tanto en distribución anual como entre años. El 80% de las lluvias caen entre Abril y Octubre y existe un déficit de humedad durante siete meses al año. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 8.3°C en el mes de Junio y 20°C en Enero. La amplitud diaria es considerable con diferencias entre temperaturas máximas y mínimas diarias de 17° C en verano y 9° C en invierno. La humedad relativa del aire promedia 55% y 85% en verano e invierno, respectivamente. Heladas afectan la producción agrícola entre Abril y Septiembre y a veces hasta en Octubre. Como las precipitaciones ocurren durante la estación fría del año se requiere del riego para el desarrollo del potencial agrícola de la zona. Valores máximos de evaporación (Pan clase A) y radiación se alcanzan en Enero con 7.7 mm/día y 675 cal/cm<sup>2</sup>/día, respectivamente.

#### Suelos

Los suelos del área del proyecto son de origen volcánico. Su profundidad y calidad disminuye de oriente a poniente. En el abanico San Ignacio-Quiriquina, los suelos consisten de cenizas volcánicas ácidas muy profundas que descansan sobre depósitos laháricos gruesos. Son excelentes suelos agrícolas. Se distinguen dos tipos, suelos recientes o trumaos y suelos antiguos o rojos arcillosos. Los trumaos tienen una textura predominante franco limosa y se caracterizan por su alta tasa de infiltración (7 cm/h) y elevada capacidad de retención de agua (C.d.C.=50%, P.M.P=23%). Los suelos rojos arcillosos tienen una menor tasa de infiltración (3 cm/h) y capacidad de retención de agua (C.d.C.=32%; P.M.P=22%). Hacia el poniente en el abanico de Bulnes y en la parte baja de Femuco se observa una mayor afluencia de depósitos del río Diguillín. Los suelos de estas áreas están representados por cenizas volcánicas ácidas y antiguas con diferentes condiciones de

drenaje. Las partes más bajas son de origen lacustre y presentan texturas pesadas.

La selección de las áreas de riego se basa en un estudio agrológico detallado de unas 124 mil hectáreas ubicadas en el triángulo formado por los ríos Itata y Larqui. El 80% del área se considera regable con diferentes grados de restricción. Un 56% de las tierras se clasificaron como categoría 1; 2 ó 3 y un 25%, como categoría 4. Categorías 2, 3 y 4 presentan limitaciones crecientes de suelos, drenaje y topografía. Un 63 % del área tiene suelos clasificados en clase I, II y III de capacidad de uso y el 18,3 % de suelos corresponde a la clase IV de capacidad de uso. Considerando sólo las 63.309 há netas que beneficiará el proyecto un 78% del área corresponde a clase I, II y III de capacidad de uso y el 22 % restante a clase IV.

#### Drenaje

El área del proyecto Laja-Diguillín, en términos generales tiene buen drenaje superficial, pudiendo distinguirse dos casos:

El sector de riego Yungay, parte alta de Femuco, Rinconada, Dollinco, San Ignacio, el 70% del sector Bulnes y el sector Coltón-Larqui, es decir el 70% del área total, tiene buen drenaje superficial natural. Los suelos tienen pendiente que varía de 0,5 a 1,0 por ciento, microrelieve ondulado, disectado por numerosos pequeños cauces naturales que convergen en los principales ríos y esteros que recorren el área de este a oeste evacuando en el río Itata principalmente.

El área restante, es decir la parte baja de Femuco (Miraflores) y zonas dispersas en el área de riego Bulnes, tiene pendientes menores a 0,5 por ciento, pero sobretodo una posición baja con respecto al nivel base de drenaje. Esta situación impide la evacuación normal de los excesos de aguas lluvias, produciendo anegamientos temporales. Las obras de drenaje, construidas son mínimas y en muchos casos los cauces existentes se están utilizando con fines de riego, derivando las aguas hacia los campos agrícolas de estas partes bajas, agravando los problemas en época de lluvias.

#### Hidrografía

El cauce principal del Área del estudio es el río Diguillín que es también la principal fuente de recursos en la actualidad. Este río corre en dirección Este-Oeste y recibe en su recorrido un número importante de afluentes, muchos de los cuales drenan el área del proyecto, siendo los principales los esteros San Vicente, Corontas, Palpal y el río Relbun. La zona norte del proyecto es drenada por el río Larqui y sus afluentes, de los cuales los más importantes son el Coltón y el Gallipavo. De todos estos cauces, sólo el río Diguillín tiene hoy cordillerana por lo que es el único que cuenta con recursos estables en los meses de estiaje. El resto de los ríos y esteros sólo tiene abundantes recursos en los meses de lluvias.

## Recursos Hídricos

De acuerdo al esquema hidráulico del proyecto de riego Laja-Diguillín, se prevee aprovechar las aguas del río Laja (toma Tucapel) el cual se encuentra regulado en la Laguna del Laja; de los ríos Huepil y Cholguán (toma Cholguán) y el río Diguillín (tomadas de San Ignacio y Bulnes). Además se piensa aprovechar los recursos que proporcionan, a lo largo del trazado del canal, los Esteros Trilaleo, Dañicalqui, Palpal y directamente los sobrantes de los esteros San Vicente, Temuco y Corontas, afluentes al río Diguillín.

La información disponible varía de 36 a 45 años consecutivos hasta 1985/1986.

Río Laja (bocatoma Tucapel): Tiene una cuenca de 2.680 km<sup>2</sup> y está regulado por el lago Laja, actualmente utilizado fundamentalmente con fines de generación hidroeléctricas. Aguas arriba de la bocatoma Tucapel existen otras 7 derivaciones las cuales captan alrededor de 80 m<sup>3</sup>/s en los meses de Enero y Febrero. Por convenio vigente con ENDESA las necesidades de agua para riego del proyecto Laja-Diguillín, no cubiertas naturalmente por el río Laja, serán satisfechas con agua del lago Laja.

Río Cholguán (Bocatoma Cholguán): Las aguas que se derivan del río Laja, se vierten en el cauce del río Huepil, el cual se piensa desviar hacia el río Cholguán en las cercanías de la zona Saltos del Cholguán, juntándose con la descargas de éste. Aguas abajo mediante la bocatoma Cholguán se derivaría 65 m<sup>3</sup>/s para el proyecto. El río Huepil tiene una cuenca de 182 km<sup>2</sup> y la precipitación media anual en su cuenca es de 1.584 mm. El río Cholguán tiene una cuenca de 635 km<sup>2</sup> y una precipitación media anual de 2.053 mm. En conjunto, ambos ríos tienen en un año 85%, una escorrentía media anual de 22 m<sup>3</sup>/s, la que varía desde 46 m<sup>3</sup>/s en Agosto hasta 11 m<sup>3</sup>/s en Enero y Febrero.

## Vías de Comunicación

El ferrocarril Santiago-Puerto Montt y la Carretera Panamericana (Ruta 5), pavimentada con dos pistas en parte importante de su trayecto, atraviesa la parte occidental del proyecto. El camino Chillán-Yungay, que corresponde al trazado de la antigua carretera longitudinal sur, también cruza y comunica las tres subáreas del proyecto. Esta última, a excepción del tramo entre Chillán y Diguillín que tiene pavimento de asfalto, es ripiado y en regulares condiciones de tránsito durante todo el año. La ruta 148, Bulnes-Concepción, pavimentada y con dos pistas de circulación ofrece un buen acceso al área urbana, industrial y portuaria de Concepción. Los principales caminos interiores del proyecto son rypiados y transitables durante todo el año.

## Tenencia de la Tierra

La mayor parte de los predios agrícolas en el área del proyecto son manejados y explotados por sus dueños. La mayoría de los agricultores tienen sus títulos de propiedad al día, incluyendo los poseedores de parcelas de la reforma agraria cuya situación fue normalizada en los últimos años. Una encuesta realizada entre 70 agricultores en la zona Bulnes - San Ignacio indicó que sólo dos, (3%), eran arrendatarios. Predomina la propiedad con una extensión menor de las doce hectáreas de riego básicas que en la zona equivaldría entre 20 y 48 hectáreas según calidad de la tierra. El tamaño promedio de las unidades productivas es de 36 há. La pequeña propiedad se concentra en la zona de San Ignacio.

De acuerdo a la información del Servicio de Impuestos Internos, recopilada en la presente actualización, el 45,2% de las propiedades corresponden a propiedades de entre 0 y 5 há, físicas, y el 36,1 % a propiedades de entre 5,1 y 30 há.

Estas propiedades ocupan, en conjunto, un 23,2% de la superficie del área. Un 20,7% de la superficie corresponde a predios de entre 30 y 80 há. El 56,1% restante de la superficie corresponde a predios mayores de 80 há, físicas.

## Instituciones

Unos 40 km al norte del área del proyecto se encuentra Chillán, sede de la Gobernación de la provincia de Nuble. Es un importante centro comercial agrícola que cuenta con sucursales de los principales bancos del país, entre ellos el Banco del Estado, de Concepción, Sudamericano, Crédito e Inversiones, de Chile, Santiago, Español-Chile, Osorno La Unión y Nacional. Dentro del área del Proyecto sólo en Bulnes existen oficinas del Banco del Estado y del Banco Concepción.

La mayor parte de los servicios dependientes del Ministerio de Agricultura, incluyendo Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Oficina de Planificación Nacional (ODEPA), Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), además de las empresas IANSA Y COTRISA y otras mantienen oficinas en Chillán. INDAP atiende actualmente 223 pequeños agricultores en la comuna de Bulnes y 207 en la Comuna de San Ignacio. El total de pequeños agricultores y minifundistas atendidos en las comunas de Bulnes, San Ignacio, Pemuco y Yungay es de 839 agricultores. Como el proyecto abarcaría sólo parte del área de estos municipios se estima que la cifra de los agricultores actualmente atendidos en el área del proyecto no excede a unos 200 a 250 productores.

INIA opera con tres Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT) en los sectores de Bulnes y San Ignacio del proyecto atendiendo unos cincuenta agricultores. Además INIA y la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción mantienen cada una un campo experimental equipado y con personal de investigación calificado en las cercanías de Chillán y realizan

trabajos de investigación de interés para el proyecto, especialmente en aspectos relacionados a cereales, leguminosas de grano, praderas y ganadería.

### Derechos de Aprovechamiento de Aguas

De acuerdo a un convenio con la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA) se dispone de 65 m<sup>3</sup>/seg de agua provenientes de la laguna del Laja para el proyecto. Además se mantendrían los derechos, sobre todas las aguas del río Diguillín y de sus afluentes. Las aguas son de buena calidad, aptas para el riego y se han usado para este fin durante períodos prolongados sin efectos adversos.

El convenio entre ENDESA y Riego fue legalizado mediante Decreto Supremo 2534 del 29 de Octubre de 1958. Posteriormente, la Resolución DGA Nº 84 del 17 de Abril de 1975 y el Decreto Supremo Nº 803 del 30 de Abril de 1980 reafirman los derechos del riego sobre el caudal indicado en el convenio.

## 3. Obras Civiles

### 3.1. Selección de Alternativas

La primera alternativa estudiada para mejorar el regadío del área abastecida en el río Diguillín, fue el embalse Diguillín en la angostura de Atacalco.

La segunda alternativa que se estudió consistió en un canal que tomaría sus aguas en el tunel de vaciado de la Central Antuco en el río Laja y las llevaría hasta el río Huepil desde donde serían derivadas más abajo para trasladarlas al río Diguillín un poco aguas abajo del pueblo El Carmen.

La comparación económica entre estas dos alternativas demostró que era más conveniente la segunda.

Estudios posteriores de la Dirección de Riego han efectuado ciertas modificaciones en la concepción inicial de esta alternativa con el fin de reducir sus costos. El cambio más importante se refiere al traslado de la bocatoma en el río Laja a la zona de Tucapel, en el mismo punto toma sus aguas el canal Laja-Sur, incorporando al mismo tiempo los canales El Litre y Zañartu, los que toman sus aguas actualmente aguas arriba de Tucapel.

### 3.2. Diseño de las Obras

La Dirección de Riego ha efectuado los anteproyectos definitivos de una serie de obras correspondientes al proyecto Laja-Diguillín, especialmente del canal.

En 1987, la Comisión Nacional de Riego le encargó a la firma IPLA

Ltda. que rediseñara las obras ya proyectadas con el fin de aprovechar al máximo el caudal que le correspondía al riego en el convenio RIEGO-ENDESA (65 m<sup>3</sup>/s). Además le solicitó los anteproyectos preliminares de las obras más importantes del sistema (Bocatomas Tucapel, Huepil y San Ignacio, canoa Cholguán y sifón Falpal).

La finalidad principal de ese estudio era determinar, con un adecuado grado de confiabilidad, los costos de las obras matrices del Proyecto Laja-Diguillín sobre la base de aprovechar al máximo los caudales disponibles.

Posteriormente durante el análisis efectuado en éste Estudio de los recursos posibles de captar se ha considerado que es factible desviar el río Huepil antes de su junta natural con el río Cholguán, de modo de captar también las aguas de este río, que es el más importante en ese lugar. De este modo se ha cambiado el lugar de captación desde el río Huepil al río Cholguán, si bien no se ha confeccionado un diseño de bocatoma en este río, se ha asumido que este sería de características muy similares a la diseñada en el río Huepil. Además este cambio hace innecesario construir la canoa Cholguán. El tramo de canal que se requeriría para llegar a la cota de captación en el río Cholguán es de una longitud similar al tramo de canal que existiría entre el río Huepil y el Cholguán.

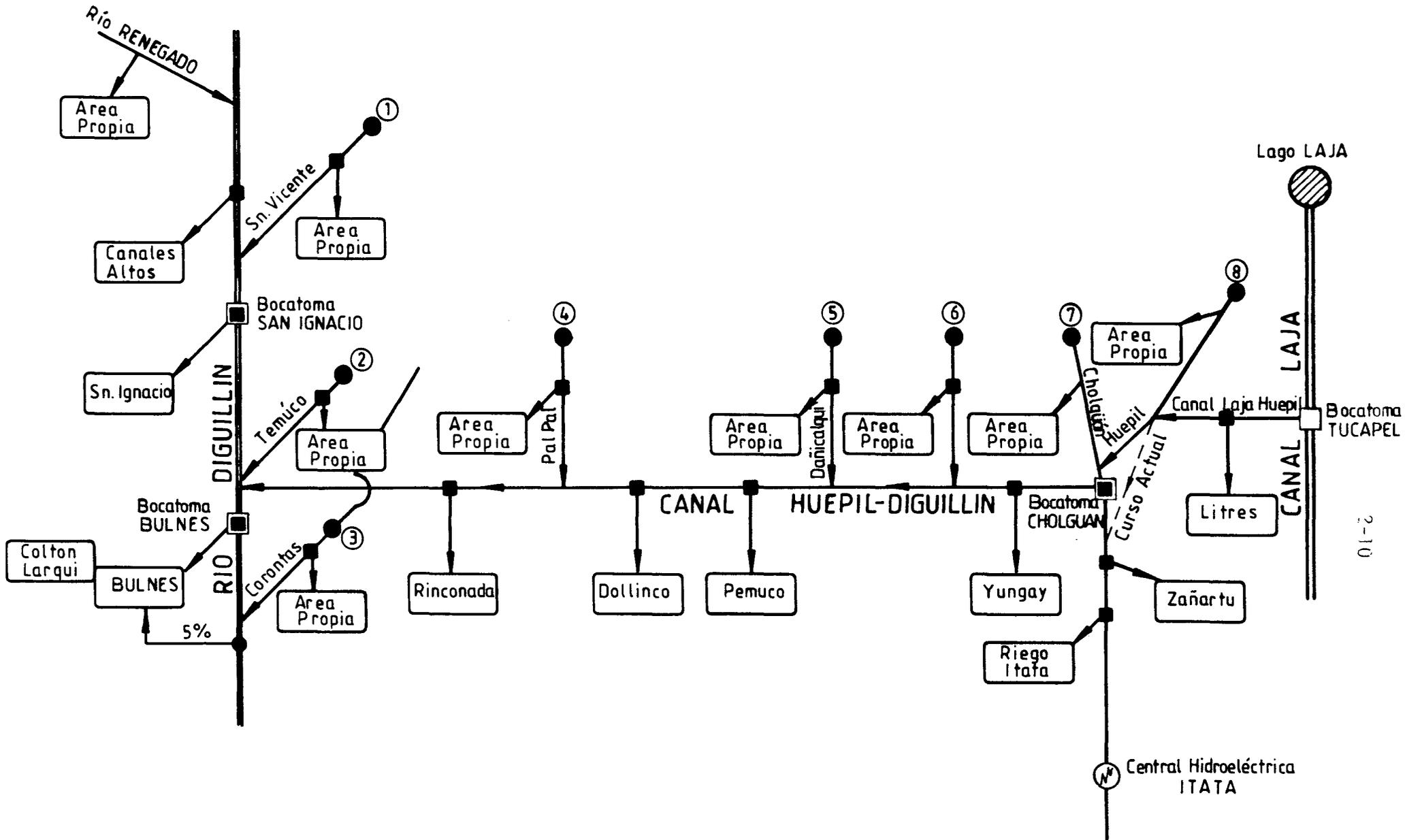
Además para aprovechar los recursos de algunos esteros que atraviesa el canal se han confeccionado diseños preliminares de captaciones en estos esteros y los correspondientes canales para vaciar sus aguas al canal Laja-Diguillín (ver Anexo II.A.2).

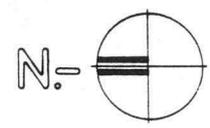
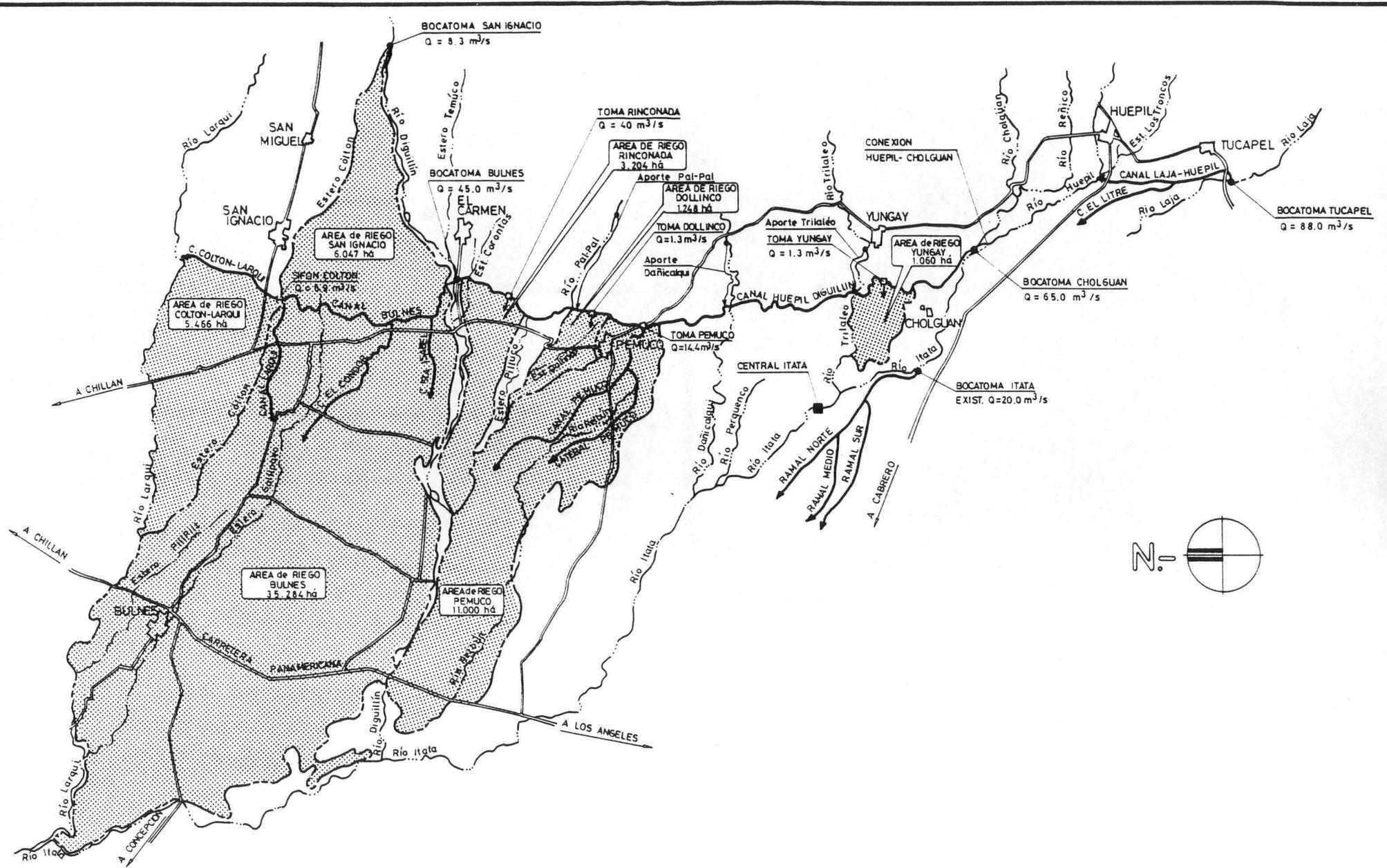
### 3.3. Solución Adoptada

En la figura que viene a continuación se presenta un esquema de la solución adoptada. En este esquema se han considerado todos los esteros que pueden aportar caudales al sistema Laja-Diguillín una vez que han satisfecho sus propias demandas. Para determinar los caudales de diseño de los diferentes tramos y obras del canal Laja-Diguillín se ha elaborado un Modelo de Simulación del Sistema. Este Modelo considera como entradas todos los esteros y ríos indicados en el esquema mencionado y las demandas de cada sector tanto dentro del Sistema Diguillín como en los diferentes ríos y esteros que aportarán caudales. Como resultado se obtienen los caudales medios mensuales que deben conducir los diferentes tramos del canal.

En el anexo II.A.1 se adjuntan los resultados obtenidos con dicho Modelo. Los caudales aportantes de los esteros y ríos se han obtenido del Estudio "Proyecto Itata" de la Comisión Nacional de Riego y las demandas consideradas en este modelo corresponden a las demandas totales de cada sector excepto en el sector Bulnes en el cual, dada su gran extensión y por tratarse de un terreno bastante plano, se ha considerado un reuso interno de un 10% reduciendo su demanda total en dicho porcentaje, la determinación de las demandas totales se encuentra en el Anexo II.A.4. Los

# ESQUEMA DE OPERACION CANAL LAJA-DIGUILLIN





caudales del tramo Laja-Huepil corresponden a las demandas del sistema al río Laja las que deberán ser satisfechas por este río y eventualmente por el lago Laja de acuerdo al Convenio ENDESA-RIEGO.

Adicionalmente se ha considerado el aprovechamiento de la capacidad ociosa del tramo Laja-Huepil para trasvasar caudales excedentes del río Laja al río Itata con el fin de generarlos en una futura Central Itata que estaría ubicada en el Salto del Itata. En el punto IV.B se incluye un estudio de los beneficios adicionales que obtendría dicha central con el trasvase indicado.

De acuerdo con los resultados obtenidos con el Modelo de Simulación se tiene las características de diseño que se indican a continuación.

El proyecto Laja-Diguillín derivaría 88 m<sup>3</sup>/seg del río Laja Tucapel para entregar

- (1) 3 m<sup>3</sup>/seg al canal El Litre utilizado actualmente por Industria Forestales Cholguán S.A.
- (2) 20 m<sup>3</sup>/seg al canal Zañartu actualmente en uso para regar unas 20 mil hectáreas fuera del área del proyecto y
- (3) 65 m<sup>3</sup>/seg para el proyecto propuesto.

Industrias Cholguán S.A. y la Asociación del Canal Zañartu disponen de suficiente agua para sus necesidades pero incurren anualmente en elevados gastos para mantener sus tomas y canales matrices. El proyecto aliviaría estos problemas.

El canal matriz del proyecto sería con revestimiento de hormigón, tendría 46.2 km de longitud y constaría de dos tramos. El primero de 7.9 km de largo se iniciaría en la bocatoma Tucapel sobre el río Laja y entregaría al río Huepil. El segundo tramo de 38,3 km partiría con una bocatoma en el Cholguán y terminaría en el río Diguillín. De esta manera se aprovecharían al máximo los recursos de los ríos Huepil, Cholguán y Diguillín y del río Laja se requeriría únicamente los déficit con respecto a las necesidades de riego.

#### Canal Laja-Diguillín

- Canal Laja Huepil, revestido de concreto tendría 7.9 km de longitud y 88 m<sup>3</sup>/seg de capacidad. Se ha mantenido esta capacidad a pesar de que para riego, según los resultados del Modelo de Simulación, solo se requieren del orden de 40 m<sup>3</sup>/seg, dado el aprovechamiento, en los meses de invierno, que tendría el canal con fines hidroeléctricos en la Central Itata. Sus estructuras más importantes serían cuatro caídas de entre 1.24 m y 2.48 m de altura, la entrega para el canal El Litre y la obra de entrega al río Huepil. Se incluiría también un camino de mantención de cuatro metros de ancho a lo largo del canal.

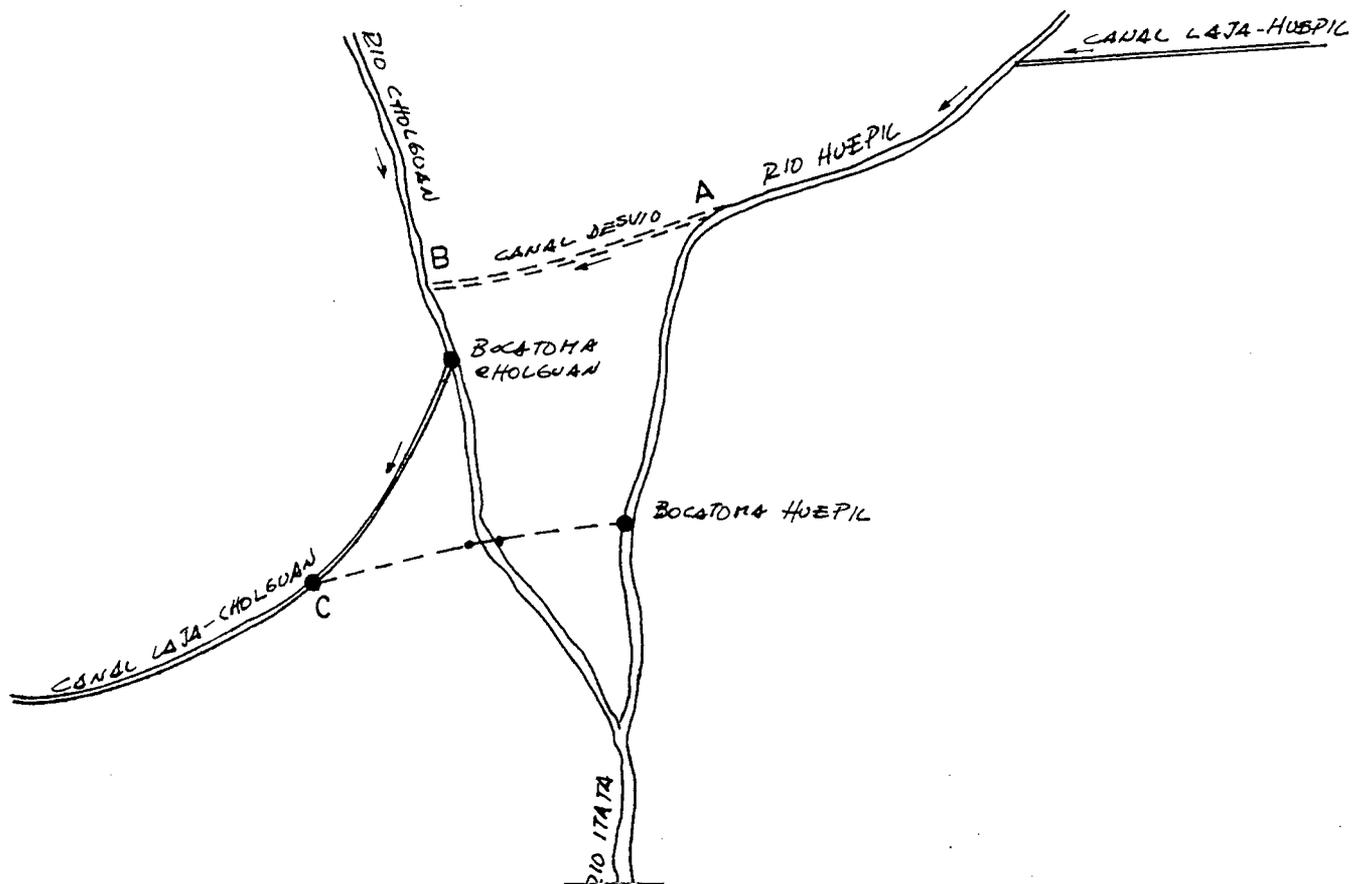
### ALTERNATIVA DESVIO RIO HUEPIL

**ALTERNATIVA ANTIGUA:-** Se captaba el agua en el río Huepil y se conducía hasta el punto (C) mediante un canal que cruzaba el río Cholgúan en Canoa. No permitía utilizar las aguas del río Cholgúan.

**ALTERNATIVA NUEVA:-** Se desvía mediante un gran canal, el río Huepil en el punto (A) para descargarlo en el punto (B) al río Cholgúan, la tierra que se excave para hacer el canal se utilizaría para tapan el cauce del río Huepil aguas abajo del punto (A).

Se construiría una bocatoma en el río Cholgúan y mediante un canal se conduciría las aguas al punto (C).

**ESTIMACION DE COSTO:-** Costo de bocatoma en río Huepil más canal hasta el punto C, similar a costo bocatoma en río Cholgúan y canal hasta punto (C). Costo canal de desvío del río Huepil similar a costo canoa sobre río Cholgúan más US\$ 300.000.



- Canal Cholguán Diguillín, sería revestido con concreto y tendría un largo de 38.3 km. Contaría con un camino de servicio paralelo de cuatro metros de ancho en toda su extensión. Su capacidad inicial sería de 65 m<sup>3</sup>/seg, hasta la entrega a Femuco llegando al río Diguillín con una capacidad de 50 m<sup>3</sup>/seg. En su recorrido entregaría agua a 4 sectores de riego (Yungay, Femuco, Dollinco y Rinconada) y 45,0 m<sup>3</sup>/seg al Río Diguillín en la cota 205 m.s.n.m. aproximadamente. Cruzaría ocho esteros por medio de sifones.

Para distribuir el agua a los siete sectores de riego del proyecto se construirían las siguientes obras:

- (a) Cuatro entregas laterales en la margen izquierda del canal, en su tramo Colguán-Diguillín, para regar los sectores de Yungay, Femuco, Dollinco y Rinconada de 1.205 há, 13.227 há, 1.740 há y 4.595 há brutas, respectivamente.
- (b) Bocatoma San Ignacio, ubicada aguas arriba de la entrega del canal matriz principal al río Diguillín y que con el proyecto permitiría regar unas 7.074 há brutas con una seguridad de riego del 85% .
- (c) Bocatoma Bulnes sobre el río Diguillín para regar 44.880 há brutas del sector Bulnes al oeste del canal del mismo nombre.
- (d) Sifón Coltón que cruzaría el estero del mismo nombre y para regar 7.723 há brutas.

Canales revestidos conectarían las obras mencionadas con las redes secundarias, nuevas y/o rehabilitadas, del proyecto. La componente de riego se complementaría con el mejoramiento de la red de drenaje superficial y obras a nivel predial.

#### Canales Matrices

Estos son canales y estructuras que servirían a un sector de riego específico. Todos estos canales han sido considerados revestidos de concreto, al realizarse el proyecto deberá analizarse la conveniencia de ésto.

- Canal Femuco, de 14.5 km de longitud y 14.4 m<sup>3</sup>/seg de capacidad se iniciaría en el kilómetro trece del canal matriz Huepil-Diguillín y terminaría en un canal existente que sirve a la parte baja del sector Femuco. Para la parte alta (aproximadamente 2.000 há) se consideró un canal nuevo, revestido (Femuco), de 8,6 km de longitud y 2.4 m<sup>3</sup>/seg de capacidad.
- Canal San Ignacio, tendría 3.2 km de longitud y 8.3 m<sup>3</sup>/seg de capacidad. Se iniciaría en la bocatoma de San Ignacio, ubicada en la margen derecha del río Diguillín, en la cota 314 m.s.n.m. aproximadamente.
- Canal Bulnes, tendría 14,3 km de longitud y 45 m<sup>3</sup>/seg

de capacidad inicial. Partiría de la bocatoma Bulnes en el margen derecho del río Diguillín a sólo 360 m aguas abajo de la entrega del canal matriz Huepil-Diguillín. En su recorrido abastecería a ocho canales, tres de los cuales sirven al 90% del sector de riego Bulnes (Santa Isabel de 10.0 m<sup>3</sup>/seg, Condor de 16,8 m<sup>3</sup>/seg y Larqui de 7,6 m<sup>3</sup>/seg). Estos tres canales tendrían una longitud total de 21,8 km y también serían revestidos de concreto. El canal Bulnes terminaría en el estero Coltón con un caudal de 5,9 m<sup>3</sup>/seg previstos para mejorar el riego del sector Coltón Larqui.

- Canal Coltón-Larqui, de 6 km de longitud y 5.9 m<sup>3</sup>/seg de capacidad, recibiría aguas del canal Bulnes cruzando el estero Coltón mediante un sifón.

#### Mejoramiento de Canales Principales Existentes

Esta labor consistiría en limpieza y ampliación de parte de la red de riego principal existente. Algunos canales actuales quedarían en desuso debido a la unificación propuesta. Parte del mejoramiento involucraría la construcción de caídas para reducir la velocidad del agua, instalación de compuertas y provisión de estructuras de cruce de caminos y drenes. En el estudio efectuado por la FAO para la Comisión Nacional de Riego se especificaron todas las obras y trabajos necesarios para el mejoramiento de la red de canales principales existentes del sector Bulnes, lo que sirvió de base para estimar las necesidades de los otros sectores.

#### Mejoramiento de Canales y Drenes Secundarios

El mejoramiento de canales secundarios sería similar al de los principales existentes, proponiéndose tres secciones tipos (de 0,3 m a 1,0 m de base, de 0,5 a 0,8 m de profundidad y capacidades de 50 l/seg a 1.0 m<sup>3</sup>/seg). Estos canales entregarían agua a la cabecera de cada predio.

Las obras de drenaje permitirían dar salida a los excesos de lluvia de cada predio y en época de riego a los derrames. Parte del mejoramiento sería consecuencia de la separación de los sistemas de riego y drenaje y la eliminación de tomas para regar en los esteros y vías naturales de drenaje.

## 4. Costo de las Obras

### 4.1 Precios Unitarios

Los precios unitarios utilizados en algunos de los cálculos de los costos de obras fueron proporcionados por la Comisión Nacional de Riego. Los costos de equipos y obras especiales fueron estimados en base a costos de partidas similares en obras construidas en ENDESA en los últimos años.

#### 4.2 Canal Laja-Diguillín

En base a los anteproyectos preliminares de Mayo 1987, elaborados por IPLA Ltda. se estableció el costo de las obras del canal Laja-Diguillín que incluye:

- Canal Laja-Huepil-Diguillín, que fuera diseñado por la Dirección de Riego en 1972, fue modificado para darle la capacidad hidráulica requerida por el proyecto propuesto.
- Diseño preliminar de las bocatomas Tucapel, Huepil y San Ignacio. Al cambiar la bocatoma al río Cholguán se ha estimado que el costo del canal de unión Huepil-Cholguán más la bocatoma Cholguán es equivalente al costo de la bocatoma Huepil más la canoa Cholguán más aproximadamente US\$ 300.000.
- Diseño preliminar de las cuatro caídas Huepil, entrega al río Huepil, canoa Cholguán, sifón Palpal con caracter de estructura tipo, a partir del cual se estimó los costos de los otros 7 sifones necesarios a lo largo del canal Huepil-Diguillín.
- Finalmente, con el objeto de establecer el costo integral de las obras matrices, se identificó las estructuras menores de cruce a lo largo del canal matriz, como son: alcantarillas circulares en el cruce de pequeños esteros y pasos de aguas de lluvias así como los puentes carreteros sobre el canal.
- Los costos de limpieza y eliminación de la capa vegetal de la franja donde se construirá el canal, la excavación de los contrafosos de drenaje así como la aplicación de una capa de rodadura sobre el camino del servicio del canal fue agregado al costo estimado por IPLA LTDA.
- Los costos de obras menores tales como pasarelas, cruces de regueros, desvíos provisionales, tomas laterales (Yungay, Pemuco, Diguillín y Rinconada) fueron consideradas como un Global (aproximadamente un 5% del costo de las otras obras)

#### 4.3 Obras a nivel de Sectores

##### Sector de Riego Bulnes

Bocatoma Bulnes: Fue diseñada en forma detallada por la Dirección de Riego en 1972, para 37 m<sup>3</sup>/s, IPLA, en 1987 actualizó su costo para la capacidad requerida por el proyecto, al agregársele el Área de Coltón-Larqui (50 m<sup>3</sup>/s). Requeriría modernizarse su diseño, cambiando el tipo de compuertas y las estructuras que este cambio ocasione.

Canal Bulnes: Fue trazado en el estudio de FAO, en planos 1:10.000 desde la bocatoma hasta el estero Coltón, estimándose su costo que incluye 8 entregas laterales, estructuras de cruces, puentes

y demás obras de arte.

Mejoramiento de la Red de Canales Principales: Su costo fue estimado en el estudio de FAO, en base a un estudio y diseños preliminares de obras principales, necesarias para reordenar la red existente, unificando canales e interconectándolos al canal Bulnes.

Mejoramiento de Red Secundaria de Riego y Drenaje: El costo de las obras a este nivel fue determinado en el estudio de FAO, en base al diseño de dos áreas representativas de las condiciones de diferentes sectores de riego del proyecto "Area El Carmen" de 2.244 há brutas regables y "Area Quiriquina" de 2.046 há brutas regables. En el caso del sector Bulnes se consideró que un 30% de la superficie tiene las características del "Area Quiriquina" y un 70% tiene las características del "Area El Carmen".

Sector de Riego Femuco

Canal Principal Femuco y Lateral Femuco 1: Estos son dos canales nuevos que fueron diseñados en forma preliminar en el estudio de FAO, en planos 1:10.000 para llevar el agua desde el canal matriz Huepil-Diguillín hacia la red secundaria por construir en la parte alta de Femuco y la red existente en la parte baja. El presupuesto incluye el costo de las obras de arte.

Mejoramiento de la Red Secundaria de Riego y Drenaje: Este costo fue determinado en base a los costos unitarios del "Area Quiriquina", representativa de las áreas más altas de Femuco (42%) y "Area El Carmen" representativa de las áreas más bajas de Femuco (58%).

Sectores de Riego más pequeños:

- Sector Yungay: En este sector las obras comunes han sido consideradas similares a las proyectadas en el "Area El Carmen".
- Sector Rinconada: En este sector las obras comunes han sido consideradas similares a las proyectadas en el "Area El Carmen".
- Sector de Riego San Ignacio:

Bocatoma San Ignacio: Ha sido diseñada preliminarmente por IFLA, 1987 y sus costos determinados a nivel de partida específica.

Canal Matriz San Ignacio: Su costo ha sido estimado en base al costo por kilómetro del canal Femuco diseñado con características similares.

Mejoramiento de Canales Principales: Los costos de reordenamiento integración y mejoramiento de los canales principales de este sector han sido estimados en base a los costos de mejoramiento de la red primaria establecido en el sector Bulnes.

Mejoramiento de Canales y Drenes Secundarios: Este costo fue determinado en base a los costos unitarios del "Area El Carmen".

- Sector de Riego Coltón-Larqui

Sifón Coltón: Esta estructura permite pasar el estero Coltón y su costo ha sido estimado en base a los costos unitarios IPLA, 1987 considerados para los sifones del canal matriz.

Canal Matriz Coltón-Larqui: Su costo ha sido estimado en base al costo unitario del Canal Pemuco.

Mejoramiento de la Red de Canales Principales: Su costo fue determinado en base a los costos de mejoramiento de la red primaria establecido en el Sector Bulnes.

Mejoramiento de la Red de Canales y Drenes Secundarios: El costo de las obras a este nivel fue determinado en base a los costos del "Area El Carmen"

#### 4.4 Costo Total

El costo total de las Obras hidráulicas se indican en el cuadro que sigue. En este costo se ha considerado un 15% de Imprevistos y un 10% para la Supervisión. También se incluye un cuadro con el detalle de cálculo de los costos de dichas obras. En anexo II.A.3 se incluyen los cuadros de cubicaciones y presupuesto detallado de cada una de las obras indicadas con un (\*)

CUADRO RESUMEN

	US\$	mills. \$	15% Imprev.	SubTotal	10% Superv.	Total mills. \$	Total miles US\$
Canal Laja Diguillin	35413541	10624.1	1593.6	12217.7	1221.7	13439.4	44798.0
Canales Matrices	8483658	2545.1	381.8	2926.9	292.7	3219.6	10732.0
Mejoramiento Canales Principales	4861821	1458.5	218.9	1677.4	167.7	1845.1	6150.3
Mej. Drenes y Canales Secundarios	6709481	2012.8	301.9	2314.7	231.5	2546.2	8487.3
<b>Costo Total del Proyecto</b>	<b>55468501</b>	<b>16640.5</b>	<b>2496.2</b>	<b>19136.7</b>	<b>1913.6</b>	<b>21050.3</b>	<b>70167.7</b>

## CUADRO DETALLADO DE COSTOS DE OBRAS HIDRAULICAS

( Valores en US\$ )

## CANAL LAJA DIGUILLIN

## BOCATOMA TUCAPEL

Obra de toma	(*)	378834
Barrera móvil	(*)	557818
Barrera fija	(*)	34156
Mod. terraplén de protección	(*)	18259
Pretil fusible y auxiliar	(*)	50186
Pretil terminal barrera fija act.	(*)	70736
Equipos mecánicos	(*)	874000

## CANAL TRAMO LAJA-HUEPIL

Canal	(*)	2903657
Caídas huepil	(*)	331520
Descarga a Río Huepil	(*)	35132
Obras menores	(1)	141959

## BOCATOMA CHOLGUAN

Bocatoma	(*)	1122141
----------	-----	---------

## CANAL TRAMO CHOLGUAN-DIGUILLIN

Canal	(*)	11214845
Sifón Trilaleo	(*)	2090918
Sifón Dafficalqui	(*)	2938650
Sifón Río Seco	(*)	1788283
Sifón Dollinco	(*)	300392
Sifón Carrizalillo	(*)	1356571
Sifón Palpal	(*)	2465707
Sifón Pilluco	(*)	2532200
Sifón Las Corontas	(*)	1523121
Puentes de 4,5 m. de ancho	(*)	419791
Puentes de 9,0 m. de ancho	(*)	351177
Cruces con tubos corrugados	(*)	651998
Obras menores	(1)	544993

## VARIOS

Instalación de Faenas	(9)	100000
Alimentación desde R.Cholguán	(10)	300000
Alimentación desde esteros	(*)	316497 35413541

## CANALES MATRICES

Bocatoma San Ignacio	(*)	554307
Canal Matriz San Ignacio	(2)	346986
Bocatoma Bulnes		
Barrera y muro de enrocados	(*)	706982
Obras de toma	(*)	224315
Compuertas desripiadoras	(*)	120191
Canal matriz Bulnes	(*)	3091892

Canal Pemuco y lateral Pemuco 1	(*)	2619132	
Sifón Coltón	(3)	169253	
Canal Matriz Coltón	(4)	650600	8483658

## MEJORAMIENTO CANALES PRINCIPALES

SECTOR SAN IGNACIO	(5)	661806	
SECTOR BULNES			
Mejoramiento y revest. de canales(*)		2538014	
Mejoramiento de canales norevest.(*)		1319375	
SECTOR COLTON-LARQUI	(5)	342626	4861821

## MEJORAMIENTO DRENES Y CANALES SECUNDARIOS

SECTOR SAN IGNACIO	(6)	583240	
SECTOR BULNES	(7)	4115616	
SECTOR PEMUCO	(8)	1283742	
SECTOR YUNGAY	(6)	99984	
SECTOR DOLLINCO	(6)	83320	
SECTOR RINCONADA	(6)	241628	
SECTOR COLTON-LARQUI	(6)	301951	6709481

## NOTAS:

- (\*) Obras con Presupuesto Calculado
- (1) Obras estimadas alrededor de un 5% de costo de canales
- (2) Obra estimada en base a costo por Km. del canal Pemuco canal Pemuco 24.154 Km ; canal San Ignacio 3.200 Km
- (3) Obra estimada en base a costos de Sifones
- (4) Obra estimada en base a costo por Km. del canal Pemuco canal Pemuco 24.154 Km ; canal Coltón 6.000 Km
- (5) Obras estimadas en base a costo por hectárea de Sector Bulnes
- (6) Obras estimadas en base a costo por hectárea Area El Carmen
- (7) Obras estimadas en base a costo por hectárea Area el Carmen ( 70% ) y Area Quiriquina ( 30% ).
- (8) Obras estimadas en base a costo por hectárea Area el Carmen ( 58% ) y Area Quiriquina ( 42% ).
- (9) Valor estimado en base a obras similares
- (10) Valor estimado en base a movimiento de tierras aproximado.

MEJ.DRE. Y C.SEC. AREA EL CARMEN (\*) 186967 US\$ 83.32 por hectárea.

MEJ.DRE. Y C.SEC. AREA QUIRIQUINA(\*) 299809 US\$ 143.0 por hectárea.

## **B SELECCION DE COMPONENTES Y RUBROS**

### **1. Caracterización**

El proyecto de Regadío Laja-Diguillín reúne determinadas características que lo hacen muy atractivo. Por una parte, permite incorporar al riego una superficie bruta de 46.160 has que actualmente son prácticamente de secano y que generan un pequeño aporte a la producción nacional y, que mediante una solución de ingeniería relativamente simples, se incorporarán a una agricultura de riego que en el año del proyecto será cuatro veces mayor que la actual. Además, por tener el área una agricultura mayoritariamente con cultivos anuales, los beneficios que se obtengan del proyecto serán inmediatos.

Se encuentra localizado en las cercanías de varios centros poblacionales, las ciudades de Chillán, Concepción y los Angeles, que le asegurarán la mano de obra necesaria para la construcción de las obras de ingeniería y las labores agrícolas y la existencia de vías de comunicación expeditas para el transportes de su producción.

La producción se orientaría a cultivos de mayor rentabilidad dentro de las potencialidades de los recursos naturales disponibles y que constituyan rubros exportables y sustitutos de importaciones, como también a aquellos que tienen expectativas en los mercados internos nacionales y locales.

### **2. Principales componentes y rubros**

Los principales componentes y rubros que se identifican en el proyecto son:

#### **2.1 Inversiones en obras hidráulicas**

Las componen el canal matriz, la red de canales secundarios y terciarios, la red de desagües y drenajes del sistema de riego.

#### **2.2 Costos de mantención y operación del sistema de riego**

Corresponden a los gastos de reparaciones y limpieza de las obras hidráulicas.

#### **2.3 Costos de ejecución y administración del proyecto de riego**

Corresponden a los gastos en que incurrirá el Estado directamente en el área del proyecto para dirigir, coordinar y desarrollar el proyecto.

#### **2.4 Costos de puesta en riego predial**

Consisten en el conjunto de acciones a realizar en cada predio

para habilitar los terrenos que hoy son de secano e incorporarlos a una agricultura de riego, eligiendo la mejor alternativa técnico-económica de ejecución. Las acciones principales contempladas son: Destronque, levantamiento topográfico a escala de detalle, nivelación y/o emparejamiento de los terrenos, construcción de caminos interiores, construcción de canales y desagües interiores, construcción de estructuras de derivación y distribución de aguas, tranques de acumulación nocturnas, cierros para el apotreramiento.

#### 2.5 Programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica al productor.

Corresponde a las acciones de investigación aplicada, divulgación y capacitación de los productores del área, mediante instrumentos específicos orientados y diferenciados para pequeños agricultores y para agricultores que desarrollan hoy día una agricultura empresarial.

#### 2.6 Programa de crédito agrícola

La actividad agrícola que se desarrollará en el valle debe ser apoyada por un programa de crédito agrícola que permita el financiamiento de las inversiones necesarias a la agricultura de riego, y además, suministre el capital de explotación y de operación necesarios que demandarán las actividades de los rubros a explotar.

#### 2.7 Principales rubros agrícolas a desarrollar

Se desarrollará una agricultura de cultivos anuales, de cereales como trigo y maíz, de chacras como papas y frejoles, de cultivos industriales como maravilla y remolacha. También se desarrollarán empastadas artificiales de rotación corta y larga. Adicionalmente se considera el aumento de superficie en espárragos.

La ganadería se desarrollará sobre la base del rubro de bovinos de lechería y crianza.

Tanto la producción de cultivos, forrajes, fruticultura y ganadería, generarán la necesidad de mejorar la infraestructura de galpones, bodegas, instalaciones para lechería y la adquisición de maquinarias, equipos e implementos agrícolas.

### C BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

La mayor parte de los predios agrícolas en el área del proyecto son manejados y explotados por sus dueños. La mayoría de los agricultores tienen sus títulos de propiedad al día, incluyendo los poseedores de parcelas de la reforma agraria cuya situación fue normalizada en los últimos años. Una encuesta realizada entre 70 agricultores en la zona Bulnes-San Ignacio indicó que sólo dos, (3%), eran arrendatarios. Predomina la propiedad con una extensión menor de las doce hectáreas de riego básicas, que en la zona equivaldría entre 20 y 48 hectáreas según calidad de la tierra. El tamaño promedio se encuentra en la zona de San Ignacio.

Un análisis de la distribución de las explotaciones según tamaño, en la totalidad del área del proyecto, muestra la siguiente dispersión:

Tamaño (há)	Unidades		Area		Tamaño Promedio (há)
	(N)	%	(há)	%	
0.0- 5	1391	45,2	2.822	3,4	2
5.1- 30	1110	36,1	16.367	19,8	15
30.1- 50	217	7,0	8.160	9,9	38
50.1- 80	140	4,5	8.980	10,9	64
80.1-120	104	3,4	10.203	12,3	98
>120	117	3,8	36.213	43,7	310
TOTAL	3079	100,0	82.745	100,0	

El cuadro se basa en la información obtenida del Servicio de Impuestos Internos y que fué procesada para la totalidad del área del proyecto.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el 81,3 % de los predios son de una superficie inferior a 30 há. físicas y ocupan el 23,2 % de la superficie.

El 11,5 % corresponde a predios de entre 30.1 y 80 hás. físicas y ocupan el 20,8 % de la superficie total.

Los predios de mayor tamaño, esto es mayores de 80 hás. comprenden el 7,2 % de ellos y ocupan la mayor parte de la superficie del proyecto con un 56,0 %, predominando los predios de más de 120 hás. físicas.

## D. Situación productiva y económica de la agricultura actual.

### 1. Objetivo.

La caracterización productiva y económica de la situación actual agropecuaria tiene como objetivo identificar las condiciones de partida de la alternativa de desarrollo que se postula y definir la situación de referencia para la evaluación económica y social.

### 2. Metodología.

En la realización del presente informe se ha tenido como base la información contenida en el documento elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (TCP-CHI-4503) de fecha Abril de 1988, Anexo No. 1. Además, se ha utilizado toda la información disponible en relación al Estudio de suelos elaborado por la firma Agrolog y los antecedentes de propiedades del Servicio de Impuestos Internos.

### 3. Area considerada.

El área del proyecto abarca una superficie de 63.309 hás. netas cultivables, que según el Estudio de Suelos realizados por la firma Agrolog para una superficie mayor dentro de la cual se encuentra el área del proyecto, entrega las siguientes clasificaciones por clase de capacidad de uso y por sector de riego:

Superficies en hectáreas

SECTOR	I	II	III	IV	TOTAL
Yungay	0	591	382	231	1204
Bulnes	6.682	9.726	11.820	11.867	40.095
Dollinco	0	361	925	132	1.418
Femuco	0	8.129	3.265	1.106	12.500
Rinconada	116	1.840	1.036	649	3.641
San Ignacio	3.332	1.975	1.043	522	6.872
Larqui-Colton	883	920	3.345	1.064	6.212
TOTAL	11.013	23.542	21.816	15.571	71.942
%	15,31	32,72	30,32	21,65	100,00

### 4. Situación del riego actual.

La seguridad de riego que hoy día tienen las 63.309 hás. consideradas es muy baja, estimándose que con seguridad 85% solamente se riegan 8.300 hás.

Debe señalarse que la red de canales primarios y secundarios actualmente existente cubre 22.000 hás. aproximadamente.

Por otra parte, alrededor de 18.000 hás. cuentan con infraestructura predial de riego.

### 5. Estructura de las propiedades agrícolas.

La mayor parte de los predios agrícolas en el área del proyecto son manejados y explotados por sus propietarios. La mayoría de los agricultores tienen sus títulos de propiedad al día, incluyendo los poseedores de parcelas de la reforma agraria cuya situación fue normalizada en los últimos años. Una encuesta realizada en el estudio FAO para las zonas de Bulnes - San Ignacio indicó que sólo dos, (3%), eran arrendatarios.

En la presente actualización del proyecto se ha determinado para la totalidad del área la cantidad de predios por estrato de tamaño en hectáreas físicas. Un resumen de dicha información se presenta en el siguiente cuadro:

Estrato (há)	Unidades		Superficie (há)	Tamaño Promedio (há)
	Nº	%		
0 - 5	1391	45,2	2822,18	2,03
5,1 - 30	1110	36,1	16367,07	14,75
30,1 - 50	217	7,0	8160,38	37,61
50,1 - 80	140	4,5	8980,38	64,15
80,1 -120	104	3,4	10203,41	98,11
+ 120	117	3,8	36213,26	309,52
<b>Total</b>	<b>3079</b>		<b>82746,68</b>	

Esta estratificación se realizó sobre la base de la información del Servicio de Impuestos Internos. La superficie total de 82746,68 hás. incluye todos los suelos del área, esto es de clase I a VIII de capacidad de uso. Según la información del estudio de suelos realizado en 1988 por la firma AGROLOG, la superficie total del proyecto, incluyendo todos los suelos, es de 80444 hás..

Como se puede observar en el cuadro anterior gran parte de las propiedades, poco más del 80 %, corresponde a predios pequeños y un 45,2 % al tipo denominado rur-urbano.

## 6. Estructura de cultivos existente.

El área del proyecto está dedicada principalmente al cultivo del trigo, frejoles, remolacha, papas, praderas artificiales y praderas naturales.

La rotación típica de la zona en sus áreas regadas consiste en remolacha, papas y/o frejoles durante el primer año, seguidos de cereales y/o también frejoles después de remolacha durante el segundo año (rotación de dos años). Dependiendo de la calidad del suelo y del tipo de explotación, el agricultor continúa con una pradera mixta de trébol rosado con ballica por cuatro años (rotación de seis años). Esta última, ofrece ventajas para el talaje directo. Existen en el valle algunos productores progresistas quienes, en áreas de mayor seguridad de riego y con tecnologías modernas, han alcanzado elevados rendimientos. Productores de leche de este grupo, han introducido exitosamente variedades de alfalfa con latencia invernal, en suelos trumados profundos, obteniendo rendimientos de 18 toneladas de materia seca por hectárea.

En los últimos años, como resultado de la política cerealera del Gobierno, se observó una expansión en el área sembrada con trigo, reemplazando praderas naturales en áreas de secano y praderas artificiales en áreas de riego. También se observa un interés en cultivos de alta rentabilidad, destinados fundamentalmente a la exportación y que son nuevos para la zona como son espárragos, frutos menores (frambuesa, arándano) y kiwi. Estos rubros requieren seguridad de riego para su éxito. De los nombrados el espárrago ocupa ya un área mayor y tiene buenas perspectivas de expansión en el área del proyecto.

La producción ganadera es de tipo mixto, carne y leche. Los rendimientos actuales son bajos debido a la insuficiencia de pastos durante el invierno y al prolongado periodo de sequía. El tipo predominante de ganado es holando-europeo. Agricultores más progresistas han mejorado sus masas cruzando con ganado frisón americano y aumentaron significativamente sus rendimientos de leche desde dos mil litros por lactancia a más de cuatro mil litros por lactancia. La engorda se orienta principalmente a la crianza y producción de novillos gordos de primavera aprovechando la abundancia de pastos.

La ocupación del suelo en situación actual es la que a continuación se indica:

Cultivo o rubro	Superficie	
	hectáreas	%
Espárrago	527	0,83
Fréjol	3.157	4,99
Lenteja	1.575	2,49
Maiz	1.053	1,66
Oleaginosas	527	0,83
Papa	2.106	3,33
Remolacha	2.317	3,66
Trigo seco	18.938	29,91
Trigo riego	2.422	3,83
Pradera artificial	2.633	4,16
Pradera natural	28.054	44,31
<b>T o t a l</b>	<b>63.309</b>	<b>100,00</b>

La estructura de cultivos que se presenta es el resultado de la inseguridad de riego en que se desenvuelve la agricultura de esta área. En efecto, frente a la escasez de agua el agricultor concentra su disponibilidad para regar preferentemente el cultivo de la remolacha azucarera que se cultiva bajo contrato y con un precio y mercado asegurados, con el cual el agricultor está obligado a cumplir. También da preferencia al riego de las empastadas artificiales que constituyen la base alimenticia para el desarrollo y mantenimiento de su masa ganadera reproductora. En el Anexo II.D.1 se presenta un detalle de la superficie por cultivo y sector de riego.

Si las disponibilidades de agua son muy deficitarias para los cultivos que el agricultor decidió emprender ese año agrícola, estas reciben una dotación insuficiente, con lo que se ven afectados sus rendimientos y la calidad del producto. Muchas veces estos no se cosechan.

El trigo regado recibe por lo general un sólo riego en el período.

Frente a esta inseguridad, el agricultor realiza labores de preparación de suelos de mínimo costo y utiliza bajas dosis de fertilizantes e insumos en general.

## 7. Rendimientos y producciones obtenidos.

El área del proyecto abarca 63.309 hectáreas de las cuales unas 14.000 se riegan con una seguridad del 25 %. Las restantes son de seco y se aprovechan como pradera natural (28.054 hás.) o con siembras de cereales de invierno (21.360 hás.) y lentejas (1.575 hás.).

El bajo nivel de producción actual en el área de seco no se debe

a un desconocimiento del agricultor, sino a que éste prefiera minimizar sus gastos y el uso del crédito ante la inseguridad de los resultados agrícolas, que dependen en esta zona de la cantidad y distribución de las lluvias, las que varían fuertemente de un año a otro. En promedio sólo se cosechan 2.2 toneladas de trigo y 1.2 toneladas de lentejas por hectárea. Las praderas naturales se caracterizan por abundancia de pastos durante la primavera y escasez durante la estación seca. Muchas están degradadas por sobretalajeo. Pastoreo de rastros, paja de trigo y porotos y subproductos de la remolacha (corona y hojas) suplen en parte las deficiencias nutritivas en periodos de escasez.

El área actualmente regada no puede aproximarse a su potencial de producción debido, primordialmente, a la baja seguridad de riego. La mayoría de los esteros y ríos que aportan agua para el riego son de tipo pluvial con fuertes variaciones de caudales. La mayoría se secan durante el período de verano. En un año normal los agricultores aprovechan el 100% del caudal del Río Diguillín a partir de Noviembre.

Los rendimientos y producciones, obtenidos bajo las condiciones de riego descritas anteriormente y a la eventualidad de las precipitaciones para aquellos cultivos que se realizan bajo condiciones de secano, son los siguientes:

Cultivos	Superficie (has.)	Rendimiento (ton/ha)	Producción (Ton.)
Espárragos	527	3,5	1.845
Frejol	3.157	1,5	4.734
Lenteja	1.575	1,2	1.890
Maíz	1.053	4,0	4.212
Oleaginosas	527	1,2	632
Papa	2.106	8,0	16.848
Remolacha	2.317	45,0	104.265
Trigo riego	2.422	3,2	7.750
Trigo secano	18.938	2,2	41.664
Pradera artificial	28.054	1,1 (1)	30.859

(1) Toneladas de materia seca.

La producción actual del área del proyecto se estima en 104 mil toneladas de remolacha, 49 mil toneladas de trigo, 16,8 mil toneladas de papas y cinco mil toneladas de frejoles además de cantidades menores de maíz, lentejas y oleaginosas. Además se producen unas 6 a 7 mil toneladas de leche por año.

#### **8. Ganadería existente en el área del proyecto.**

La producción ganadera del área es de tipo mixto, carne y leche. Los rendimientos son bajos debido a la insuficiencia de forrajes durante el invierno y al período prolongado de sequía. La raza predominante es la holando europeo y ganado criollo. Existe algunos agricultores que han mejorado sus rebaños introduciendo el Holstein Frisian (Holando Americano) con lo cual han incrementado sus rendimientos lecheros.

La explotación ganadera de crianza produce animales jóvenes y se venden de 250 a 300 Kgrs. para mercado. Algunos también producen animales gordos aprovechando la abundancia de pastos en los años lluviosos.

Los rendimientos de leche promedios del área alcanzan a 2.000 litros por vaca al año. Los agricultores que han logrado introducir ganado holando americano han superado en promedio los 4.000 litros anuales.

Para los efectos de determinar la producción ganadera del área con fines de evaluación se ha considerado que una hectárea de pradera natural produce 65 Kgrs. de carne de vacuno al año y que alternativamente es capaz de producir 400 litros de leche.

La pradera artificial regada en situación actual es capaz de producir 247 Kgrs. de carne de vacuno y alternativamente 2.000 litros de leche al año.

#### **9. Factores que limitan la agricultura actual.**

De acuerdo al diagnóstico efectuado en el estudio FAO los aspectos más importantes que limitan la agricultura actual son:

- a) El riesgo que enfrenta el agricultor ante la variabilidad de las precipitaciones durante el período de lluvias y a lo largo de los años, durante los cuales hay períodos de sequía que pueden durar varios años, se traduce en que este limita sus costos de operación realizando labores de preparación de suelos mínimas, baja aplicación de insumos físicos, todo lo cual afecta las producciones.
- b) Las semillas y las dosis de fertilizantes utilizadas no son las más adecuadas a los requerimientos de las condiciones de suelo de origen volcánico.
- c) Bajo nivel de inversiones y de disponibilidad de capital de operación en la pequeña y mediana agricultura.

- d) Baja rentabilidad del rubro ganado vacuno al existir un bajo consumo por el pobre nivel de ingreso de la población. No olvidar que el 48,4 % de la superficie se dedica a praderas.
- e) En general, baja capacidad empresarial y de conocimientos técnicos para un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles en los predios. En situación de riego seguro, esta situación debe ser considerada.

Teniendo presente los factores limitantes antes indicados, se concluye la necesidad de considerar programas de asistencia técnica y de crédito, en la situación con proyecto.

#### **10. Determinación de la situación base de la agricultura actual.**

Con fines de evaluación del proyecto se presentan a continuación los cuadros II.D.1 a II.D.8 que incluyen los flujos de ingresos y egresos operacionales de la agricultura para la totalidad del área del proyecto y para cada sector de riego.

En su cálculo, se ha considerado la estructura de cultivos y rendimientos unitarios expresados precedentemente y también los estándares para la situación actual de los cultivos y de la ganadería. Un resumen de los costos, ingresos y margen por cultivo tanto a precios privados como sociales y los estándares a precios privados y sociales se presentan en el Anexo II.D.2.

CUADRO II.D.1  
SECTOR DE RIEGO BULNES  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	299	3,5	534759	748240	159,9	223,7	63,8
FREJOL	1759	1,5	123649	279900	217,5	492,3	274,8
LENTEJA SECANO	832	0,8	96659	181605	80,4	151,1	70,7
MAIZ	597	0,4	130373	175540	77,8	104,8	27,0
MARAVILLA	299	1,2	92502	107369	27,7	32,1	4,4
PAPA	1194	12	337722	396000	403,2	472,8	69,6
REMOLACHA	1313	45	443568	632880	582,4	831,0	248,6
TRIGO RIEGO	1373	3,2	104316	185037	143,2	254,1	110,8
TRIGO SECANO	10509	2	70652	115648	742,5	1215,3	472,9
PRADERA ARTIFICIAL	1492		106505	175848	158,9	262,4	103,5
PRADERA NATURAL	15617		15125	30100	236,2	470,1	233,9
<b>T O T A L</b>	<b>35284</b>				<b>2829,8</b>	<b>4509,7</b>	<b>1679,9</b>

CUADRO II.D.2  
SECTOR DE RIEGO DOLLINCO  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	11	3,5	534759	748240	5,9	8,2	2,3
FREJOL	62	1,5	123649	279900	7,7	17,4	9,7
LENTEJA SECANO	29	0,8	96659	181605	2,8	5,3	2,5
MAIZ	21	0,4	130373	175540	2,7	3,7	0,9
MARAVILLA	11	1,2	92502	107369	1,0	1,2	0,2
PAPA	42	12	337722	396000	14,2	16,6	2,4
REMOLACHA	46	45	443568	632880	20,4	29,1	8,7
TRIGO RIEGO	49	3,2	104316	185037	5,1	9,1	4,0
TRIGO SECANO	372	2	70652	115648	26,3	43,0	16,7
PRADERA ARTIFICIAL	53		106505	175848	5,6	9,3	3,7
PRADERA NATURAL	552		15125	30100	8,3	16,6	8,3
<b>T O T A L</b>	<b>1248</b>				<b>100,1</b>	<b>159,5</b>	<b>59,4</b>

CUADRO II.D.3  
SECTOR DE RIEGO SAN IGNACIO  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	51	3,5	534759	748240	27,3	38,2	10,9
FREJOL	302	1,5	123649	279900	37,3	84,5	47,2
LENTEJA SECANO	143	0,8	96659	181605	13,8	26,0	12,1
MAIZ	102	0,4	130373	175540	13,3	17,9	4,6
MARAVILLA	51	1,2	92502	107369	4,7	5,5	0,8
PAPA	205	12	337722	396000	69,2	81,2	11,9
REMOLACHA	225	45	443568	632880	99,8	142,4	42,6
TRIGO RIEGO	235	3,2	104316	185037	24,5	43,5	19,0
TRIGO SECANO	1801	2	70652	115648	127,2	208,3	81,0
PRADERA ARTIFICIAL	256		106505	175848	27,3	45,0	17,8
PRADERA NATURAL	2676		15125	30100	40,5	80,5	40,1
<b>T O T A L</b>	<b>6047</b>				<b>485,0</b>	<b>772,9</b>	<b>288,0</b>

CUADRO II.D.4  
SECTOR DE RIEGO LARQUI-COLTON  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	46	3,5	534759	748240	24,6	34,4	9,8
FREJOL	273	1,5	123649	279900	33,8	76,4	42,7
LENTEJA SECANO	129	0,8	96659	181605	12,5	23,4	11,0
MAIZ	92	0,4	130373	175540	12,0	16,1	4,2
MARAVILLA	46	1,2	92502	107369	4,3	4,9	0,7
PAPA	185	12	337722	396000	62,5	73,3	10,8
REMOLACHA	203	45	443568	632880	90,0	128,5	38,4
TRIGO RIEGO	213	3,2	104316	185037	22,2	39,4	17,2
TRIGO SECANO	1628	2	70652	115648	115,0	188,3	73,3
PRADERA ARTIFICIAL	231		106505	175848	24,6	40,6	16,0
PRADERA NATURAL	2420		15125	30100	36,6	72,8	36,2
<b>T O T A L</b>	<b>5466</b>				<b>438,0</b>	<b>698,2</b>	<b>260,2</b>

CUADRO II.D.5  
SECTOR DE RIEGO PENUCO  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	93	3,5	534759	748240	49,7	69,6	19,9
FREJOL	548	1,5	123649	279900	67,8	153,4	85,6
LENTEJA SECANO	259	0,8	96659	181605	25,0	47,0	22,0
MAIZ	186	0,4	130373	175540	24,2	32,7	8,4
MARAVILLA	93	1,2	92502	107369	8,6	10,0	1,4
PAPA	372	12	337722	396000	125,6	147,3	21,7
REMOLACHA	409	45	443568	632880	181,4	258,8	77,4
TRIGO RIEGO	428	3,2	104316	185037	44,6	79,2	34,5
TRIGO SECANO	3276	2	70652	115648	231,5	378,9	147,4
PRADERA ARTIFICIAL	465		106505	175848	49,5	81,8	32,2
PRADERA NATURAL	4871		15125	30100	73,7	146,6	72,9
<b>T O T A L</b>	<b>11000</b>				<b>881,7</b>	<b>1405,2</b>	<b>523,5</b>

CUADRO II.D.6  
SECTOR DE RIEGO RINCONADA  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	27	3,5	534759	748240	14,4	20,2	5,8
FREJOL	160	1,5	123649	279900	19,8	44,8	25,0
LENTEJA SECANO	76	0,8	96659	181605	7,3	13,8	6,5
MAIZ	54	0,4	130373	175540	7,0	9,5	2,4
MARAVILLA	27	1,2	92502	107369	2,5	2,9	0,4
PAPA	108	12	337722	396000	36,5	42,8	6,3
REMOLACHA	119	45	443568	632880	52,8	75,3	22,5
TRIGO RIEGO	125	3,2	104316	185037	13,0	23,1	10,1
TRIGO SECANO	954	2	70652	115648	67,4	110,3	42,9
PRADERA ARTIFICIAL	136		106505	175848	14,5	23,9	9,4
PRADERA NATURAL	1418		15125	30100	21,4	42,7	21,2
<b>T O T A L</b>	<b>3204</b>				<b>256,7</b>	<b>409,3</b>	<b>152,6</b>

CUADRO II.D.7  
SECTOR DE RIEGO YUNGAY  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. Rendimien		Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
	(has.)	(ton.)					
ESPARRAGO	0	3.5	534759	748240	0.0	0.0	0.0
FREJOL	53	1.5	123649	279900	6.6	14.8	8.3
LENTEJA SECANO	106	0.8	96659	181605	10.2	19.3	9.0
MAIZ	0	0.4	160866	175540	0.0	0.0	0.0
MARAVILLA	0	1.2	92502	107369	0.0	0.0	0.0
PAPA	0	12	375563	396000	0.0	0.0	0.0
REMOLACHA	0	45	443568	632880	0.0	0.0	0.0
TRIGO RIEGO	0	3.2	104316	185037	0.0	0.0	0.0
TRIGO SECANO	398	2	70652	115648	28.1	46.0	17.9
PRADERA ARTIFICIAL	0		106505	175848	0.0	0.0	0.0
PRADERA NATURAL	503		15125	30100	7.6	15.1	7.5
<b>T O T A L</b>	<b>1060</b>				<b>52.5</b>	<b>95.3</b>	<b>42.7</b>

CUADRO II.D.8  
SUPERFICIE TOTAL  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION ACTUAL AÑO 1-2-3

RUBROS	Superf. Rendimien		Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
	(has.)	(ton.)					
ESPARRAGO	527	3.5	529000	767000	278.8	404.2	125.4
FREJOL	3157	1.5	123649	279900	390.4	883.6	493.3
LENTEJA SECANO	1575	0.8	96659	181605	152.2	286.0	133.8
MAIZ	1053	0.4	130373	175540	137.3	184.8	47.6
MARAVILLA	527	1.2	92502	107369	48.7	56.6	7.8
PAPA	2106	12	337722	396000	711.2	834.0	122.7
REMOLACHA	2317	45	443568	632880	1027.7	1466.4	438.6
TRIGO RIEGO	2422	3.2	104316	185037	252.7	448.2	195.5
TRIGO SECANO	18938	2	70652	115648	1338.0	2190.1	852.1
PRADERA ARTIFICIAL	2633		106505	175848	280.4	463.0	182.6
PRADERA NATURAL	28054		15125	30100	424.3	844.4	420.1
<b>T O T A L</b>	<b>63309</b>				<b>5041.8</b>	<b>8061.4</b>	<b>3019.6</b>

## E. CARACTERIZACION DE LA SITUACION FUTURA DE DESARROLLO.

### 1. Objetivo.

La situación futura de desarrollo agropecuario que se plantea para el área del proyecto Laja-Diguillín tiene como propósito determinar los beneficios agrícolas del proyecto con fines de evaluación y además orientar tanto a productores como a instituciones y empresas en la elaboración de planes y programas que será necesario elaborar para lograr las metas propuestas.

### 2. Metodología.

La situación futura de desarrollo agropecuario se ha elaborado teniendo como base la estructura de cultivos determinada en el estudio FAO, y considerando el uso más adecuado de los recursos de que disponen los agricultores del área del proyecto.

De acuerdo al balance hídrico efectuado y que se presenta en el capítulo II.A.3, la superficie neta posible de regar con seguridad 85 % alcanza a 63.309 hectáreas.

Esta superficie corresponde al 88 % del área bruta ocupada por los suelos clasificados entre las clases I y IV de capacidad de uso y entre las unidades de manejo A y K, que son aquellos que tienen uso agrícola con distintas intensidades y en consecuencia con distintas prácticas de manejo y conservación. En el Cuadro II.E.1 se presenta un resumen de la superficie de las unidades de manejo con potencialidad agrícola y para cada uno de los sectores en que se ha dividido el área del proyecto.

CUADRO II.E.1  
SUPERFICIES POR UNIDAD DE MANEJO Y POR SECTOR  
(hectáreas)

SECTOR	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	SUBTOTAL
Yungay	0	13	275	476	0	155	55	231	0	0	0	1.205
Bulnes	5.892	2.791	3.662	4.063	2.437	8.493	889	2.730	8.633	434	71	40.095
Dollinco	0	24	149	189	0	52	872	10	0	111	11	1.418
San Ignacio	3.332	0	472	1.548	708	216	74	0	522	0	0	6.872
Larqui-Colton	821	46	279	656	930	469	1.946	485	169	410	0	6.211
Pemuco	0	2.314	1.576	4.239	0	1.091	2.174	316	496	248	46	12.500
Rinconada	116	266	268	1.306	365	124	489	193	29	407	78	3.641
TOTAL	10.161	5.454	6.681	12.477	4.440	10.600	6.499	3.965	9.849	1.610	206	71.942
%	14,12	7,58	9,29	17,34	6,17	14,73	9,03	5,51	13,69	2,24	0,29	100,00

En el Anexo II.E.1 se define cada unidad de manejo y se presenta la información por sector de todas las unidades de manejo existentes en el área del proyecto.

Teniendo presente el programa de construcción definido para las obras hidráulicas y el deseo de la Comisión Nacional de Riego, en el sentido de efectuar la construcción de ellas en toda su extensión en forma simultánea, se ha estimado que el agua de riego que proporcionará el proyecto, se encontrará disponible en parte de los predios a partir del año 4 del proyecto es decir, en 1994.

La superficie se irá incorporando gradualmente a un ritmo de 30% el año 4 del proyecto(1994), 35 % el año 5 del proyecto(1995) y 35 % el año 6 del proyecto (1996), esto es, 18.993 há.s, 22.158 há.s. y 22.158 has, respectivamente.

La asignación de la superficie por cultivos se realizó considerando que en la situación futura se mantendrían las tendencias de las áreas que actualmente disponen de cierta seguridad de riego. Se postula mantener las rotaciones típicas de dichas áreas en la mayor parte del área del proyecto.

Estas rotaciones incluyen remolacha, papas y frejoles como cultivos de cabecera, seguidos de cereales (trigo y maíz) y oleaginosas (maravilla) durante el segundo año.

Dependiendo del tipo de explotación y calidad de los suelos, se repite esta secuencia de cultivos (rotación de dos años) o continúa con praderas mixtas por dos o cuatro años (rotaciones de cuatro y seis años respectivamente).

Esta secuencia de cultivos permite conservar y aprovechar al máximo la fertilidad de los suelos y controlar tanto plagas y enfermedades como malezas. Por razones agroclimáticas la intensidad de los cultivos no sobrepasa al 100%.

La asignación de cultivos a la superficie total se realizó considerando los siguientes criterios:

- Se determinó la superficie de los grupos de manejo A a K para cada uno de los sectores del área del proyecto. Ver Anexo II.E.1.
- Se determinó la superficie que ocupan los grupos de manejo A a D. Los espárragos, remolacha, maíz y papa se asignaron a estos suelos, distribuyendo la superficie total de cada uno de ellos en función de la importancia relativa de cada sector en el área del proyecto.
- Se determinó la superficie que ocupan los grupos de manejo F e I. La maravilla se asignó a estos suelos, distribuyéndola de la misma forma que los cultivos anteriormente mencionados.
- El cultivo del fréjol se asignó en todos los grupos de manejo de A a K, con el mismo criterio de distribución.

- La superficie restante se asignó a trigo y pradera artificial en la misma proporción definida en el estudio FAO, esto es 44,36% para trigo y 55,64% para pradera.

A continuación se presenta el Cuadro II.E.2 que muestran la asignación de cultivos para el total del área del proyecto y para el año estabilizado.

Cuadro II.E.2  
Superficie por cultivo

Cultivo	Superficie (há.)
Espárragos	2.500
Fréjol	9.000
Maíz	8.000
Maravilla	3.000
Papa	7.000
Remolacha	5.500
Trigo	12.558
Pradera artificial	15.751
Total	63.309

De los cultivos permanentes, la superficie con espárragos aumentará a 2.500 há. (4% del área) en pleno desarrollo del proyecto. El espárrago producido en la zona es de buena calidad, con buenas y comprobadas perspectivas como producto fresco, congelado o industrial; tanto en el mercado nacional como internacional. Las proyecciones no consideran una introducción y/o expansión de frutales (manzanas, peras o cerezas), ya que se trata en general de una zona muy marginal en cuanto a condiciones climáticas para la fruticultura, existe escasa infraestructura de procesamiento y está a bastante distancia de los puntos de embarque de la fruta. No obstante lo anterior, el cultivo del espárrago se caracterizó económicamente sobre la base de anualidades cuyos valores representan los costos, ingresos y márgenes de frutales menores que pudieran establecerse en el área.

En la zona del proyecto existen pocos huertos frutales y la calidad de la fruta es inferior a la producida en áreas más al norte. La manzana también enfrenta dificultades de comercialización en el mercado internacional. De lo anterior se deduce que los huertos industriales se centran principalmente en las regiones más al norte y que la VIII Región y específicamente el área del proyecto absorbería los cultivos desplazados de estas zonas.

Los frutales menores pueden ser importantes para un productor individual por su elevada rentabilidad. Sin embargo, en un proyecto de 63 mil hectáreas siempre ocupa una superficie relativamente reducida, principalmente por limitaciones de mercado y de demanda en mano de obra.

La presente actualización considera los cultivos actuales en las áreas de riego. Un eventual desarrollo del rubro frutícola aumentaría aún más la rentabilidad del proyecto.

El proyecto, siguiendo la tradición y vocación de la zona, postula aumentar la superficie con praderas artificiales a 15,7 mil hectáreas (25% del área), estableciendo así una buena base alimenticia para un programa de desarrollo ganadero orientado hacia la producción de leche y también de carne. Las raciones se complementarían con subproductos de la industria azucarera y de los cultivos.

Las limitaciones actuales no se deben principalmente a una falta de conocimiento del agricultor, sino al riesgo que éste enfrenta al no tener seguridad de riego y con dependencia de las precipitaciones irregulares y mal distribuidas que ocurren en la zona. Con todo, en la situación con proyecto será necesario que los agricultores dispongan de una asistencia técnica orientada principalmente a apoyar los procesos de producción y también al manejo del agua de riego, además de disponibilidad de créditos y buen abastecimiento con insumos físicos, y en el entendido que la seguridad de riego será del 85%, lo que le permitirá desarrollar su predio racionalmente, sin riesgos exagerados.

### 3. Producción Agrícola

#### a) Técnicas de producción y necesidades de insumos

En general, los niveles de insumos y productos corresponden a estándares que permiten lograr los rendimientos proyectados. Los aspectos técnicos relacionados con los cultivos son los mismos que se establecen en el informe FAO. En el presente trabajo se han definido algunos estándares técnicos de cultivo que representan la situación actual se secano.

Con el desarrollo del proyecto se producirá un aumento de la mecanización agrícola, principalmente en la preparación de suelos y cosecha. Los grandes y medianos productores en el área del proyecto dispondrán de tractores y equipos agrícolas para preparar tierras y cultivar; y tendrán acceso a créditos del sistema financiero para su adquisición. Una amplia gama de equipos y maquinaria agrícola, nacional e importada se ofrece en el mercado regional y nacional. Se asume que los pequeños productores arrendarán los servicios de maquinaria para la preparación de suelos, labores y cosechas a empresas especializadas. Sólo algunos agricultores de este estrato comprarán su tractor con implementos y ofrecerán servicios. La cosecha de granos se hace y se hará en el futuro principalmente con cosechadoras automotrices arrendadas, que generalmente provienen de otras zonas.

Se supone también que en el futuro el agricultor sembrará semillas mejoradas y/o certificadas y adaptadas a la zona. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, la Sociedad Nacional de Agricultura, las Universidades y empresas particulares mantienen

programas de mejoramiento, producción y distribución de semillas en Chile y no se prevén dificultades para satisfacer las necesidades futuras del proyecto.

El consumo de fertilizantes del área del proyecto aumentará de un nivel promedio actual anual estimado en 1.400 toneladas de N, 2.200 toneladas de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 300 toneladas de K<sub>2</sub>O a 4.700 ton de Nitrógeno y de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 1.100 ton de K<sub>2</sub>O aproximadamente. En pleno desarrollo, aplicaciones medias por hectárea regada ascienden a 55 kg de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 18 kg de K<sub>2</sub>O, además de otros elementos menores como por ejemplo, aplicaciones de boronatrocalcita en remolacha.

Enfermedades y plagas se controlarán mediante rotaciones culturales y resistencia varietal complementados con programas de aplicaciones químicas de acuerdo a las recomendaciones de los servicios de extensión, empresas industriales y casas comerciales. El control de malezas incluirá el uso de herbicidas en la mayoría de los cultivos. La elevada demanda por mano de obra durante los meses críticos de Octubre a Diciembre, impide el uso intensivo de limpias a mano.

Con el proyecto, se mejorará la eficiencia y uniformidad de riego a nivel de potrero. Se regará principalmente por bordes (melgas) y surcos. Las nivelaciones evitarán cortes profundos y se adaptará, hasta donde es técnicamente factible, el sistema de riego a las condiciones topográficas.

#### b) Rendimientos y producción

Los rendimientos considerados para los productos corresponden a rendimientos promedios para los diferentes tipos de agricultores y por tratarse de cultivos, la mayoría tradicionales, se espera que ellos ocurran a partir de la primera temporada en que se recibe el agua. Es muy probable que ellos sean superados por un grupo importante de productores, pero se ha preferido definir una situación más bien conservadora y que represente una situación promedio.

La estimación de los rendimientos futuros con proyecto y en pleno desarrollo se basa en niveles de producción alcanzados por agricultores de la zona que cuentan con seguridad de riego y aplican tecnologías mejoradas; en resultados obtenidos de estaciones experimentales y; en experiencias de empresas públicas y privadas activas en el área.

A continuación se presentan los rendimientos promedios que se lograrán en la situación futura.

CULTIVO	AREA (há)	RENDIMIENTO (ton/há)	PRODUCCION (ton)
Espárrago	2.500	4,4	11.000
Fréjol	9.000	2,2	19.800
Maíz	8.000	7,0	56.000
Maravilla	3.000	2,0	6.000
Papa	7.000	18,0	126.000
Remolacha	5.500	55,0	302.500
Trigo	12.558	4,2	52.744
Pradera Artif.	15.751	12,0	189.012

#### 4. Praderas y desarrollo ganadero.

Se prevé un fuerte incremento en el área con empastadas artificiales que servirán de base para la alimentación del ganado, especialmente vacuno. La utilización de esta pradera ha seguido los mismos lineamientos establecidos por el estudio de FAO y se ha basado en el estudio de predios tipos, los cuales en esta oportunidad han sido actualizados y valorizados con los nuevos precios existentes.

El proyecto tendrá una buena base alimenticia para el desarrollo ganadero de las empastadas artificiales regadas, principalmente tréboles con ballica y en menor escala alfalfa, que cubrirán un 25 % del área del proyecto. La ganadería se beneficiará también de subproductos de la industria azucarera (coseta y melaza) y de los cultivos (coronas y hojas de remolacha y paja de porotos y trigo) y aprovechará los rastrojos como talaje para la crianza.

La explotación ganadera se orientará a la producción de leche y de novillos para engorda en áreas de secano, durante los meses de abundancia de pastos en primavera. Una vez finalizado el desarrollo predial y en disposición de una seguridad de riego del 85 %, se mantendrán alrededor de dos unidades animal por hectárea de empastada artificial.

La producción de leche alcanzará a 3.900 ltrs. por vaca en un periodo de lactancia de 310 días. En pleno desarrollo, la producción de leche en el área del proyecto alcanzará a 72 mil toneladas/año, esto es unos 4550 litros por hectárea de empastada artificial. Cabe hacer notar que un 40% de la pradera se destina a la producción de leche.

Para conseguir dichas metas se introducirán vaquillas cubiertas y sin cubrir y se recurrirá además a la inseminación artificial para mejorar la masa ganadera. La práctica de inseminación artificial es ampliamente difundida en áreas regadas de la zona. El Servicio

Agrícola y Ganadero (S.A.G.) del Ministerio de Agricultura mantiene programas rigurosos para controlar enfermedades infecto-contagiosas en la zona. La VIII Región está libre de fiebre aftosa. La estrategia para controlar la brucelosis es en base a vacunación hasta que la incidencia se reduce a un 5 %. A este nivel es más económico sacrificar los animales infectados. Otras enfermedades que ocurren comúnmente son fibrosis, trichomoniasis, tuberculosis y parásitos intestinales. El mercado regional y local dispone del apoyo médico tanto físico como humano para satisfacer las necesidades del proyecto. Mayores detalles del programa ganadero, incluyendo un modelo ilustrativo de desarrollo de una masa se presenta en el Anexo II.F.2. En pleno desarrollo el proyecto venderá, además de las 72 mil toneladas de leche ya citados, novillos, animales de desecho y vaquillas cubiertas.

## 5. Plantaciones frutales.

Se ha estimado que esta zona no presenta ventajas comparativas para la producción de frutales de hoja caduca, aunque las pomáceas (manzanos y perales) se desarrollan en buenas condiciones. Sin embargo, los riesgos climáticos en primavera y las eventuales lluvias en verano, podrían afectar la calidad del producto en algunos años y no cumplir con las exigencia cada día más estrictas de las normas de calidad para las exportaciones de este tipo de fruta.

Los berries encuentran muy buenas condiciones y presentan algunas posibilidades ciertas.

Con fines de evaluación, se ha preferido considerar que el cultivo del espárrago, incluido en el proyecto, representaría los márgenes de contribución de los berries y que su superficie estaría incorporada en el cultivo ya referido.

## 6. Estructura de cultivos y plan de incorporación para toda el área del proyecto.

A continuación se presentan los Cuadros II.E.3 a II.E.5, en los cuales se presenta la asignación de cultivos en función del plan de incorporación indicado en el punto E.2 y por cada sector de riego.

## 7. Producción incremental del proyecto.

La producción incremental del proyecto considerando el año 1 y el año de pleno desarrollo sería la siguiente:

Cultivo	P r o d u c c i o n (tons)		
	Sin proyecto	Con proyecto	Incremental
Espárragos	1.845	11.000	9.155
Frejol	4.736	19.800	15.064
Lenteja	1.890	0	0
Maíz	4.212	56.000	51.788
Oleaginosas	632	6.000	5.368
Papa	16.848	126.000	109.152
Remolacha	104.265	302.500	198.235
Trigo	49.414	52.744	3.330
Pradera artif.	30.859*	189.012	158.153

\* Toneladas de materia seca.

## 8. Mercados y precios.

En la presente actualización se ha considerado como válidas las consideraciones efectuadas en el documento FAO en relación al análisis de mercado de los diversos productos.

En relación a los precios de productos, la firma IPLA realizó un completo análisis de precios de productos de entre 20 y 25 años, eliminando el período 1980-84 que distorsiona la información. Dichos precios se ponderaron por los volúmenes transados por mes y posteriormente se promediaron. Los valores así definidos fueron corregidos por flete a Santiago, de acuerdo a ciertos valores que definió la Comisión Nacional de Riego.

Los precios de insumos y los costos de uso de la maquinaria agrícola fueron definidos por la Comisión Nacional de Riego.

En el Anexo II.E.2 se presenta el detalle del análisis mencionado y en el Anexo IV.C.1, un listado de precios privados y los factores para determinar los precios sociales.

## 9. Caracterización económica de la situación con proyecto.

La caracterización económica de la situación con proyecto que se presenta a continuación, está construida sobre la base de las superficies de cultivos que existirá cada año del proyecto multiplicada por los estándares de cada uno de ellos referidos a una hectárea.

Los costos e ingresos de espárragos aplicados en los flujos económicos del proyecto, se calcularon como cuota anual equivalente. Dicha cuota se determinó calculando la anualidad de

CUADRO II.E.3  
PLAN DE INCORPORACION DE LOS AÑOS 4  
(Expresado en hectareas)

RUBROS	YUNGAY		DOLLINCO		RINCONADA		PEMUCO		BULNES		LARGUI COLTO		SAN IGNACIO		TOTAL	
	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%
ESPARRAGOS	17	1.60	15	1.20	61	1.90	241	2.19	563	1.60	71	1.30	151	2.50	1,119	1.77
FREJOL	53	5.00	100	8.01	246	7.68	830	7.55	2769	7.85	438	8.01	447	7.39	4,883	7.71
LENTEJA SECANO	74	6.98	20	1.60	53	1.65	181	1.65	582	1.65	90	1.65	100	1.65	1,100	1.74
MAIZ	53	5.00	40	3.21	173	5.40	691	6.28	1551	4.40	189	3.46	441	7.29	3,138	4.96
MARAVILLA	7	0.66	8	0.64	22	0.69	135	1.23	963	2.73	60	1.10	68	1.12	1,263	1.99
PAPA	46	4.34	51	4.09	194	6.05	752	6.84	1827	5.18	238	4.35	467	7.72	3,575	5.65
REMOLACHA	76	7.17	49	3.93	176	5.49	672	6.11	1698	4.81	228	4.17	411	6.80	3,310	5.23
TRIGO RIEGO	52	4.91	142	11.38	279	8.71	819	7.45	3195	9.06	596	10.90	380	6.28	5,463	8.63
TRIGO SECANO	279	26.32	260	20.83	668	20.85	2293	20.85	7356	20.85	1140	20.86	1261	20.85	13,257	20.94
PRADERA ARTIFICIAL	65	6.13	173	13.86	336	10.49	976	8.87	3848	10.91	721	13.19	449	7.43	6,568	10.37
PRADERA NATURAL	338	31.89	390	31.25	996	31.09	3410	31.00	10932	30.98	1695	31.01	1872	30.96	19,633	31.01
<b>TOTAL</b>	<b>1,060</b>	<b>100.00</b>	<b>1,248</b>	<b>100.00</b>	<b>3,204</b>	<b>100.00</b>	<b>11,000</b>	<b>100.00</b>	<b>35,284</b>	<b>100.00</b>	<b>5,466</b>	<b>100.00</b>	<b>6,047</b>	<b>100.00</b>	<b>63,309</b>	<b>100.00</b>

CUADRO II.E.4  
PLAN DE INCORPORACION DE LOS AÑOS 5  
(Expresado en hectareas)

RUBROS	YUNGAY		DOLLINCO		RINCONADA		PEMUCO		BULNES		LARGUI COLTO		SAN IGNACIO		TOTAL	
	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%
ESPARRAGOS	36	3.40	20	1.60	100	3.12	414	3.76	870	2.47	101	1.85	268	4.43	1,809	2.86
FREJOL	112	10.57	145	11.62	347	10.83	1158	10.53	3947	11.19	630	11.53	615	10.17	6,954	10.98
LENTEJA SECANO	37	3.49	10	0.80	27	0.84	91	0.83	291	0.82	45	0.82	50	0.83	551	0.87
MAIZ	114	10.75	61	4.89	311	9.71	1281	11.65	2663	7.55	301	5.51	836	13.83	5,567	8.79
MARAVILLA	15	1.42	8	0.64	22	0.69	184	1.67	1737	4.92	77	1.41	88	1.46	2,131	3.37
PAPA	100	9.43	62	4.97	293	9.14	1194	10.85	2565	7.27	301	5.51	772	12.77	5,287	8.35
REMOLACHA	79	7.45	53	4.25	243	7.58	979	8.90	2146	6.08	257	4.70	629	10.40	4,386	6.93
TRIGO RIEGO	112	10.57	251	20.11	459	14.33	1276	11.60	5322	15.08	1043	19.08	548	9.06	9,011	14.23
TRIGO SECANO	139	13.11	130	10.42	334	10.42	1147	10.43	3678	10.42	570	10.43	630	10.42	6,628	10.47
PRADERA ARTIFICIAL	140	13.21	325	26.04	570	17.79	1572	14.29	6598	18.70	1294	23.67	674	11.15	11,173	17.65
PRADERA NATURAL	176	16.60	183	14.66	498	15.54	1704	15.49	5467	15.49	847	15.50	937	15.50	9,812	15.50
<b>TOTAL</b>	<b>1,060</b>	<b>100.00</b>	<b>1,248</b>	<b>100.00</b>	<b>3,204</b>	<b>100.00</b>	<b>11,000</b>	<b>100.00</b>	<b>35,284</b>	<b>100.00</b>	<b>5,466</b>	<b>100.00</b>	<b>6,047</b>	<b>100.00</b>	<b>63,309</b>	<b>100.00</b>

CUADRO II.E.5  
PLAN DE INCORPORACION DE LOS AÑOS 6  
(Expresado en hectareas)

RUBROS	YUNGAY		DOLLINCO		RINCONADA		PEMUCO		BULNES		LARGUI COLTO		SAN IGNACIO		TOTAL	
	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%
ESPARRAGOS	55	5.19	25	2.00	140	4.37	587	5.34	1178	3.34	130	2.38	385	6.37	2,500	3.95
FREJOL	144	13.58	190	15.22	448	13.98	1487	13.52	5125	14.52	822	15.04	784	12.97	9,000	14.22
LENTEJA SECANO	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MAIZ	176	16.60	83	6.65	450	14.04	1870	17.00	3776	10.70	414	7.57	1231	20.36	8,000	12.64
MARAVILLA	23	2.17	8	0.64	22	0.69	233	2.12	2512	7.12	94	1.72	108	1.79	3,000	4.74
PAPA	154	14.53	73	5.85	393	12.27	1637	14.88	3303	9.36	363	6.64	1077	17.81	7,000	11.06
REMOLACHA	121	11.42	57	4.57	309	9.64	1286	11.69	2595	7.35	286	5.23	846	13.99	5,500	8.69
TRIGO RIEGO	172	16.23	360	28.85	639	19.94	1732	15.75	7448	21.11	1490	27.26	717	11.86	12,558	19.84
TRIGO SECANO	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
PRADERA ARTIFICIAL	215	20.28	452	36.22	803	25.06	2168	19.71	9347	26.49	1867	34.16	899	14.87	15,751	24.88
PRADERA NATURAL	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>1,060</b>	<b>100.00</b>	<b>1,248</b>	<b>100.00</b>	<b>3,204</b>	<b>100.00</b>	<b>11,000</b>	<b>100.00</b>	<b>35,284</b>	<b>100.00</b>	<b>5,466</b>	<b>100.00</b>	<b>6,047</b>	<b>100.00</b>	<b>63,309</b>	<b>100.00</b>

la plantación durante su vida productiva estimada en 10 años. Estas plantaciones se repitieron durante el horizonte de evaluación del proyecto (40 años), comenzando desde el año 4 en que se incorpora un 30% de los suelos al riego. Así repetidas las plantaciones, se tiene al final del proyecto un valor residual debido a que aún es posible producir en las superficies plantadas en el último ciclo (años 34, 35 y 36).

El valor residual calculado como el valor actual de los flujos futuros de la plantación de espárragos se anualizó y junto a la anualidad calculada anteriormente se determinó la cuota anual equivalente por hectárea del cultivo del espárrago.

Para la determinación del margen económico de las praderas se utilizó la misma metodología es decir se anualizó la inversión en animales e infraestructura y el valor residual de los primeros.

En la determinación de los costos por cultivo se consideró el costo de uso de la maquinaria agrícola por lo cual en los flujos económicos de la evaluación no se considera la inversión en maquinaria ya que estaría incluida en dichos costos. Sin perjuicio de lo anterior, esta inversión se identifica en el análisis de los predios tipo.

En los cuadros II.E.6 a II.E.8 se presenta la caracterización económica para el área total del proyecto. En el Anexo II.E.4 se incluyen los cuadros de la caracterización económica para cada sector de riego.

Un resumen de los costos, ingresos y márgenes por cultivo, tanto a precios privados como sociales, y los estándares a precios privados y sociales se presentan en el Anexo II.E.4.

CUADRO II.E.6  
SUPERFICIE TOTAL  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION FUTURA AÑO 4

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo	Ingreso	Costo	Ingreso	Margen
			x ha. (\$)	x ha. (\$)	Total mill.(\$)	Total mill.(\$)	
ESPARRAGO	1119	4,4	551275	925765	616,9	1035,9	419,1
FREJOL	4883	2,2	153583	410520	749,9	2004,6	1254,6
LENTEJA SECANO	1100	0,8	96659	181605	106,3	199,8	93,4
MAIZ	3138	0,7	202159	307195	634,4	964,0	329,6
MARAVILLA	1263	2	119353	178948	150,7	226,0	75,3
PAPA	3575	18	429148	594000	1534,2	2123,6	589,3
REMOLACHA	3310	55	489457	773520	1620,1	2560,4	940,2
TRIGO RIEGO	5463	4,2	119228	242861	651,3	1326,7	675,4
TRIGO SECANO	13257	2	70652	115648	936,6	1533,1	596,5
PRADERA ARTIFICIAL	6568		106505	175848	699,5	1155,0	455,4
PRADERA NATURAL	19633		15125	30100	296,9	591,0	294,0
<b>T O T A L</b>	<b>63309</b>				<b>7997,0</b>	<b>13720,0</b>	<b>5723,0</b>

CUADRO II.E.7  
SUPERFICIE TOTAL  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION FUTURA AÑO 5

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	1809	4,4	551768	927243	998,1	1677,4	679,2
FREJOL	6954	2,2	153583	410520	1068,0	2854,8	1786,7
LENTEJA SECANO	551	0,8	96659	181605	53,3	100,1	46,8
MAIZ	5567	0,7	202159	307195	1125,4	1710,2	584,7
MARAVILLA	2131	2	119353	178948	254,3	381,3	127,0
PAPA	5287	18	429148	594000	2268,9	3140,5	871,6
REMOLACHA	4386	55	489457	773520	2146,8	3392,7	1245,9
TRIGO RIEGO	9011	4,2	119228	242861	1074,4	2188,4	1114,1
TRIGO SECANO	6628	2	70652	115648	468,3	766,5	298,2
PRADERA ARTIFICIAL	11173		106505	175848	1190,0	1964,7	774,8
PRADERA NATURAL	9812		15125	30100	148,4	295,3	146,9
<b>T O T A L</b>	<b>63309</b>				<b>10795,9</b>	<b>18471,9</b>	<b>7676,0</b>

CUADRO II.E.8  
SUPERFICIE TOTAL  
COSTOS E INGRESOS DEL PLAN DE PRODUCCION  
SITUACION FUTURA AÑO 6

RUBROS	Superf. (has.)	Rendimien (ton.)	Costo x ha. (\$)	Ingreso x ha. (\$)	Costo Total mill.(\$)	Ingreso Total mill.(\$)	Margen mill.(\$)
ESPARRAGO	2500	4,4	552276	928767	1380,7	2321,9	941,2
FREJOL	9000	2,2	153583	410520	1382,2	3694,7	2312,4
LENTEJA SECANO	0	0,8	96659	181605	0,0	0,0	0,0
MAIZ	8000	0,7	202159	307195	1617,3	2457,6	840,3
MARAVILLA	3000	2	119353	178948	358,1	536,8	178,8
PAPA	7000	18	429148	594000	3004,0	4158,0	1154,0
REMOLACHA	5500	55	489457	773520	2692,0	4254,4	1562,3
TRIGO RIEGO	12558	4,2	119228	242861	1497,3	3049,8	1552,6
TRIGO SECANO	0	2	70652	115648	0,0	0,0	0,0
PRADERA ARTIFICIAL	15751		106505	175848	1677,6	2769,8	1092,2
PRADERA NATURAL	0		15125	30100	0,0	0,0	0,0
<b>T O T A L</b>	<b>63309</b>				<b>13609,1</b>	<b>23243,0</b>	<b>9633,8</b>

## 10. Inversiones en maquinaria agrícola.

La determinación de las necesidades de maquinaria agrícola que demandará el proyecto en pleno desarrollo se han calculado de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Las labores culturales se desarrollarían con un equipo compuesto de un tractor de 75 HP, un arado de 4 discos, una rastra de 18 discos y un carro de arrastre para 4 toneladas.
- b) Las labores de ensilaje y henificación de las empastadas se realizarán con un equipo pastero compuesto de un tractor de 64 HP, una segadora, un rastrillo de descarga lateral y una enfardadora o chopper.
- c) Se ha estimado que un equipo para desarrollar las labores culturales es capaz de atender 100 hás. al año y que la superficie que requiere de nuevos equipos alcanza a aproximadamente a 26.000 hás., que resultan de descontar 22.000 hás. que hoy se cultivan bajo canal y 15.750 hás. que corresponden a praderas artificiales a las 63.300 hás. que cubre la totalidad del área del proyecto.
- d) Se ha estimado un equipo pastero por cada 100 hás. de empastadas artificiales, que en situación de pleno desarrollo alcanzarán a 15.750 hás.

En consecuencia, las necesidades de maquinaria agrícola son las siguientes:

Tipo de maquinaria	Cantidad unidades	Precio unitario (\$)	Valor total (millones \$)
Tractor de 64 HP	158	4.544.792	718,1
Equipos pasteros	158	5.801.071	916,6
Tractor de 75 HP	256	5.459.375	1.397,6
Rastras	256	1.094.270	280,1
Arados	256	699.479	179,1
Carro arrastre	256	256.250	65,6
<b>Total</b>			<b>3.557,1</b>

La adquisición de la maquinaria e implementos se haría en tres años a partir del año 4 del proyecto (1994) de acuerdo al siguiente detalle:

Año 4 (1994) = 1.067,1 millones de pesos.  
 Año 5 (1995) = 1.245,0 millones de pesos.  
 Año 6 (1996) = 1.245,0 millones de pesos.

### 11. Inversiones en adquisición de ganado.

Se tuvo como base las necesidades de ganado del Modelo III, que señala que cada predio requiere de \$ 2.180.000 en compra de ganado, que multiplicado por 361 predios ganaderos da un total de 787,0 millones de pesos.

La adquisición de ganado se haría en tres años a partir de 1994 (Año 4 del proyecto) según el siguiente detalle:

Año 4 (1994)	=	236,1 millones de pesos.
Año 5 (1995)	=	275,5 millones de pesos.
Año 6 (1996)	=	275,4 millones de pesos.

### 12. Mejoramiento de instalaciones.

El mejoramiento de las instalaciones existentes y de las nuevas construcciones proyectadas se obtuvieron del modelo III que incluye a 361 predios.

Las necesidades por predio alcanzan a un monto de \$ 3.000.000, que multiplicados por 361 predios da un total de 1.083,0 millones de pesos.

Estas inversiones se proyecta realizarlas a partir del año 4 del proyecto (1994), según el siguiente detalle:

Año 4 (1994)	=	324,9 millones de pesos.
Año 5 (1995)	=	379,1 millones de pesos.
Año 6 (1996)	=	379,0 millones de pesos.

## F. RESULTADOS FINANCIEROS

### 1. Consideraciones básicas.

La viabilidad financiera del proyecto se estudió sobre la base del desarrollo de cuatro Predios Tipo, que representan las explotaciones agrícolas del área del proyecto.

Los Predios Tipos analizados se desarrollaron en función del tamaño y tipo de explotación de las unidades productivas en la zona del proyecto y son los siguientes:

Predio Tipo	Superficie (ha)	Tipo Explotación
I	24	Cultivos anuales
II	40	Cultivos anuales y perennes
III	60	Cultivos anuales y ganadería
IV	40	Cultivos anuales y ganadería

Los Predios Tipo I al III poseen actualmente una pequeña superficie bajo riego. El Predio Tipo IV es representativo de una explotación actual de secano en el área.

El análisis de producción, gastos de operación, inversiones y margen neto de los Predios Tipo se basó en las siguientes premisas comunes:

1.- El año cero representa la situación actual sin proyecto. En este año están terminándose de construir las obras de riego que permiten que el agua quede a "puerta de predio". Durante este año el agricultor comienza a adecuar su predio para la puesta en riego, que permitirá la incorporación al regadío el 30 % de la superficie física en el año 1.

2.- En el año 1 el agricultor riega con 85 % de seguridad el 30 % de la superficie y continúa con la puesta en riego que posibilitará la incorporación del 35 % restante de la superficie en el año 2.

3.- El año 2 el agricultor posee el 65 % de su superficie bajo riego y está terminando la adecuación predial para incorporar al riego el 35 % restante de su superficie.

4.- En el año 3 se alcanza el pleno desarrollo agrícola propuesto para la situación con proyecto, con el 100 % de su superficie regada con 85 % de seguridad.

5.- En el año 4 adelante, se establece la situación de equilibrio de la producción de acuerdo a las situaciones descritas para cada predio tipo y las producciones estimadas.

6.- El desarrollo agropecuario de los Predios Tipo se detalla en el Anexo II.F.1.

7.- Los precios de los insumos y productos se consideraron a nivel privado y a Julio de 1990. Estos mismos precios se utilizaron para la evaluación económica del proyecto.

8.- Créditos de operación para cultivos anuales: El 30 % de los costos de producción se financian con recursos propios del agricultor de acuerdo a sus ingresos y el 70 % restante con recursos de la banca comercial a un año plazo y con una tasa del 10 % anual.

9.- Créditos de inversión : El 100 % de los recursos provienen de créditos de los bancos comerciales obtenidos a un interés del 10 % anual, con plazos y períodos de gracia siguientes :

- Espárragos : 6 años, con 2 años de gracia.
- Inversiones ganaderas : 7 años, con 3 años de gracia.
- Otras inversiones : 4 años plazo, sin período de gracia.

10.- Puesta en riego predial : Se desarrollaría sobre la base de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, ley Nro 18.450. Se distinguen los siguientes casos :

- Agricultores de menos de 12 Hectáreas de Riego Básico (H.R.B.): Subsidio de 75 % del costo de las obras, que recibirá en el año 2 cuando se termine la puesta en riego. Durante los 3 años de adecuación predial ( años 0 al 2) recurre a un préstamo con 2 años de gracia, con un interés del 10 % anual.
- Agricultores de más de 12 H.R.B. : Subsidio de 20 % del costo de las obras que recibe en el año 2. Aporte propio del agricultor equivalente al 20 % del costo total. El 60 % restante se financia con un crédito a 7 años plazo con 3 de gracia y a una tasa de interés del 10 % anual.

11.- Todos los agricultores beneficiados con el proyecto deben pagar el 100 % de los costos de operación y mantención del sistema de riego y que equivalen al 1 % de la inversión en obras hasta el nivel de "puerta de predio".

12.- Impuestos

- Contribución de bienes raíces estimadas en un 2,14 % del avalúo fiscal.

- Impuesto a la renta: 10 % de la renta presunta.

13.- El avalúo fiscal de la tierra se consideró en promedio a \$ 108.000 la há. de secano y \$ 320.000 la há. de riego. El valor comercial actual es de \$ 300.000 la há. de secano y \$ 900.000 la de riego de clase I.

14.- El costo de la mano de obra familiar se valorizó al mismo precio que la contratada, considerando la fuerte demanda por mano de obra que originará el proyecto en la zona.

Los Predios Tipos con el desarrollo agropecuario propuesto y los supuestos antes mencionados, permitirán que los agricultores beneficiados con el proyecto incrementen entre 2,9 y 5,5 veces su ingreso anual, dependiendo del tipo de explotación predial.

En el cuadro siguiente se resumen los indicadores financieros más importantes de los Predios Tipos.

## RESUMEN PREDIOS TIPO

	Unidad	PREDIO TIPO I		PREDIO TIPO II		PREDIO TIPO III		PREDIO TIPO IV	
		Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
Area total	há	24	24	40	40	60	60	40	40
Area Regada	há	4	24	6	40	10	60	-	40
Area Secano	há	20	-	34	-	50	-	40	-
Ingresos Netos ( después de impuestos y gastos financieros)	\$ miles US \$ miles	1,062.2 3.5	3,510.7 11.7	1,650.5 5.5	9,163.0 30.5	2,997.6 10.0	10,541.1 35.1	1,278.5 4.3	3,727.3 12.4
Demanda Mano Obra Total	días-hombre	336	1150	468	2258	991	3171	288	1218
Demanda Mano Obra Familiar	días-hombre	299	477	410	500	503	540	280	540
Demanda Mano Obra Contratada	días-hombre	37	673	58	1758	488	2631	8	678

## 6. PUESTA EN RIEGO PREDIAL.

### 1. Características de la situación de riego actual.

#### 1.1 Infraestructura de riego y desarrollo predial existente.

El área en la cual se localiza el proyecto, está dedicada en un 51,5 % a la explotación de cultivos anuales, que corresponde a aproximadamente 32.622 hás. El 48,5 % de la superficie restante permanece ocupada con pastos naturales, praderas artificiales, o con suelos en barbecho o descanso, es decir 30.687 hás. En total hay 63.309 hás.

Debido a la gran variación que existe en la disponibilidad de agua entre un año agrícola y otro, la superficie regada varía entre 4.000 y 14.000 hás. dependiendo de si el año es seco o húmedo respectivamente.

Sin embargo, la red de canales principales y derivados que conducen las aguas hasta los predios es capaz de cubrir y abastecer a aproximadamente el 70 % del total de la superficie del proyecto.

La superficie que hoy día cuenta con infraestructura de riego interna se estima que no debe ser inferior a 18.000 hás. Esta misma superficie tiene algún grado de nivelación y/o emparejamiento.

La totalidad de los predios cuentan con cierros en sus deslindes que los separan de las propiedades vecinas y su superficie está claramente definida. Todos los predios cuentan con su inscripción en el Conservador de Bienes Raíces y se encuentran debidamente enroladas en el Servicio de Impuestos Internos. También, los predios que se riegan en la actualidad cuentan con los derechos de aprovechamiento de las aguas y están registrados en la Asociación de Canalistas o Comunidades de Agua respectivas. Los predios que fueron producto de la Reforma Agraria, también cuentan con las Resoluciones del Servicio Agrícola Ganadero, en la cual se determinan los derechos para las Parcelas y para la Reserva.

#### 1.2 Microrelieve, profundidad y textura de los suelos.

El estudio de suelos escala 1:20.000 y el levantamiento topográfico escala 1:10.000, realizados para el área del Proyecto señalan que la pendiente natural del terreno varía entre 0,2 y 1 %, con predominancia de pendientes de 0,5 %; el microrelieve es ligeramente ondulado a plano. La profundidad de los suelos varía de medianamente profundos a profundos, predominando profundidades menores a 1,0 metro. La fertilidad de los suelos disminuye significativamente con la profundidad en los primeros 30 cm., razón por la cual, la nivelación no debe considerar cortes muy profundos.

La textura de los suelos varía de franca a arcillosa, con predominio de suelos franco limosos y franco arcillosos. En las márgenes de los ríos Diguillín e Itata, especialmente la zona de confluencia de éstos, existen pequeñas áreas arenosas, que con fines de riego han sido considerados en Categoría 4 y los suelos con problemas de inundación en Categoría 6.

## 2. Necesidades de adecuación predial para la puesta en riego.

### 2.1 Tipo de cultivo.

De conformidad con el patrón de cultivos propuesto para el área, el acondicionamiento de las tierras para riego, se haría en función del establecimiento de los siguientes métodos de riego:

Cultivo	Método riego	Superficie (has.)	Porcentaje %
Fréjol	Surcos	9.000	14,2
Maravilla	Surcos	3.000	4,7
Maíz	Surcos	8.000	12,6
Papa	Surcos	7.000	11,1
Remolacha	Surcos	5.500	8,7
Espárragos	Surcos	2.500	4,0
Trigo	Bordes	12.558	19,8
Pradera artif	Bordes	15.751	24,9
<b>T o t a l</b>		<b>63.309</b>	<b>100,0</b>

### 2.2 Consideraciones básicas.

El acondicionamiento de los suelos a nivel de predio, implica la realización de mejoras permanentes en las áreas que serán colocadas en riego, para adecuarlos a los métodos por bordes y por surcos que han sido elegidos.

Los costos de estos trabajos varían de una propiedad a otra, en función del grado de preparación actual, de la pendiente del terreno, tipo de suelo, tamaño y forma de la propiedad y tipo de cultivo.

En este caso los costos de desarrollo predial han sido determinados sobre la base de un predio ilustrativo de 100 hás, que de acuerdo al diseño propuesto podría también representar a cuatro propiedades de 25 hás. cada una. Se ha procedido de esta manera en consideración a que:

- El tamaño promedio de propiedades es de 36 hás. y el 8,6 % de la superficie corresponde a propiedades mayores de 20 hás.
- La pendiente del terreno es uniformemente plana.
- Las tierras que tienen hoy alguna preparación para el riego están dispersas en pequeños lotes en todo el ámbito del proyecto.

- Su grado de preparación es primario.
- La información topográfica disponible no es suficiente para determinar las nivelaciones con relativa precisión.

### 2.3 Trabajos requeridos.

#### a) Topografía.

Es necesario levantar un plano topográfico escala 1:2.000 con curvas de nivel con intervalo vertical de 0,20 metros, para aquellos suelos que se van a nivelar.

Para realizar la ubicación de la infraestructura actual de riego y la obra de toma a entrada de predio se utilizará el levantamiento topográfico escala 1:10.000 y se harán los levantamientos de los perfiles de las fajas por donde irán los canales distribuidores y la ubicación de las obras de arte que lo requieran dada su envergadura.

#### b) Limpieza del terreno.

Bajo este rubro se ha previsto la limpieza a mano de los terrenos que en la actualidad no se cultivan y que se encuentran con arbustos de rosa mosqueta, retamillo u otros matorrales.

#### c) Nivelación primaria.

De acuerdo al tipo de cultivo y método de riego a desarrollar se ha previsto una nivelación primaria que no signifique cortes mayores de 15 cm. y un total de 200 m<sup>3</sup> por há. Este trabajo es especialmente necesario en las áreas a regar por el método de bordes.

En el área del proyecto se han diferenciado las siguientes necesidades de nivelación:

En el sector de Femuco hay 4.163 há. ubicadas en la parte baja, que están preparadas para el riego, los terrenos son planos o han sido ya nivelados por consiguiente no requerirán trabajos de nivelación.

En la zona de San Ignacio y Bulnes se ha estimado que hay 5.337 há. que equivalen al 40 % del área máxima que se riega en años húmedos, tampoco necesitarían de trabajos de nivelación.

En el resto del área se necesitaría trabajos de nivelación primaria en una superficie aproximada a las 37.000 há.

#### d) Conformación de bordes.

Este es un trabajo que corresponde ejecutar en 25.267 há. que equivale al 39,9 % del área, la cual se proyecta dedicar a

cultivos de praderas artificiales y trigo, por consiguiente regadas con el método por bordes. El trabajo consiste en construir bordes o camellones separados entre sí con una distancia de 15 metros, la que puede variar según la pendiente del terreno, tal como se muestra en la figura II.G.2 y se especifica en un cuadro que viene en las páginas siguientes. Estos bordes deben tener una altura media de 0,30 metros una base de 0,8 metros y coronación de 0,20 metro.

e) Canales prediales.

Dentro del predio se requiere construir dos tipos de canales de riego:

- Canales distribuidores principales que derivan el agua desde la obra de toma predial hacia los sectores de riego del predio. Para el caso ilustrativo analizado se ha considerado una longitud de 1.200 metros y una capacidad de 125 l/s. Los canales tendrían una profundidad de 0,4 metros, un ancho basal de 0,30 metros y taludes 1/1. Ver figuras II.G.1 y II.G.2.
- Acequias regadoras de cabecera desde las cuales se distribuye el agua hacia los surcos o los bordes de acuerdo al diseño ilustrativo de la figura II.G.1 y II.G.2 se requerirá en promedio 28 metros por há, con una capacidad de 50 l/s.

f) Drenes y desagües.

Con el propósito de servir de drenes superficiales en la época de lluvias y de desagües en la época de riego, es necesario excavar cauces de drenaje al final de los bordes o surcos. Estos deben tener una capacidad de 100 l/s, sección triangular con taludes 6 a 8 en uno y profundidad de 0,4 a 0,5 metros. Se requerirá en promedio 36 metros por há., de acuerdo al diseño de la figura II.G.1.

g) Caminos.

Se construirán caminos de 4 metros de ancho a lo largo de los canales y acequias regadoras, con la doble finalidad de facilitar las actividades de riego y el traslado de las cosechas, sin dañar los canales y drenes construídos. Se ha estimado la construcción de 30 metros por há.

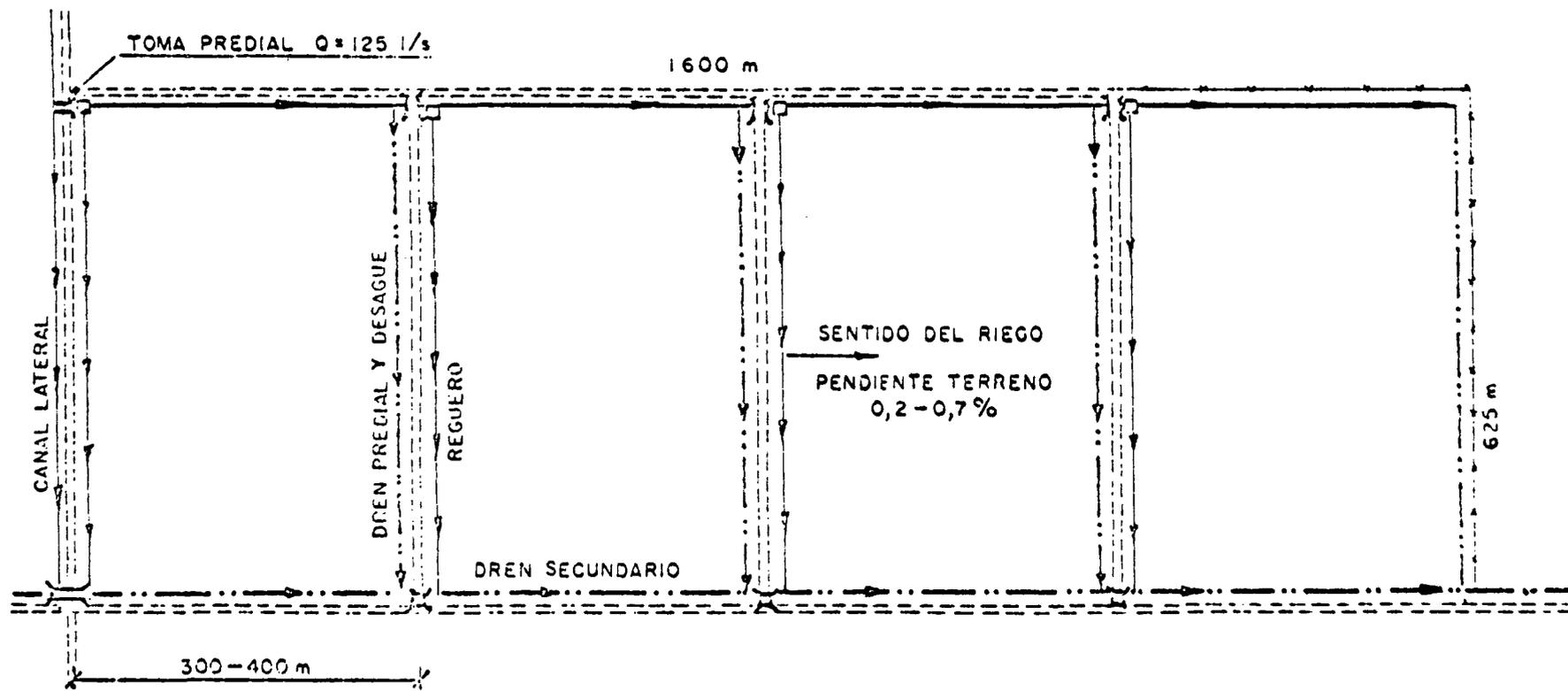
h) Obras de arte.

La entrega a cada predio se hará a través de marcos partidores y la distribución interna desde los canales se hará por compuertas tipo marco, cerradas con láminas de acero deslizantes accionadas manualmente. En promedio se estima necesario, una por cada 25 há.

En los cruces de caminos y de canales se deben construir puentes de 4 metros de ancho, consistentes en lozas de concreto apoyadas sobre estribos de concreto. En promedio se estiman tres por cada 100 há.

En los cruces de caminos con los drenes se construirán

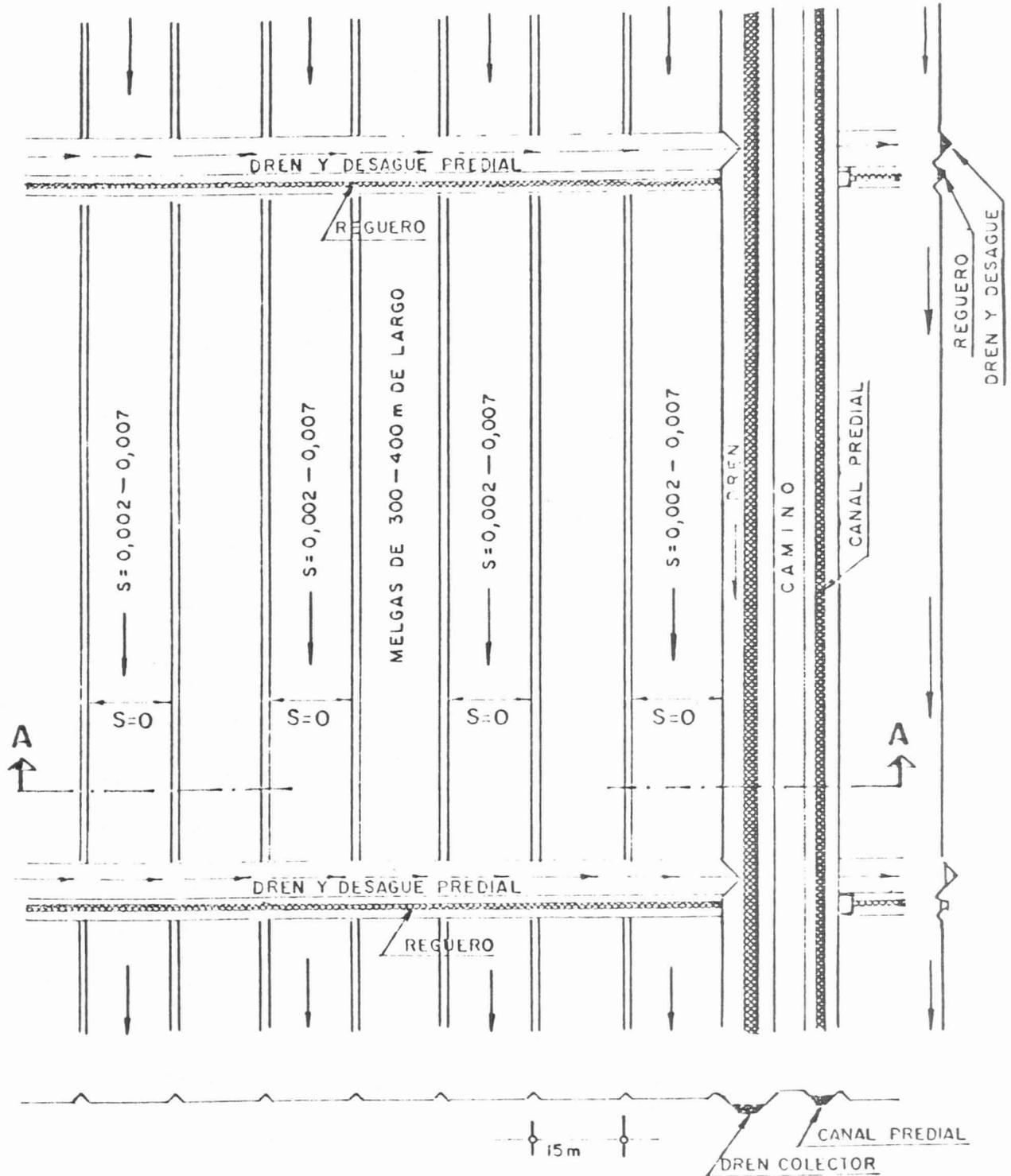
**PROYECTO DE RIEGO LAJA - DIGUILLIN**  
**DESARROLLO FISICO INTRAPREDIAL**  
**ILUSTRATIVO PARA ESTIMAR COSTO**



**LEYENDA**

- |       |   |       |                         |
|-------|---|-------|-------------------------|
| — — — | ALCANTARILLA CRUCE DREN Y CAMINO 3/100 ha | — — — | CAMINO PREDIAL 30 m. h. |
| — — — | PUENTE CRUCE CAMINO Y REGUERO 3/100 ha    | — — — | CANAL O REGUERO 40 m/ha |
| — — — | TOMA DE CANAL REGUERO 1/25 ha             | — — — | DREN O DESAGUE 36 m/ha  |
|       |   | — — — | CERCO (EXISTENTE)       |

PROYECTO DE RIEGO LAJA - DIGUILLIN  
DISEÑO TIPO DE DESARROLLO INTRAPREDIAL  
SISTEMA DE RIEGO POR MELGAS



SECCION TRANSVERSAL A-A

alcantarillas circulares de 18 pulgadas de diámetro, estimándose tres por cada 100 há.

i) Cierros.

Las necesidades de construcción de cierros para el apotreramiento se encuentran consideradas en las inversiones ganaderas, por lo tanto no se incluyen en esta parte del estudio.

### 3. Determinación de costos de la puesta en riego y cronograma de ejecución.

Los costos han sido calculados sobre la base de un análisis de un predio ilustrativo de 100 há.; las cantidades de las diferentes obras se calcularon teniendo presente la importancia relativa que estas tienen en la totalidad del área del proyecto y ; los precios unitarios se obtuvieron de contratos recientes en el área y experiencia de trabajos similares. La cantidad de obras y valores resultantes se presentan a continuación:

#### PROYECTO DE RIEGO LAJA DIGUILLIN

#### COSTO DE ADECUACION PREDIAL PARA LA PUESTA EN RIEGO.

Calculado para un caso típico de 100 há.

Concepto	Unid.	Cantidad	Precio unitario (\$)	Valor total (\$)	Equival. dólares (US\$)
1.- Levantamiento topográfico escala 1:2.000	há.	100	5.400	540.000	1.800
2.- Limpieza de terreno	há.	42	3.000	126.000	420
3.- Nivelación primaria	há.	42	30.000	1.260.000	4.200
4.- Construcción de bordes	há.	45	6.000	270.000	900
5.- Canales prediales	m.	4.000	450	1.800.000	6.000
6.- Drenes y desagües	m.	3.600	180	648.000	2.160
7.- Caminos	m.	3.000	120	360.000	1.200
8.- Obras de arte	c/u	10	108.000	1.080.000	3.600
Subtotal				6.084.000	20.280
9.- Imprevistos 10 %				608.400	2.028
10.-Gastos generales y supervisión		9,8 %		657.600	2.192
Total general				7.350.000	24.500
Costo por há.				73.500	245,00
Costo total para las 63.309 há. del proyecto			\$	4.653.211.500	

El cronograma de la puesta en riego de la superficie del proyecto se desarrollará a partir del año 3, incorporando ese año 18.993 hás. El año 4 del proyecto se incorporarán 22.158 hás. y el año 5 del proyecto se incorporarán 22.158 hás. La distribución por sector de riego y el costo para cada año expresado en millones de pesos es el siguiente:

## Distribución anual

Sector riego	Area neta (has)	Año 3		Año 4		Año 5	
		Sup.(has)	Valor	Sup.(has)	Valor	Sup.(has)	Valor
Bulnes	35.284	10.585	778,1	12.349	907,6	12.350	907,7
Pemuco	11.000	3.300	242,6	3.850	283,0	3.850	283,0
Rinconada	3.204	962	70,7	1.121	82,4	1.121	82,4
Dollinco	1.248	374	27,5	437	32,1	437	32,1
San Ignacio	6.047	1.814	133,3	2.117	155,6	2.116	155,5
Colton Larqui	5.466	1.640	120,5	1.913	140,6	1.913	140,6
Yungay	1.060	318	23,3	371	27,3	371	27,3
T o t a l	63.309	18.993	1.396,0	22.158	1.628,6	22.158	1.628,0

## PROYECTO DE RIEGO LAJA DIGUILLIN

## Dimensiones recomendables de los bordes de riego

Textura del suelo	Pendiente del terreno %	Profundidad de aplicación (cm)	Tamaño recomendable para los bordes		Gasto recomendable (l/s)
			Largo (m)	Ancho (m)	
GRUESA	0,25	5	150	15	225
		10	245	15	200
		15	400	15	170
	1,00	5	90	12	35
		10	150	12	70
		15	275	12	70
	2,00	5	60	9	35
		10	90	9	30
		15	185	9	30
MEDIA	0,25	5	245	15	200
		10	400	15	170
		15	400	15	100
	1,00	5	150	12	70
		10	305	12	70
		15	400	12	70
	2,00	5	90	9	30
		10	185	9	30
		15	305	9	30
FINA	0,25	5	400	15	115
		10	400	15	70
		15	400	15	40
	1,00	5	400	12	70
		10	400	12	35
		15	400	12	20
	2,00	5	400	9	30
		10	400	9	30
		15	400	9	20

FUENTE : "IRRIGATION, DRAINAGE AND SALINITY"

An International Source Books; FAO/UNESCO, 1973

## H. ASISTENCIA TECNICA A LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

### 1. Introducción.

El diagnóstico de la situación actual de riego del área de influencia del proyecto de riego que se plantea realizar, ha señalado que la agricultura que hoy se desarrolla se caracteriza por la baja seguridad de riego y que como consecuencia, los agricultores pequeños y medianos utilizan tecnologías rudimentarias y niveles de insumos precarios, lo que incide negativamente en los niveles de rendimientos tanto de los cultivos como de la ganadería.

La llegada de volúmenes de agua nuevos y seguros a lo largo de toda la temporada agrícola y que también se deberá pagar por ellos, transformándose en un costo adicional de producción, cambiará la situación y se hará necesario apoyar principalmente a los agricultores pequeños y medianos y también a la agricultura empresarial con programas específicos y diferenciados de Asistencia Técnica.

### 2. Programas a desarrollar.

Se desarrollarán dos Programas específicos de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica:

- a) Programa de Investigación para todo el proyecto de riego y de Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica a medianos y grandes agricultores.
- b) Programa de Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica a pequeños agricultores.

#### 2.1 Programa de Investigación, Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica a medianos y grandes agricultores.

Este programa se divide a su vez en los siguientes subprogramas:

##### 2.1.1 Subprograma de investigación.

El subprograma de investigación se caracteriza por estar orientado principalmente a actividades relacionadas con el riego y a determinar la respuesta de los cultivos al agua en función de las características de los suelos y del clima, como también la selección de los parámetros de diseño para métodos de riego y su posterior evaluación.

Las acciones principales a realizar serán:

- a) Determinación de los parámetros de velocidad de infiltración, densidad aparente, constantes hídricas, conductividad hidráulica, fluctuaciones y mapeos de napas freáticas,

pendientes predominantes, etc.

- b) Sistematización de información climática, que se obtendrá en lo posible de agricultores que tengan registros meteorológicos y de estaciones climáticas cercanas. Además se establecerán registros de temperaturas y pluviometría y evaporación en predios de agricultores seleccionados.

Con los parámetros anteriores se redefinirán las unidades de manejo para el valle y la sectorización para el riego, teniendo en consideración la rentabilidad de los cultivos.

Como se señaló anteriormente, esto permitirá seleccionar técnicamente los cultivos más apropiados al potencial de los recursos existentes, lo que podría conducir a un cambio en los cultivos seleccionados para la evaluación del proyecto.

- c) Determinación de la respuesta de los cultivos al agua de riego, obteniendo parámetros de frecuencia de riegos y tolerancia de los cultivos a los excesos de agua en el suelo.

Por otra parte, en ensayos que consideren profundidad de la napa y duración del período de anegamiento se establecerá la tolerancia de los cultivos a la deficiencia de aire en el suelo.

- d) Selección de los parámetros de diseño para métodos de riego y su posterior evaluación.

En cada unidad de manejo se establecerán diversos métodos de riego de acuerdo a los correspondientes cultivos. Se estudiará en ellos las alternativas técnicas de diseño que manifiesten la mayor eficiencia en las aplicaciones del agua de riego.

Se considera estudiar los siguientes métodos de riego, sin que la enumeración sea excluyente de otros:

- Surco.
- Bordes.
- Aspersión.

También en este aspecto se considera la determinación de las mejores estructuras de distribución del agua de riego y de evacuación de los sectores de aplicación.

Todos los resultados que se obtengan de esta investigación aplicada se transferirán a la totalidad de los agricultores del valle.

Para el caso de los pequeños agricultores los resultados de esta investigación se entregarán a las firmas consultoras que los atenderán.

Para el caso de los medianos y grandes agricultores se

entregarán a través del personal especializado que apoyará los Grupos de Transferencia Tecnológica que operarán en el área.

Este subprograma será desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el Proyecto le pondrá a disposición los fondos para su ejecución.

El subprograma tendrá una duración de 7 años y comenzará el año 1 del Proyecto Global.

#### 2.1.2 Subprograma de Transferencia de Tecnología y Asistencia Técnica a medianos y grandes agricultores.

Este subprograma desarrollará las siguientes acciones:

- a) Divulgación de la investigación obtenida en la investigación aplicada y de todas las normas de manejo e introducción de cultivos, a través de una unidad de comunicaciones.
- b) Formación y funcionamiento de los Grupos de Transferencia Tecnológica (G.T.T).
- c) Establecimiento de predios modelos con aquellos agricultores líderes del área.
- d) Evaluación de la adopción de tecnologías y de administración de predios.

Este subprograma será desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (I.N.I.A).

Los recursos financieros serán aportados por el Proyecto y tendrá una duración de 5 años contados desde el inicio del año 3 del Proyecto Global, en consecuencia durará hasta fines del año 7.

A partir del año 8 del Proyecto la Asistencia técnica que demanden los medianos y grandes agricultores deberá ser atendida por los mecanismos corrientes y normales de asistencia a la agricultura chilena.

#### 2.1.3 Subprograma de asistencia técnica para la elaboración de proyectos de puesta en riego predial.

Este subprograma se regirá por los lineamientos que establece la Ley de Fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje (Ley 18.450), a su Reglamento y a las Bases de los Concursos.

Con todo la acción considerada en este subprograma consiste en el trabajo de profesionales competentes para la elaboración de los proyectos específicos.

Este trabajo será realizado por profesionales que actualmente operan en la zona y su costo estará incluido en el proyecto respectivo.

## 2.2 Programa de Transferencia de Tecnología y Asistencia Técnica para pequeños agricultores.

Consiste en el conjunto de acciones y servicios educativos técnicos tendientes a entregar capacitación y apoyo técnico adecuados a los minifundistas y pequeños agricultores, con el objeto de optimizar el uso de los recursos de que disponen, en especial el uso del agua para riego y, además, lograr un cambio de conducta del agricultor y de su grupo familiar.

Este programa será desarrollado por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y beneficiará a los pequeños agricultores de hasta 12 hás. de riego básicas, determinadas bajo la situación de riego precario y de secano que hoy se encuentran.

El programa se desarrollará sobre la base de tres subprogramas que son:

- Subprograma de Transferencia Tecnológica Integral.
- Subprograma de Transferencia Tecnológica Básica.
- Subprograma de elaboración de proyectos de puesta en riego predial.

### 2.2.1 Subprograma de Transferencia Técnica Integral.

#### a) Características generales.

El objetivo específico de este subprograma es lograr un cambio de conducta del pequeño productor agrícola, para que este adopte y utilice tecnologías apropiadas para su medio y como consecuencia de ello, pueda aumentar la producción y productividad de su predio, otorgándole además servicios técnicos.

El subprograma está estructurado sobre la base de cuatro elementos que son: Capacitación, divulgación, asistencia técnica y se apoya en la Investigación. Estos elementos forman parte de un sólo proceso integrado, el que se ejecuta en todas sus partes por un mismo consultor, a través de acciones de carácter grupal e individual. Sin perjuicio de lo anterior las Empresas Consultoras podrán solicitar su inscripción en el Programa para ejecutar uno o más de los elementos que integran el proceso.

Los tipos de acciones que se utilizarán son:

Acciones de grupo, destinadas a entregar los elementos de capacitación a través de las "reuniones técnicas" y de divulgación mediante los "días de campo".

Acciones individuales, orientadas a entregar asistencia técnica individual "visita predial" y a realizar investigación sobre la base de toma de registros y de la realización de estudios complementarios.

Para los efectos de esta acción se entiende por grupo, al conjunto de agricultores con características homogéneas, en cuanto a su realidad agroecológica y de rubros trabajados. Un grupo estará formado por 22, pudiéndose constituir con un mínimo de 8 agricultores y un máximo de 26. Por otra parte, no podrán haber más de tres grupos atendidos por un mismo extensionista, salvo autorización expresa del Director Regional.

Con el objeto de que las acciones antes indicadas constituyan un todo armónico, INDAF ha confeccionado para cada área de atención, un documento denominado Programa de Desarrollo Agrícola del Área (P.D.A.A), el cual resume las características agroecológicas de la respectiva zona de trabajo y a su realidad productiva, social y económica. Este documento es la base sobre la que se fundamenta cada una de las acciones que se programe y se encuentra disponible para ser utilizado por cada uno de los participantes en la transferencia tecnológica.

A partir de los antecedentes aportados por el Programa de Desarrollo Agrícola del Área y de las características específicas de cada uno de los beneficiarios, cada consultor será responsable de la elaboración de un documento denominado Plan de Trabajo Anual de los Extensionistas (P.T.A.E) En este documento se deberán incluir programas de capacitación orientados a mejorar los factores tecnológicos limitantes de cada uno de los grupos de agricultores para modificar los patrones de conducta de cada beneficiario, además de programas de asistencia técnica individual a nivel predial para cada agricultor incorporado a la Transferencia Tecnológica Integral.

b) Orientación del subprograma.

Tiene una orientación técnico empresarial, la cual enmarca su acción en el objetivo general de INDAF, que es el de conseguir que los agricultores con posibilidades de solución agrícola mejoren su nivel de vida, y en un plazo determinado, participen en las actividades económicas del país.

La orientación técnico empresarial está definida para dos tipos de beneficiarios:

- Agricultores en programa, quienes en el curso de a lo menos dos temporadas agrícolas reciben fundamentalmente tecnologías que, sobre la base de los rubros de mayor importancia que trabajan les permita aumentar la productividad de su predio y además se les entregan los conceptos básicos de manejo predial y comercialización.
- Agricultores en capacitación y divulgación, que corresponde a aquellos beneficiarios que, por su nivel alcanzado, necesitan mantener un flujo de capacitación y divulgación técnica, a través de su integración a reuniones técnicas y días de campo (en calidad de invitados).

## c) Características de los beneficiarios.

Los agricultores que ingresen a este subprograma en su orientación técnico empresarial deberán ser productores silvo-agropecuarios, que exploten una superficie de hasta 12 hectareas de riego básicas, cuyos activos no superen el equivalente a las 3.500 U.F; que sus ingresos provengan principalmente de la explotación agrícola; que trabajen directamente la tierra cualquiera sea su régimen legal o de tenencia; y que tengan posibilidad real de progreso por la vía de la actividad agropecuaria mediante una mejor utilización de sus recursos económicos productivos.

## d) Características de los consultores de Transferencia Tecnológica.

Los consultores podrán ser empresas multipersonales o unipersonales.

Se entenderá por empresa multipersonal a aquella que atienda a una o más multimódulos de agricultores, según el número de módulos que compongan el multimódulo, este será atendido por un Jefe Técnico y tres Extensionistas (3 módulos) o un Jefe Técnico y dos Extensionistas (2 módulos).

Se entenderá por empresa unipersonal aquella que está constituida por un profesional del Agro complementando su trabajo por un Técnico Agrícola en calidad de Secretario Técnico.

## e) Plan de ejecución del subprograma.

Este subprograma comenzará a operar desde el año 1 del Proyecto Global y se extenderá por 10 años, comenzando desde el año 1 a cubrir la totalidad de los beneficiarios del proyecto y manteniéndose hasta el año 10.

## 3.2.2 Subprograma de Transferencia Tecnológica Básica.

## a) Característica generales del subprograma.

Su objetivo será entregar al beneficiario y a su grupo familiar una capacitación que incluya los fundamentos necesarios, como para facilitar su integración a la comunidad nacional y contribuir al mejoramiento de su situación actual, haciéndolos más receptivos a otras acciones de extensión y de desarrollo.

La Transferencia Tecnológica Básica comprende orientaciones de carácter técnico productivo, desarrollo familiar e integración a la comunidad, todas ellas tendientes al mejoramiento de las condiciones y calidad de vida del grupo familiar.

Su estructura, acciones y formas de operar son las mismas descritas para el Subprograma de Transferencia Tecnológica Integral, sin embargo sus contenidos involucran las siguientes materias:

- Desarrollo predial que corresponde a la orientación técnico productiva que tiene como objetivo mejorar el abastecimiento de alimentos al grupo familiar; para posteriormente o en forma paralela, producir excedentes comercializables que le permitan generar ingresos destinados a satisfacer en lo posible necesidades distintas a la de la alimentación. Para ello se debe optimizar su aprovechamiento y conservación, en una perspectiva de integralidad e integración de los recursos disponibles.

Complementariamente esta orientación debe propender a la introducción de tecnologías alternativas y/o nuevos rubros que permitan por una parte apoyar los procesos productivos como también diversificar la estructura base de la producción del agricultor minifundista.

Las áreas de trabajo son:

Cultivos tradicionales.

Autoconsumo: Se pretende que los agricultores exploten una superficie adecuada para alcanzar metas de mejoramiento del consumo en rubros tales como: trigo, papas, lentejas, frutales caseros, ganado menor, etc.

Comercializables: Una vez satisfecha las necesidades de autoconsumo o paralela a ella se propenderá al mejoramiento de la eficiencia productiva comercial en el manejo de aquellos cultivos que le son comunes a los beneficiarios. No obstante se pretenderá introducir y/o reforzar otros cultivos como alternativas mejoradoras de suelos, diversificadora en la rotación y con mejores márgenes de utilidad.

Ganadería.

Se pretende mejorar el manejo actual de la dotación ganadera existente: aves, porcinos, caprinos, ovinos, etc. Este mejoramiento implica acciones en normas de manejo con especial énfasis en alimentación y sanidad animal.

Rubros y tecnologías alternativas.

Se pretende propiciar entre los beneficiarios y donde corresponda, la incorporación de rubros no tradicionales, que vayan en la búsqueda de ingresos adicionales tales como flores, apicultura, aprovechamiento de hongos, frutas silvestres, frutales menores, etc.

Complementariamente se deberán introducir tecnologías alternativas que apoyen a los procesos productivos tales como enfardadoras manuales, secadores solares, implementos de trabajo simples, sistemas rústicos de abastecimiento y conducción de agua, entre otros.

- Desarrollo de la Familia mediante acciones que capaciten a la familia para mejorar aspectos determinantes en las condiciones

de calidad de vida del grupo familiar.

Para el logro de lo anterior, entre otras acciones se buscarán y adecuarán tecnologías apropiadas, que impliquen un cambio favorable en el aprovechamiento integral de los recursos disponibles de su medio y del entorno.

Complementariamente se orientará a las familias participantes para que puedan acceder a los subsidios y programas que el Estado proporcione al medio rural.

Las principales líneas de trabajo serán:

Nutrición y alimentación.  
Mejoramiento y equipamiento del hogar.  
Higiene personal y ambiental.  
Coordinación y difusión intersectorial.

En lo que respecta a nutrición y alimentación se incorporará y mantendrá un huerto familiar de tipo orgánico; se efectuará cría de animales menores y se conservará y almacenarán alimentos; se entregará educación respecto a los alimentos a consumir; confección de equipos y útiles de cocina, técnicas culinarias y modificación de hábitos de consumo.

En lo que respecta al mejoramiento y equipamiento de la vivienda se dará prioridad al mejoramiento de las habitaciones definiendo pieza dormitorio, pieza cocina y pieza baño y los elementos mínimos y básicos que las constituyen.

En higiene se introducirán hábitos de aseo personal, de los alimentos y del ambiente como tratamiento de agua de bebida, saneamiento de letrinas, tratamiento de basuras, comportamiento frente a los animales domésticos, aseo de la casa.

En relación a la coordinación y difusión intersectorial se orientará a las familias sobre la existencia de los diferentes programas y subsidios rurales a que pueden acceder, para lo cual se coordinará con las instituciones pertinentes sobre la difusión y operatoria de los mismos en los sectores de atención del programa.

- Desarrollo comunitario se procurará de la integración de la familia a la comunidad en la cual se encuentra inserta, mediante la organización de actividades sociales, culturales, artísticas, deportivas y recreativas entre otras. A través del trabajo se deben entregar antecedentes para que las familias conozcan, integren y participen en organizaciones comunitarias como lo son las juntas de vecinos, centros de padres, clubes deportivos, conjuntos artísticos, escuela rural, entre otros. En este aspecto, cobra real importancia la detección de líderes naturales y su motivación a fin de que ellos cooperen en el logro de los objetivos propuestos precedentemente.

La capacitación laboral de los beneficiarios especialmente de los

estratos jóvenes será preocupación preferente, mediante la incorporación a cursos de capacitación los que se logran a través de los organismos especializados y utilizando los subsidios existentes.

La organización social y productiva estará orientada a promover la organización de los minifundistas para mejorar sus condiciones de producción, procesamiento, industrialización y comercialización de los productos, como también de aquellas organizaciones sociales más representativas de la comunidad.

b) Características de los beneficiarios del subprograma.

Los beneficiarios de este subprograma deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Ser productores minifundistas.
- Tener los requisitos para ser beneficiarios de INDAP.
- Residir en el area del proyecto de riego.
- Presentar la factibilidad de constituir grupos, como estructura básica de trabajo dentro del subprograma.

c) Características de los consultores de transferencia.

Deberán ser empresas multipersonales o bipersonales.

Las multipersonales son aquellas que atienden a uno o más Multimódulos de agricultores y sus grupos familiares. Según el número de Módulos que compongan el Multimódulo, este será atendido por 1 Jefe Técnico y 6 Extensionistas (3 Módulos) o 1 Jefe Técnico y 4 Extensionistas (2 Módulos), a lo menos el 50 % de los Extensionistas deberán ser mujeres.

El consultor bipersonal es aquel que atiende un Módulo de agricultores y a sus grupos familiares, el que está constituido por un Ingeniero Agrónomo, un Técnico Agrícola para trabajo de terreno, uno de los cuales a lo menos deberá ser mujer. El Director Regional podrá autorizar que el Ingeniero Agrónomo pueda ser reemplazado por un Médico Veterinario.

c) Plan de ejecución del subprograma.

Este subprograma tendrá una duración de 10 años y comenzará a aplicarse a partir del año 1 del Proyecto Global cubriendo a todos los beneficiarios desde el año 1 hasta el año 10.

3.2.3 Subprograma de elaboración de proyectos de puesta en riego predial.

Este subprograma se realizará a través de las mismas firmas consultoras que están entregando la transferencia Tecnológica

Integral y Básica y consiste en la elaboración de los proyectos de puesta en riego predial de los pequeños agricultores que se financiarán con la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje.

Las firmas consultoras deberán reforzar sus equipos de trabajo con personal profesional capacitado para realizar los proyectos.

Esta acción durará tres años y comenzará a operar durante el año 3 del Proyecto Global y se desarrollará con un escalonamiento del 30 % de los predios pequeños durante el año 3; 35 % de los predios durante el año 4 y; 35 % de los predios durante el año 5.

### 3. Costos de los Programas de Investigación, Transferencia Tecnológica y Asistencia Técnica.

3.1 Necesidades y costos de la investigación para toda el área del proyecto y la Transferencia Tecnológica y la Asistencia Técnica para los medianos y grandes agricultores (incluye elaboración de programas de puesta en riego predial).

#### 3.1.1 Necesidades físicas.

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
<b>Maquinaria</b>							
Equipos de riego por aspersión para 1 há.	0	3	0	0	0	0	0
Aspersor de neutrones	0	1	0	0	0	0	0
Tractor pequeño con implementos	0	1	0	0	0	0	0
Microcomputador	1	0	0	0	0	0	0
Equipo topográfico	1	0	0	0	0	0	0
<b>Vehículos</b>							
Camioneta Pick up	2	0	0	0	0	0	0
Auto o similar	1	1	0	0	0	0	0
<b>Instalaciones</b>							
De oficina	1	0	0	0	0	0	0
<b>Personal investigación</b>							
Ing. Agrónomos	4	3	2	2	2	2	2
Téc. Agrícolas	1	2	2	2	2	2	2
Obreros	1	5	6	6	6	6	6
Secretaria	1	1	1	1	1	1	1
<b>Personal transferencia</b>							
Ing. Agrónomos	4	8	12	12	12	12	12
Tec. Agrícolas	4	8	12	12	12	12	12
Secretaria	1	1	1	1	1	1	1

## a) INVERSIONES EN EQUIPAMIENTO (Miles de pesos)

Tipo de inversión	Año 1	Año 2
Riego aspersión	0	2213
Aspersor de neutrones	0	3689
Tractor e implementos	0	9222
Equipo topográfico	3283	0
Microcomputador	3098	0
Camionetas 500 Kgrs.	7380	0
Auto o similar	4426	0
Instalación oficinas	2767	0
<b>T o t a l e s</b>	<b>20954</b>	<b>15124</b>

## b) GASTOS EN PERSONAL

Tipo de gasto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
<b>Investigación</b>							
Ing. Agrónomos	14873	11155	7436	7436	7436	7436	7436
Técnicos Agrícolas	1771	3541	3541	3541	3541	3541	3541
Obreros	664	3320	3320	3320	3320	3320	3320
Secretaria	3542	3542	3542	3542	3542	3542	3542
<b>Subtotal</b>	<b>20850</b>	<b>21558</b>	<b>17839</b>	<b>17839</b>	<b>17839</b>	<b>17839</b>	<b>17839</b>
<b>Transferencia Tecnol.</b>							
Ing. Agrónomos	0	0	14756	29512	44268	44268	44268
Técnicos Agrícolas	0	0	7084	14168	21251	21251	21251
Asignación movilización	0	0	9600	19200	28800	28800	28800
Secretaria	0	0	7084	7084	7084	7084	7084
<b>Subtotal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38524</b>	<b>69964</b>	<b>101403</b>	<b>101403</b>	<b>101403</b>
<b>Elaboración Proyectos de</b>							
<b>de Puesta en Riego</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>43566</b>	<b>50827</b>	<b>50827</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>T o t a l</b>	<b>20850</b>	<b>21558</b>	<b>99929</b>	<b>138630</b>	<b>170069</b>	<b>119242</b>	<b>119242</b>

## c) GASTOS OPERACIONALES

Tipo de gasto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Arriendo y mantención oficina	1476	1476	1476	1476	1476	1476	1476
Viáticos y pasajes	1476	1660	1844	1844	1844	1844	1844
Gasolina y mantención vehículos	1106	1660	1660	1834	1834	1834	1834
Material fungible	1106	2213	3689	3689	3689	3689	3689
Impresos, reproducciones y divulgación	368	923	923	923	923	923	923
<b>Subtotal</b>	<b>5532</b>	<b>7932</b>	<b>9592</b>	<b>9766</b>	<b>9766</b>	<b>9766</b>	<b>9766</b>

## d) RESUMEN DEL COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACION-TRANSFERENCIA

Tipo de gasto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
INVERSIONES	20954	15124	0	0	0	0	0
PERSONAL	20850	21558	99929	138630	170069	119242	119242
GASTOS OPERACIONALES	5532	7932	9592	9766	9766	9766	9766
<b>T O T A L E S</b>	<b>47336</b>	<b>44614</b>	<b>109521</b>	<b>148396</b>	<b>179835</b>	<b>129008</b>	<b>129008</b>

## 3.2 Costo de la transferencia tecnológica y asistencia a los pequeños agricultores INDAP.

Tipo de Transf. y A. Técnica Tipo de agricultor	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6 al 10
Tranf. Tec. Básica (Rururbanos)	109.7	109.7	109.7	109.7	109.7	109.7
Trans.Tec. Integral (Peq.agric.)	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1	122.1
Elab. proyec. Puesta en Riego	0.0	0.0	10.4	12.1	12.1	0.0
<b>T o t a l e s</b>	<b>231.8</b>	<b>231.8</b>	<b>242.2</b>	<b>243.9</b>	<b>243.9</b>	<b>231.8</b>

3.3 Costo de los programas de Investigación, Transferencia Tecnológica y Asistencia  
Técnica distribuida por estrato y sector.

Sectores	Estrato Rururbano		Estrato Pequeños agricultores		Estrato Medianos y Grandes agricultor		Todos los Estratos	
	No. agric	Sup.(has)	No. agric	Sup.(has)	No. agric	Sup.(has)	No. agric	Sup.(has)
Yungay	59	557	20	651	1	586	80	1794
Dollinco	18	150	7	433	6	3476	31	4059
Pemuco	45	192	78	5106	29	11649	152	16947
Rinconada	185	714	54	1280	14	2382	253	4376
<b>Subtotal</b>	<b>307</b>	<b>1613</b>	<b>159</b>	<b>7470</b>	<b>50</b>	<b>18093</b>	<b>516</b>	<b>27176</b>
San Ignacio	654	1947	225	2729	25	2664	904	7340
Bulnes	589	2042	499	12715	344	25524	1432	40281
Larqui Colton	129	1103	79	2986	19	3861	227	7950
<b>Subtotal</b>	<b>1372</b>	<b>5092</b>	<b>803</b>	<b>18430</b>	<b>388</b>	<b>32049</b>	<b>2563</b>	<b>55571</b>
<b>T o t a l e s</b>	<b>1679</b>	<b>6705</b>	<b>962</b>	<b>25900</b>	<b>438</b>	<b>50142</b>	<b>3079</b>	<b>82747</b>

## I. PROGRAMA DE CREDITO AGRICOLA.

La actividad agrícola que se desarrollará con el proyecto será apoyada por un Programa de crédito agrícola similar al del Proyecto de Regadío de Penciahue, por lo tanto se utilizarán las mismas líneas de crédito y fuentes financieras según sea el tipo de agricultor beneficiario.

El monto de las necesidades crediticias para este programa fueron estimadas sobre la base de los Modelos Prediales I -II y III y se fundamenta en que los agricultores financiarían con recursos propios el 30 % de los gastos de operación y el 70 % restante concurrirán al sistema financiero correspondiente según sea el tipo de agricultor.

La adquisición de la maquinaria y equipos agrícolas, la adquisición de animales, construcciones y establecimiento de las esparragueras provendría en un 100 % del sistema financiero.

Sobre la base de estos supuestos se ha determinado las siguientes necesidades crediticias:

(Expresado en millones de \$)

Línea de crédito	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
INDAP (1)				
Inversión	687	823	823	0
Cap. explotación	0	0	0	0
Cap. Operación	1.881	2.580	3.279	3.279
Subtotal	2.568	3.403	4.102	3.279
SISTEMA BANCARIO (2)				
Inversión	2.575	2.982	2.982	0
Cap. explotación	1.911	0	0	0
Cap. operación	3.555	4.876	6.198	6.198
Subtotal	8.041	7.858	9.180	6.198
T O T A L	10.609	11.261	13.282	9.477

## J. COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION DE CANALES

### 1. Costos Actuales de Operación y Mantención

Los costos de operación correspondientes al año 1986/87, proporcionados por la junta de Vigilancia del Río Diguillín y sus afluentes indican que estos serían del orden de 6 millones de pesos actualizados a Julio de 1990 (US\$ 20.000).

No existen registros de los costos de mantención, puesto que esta labor se cumple principalmente con el aporte de mano de obra o procediendo directamente a la limpia de un tramo de canal.

En función de la longitud de canales y drenes en uso del estado de conservación de los mismos se ha hecho una estimación de los costos de mantención actual, que serían del orden de 87,9 millones de pesos al año (US\$ 293.000) en el área de riego del río Diguillín y sus afluentes, incluyendo Pemuco y la zona de Colton-Larqui. Este costo representa 6.280 pesos/há si se divide entre 14.000 há que se pueden regar con 25% seguridad o 10.590 pesos/há si se divide entre 8.300 há que se pueden regar con 85% de seguridad.

En el caso del Canal Zañartu, la mantención anual de la bocatoma en el río Laja y el canal matriz entre el río Laja y el río Huepil es de 3,6 millones de pesos (US\$ 12.000), gasto en el cual ya no se incurriría en el futuro. Los detalles de estas estimaciones se presentan en el cuadro II.J.1.

### 2) Costos de Operación con Proyecto.

De acuerdo a la organización de la "Asociación de Canalistas del canal Laja-Diguillín" y las necesidades que se especifica en el cuadro II.J.4, se ha preparado el presupuesto que se muestra en el Cuadro II.J.2. No se incluye los costos correspondientes a la oficina de mantención, los mismos que están incluidos en el presupuesto de mantención respectivo. En la parte inferior se indica el costo de operación actual, especificado anteriormente.

### 3) Costo Anual de Mantención con Proyecto.

De acuerdo a experiencias en proyectos similares, el costo anual de mantención de las obras propuestas ha sido estimado en base a un porcentaje del costo de construcción de las obras, tal como se muestra en el Cuadro II.J.3

Los costos de mantención de los canales (no revestidos), drenes y estructuras existentes, que se continuarían utilizando como parte del proyecto futuro, han sido estimados en forma similar a los costos de mantención actual aplicando los siguientes costos unitarios:

- Mantenición de Canales principales	100 US\$/km
- Mantenición de Canales Secundarios	80 US\$/km
- Mantenición de Drenes	40 US\$/km

Para establecer estos costos unitarios, se ha tenido en cuenta los usos y costumbres locales, con el objeto de no inflar en forma irreal los costos que en la práctica se dan.

El costo total anual de mantención (Cuadro II.J.3) sería de 179.7 millones de pesos, equivalente a 2.840 pesos por hectárea regada, es decir mucho menos de los costos unitarios actuales.

En el cuadro II.J.5, se resume el costo anual de operación y mantención actual y con proyecto, así como el costo neto adicional.

#### 4) Inversiones para las Actividades de Operación y Mantención.

Con la finalidad que la "Asociación de Canalistas del canal Laja-Diguillín", tenga la capacidad operativa necesaria y cumpla cabalmente las principales funciones a ella asignada, será necesario implementar sus oficinas con el equipo que pudiera ser necesario para realizar la mantención misma, el cual sería alquilado y su costo está incluido en el presupuesto elaborado.

## Cuadro II.J.1

Costo anual de Mantenición (Actual) \*1  
( US\$ )

O B R A	CANTIDAD	COSTO EN DOLARES	
		UNITARIO	PARCIAL
<b>1. RED DE RIEGO</b>			
<u>1.1 Area Diguillín y sus Afluentes</u>			
1.1.1 Canales principales	240 km	100,00	24.000
1.1.2 Canales Secundarios	300 km *2	90,00	27.000
1.2 Canal Matriz Zañartu de Laja-Río Huepil	12 km	S.G.	2.000
<b>2. BOCATOMAS</b>			
<u>2.1 Area Diguillín y sus Afluentes</u>			
2.2 Toma Zañartu en río Laja	Una	S.G.	10.000
<b>3. DRENES</b>	250 km *3	80,00	20.000
<b>4. ESTRUCTURAS MENORES EN AREA</b>			
<u>DIGUILLIN Y SUS AFLUENTES</u>		S.G.	10.000
<b>T O T A L</b>			<b>293.000</b>

\* 1 La mantención de canales y drenes son realizadas directamente por los usuarios; en la mayoría de los casos cada uno limpia un tramo del cauce. Por consiguiente, no existen registros de estos gastos.

\* 2 La red total existente tiene aproximadamente 1.000 km de longitud, pero por la insuficiente disponibilidad de agua para riego se hace mantención de sólo el 30%.

\* 3 La red total existente tiene aproximadamente 500 km de longitud, pero se estima que únicamente el 50% cumple con realizar labor de mantención.

## Cuadro II.J.2

Costos Anuales de Operación  
( US\$ )

C O N C E P T O	MESES	COSTO DOLARES
<b>1. HONORARIOS</b>		
1.1 Presidente	12	12.000
1.2 Jefe de Operación	12	6.000
1.3 Operador de tomas	2 x 12	7.200
1.4 Técnico (Vigilantes)	4 x 12	7.200
1.5 Personal auxiliar de oficina		11.400
1.6 Personal obrero (4 choferes, 2 obreros)		7.200
		<b>51.000</b>
<b>2. MATERIALES Y SERVICIOS</b>		
2.1 Gastos generales de oficina		2.000
2.2 Movilización (combustibles y lubricantes)		6.000
2.3 Viáticos		1.000
2.4 Impresiones y reproducciones		2.000
2.5 Reparación de vehículos		4.000
2.6 Impuestos, suscripciones y otros derechos		8.000
		<b>23.000</b>
<b>SUB-TOTAL</b>		<b>74.000</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>10.000</b>
<b>TOTAL (CON PROYECTO)</b>		<b>84.000</b>
<b>COSTO ACTUAL (SIN PROYECTO)</b>		<b>20.000</b>
<b>COSTO ADICIONAL</b>		<b>64.000</b>

## Cuadro II.J.3

Costos Anuales de Mantenición  
( US\$ )

(Con Proyecto)

O B R A	COSTO DE LAS OBRAS EJECUTADAS ACUMULADO (MILES DE DOLARES)				COSTOS ANUALES DE MANTENCION (DOLARES)				
	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	%	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Canal Laja-Diguillin	44.798	44.798	44.798	44.798	0,5	223.990	223.990	223.990	223.990
Canales Matrices	10.732	10.732	10.732	10.732	0,5	53.660	53.660	53.660	53.660
Canales Principales	6.150	6.150	6.150	6.150	1,0	61.500	61.500	61.500	61.500
Canales Secundarios y Drenes	2.996	6.083	8.182	8.487	2,0	59.920	121.660	163.640	169.740
OTRA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE QUE SE CONTINUARA UTILIZANDO (CANALES, DRENES Y ESTRUCTURAS) † 1						90.000	90.000	90.000	90.000
T O T A L						489.070	550.810	592.790	598.890

† 1 Mantención de canales, drenes, caminos y estructuras conexas existentes, en buen estado y que se continuará utilizando con proyecto, por tanto debe considerarse en el programa de mantención (300 km de canales principales, 600 km canales secundarios, 300 km de drenes secundarios).

## Cuadro II.J.4

## Inversiones para la operación y mantención

	<u>DOLARES</u>
1. Equipos de radio con 5 sub-estaciones fijas y 4 móviles	5.000
2. Tres vehiculos de trabajo	36.000
3. Tres motocicletas	12.000
4. Mobiliario y equipo de oficina	7.000
5. Equipo de ingeniería y dibujo	18.000
	<hr/>
SUBTOTAL	78.000
IMPREVISTOS 15%	12.000
TOTAL	90.000

Nota :

Actualmente la Junta de Vigilancia dispone de equipo de aforo de rios (correntómetro), vehiculos y una oficina con equipamiento básico, por consiguiente lo indicado en este cuadro es únicamente necesidades básicas complementarias para la situación con proyecto.

Cuadro II.J.5

## Resumen Costos Anuales de Operación y mantención

( US\$ )

C O N C E P T O	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
<b>1. OPERACION</b>							
1.1 Con Proyecto	20.000	20.000	110.000	32.330	48.660	69.000	84.000
1.2 Actual	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Neto Adicional	-----	-----	90.000	12.330	28.660	49.000	64.000
<b>2. MANTENCION</b>							
2.1 Con Proyecto	293.000	353.000	427.000	489.070	550.810	592.790	598.898
2.2 Actual	293.000	293.000	293.000	293.000	293.000	293.000	293.000
Neto Adicional	-----	60.000	134.000	196.070	257.810	299.790	305.890
<b>3. TOTAL O Y M</b>							
3.1 Con Proyecto	313.000	373.000	537.000	521.400	599.470	661.790	682.890
3.2 Actual	313.000	313.000	313.000	313.000	313.000	313.000	313.000
Neto Adicional ( US\$ )	-----	60.000	224.000	208.400	286.470	348.790	369.890
Neto Adicional ( Miles de \$ )	-----	18.000	67.200	65.520	85.941	104.637	110.967

1 US\$ = 300 Pesos

**CAPITULO III**  
**EJECUCION DEL PROYECTO**

## CAPITULO III. EJECUCION DEL PROYECTO

### A. EL PRESTATARIO Y EL EJECUTOR

#### 1. Aspectos Institucionales, Legales y Administrativos

##### 1.1 El Prestatario y el Ejecutor

El prestatario será la República de Chile. La ejecución del proyecto estará a cargo de la Comisión Nacional de Riego (CNR) que contará con la colaboración principal de:

- a) La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas para las obras de infraestructura del Canal Laja Diguillin.
- b) El Ministerio de Agricultura para las actividades de transferencia tecnológica y la asistencia técnica al productor, a través del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).
- c) El Banco Central de Chile, o la Corporación de Fomento a la Producción y el Instituto de Desarrollo Agropecuario, en el subprograma de crédito para el sector campesino.

##### 1.2 Comisión Nacional de Riego

La Comisión Nacional de Riego fue creada mediante el D.L. 1172 de fecha 4 de Septiembre de 1975 y su reglamento quedó fijado por el Decreto N° 795 de 1° de Diciembre del mismo año.

Posteriormente, y debido a la dictación de los Decretos con Fuerza de Ley N° 1122 (que fija el Texto definitivo del Código de Aguas) y 1123 (que establece normas sobre la ejecución de obras de riego por el Estado), ambos de 1981, se promulga, el 31 de 4 Mayo de 1983 el Decreto con Fuerza de Ley N° 7 que fija el texto coordinado, sistematizado y refundido del D.L. 1172, de 1975. Del mismo modo, por Decreto N° 179, de 6 de Julio de 1984 se fija el texto actualizado del decreto N° 795, de 1975.

El artículo 1° del D.L. 1172 establece que el objetivo de la Comisión Nacional de Riego será asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país.

El mismo artículo dispone que la Comisión Nacional de Riego, persona jurídica de derecho público, se relacionará con el Supremo Gobierno a través del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

El artículo 2° establece que la Comisión Nacional de Riego estará compuesta de los siguientes organismos:

- a) Un consejo integrado por el Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción, quien lo presidirá; el Ministro de Hacienda; el Ministro de Obras Públicas; el Ministro de Agricultura y el

Ministro Director de la Oficina de Planificación Nacional.

- b) Una Secretaría Ejecutiva a cargo de un Secretario Ejecutivo designado por el Consejo.

El artículo 3 define las funciones y atribuciones de que dispondrá el Consejo, que se pueden resumir como sigue:

- a) Planificar, estudiar y elaborar proyectos integrales de riego, pudiendo, para este propósito, celebrar convenios con particulares y con empresas nacionales o extranjeras.
- b) Supervigilar, coordinar y complementar la acción de los diversos organismos públicos y privados que intervienen en la construcción de obras de riego, y en la destinación y explotación de sus obras.
- c) Evaluar los proyectos de riego que se le presenten.
- d) Proporcionar los antecedentes para la asignación de los recursos nacionales e internacionales, necesarios para la consecución de sus fines y gestionar su obtención a los organismos que correspondan.
- e) Representar al Estado en la obtención de créditos de acuerdo con las normas legales vigentes y para los fines que persigue la Comisión.
- f) Adoptar los acuerdos necesarios para la obtención del objetivo que la ley encomienda a la Comisión Nacional de Riego.
- g) Implementar, a través del Secretario Ejecutivo o de los servicios dependientes o que se relacionan con el Supremo Gobierno a través de los Ministerios de Economía, Fomento y Reconstrucción, Obras Públicas y Agricultura, las funciones que estime convenientes.

Corresponde a la Secretaría Ejecutiva, según el artículo 4 del citado D.L.:

- a) Ejecutar los acuerdos del Consejo, de cuyo cumplimiento será responsable.
- b) Presentar al Consejo un programa anual de acción.
- c) Solicitar en comisión de servicio a los funcionarios públicos que el Consejo determine.
- d) Designar los funcionarios que el Consejo determine como necesarios para el cumplimiento de las funciones de la Comisión.
- e) Requerir de todos los Ministerios, servicios dependientes y descentralizados, la interacción que sea necesaria para el cumplimiento de sus funciones.

f) Ejercer las atribuciones o funciones que el Consejo le delegue.

Entre otras funciones que le son propias, la Comisión Nacional de Riego puede fiscalizar la inversión de los recursos que el Presupuesto Nacional contemple para riego, como asimismo la de los créditos otorgados con ese objetivo, sean ellos nacionales o extranjeros, sin perjuicio de las facultades que a este respecto corresponden a la Contraloría General de la República.

Algunas disposiciones contenidas en el D.L. 1172 de la Comisión Nacional de Riego, que se relacionaban con las declaraciones de zonas de riego obligatorio y con los procedimientos de construcción y de explotación de las obras, fueron derogadas y modificadas mediante los D.F.L. 1122, que fijó el texto del Código de Aguas y D.F.L. 1123, que estableció normas sobre ejecución de obras de riego por el Estado, ambos del Ministerio de Justicia y cuyas publicaciones en el Diario Oficial tuvieron fecha 29 de Octubre y 21 de Diciembre de 1981, respectivamente.

### 1.3 Normas sobre Ejecución de Obras de Riego por el Estado (DFL 1123)

En síntesis el D.F.L. 1123, señala que las obras que se construyan deberán haber sido previamente evaluadas y aprobadas por la Comisión Nacional de Riego y que dichos proyectos, además de demostrar su rentabilidad, deberán ser ofrecidos a los interesados en dos instancias.

La primera en la cual se ofrecerá el anteproyecto de las obras, requerirá la aceptación de los interesados que representen a lo menos un 33% de los nuevos terrenos por regar o de los derechos de aprovechamiento, cuando se trate de obras de uso múltiple.

En la segunda, se ofrecerá el proyecto definitivo a los interesados y el Ministerio de Obras Públicas podrá incluirlo en los programas de construcción si hubiere interesados que representen a lo menos el 50% de las nuevas disponibilidades de agua, que acepten la ejecución de las obras y se comprometan a reembolsar su costo.

Terminadas las obras y vencido el plazo de explotación provisional de ellas, que no será superior a 4 años, el Ministerio de Obras Públicas fijará la zona beneficiada, la capacidad efectiva de la obra, los derechos que les correspondan a los usuarios, el costo efectivo de las obras, el valor de los derechos y el monto de la deuda que cada usuario deberá reembolsar al Fisco.

Asimismo el Ministerio de Obras Públicas dispondrá que el dominio de las obras y de los terrenos que ellas ocupen sea transferido a las organizaciones de usuarios o, a falta de ellas, a los propios usuarios.

Los créditos derivados de la transferencia del dominio de las obras a sus usuarios, o de su uso y explotación, se cobrarán y percibirán por la Tesorería General de la República, conjuntamente con la contribución de bienes raíces.

La ley otorga a S.E. el Presidente de la República facultades para: ordenar la confección de proyectos definitivos y la ejecución de obras, cuando el interés público así lo aconseje; conservar las obras en el patrimonio del Estado y cambiar la fuente de abastecimiento, el cauce o el lugar de entrega de las aguas de cualquier derecho, con motivo de la construcción de estas obras.

#### 1.4 Traspaso de las Obras de Riego Fiscales a sus Usuarios

El DFL 1123 dispone, también, que las obras de riego fiscales actualmente existentes se podrán ofrecer en venta a sus usuarios.

El traspaso de las obras mencionadas a sus usuarios se efectúa de acuerdo al principio de subsidiaridad, tratando de recuperar la inversión realizada por el Estado en la medida que ello sea posible.

Sin perjuicio de lo anterior, por razones estratégicas o de seguridad, el Estado puede conservar en su patrimonio determinadas obras de riego.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, se pueden presentar las situaciones que se mencionan a continuación:

- a) Transferencia de la propiedad de las obras a sus beneficiarios, mediante venta o traspaso a título gratuito.
- b) Traspaso de la administración y explotación de las obras que el Estado mantiene en su patrimonio a sus actuales beneficiarios.
- c) El Estado mantiene el dominio como la administración y explotación de las obras.

En el caso (1) corresponde a los beneficiarios reembolsar, total o parcialmente, el valor de las obras según lo establecen los artículos 3° y 4° transitorios del DFL 1123, de 1981.

En el caso (2) procede que los usuarios paguen al Estado una renta anual por el uso de la obra, de acuerdo a lo señalado en el artículo 4° transitorio, mencionado en el caso anterior.

En el caso (3) corresponde que los beneficiarios cancelen al Estado una cuota por el uso de la obra y los gastos de administración y explotación, conforme a lo estipulado en el mismo artículo 4° transitorio mencionado.

En los tres casos procede el otorgamiento de los derechos de aprovechamiento de las aguas a los usuarios de las obras.

Para cumplir los objetivos señalados en los tres casos que se analizan, cabe señalar que la facultad de declarar zonas de riego obligatorio, contenida en el D.L. 1172 de 1975, fue derogada por el DFL 1123, de 1981 antes mencionado,

traspasándose a la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas la facultad de fijar la zona beneficiada, la capacidad efectiva de la obra y los derechos que les corresponde a los usuarios. Esta disposición está contenida en el artículo N° 10 del D.F.L. N° 1123, recién mencionado y es aplicable a las nuevas obras que se construyan por el Estado.

En el caso de las obras existentes, construidas por el Estado y cuya entrega se haya efectuado a los usuarios, la Dirección General de Aguas, a petición de la Comisión Nacional de Riego y previo informe de la Dirección de Riego, otorgará derechos de aprovechamiento a sus beneficiarios.

#### 1.5 Síntesis de la Legislación de Aguas en Chile y comparación entre los códigos de aguas de 1969 y el actualmente vigente.

Fuentes: - Constitución Política de la República de Chile promulgada por Decreto Supremo N° 1.150, de 1980, del Ministerio del Interior.

- Código de Aguas fijado por DFL N° 1122, de 1981, del Ministerio de Justicia

El inciso final del artículo 19 N° 25 de la Constitución Política de la República de Chile expresa, al asegurar a todas las personas, entre otros, el derecho de propiedad en sus diversas especies sobre toda clase de bienes corporales o incorporales, que "los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos".

El artículo 5° del Código de Aguas vigente establece que las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas en conformidad a las disposiciones contenidas en él.

El artículo 6° del Código de Aguas actual estatuye en su inciso 1° que el derecho de aprovechamiento de las aguas es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe el mismo Código. Su inciso segundo agrega que el derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley.

Esto significa que se está frente a un derecho real de carácter civil, enajenable e hipotecable en sí mismo con independencia de la tierra a que están destinadas las aguas sobre que recae y cuyo dominio puede ser adquirido mediante la prescripción. En síntesis, es un derecho esencialmente comerciable que puede ser transado en el comercio, separadamente de la tierra o del bien en que se ejerce.

De acuerdo al Libro I Título III del Código de Aguas actualmente vigente, sólo originariamente se constituyen los derechos de aprovechamiento por acto de autoridad y por regla general mediante

licitación, rigiéndose ellos posteriormente por las normas del Código Civil, con lo cual se señala al mercado como el medio regulador de que el derecho de aprovechamiento sea racionalmente asignado con entera libertad para los usuarios.

De acuerdo al artículo 12 del Código de Aguas vigente, los derechos de aprovechamiento son consuntivos o no consuntivos; de ejercicio permanente o eventual; continuo, discontinuo o alternado entre varias personas, definiendo el Código a cada uno de ellos en los artículos 13 a 19 inclusive.

El Código de Aguas vigente entrega a las Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua la administración y distribución de las aguas correspondientes a los derechos de aprovechamiento concedidos a los usuarios respectivos y la conservación y mantención de las obras que hacen posible el uso del agua. El Código actual crea, además, como organizaciones de usuarios las comunidades de obras de drenaje y otras organizaciones de usuarios que podrán ser cualquier tipo de sociedad.

#### 1.6 Juntas de Vigilancia

Las Juntas de Vigilancia tienen por objeto administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que les encomienda la ley. Son personas jurídicas de derecho privado, cuya constitución y estatutos constarán en escritura pública que se someterá a la aprobación del Presidente de la República por decreto supremo (artículos 263 y 266).

El total de los derechos de aprovechamiento constituidos en Junta de vigilancia, se entenderá dividido en acciones que se distribuirán entre los interesados, en proporción a sus derechos.

#### 1.7 Asociaciones de Canalistas

Son personas jurídicas de derechos privado formadas por dos o más personas que tienen derecho en un mismo canal o embalse, con el objeto de tomar las aguas del canal matriz, repartirlas entre los titulares de derechos, construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para su aprovechamiento (artículos 186 y 257)

#### 1.8 Comunidades de Aguas

Son entidades que carecen de personalidad jurídica y que se generan por el solo hecho de que dos o más personas tengan derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal o embalse o usen en común la misma obra de captación de aguas subterráneas (artículo 186).

Con todo, las comunidades de agua de hecho pueden transformarse en comunidades organizadas, mediante escritura pública suscrita por

todos los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas que se conduzcan por la obra común (artículo 187).

### 1.9 Comunidades de Drenaje

Existen por el sólo hecho de que dos o más personas aprovechen obras de drenaje o desagüe en beneficio común. Carecen de personalidad jurídica, pero también pueden organizarse por escritura pública suscrita por todos los interesados (artículos 252, 253 y 187 y sig).

### 1.10 Otras Organizaciones de Usuarios

Son sociedades de cualquier tipo constituidas con el mismo objeto que persiguen las asociaciones de canalistas (artículos 186 y Libro II, Título III, párrafo 3 del Código de Aguas).

## 2. Organización General para la Ejecución

2.1 La organización prevista para la ejecución del proyecto se basa en el ejercicio de las responsabilidades que la ley confiere a la Comisión Nacional de Riego (CNR). A tal efecto, el Consejo de la CNR establecería, a través de un acuerdo, el marco específico de relaciones interinstitucionales dentro del cual los subejecutores desarrollarán todas las actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto de una manera coordinada. La Secretaría Ejecutiva firmaría convenios con los subejecutores con el propósito de fijar sus responsabilidades y procedimientos de control y coordinación.

El programa de ejecución establecería, en síntesis, lo siguiente:

a) La CNR tiene la máxima responsabilidad, ejerciendo las siguientes funciones:

- Adoptar las medidas necesarias para asegurar los recursos financieros que se precisan para la concreción del proyecto.
- Dirigir y orientar el proyecto.
- Administrar los fondos del proyecto, consolidando las cuentas de los subejecutores, delegando en éstos - de acuerdo con la institución prestataria - las funciones que resulten pertinentes.
- Licitarse y/o concursarse todas las obras y servicios, por sí o a través de las instituciones coejecutoras.
- Adjudicar y supervisar la ejecución de todas las obras y servicios.
- Fiscalizar la correcta inversión de los fondos del proyecto.
- Coordinar todas las actividades básicas y complementarias para la ejecución del proyecto.

b) El Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Riego:

- Preparará los pliegos de concursos de estudio y de licitación de obras.
- Controlará técnica y administrativamente el desempeño de los consultores que realizarán los estudios.
- Ejercerá la dirección técnica de las obras y trabajos contratar.
- Informará periódicamente a la CNR sobre el desarrollo de las tareas citadas.

c) El Ministerio de Agricultura, a través de sus unidades correspondientes:

- Preparará las normas que regirán los programas de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica que se realizará a través del INDAP e INIA.
- Supervisará el desempeño de los equipos privados de ingenieros y técnicos que ejecutarán el programa de asistencia técnica, y puesta en riego intrapredial.
- Informará periódicamente a la CNR sobre el desarrollo de las tareas citadas y la marcha general de todo el proyecto.

## 2.2 Supervisión del Proyecto

La Comisión Nacional de Riego tendrá la responsabilidad de supervisar todos los estudios, obras, trabajos y programas contenidos en el proyecto. Para ello formará una oficina de Dirección de Proyecto, dotada de los funcionarios y elementos físicos necesarios para desempeñar adecuadamente sus funciones.

En lo que respecta a la construcción de las obras de este Proyecto la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, tendrá las funciones de:

- Preparar los proyectos, terminos de referencia, bases administrativas generales y especiales y otros documentos necesarios para hacer un llamado de licitación de construcción.
- Estudiar y evaluar las ofertas técnicas que se presenten y proponer recomendaciones de contratación.
- Controlar y supervisar el desempeño de los contratistas así como la calidad y contenido de ellos. Para este objeto la Dirección contratará una asesoría de Inspección de obras de construcción, la que, en conjunto con la Inspección Fiscal serán las encargadas de certificar la calidad, ejecución según proyecto, plazos y correcta inversión de los fondos dispuestos para la

construcción del Canal Laja-Diguillín. Para un mejor cumplimiento de sus labores de inspección de las obras, el personal tendrá residencia en la ciudad de Bulnes. Esta Inspección preparará los informes mensuales de avance de obra para la Comisión Nacional de Riego.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAF), ambos dependientes del Ministerio de Agricultura, controlarán el desarrollo del programa de transferencia tecnológica y de asistencia técnica al agricultor, evaluando los resultados y el desempeño de sus propios técnicos y de los equipos privados que podrían trabajar en el área del Proyecto. Esta supervisión se realizará fundamentalmente a través de un comité directivo a nivel central y de las unidades de terreno con sede en Bulnes.

Las colocaciones crediticias realizadas por el Instituto de Desarrollo Agropecuario y aquellos que realice la Banca Privada con cargo a las líneas de redescuentos del Banco Central o de la Corporación de Fomento de la Producción, serán informados mensualmente a la Comisión Nacional de Riego, mediante un informe específico que se establecerá para estos efectos.

### 2.3 Unidad ejecutora y organismos coejecutores del proyecto personal asignado y costos de funcionamiento

#### 2.3.1 Comisión Nacional de Riego

La Comisión Nacional de Riego, como unidad ejecutora del proyecto Laja Diguillín, tendrá su oficina principal de Coordinación en Santiago.

#### 2.3.2 Dirección de Riego - Ministerio de Obras Públicas

La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, como unidad coejecutora, tendrá una unidad coordinadora del proyecto Laja Diguillín en Chillan, encargada de la supervisión de la asesoría a la Inspección Fiscal de la construcción de la obra.

#### 2.3.3 Instituto de Desarrollo Agropecuario del Ministerio de Agricultura

Unidad coejecutora encargada del programa de transferencia tecnológica a pequeños productores agropecuarios que posean predios de hasta 12 HRB. Tendrá un coordinador de proyecto en Chillan y un equipo de trabajo en el área del proyecto, este programa durará 10 años.

#### 2.3.4 Instituto de Investigaciones Agropecuarias

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, unidad coejecutora, responsable del Proyecto de Transferencia (G.T.T) a productores agropecuarios que sean propietarios de predios con más de 12 HRB. Contará con un Coordinador de Proyecto

en Chillan y una unidad de terreno en el área del proyecto. Este programa durará 4 años. El costo ha sido incluido en el programa de transferencia tecnológica descrito y valorado en el punto H (Cap. II)

### 2.3.5 Resumen de costos en personal y de operación anual de la unidad ejecutora y entidades coejecutoras.

(en miles de pesos de Agosto de 1990)

	Año 1 1991/92	Año 2 1992/93	Año 3 1993/94	Año 4 1994/95	Año 5 1995/96	Año 6-10 1996/97- 2000/01
Gastos e inversiones						
Gastos en personal	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	16.443
CNR	26.675	26.675	26.675	26.675	26.675	13.118
INDAF	3.325	3.325	3.325	3.325	3.325	3.325
Gastos en operación	8.433	8.433	8.433	8.433	8.433	5.766
CNR	5.335	5.335	5.335	5.335	5.335	2.668
INDAF	3.098	3.098	3.098	3.098	3.098	3.098
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Subtotal gastos	38.433	38.433	38.433	38.433	38.433	22.209
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Inversiones	18.700	0	0	0	0	0
CNR	7.040	0	0	0	0	0
INDAF	11.660	0	0	0	0	0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
TOTALES	57.133	38.433	38.433	38.433	38.433	22.209

## 3. Sistema de seguimiento y evaluación posterior

### 3.1 Objetivo de la Evaluación

El objetivo de la evaluación consistiría en la determinación del incremento de la superficie regada y del aumento de la producción agropecuaria logrado por los agricultores beneficiados con el proyecto.

La evaluación debería estar fundamentada en la comparación, tanto cuantitativa como cualitativa, de tres variables:

- La situación en el área del proyecto a la fecha de iniciarse las actividades propuestas en el programa;
- Las metas proyectadas originalmente, tanto a nivel general del área (inversiones en infraestructura extrapredial) como a nivel de los agricultores, del programa en su conjunto;

- Los resultados efectivamente alcanzados, medidos anualmente hasta el período de plena maduración de las inversiones.

La evaluación consideraría fundamentalmente los siguientes aspectos:

- a) El incremento de la producción física y los cambios en los valores brutos de la producción y de los costos de operación;
- b) La transferencia tecnológica a los agricultores, medida a través de los incrementos alcanzados en los rendimientos, del aumento de la utilización de insumos tecnológicos, de los cambios en la estructura de los costos de producción y de las modificaciones en las pautas de manejo de los recursos naturales renovables.
- c) El incremento real de los recursos productivos de cada agricultor, medido como la inversión en capital fijo y de explotación, desde el año en el cual se incorpora al programa.
- d) Cambio en el nivel de ingresos de los agricultores hasta 12 hectáreas de riego básico.
- e) Cambios en los niveles de vida e integración al desarrollo de los agricultores considerados como "rururbanos".

### 3.2 Requerimientos de información

Con el fin de facilitar la preparación de la evaluación ex-post, la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Riego, centralizaría la información anual necesaria sobre el programa, a partir de la iniciación de la ejecución y durante un período no inferior a 8 años, recopilando, tabulando y analizando la información a nivel de productor para establecer la evolución de las empresas en el tiempo. Esta información se obtendrá, por una parte, de la encuesta a una muestra estratificada representativa de los agricultores beneficiados por el programa y, por la otra, de las distintas entidades gubernamentales participantes. Esta información cubriría, a lo menos, los siguientes puntos:

### 3.3 Inversiones extraprediales

Se recopilaría, anualmente, los avances en la ejecución de las obras civiles, tanto en términos físicos como financieros.

La inversión financiera se presentaría clasificada según la fuente de los recursos (aporte nacional y BID).

Se presentarían los cronogramas comparativos de inversión programada y ejecutada.

### 3.4 Producción agropecuaria

#### 3.4.1 Producción Agrícola

En este punto se consideraría solamente los principales cultivos en el área del proyecto. Se analizarán los cambios en los siguientes indicadores:

- i) Superficie sembrada y cosechada (en há), rendimientos físicos (ton:há) y producción bruta total, en toneladas, de los cultivos y plantaciones representativos;
- ii) Costos de producción. Se analizarían bianualmente con el fin de determinar los cambios en su nivel y su composición.

Los cálculos se harían con el suficiente detalle que permita el desglose de los costos de la mano de obra y de los diferentes insumos tecnológicos. Se separaría convenientemente los costos por predio de la distribución y control del agua, con el fin de determinar los mejoramientos en la eficiencia de la aplicación.

#### 3.4.2 Producción Pecuaria

Se considerarían bianualmente los indicadores correspondientes a las principales modalidades de explotación ganadera en el área del proyecto:

- i) Desarrollo de las diferentes masas ganaderas, rendimientos en leche y carne (por unidad animal y por hectárea) y producción bruta.
- ii) Costos de producción: al igual que en el caso de los cultivos, la pauta permitiría el análisis separado de la mano de obra. Además, del análisis de los costos, podría inferirse los mejoramientos en el uso de las empastadas.
- iii) El cambio en el nivel de ingresos de los agricultores hasta 12 hectáreas de riego básicos y los cambios en los niveles de vida de los agricultores rururbanos.

### 3.5 Servicios de apoyo a la producción

Debería presentarse los cronogramas comparativos entre las proyecciones y las realizaciones con respecto a:

- a) Servicios de operación y mantenimiento de la red de distribución del agua.
- b) Asistencia técnica prestada a los agricultores para efectos de la puesta en riego, mejoramiento y tecnificación del regadío y desarrollo agropecuario.
- c) Avance de las colocaciones en crédito agrícola realizadas.

3.6. Informe

El primer informe sobre los programas socio-económicos alcanzados se presentaría dentro de los 24 meses de desembolsado el préstamo correspondiente y el segundo dentro de los 24 meses siguientes.

## **CAPITULO IV**

### **OTROS ASPECTOS DEL PROYECTO**

#### IV. OTROS ASPECTOS DEL PROYECTO.

##### A. RELACION RIEGO ENERGIA

###### 1. Objetivo.

La finalidad de este punto es poder analizar la interferencia que podría producirse entre la generación de energía hidroeléctrica y el regadío al desarrollarse el proyecto Laja-Diguillín. Para poder esclarecer esta interferencia a continuación se analizan dos aspectos fundamentales:

- Convenio Riego-Endesa.
- Demandas del sistema de Riego al Lago Laja y su incidencia con el Sistema Energético.

###### 2. Convenio Riego-Endesa.

###### 2.1. Introducción.

Con fecha 24 de Octubre de 1985 la Dirección de Riego del M.O.F. (Riego) y la Empresa Nacional de Electricidad S.A (ENDESA), suscribieron un Convenio Ad-Referendum (el cual fue aprobado por Decreto Supremo Nº 2534 de 29 de octubre de 1958 y reducido a Escritura Pública), a raíz de que ambas Instituciones decidieron emprender en forma conjunta el desarrollo de los recursos de agua de la Hoya del Río Laja, sobre la base de que Endesa construiría un embalse en el Lago Laja que serviría como elemento regulador del régimen del río Laja; la capacidad mínima de regulación sería de 4000 millones de m<sup>3</sup> (cláusula 1) y los recursos del sistema serían utilizados para regar determinadas áreas y producir energía hidroeléctrica, disponiendo que la administración de la obra se haría en conjunto por ambas instituciones reservandose a Endesa la responsabilidad del control de los elementos de entrega de caudales para ambos usos en conformidad a lo que dispone el Convenio (cláusula 2).

Este convenio, cuyo contenido se examinará en párrafos posteriores, es el documento básico oficial, actualmente vigente mediante el cual se regula la forma y cantidades con que Riego y Endesa deberán hacer la utilización de los recursos regulados del Sistema Laja para ambos usos.

El convenio consta de 15 cláusulas, de los cuales las 5 últimas son transitorias y no tienen en la actualidad mayor relevancia salvo la Nº 14 que se refiere al pago de las obras que Riego ocupe.

## 2.2. Aspectos Técnicos básicos de la utilización de Riego y Endesa del Sistema Laja, en relación al Proyecto "Canal Laja Diguillín".

El embalse El Laja es una represa prácticamente natural que recibe los recursos de su hoya hidrográfica (caudal medio de 57,3 m<sup>3</sup>/s.) más el aporte, por trasvase, del río Polcura cuyo caudal medio se estima en 9,3 m<sup>3</sup>/s, totalizando 66,6 m<sup>3</sup>/s como aporte medio; las lavas que cubren el desague son permeables, lo que produce filtraciones cuya magnitud depende del nivel del embalse; si se consideran las posibles variaciones futuras de niveles estas filtraciones pueden llegar a unos 27 m<sup>3</sup>/s, como valor medio, siendo su valor máximo del orden de 50 m<sup>3</sup>/s.

Estas filtraciones impiden que todo el caudal disponible sea posible de regularse; solamente sería regulable un caudal medio de orden de 66,6-27 ≈ 40 m<sup>3</sup>/s.

El uso del agua para riego está definido básicamente en 2 cláusulas fundamentales que son la N03 y N04 y que tienen una importante influencia en el Proyecto Canal Laja-Diguillín.

La cláusula N03 establece que a los antiguos regantes se les asegura el riego actual (se refiere a la fecha de la firma del Convenio) de 90.000 há con un caudal máximo de 90 m<sup>3</sup>/s en las tomas de los canales. Los canales tendrán derecho a extraer este caudal con la misma seguridad que han tenido a la fecha cuando la suma de los aportes de filtraciones del lago, más los afluentes entre Ojos de Agua y Tucapel sea igual o superior a 90 m<sup>3</sup>/s; cuando el caudal en Tucapel sea inferior a 90 m<sup>3</sup>/s y hayan disminuido las filtraciones, Endesa deberá enterar la descarga de Abanico un caudal de 47 m<sup>3</sup>/s equivalente a las filtraciones naturales antes de la construcción del embalse.

La cláusula N04 reserva el derecho a la Dirección de Riego a extraer del Sistema Laja aguas arriba de Tucapel, caudales adicionales a los reservados en la cláusula N03 para el futuro desarrollo de nuevas áreas de riego, sea por mejoramiento o por ampliación de superficies. Para estos fines, el Convenio fija dicha reserva en un caudal máximo de 65 m<sup>3</sup>/s al cual se le asigna una variación estacional específica, pero a su vez en esta misma cláusula se faculta a la Dirección de Riego de variar la distribución mensual, siempre que esta variación no represente una mayor demanda anual al embalse, que la que resultaría de aplicar la distribución indicada en el Convenio y que los caudales exigidos no sobrepasen la capacidad de las obras ni establezcan limitaciones no contempladas en el Convenio.

La obligación de Endesa de suministrar los caudales deficitarios para asegurar el nuevo riego, solo será válida mientras el nivel del lago corresponda a un volumen útil superior a 1000 millones de m<sup>3</sup>; en el caso que el lago tenga un volumen útil inferior a 1000 millones m<sup>3</sup> pero mayor que el colchón de reserva (cláusula 62) de

500 millones m<sup>3</sup>, la dotación de los canales de riego nuevo se reducirá en un 20% disminuyéndose el caudal máximo de 65 m<sup>3</sup>/s a 52 m<sup>3</sup>/s.

Aparte de las cláusulas N<sup>o</sup> 3 y 4 que hemos citado, existirían a juicio del Consultor, otras 2 cláusulas, la 6<sup>a</sup> y la 14<sup>a</sup> que se consideran de importancia para el régimen de extracción de caudales del lago Laja y que inciden también en el Proyecto Canal Laja-Diguillín. La cláusula 6<sup>a</sup> fija un colchón de 500 millones m<sup>3</sup> de volumen útil, destinado exclusivamente entregar, en bocatoma de Abanico, el caudal de 47 m<sup>3</sup>/s de acuerdo a la primitiva merced otorgada a Riego; en el caso que Riego no requiera todo este caudal, Endesa podrá hacer economías, dentro del colchón, las que desaparecieran cuando el nivel del lago sobrepase el del colchón. Existen otras cláusulas que regulan posibles economías tanto de Riego como de Endesa y la forma de utilizarlas, en general, en función de determinados niveles del lago.

En cuanto a la cláusula 14<sup>a</sup>, ella se refiere a que cuando Riego hiciera uso del derecho que le otorga la cláusula 4<sup>a</sup> (riegos nuevos) debiera adquirir a Endesa el derecho a la parte de la obra que desea utilizar, pagando en proporción al caudal que se desee en el mes de máximo consumo, para llegar a pagar la mitad del valor total de las obras cuando se utilicen 65 m<sup>3</sup>/s en dicho mes. El valor de las obras se determinará de común acuerdo, sobre la base del valor que tuvieran en el momento en que la Dirección de Riego desee utilizarlas.

Finalmente, se hará mención a la cláusula N<sup>o</sup> 5 que se refiere a los caudales máximos que se extraerán del lago para la generación de energía eléctrica:

- gasto medio anual 57 m<sup>3</sup>/s (incluido filtraciones aguas arriba bocatoma Abanico)
- gasto medio mensual 67 m<sup>3</sup>/s
- gasto medio diario 85 m<sup>3</sup>/s

En esta cláusula se fijan condiciones en que estos valores pueden variar y regula la manera de proceder.

### 2.3. Observaciones que surgen del estudio del Convenio.

- a) De la recopilación de antecedentes hecha para el examen del convenio sobre la Regulación del río Laja, surge como una primera observación el hecho de que ella permite considerar que su vigencia sigue válida, porque no se ha encontrado ningún Decreto, Resolución, o Documento que exprese alguna idea en contrario; más aún, entre los documentos más recientes analizados está la Resolución de la Dirección General de Agua N<sup>o</sup> 84 de 17-Abril-1975 y el Decreto Supremo N<sup>o</sup> 803 de fecha 30-Abril 1980 los que confirman la plena vigencia del Convenio.

La Resolución aludida en su REF. expresa: "Aprueba obras y

concede definitivamente merced en lago Laja a la Empresa Nacional de Electricidad S.A Endesa"; puede comprobarse en el art. 2º que la asignación de caudales es igual a la que consulta el convenio, y en el art 3º se hace expresa referencia al Convenio "Endesa-Riego" al referirse a la posible superación de los caudales asignados y finalmente en su art.10º dice textualmente " La Empresa hará el aprovechamiento de esta merced de acuerdo con lo estipulado en el convenio a que se ha hecho referencia en el Nº 3 de esta Resolución" (se refiere al Convenio Riego-Endesa).

Por su parte el Decreto Supremo Nº 803 en su art.2º establece que la utilización de la reserva, que dicho decreto hace, se debe ceñir a lo dispuesto en el Convenio Riego-Endesa.

- b) Como se sabe el Convenio Riego-Endesa, tal como ha sido explicado anteriormente, fue suscrito hace algo más de 30 años (octubre 1958) durante ese tiempo Endesa completó el desarrollo hidroeléctrico del sistema lago Laja construyendo finalmente las Centrales Abanico, El Toro y Antuco, sin otra limitación que la de respetar los derechos antiguos de los canales de riego que el Convenio los designa como "riego actual", y sin que hasta la fecha el Estado haya hecho uso de la reserva de agua que se asigna el Convenio para desarrollar nuevos riegos entre los cuales se encuentran las tierras que podría beneficiar el Canal Laja-Diguillín.
- c) Esta circunstancia ha traído como consecuencia que Endesa ha podido utilizar el Sistema Laja sin ninguna de las limitaciones que le habría impuesto el desarrollo de nuevas áreas de riego; es previsible que si se decide hacer valer los derechos que le corresponden al sector Riego, se va a producir algún tipo de desequilibrio para el sistema Interconectado y se planteará el problema de que éste puede significar un costo adicional que, a nivel nacional, alguna Institución o Agrupaciones o el Estado o todas en conjunto deberán asumirlo. En todo caso, debe quedar en claro que el sector Riego sólo estaría haciendo uso de un derecho que le fué legalmente otorgado. Por otra parte la utilización sin restricciones que Endesa ha hecho de los recursos de agua puede haberle producido ingresos adicionales que pudieran considerarse como compensatorios al costo de la parte de la obra que Riego decida usar para extraer las aguas del lago Laja (cláusula Nº 14 del convenio).
- d) También cabría entre las líneas del pensamiento, el hecho de que el Convenio no menciona plazos para la utilización del agua para riego nuevo por parte del Estado, por lo tanto podría considerarse que Endesa debe asumir el costo adicional dado que estaba en su conocimiento que en cualquier momento se haría uso de este derecho y el riesgo correspondería en su totalidad a ella, salvo lo establecido en el artículo 14 respecto del pago de parte de las obras por parte de Riego.

e) Se estima de importancia destacar la precaución que tuvieron los redactores del Convenio Riego-Endesa de asegurar una especial protección a los Derechos de Agua de los "Antiguos Regantes". En efecto, en la cláusula Nº 3 del Convenio se dispone, como ya ha sido explicado, que los regantes antiguos tendrán:

- Derecho a extraer 90 m<sup>3</sup>/s en forma permanente.
- Deberán gozar de la misma seguridad que han tenido hasta la época de la firma del Convenio, esto es, que el aporte de las filtraciones del lago Laja (47 m<sup>3</sup>/s) más los aportes entre Ojos de Agua y Tucapel sean iguales o superiores a 90 m<sup>3</sup>/s. Si las filtraciones disminuyen Endesa deberá completar frente a bocatoma Abanico un caudal equivalente a los 47 m<sup>3</sup>/s (filtraciones del lago), siempre que el caudal en Tucapel sea inferior a 90 m<sup>3</sup>/s.

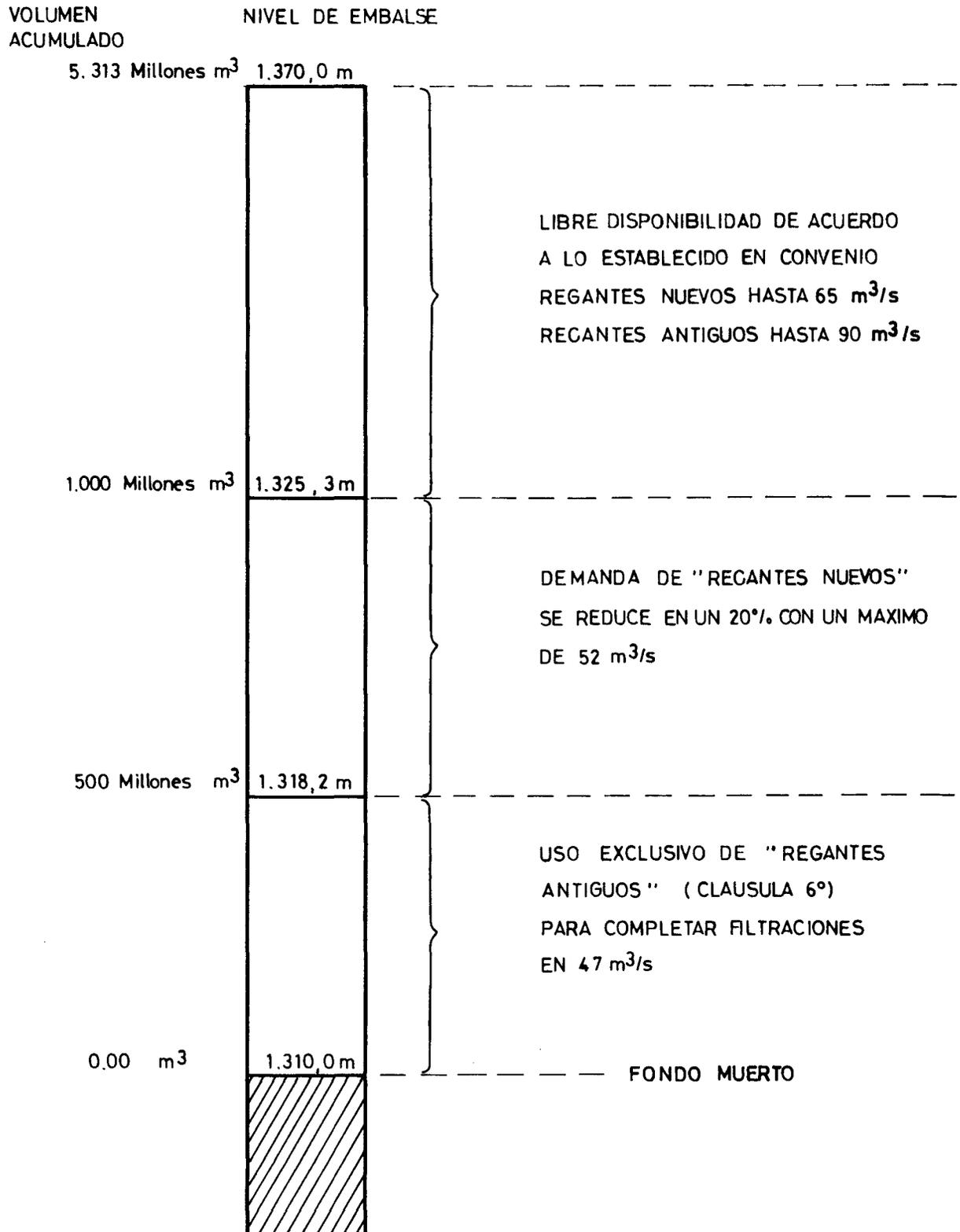
Reforzando esta idea de asegurar la seguridad de riego de los antiguos regantes, en el Convenio se materializa, en la cláusula Nº 6, el establecimiento de un colchón de reserva inferior en el lago Laja de 500 millones de m<sup>3</sup> de volumen útil, y sobre el cual el Convenio expresa textualmente: " destinado exclusivamente a completar en la bocatoma de Abanico el Gasto de 47 m<sup>3</sup>/s que corresponde a la actual concesión otorgada por los decretos Nº2582 y Nº 835 del Ministerio del Interior de fecha 6 de Mayo de 1942 y 26 de febrero de 1944 respectivamente".

Subsidiariamente el Convenio permite a Endesa hacer economías dentro del colchón de reserva si el riego no requiere los caudales a que tendrían derecho los antiguos regantes, pudiendo Endesa manejar esta parte del colchón a su conveniencia haciendo uso de las economías, las cuales se extinguen si el nivel del lago llega al volumen de 500 millones de m<sup>3</sup>.

El consultor estima que los Regantes Antiguos, conforme al Convenio, podrán obtener su caudal de 90 m<sup>3</sup>/s y mantendrán la seguridad de riego que siempre han tenido.

Con el fin de aclarar la situación del colchón de reserva y otras consideraciones del Convenio respecto a volúmenes límites se adjunta la figura IV.A.1.

## FIGURA IV. A. 1.



### 3. Demandas del Sistema de Riego al Lago Laja y su incidencia con el Sistema Energético.

Las demandas del sistema de riego al río Laja en la bocatoma Tucapel corresponden a las calculadas una vez que se han considerado todas las fuentes posibles de abastecimiento, tanto dentro de las áreas de riego mismo, como en los esteros y ríos que atraviezan el canal Laja-Diguillín.

Con el fin de determinar los posibles aportes al sistema y la demanda final al río Laja, se ha confeccionado un Modelo de Simulación de la Operación del canal Laja-Diguillín de acuerdo al Esquema que aparece en el punto II.A.3.

Para la operación de este Modelo se han utilizado las estadísticas de caudales generadas en el estudio "Proyecto Itata. Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria", elaborado para la Comisión Nacional de Riego.

Las demandas de los diferentes sectores de riego han sido determinadas durante el presente estudio (Anexo II.A.4) y las demandas locales de los esteros y ríos, cuyos recursos sobrantes se aprovechan, se obtuvieron aplicándoles la tasa de riego obtenida en este estudio a las superficies que aparecen en los Catastros de Usuarios de los ríos Itata y Diguillín, de la Dirección General de Aguas.

Como resultado final de este Modelo se obtuvieron los caudales que debería conducir el canal Laja-Diguillín en sus diferentes tramos. Los caudales del tramo Laja-Huépil corresponden precisamente a las demandas del sistema de riego al río Laja en la bocatoma Tucapel, cuadro que se encuentra en el Anexo II.A.1. En este cuadro puede observarse que la demanda máxima con 100% de seguridad llegaría sólo a 61.4 m<sup>3</sup>/s en Enero de 1950 y la demanda máxima con 85% de seguridad llegaría a 55.4 m<sup>3</sup>/s.

Para determinar cuales serían los déficits del sistema riego en bocatoma Tucapel, se han considerado dos alternativas ya que no existe un control continuo de los caudales del río Laja en este punto. Hasta el año 1972 la Dirección General de Aguas llevó un registro de los caudales del río en Tucapel, prácticamente en el mismo lugar de la bocatoma (en puente Tucapel a unos 150 m aguas abajo de la bocatoma), estadística que se encuentra en el cuadro IV.A.1, adjunto al final de este punto. Por otra parte, cuando nuestra firma realizó el estudio "Apoyo a la preparación de un proyecto de Riego. Canal Laja-Diguillín" (FAO-Comisión Nacional de Riego, año 1987) se elaboró un Modelo de la Operación del Lago Laja con información proporcionada por ENDESA de como habían operado las Centrales Hidroeléctricas a medida que se habían puesto en servicio. Este Modelo permitió generar una estadística del río Laja en Tucapel hasta el año 80/81, la cual se incluye en el cuadro IV.A.2.

Para determinar los déficits de riego se ha restado a ambas

estadísticas las demandas del sistema, obteniéndose los cuadros IV.A.3 y IV.A.4, los cuales indican los déficits del río Laja en Tucapel y por lo tanto la demanda que efectúa el sistema del Canal Laja-Diguillín al Lago Laja.

Apesar que la estadística generada por el Modelo tiene diez años más, esto, para los efectos de comparaciones posteriores, no tiene ninguna trascendencia porque los valores extremos, es decir, las máximas demandas, se producen en años comunes a ambas estadísticas.

De la comparación de ambos cuadros podemos deducir que:

- el hecho de utilizar los recursos del Lago con fines Hidroeléctricos ha hecho variar fundamentalmente la magnitud de los caudales medios mensuales mes a mes por efecto de la operación del embalse.
- el operar las Centrales ha significado que las demandas al Lago Laja sólo se produzcan en los meses de Diciembre y Enero.
- la mayor demanda al Lago con un 100% de seguridad, se desplaza desde Enero de 1950 a Enero de 1948 aumentando en alrededor de un 15% (45.3 a 52.2 m<sup>3</sup>/s) y la demanda con 85% de seguridad en Enero de 1957, para ambos casos, varía en un 8.6% (32.5 a 35.3 m<sup>3</sup>/s).
- si se considera el Convenio RIEGO-ENDESA, el proyecto Laja-Diguillín en ningún momento está demandando mayor cantidad de agua de la que tendría derecho, llegando, para una seguridad del 85%, a demandar sólo un 50% de sus derechos. En los 40 años de estadística analizada, se ocupa en promedio sólo un 30% de los derechos.
- si se compara el volumen anual a que tiene derecho el sistema de riego, según Convenio (901,4 millones de m<sup>3</sup> al año), con lo que demanda al río Laja, para 100% de seguridad (475.1 millones de m<sup>3</sup>) y para 85% de seguridad (376,5 millones de m<sup>3</sup>), se deduce que el sistema riego está favoreciendo al sistema energético.

La comparación última efectuada nos indujo a generar el cuadro IV.A.5, donde se muestra los volúmenes de agua que el Estado deja embalsado en el Lago Laja para libre uso del Sistema Energía, habida consideración que la cláusula 4 del Convenio permite a la Dirección de Riego cambiar la distribución de sus demandas, por lo tanto si se observa en dicho cuadro los volúmenes embalsados en el Lago Laja en los meses que el Sistema Riego demanda una cantidad muy inferior a sus derechos, se concluye que en base a las atribuciones que le otorga la cláusula 4, aún funcionando las Centrales Hidroeléctricas, el uso que el Estado hace del Lago Laja es muy inferior a lo que tendría derecho, y aún se podría deducir que el Sector Energía, al poder utilizar una reserva de agua importante del Estado, está obteniendo un beneficio económico en desmedro del Sistema Riego, en este caso, el proyecto Canal Laja-Diguillín.

## CANAL LAJA DIGUILLIN

## ESTADISTICA LAJA EN TUCAFEL DESERVADA FOR D.G.A.

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
41/42	36.0	153.0	249.0	345.0	266.0	217.0	179.0	405.0	356.0	164.0	73.1	45.8
42/43	56.7	105.0	120.0	112.0	203.0	193.0	172.0	160.0	119.0	46.1	26.1	29.4
43/44	44.1	120.0	102.0	135.0	114.0	251.0	138.0	85.2	35.2	16.9	14.4	11.5
44/45	17.9	87.6	171.0	168.0	213.0	169.0	240.0	193.0	152.0	47.4	44.8	23.8
45/46	38.0	228.0	289.0	203.0	258.0	208.0	255.0	296.0	121.0	46.0	38.8	29.0
46/47	39.0	91.5	107.0	188.0	136.0	183.0	116.0	128.0	85.4	20.0	13.1	12.4
47/48	25.0	63.8	174.0	150.0	147.0	120.0	137.0	101.0	33.8	13.6	8.9	8.9
48/49	66.0	114.0	159.0	221.0	145.0	251.0	218.0	183.0	157.0	75.4	32.0	47.0
49/50	48.4	210.0	262.0	174.0	117.0	90.1	66.3	30.7	24.5	16.1	10.6	11.5
50/51	66.6	279.0	256.0	148.0	343.0	241.0	163.0	242.0	217.0	176.0	113.0	63.4
51/52	51.0	171.0	402.0	406.0	257.0	252.0	203.0	206.0	154.0	81.3	42.2	61.3
52/53	58.4	114.0	148.0	169.0	132.0	132.0	105.0	70.9	45.5	41.6	23.9	24.8
53/54	48.8	301.0	200.0	223.0	334.0	343.0	184.0	232.0	262.0	151.0	72.0	35.1
54/55	60.2	120.0	226.0	231.0	357.0	193.0	173.0	148.0	69.9	28.8	18.6	15.9
55/56	39.3	70.4	195.0	116.0	126.0	124.0	99.2	80.0	65.6	85.6	22.7	52.9
56/57	93.9	174.0	125.0	225.0	189.0	120.0	115.0	105.0	41.9	22.3	18.8	17.4
57/58	21.4	99.3	139.0	209.0	276.0	176.0	137.0	128.0	109.0	33.4	19.0	22.1
58/59	48.7	141.0	327.0	359.0	227.0	197.0	187.0	154.0	60.6	29.7	25.2	24.7
59/60	252.0	234.0	227.0	343.0	205.0	337.0	176.0	158.0	80.8	45.4	27.9	30.8
60/61	73.1	84.3	267.0	219.0	178.0	188.0	225.0	129.0	65.2	43.1	29.1	45.5
61/62	78.2	100.0	162.0	342.0	198.0	306.0	286.0	185.0	118.0	43.6	28.5	28.4
62/63	47.3	85.9	133.0	139.0	196.0	142.0	124.0	64.3	32.2	35.3	41.9	47.7
63/64	58.4	78.7	127.0	229.0	246.0	259.0	229.0	263.0	168.0	76.4	28.2	24.1
64/65	45.8	90.1	123.0	130.0	128.0	174.0	126.0	87.1	85.5	38.4	33.0	27.6
65/66	125.0	197.0	289.0	279.0	328.0	175.0	200.0	207.0	233.0	74.1	40.3	42.0
66/67	72.0	118.0	198.0	335.0	207.0	204.0	176.0	172.0	281.0	131.0	74.9	61.9
67/68	73.0	145.0	148.0	166.0	252.0	232.0	261.0	191.0	102.0	56.5	50.7	57.9
68/69	79.4	107.0	91.1	97.4	129.0	92.7	73.0	78.9	47.2	30.0	20.0	24.0
69/70	80.6	208.0	388.0	246.0	286.0	243.0	173.0	164.0	87.4	36.8	40.4	42.6
70/71	49.2	106.0	210.0	174.0	182.0	142.0	160.0	141.0	108.0	48.8	54.7	50.7
71/72	68.0	191.0	172.0	308.0	263.0	186.0	176.0	140.0	90.9	39.8	22.3	39.1

CANAL LAJA DIGUILLIN

ESTADISTICA LAJA EN TUCAPEL SEGUN MODELO LABO LAJA

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
41/42	45.0	89.6	172.5	268.7	259.7	219.1	193.6	252.5	198.5	88.7	55.3	68.5
42/43	73.9	105.7	151.2	130.9	236.5	210.7	178.7	165.0	91.8	76.2	78.9	78.1
43/44	45.5	110.5	92.1	134.5	137.5	222.8	148.4	92.4	40.8	20.4	19.7	28.6
44/45	52.2	86.5	176.3	138.8	181.8	154.4	209.5	129.4	40.9	13.6	32.0	57.5
45/46	86.4	272.9	258.1	187.3	232.0	199.4	187.4	163.0	77.2	55.2	56.3	49.9
46/47	49.0	83.8	92.5	176.4	156.7	169.6	132.6	140.6	85.2	5.6	4.7	16.7
47/48	26.8	64.4	157.3	151.2	169.1	128.8	152.7	100.8	29.5	3.0	6.5	15.0
48/49	64.9	116.7	183.6	211.4	147.6	253.3	218.5	166.6	113.5	49.1	34.7	55.2
49/50	34.4	246.0	241.9	142.8	127.3	106.7	103.1	64.1	53.5	27.3	84.4	94.6
50/51	75.6	211.3	221.0	121.7	188.8	180.7	119.0	136.4	109.3	99.4	90.2	72.3
51/52	72.3	175.0	326.2	317.4	210.6	182.9	147.7	140.5	73.9	24.5	14.1	63.7
52/53	34.2	102.9	133.8	169.5	161.1	171.7	140.6	85.2	52.5	19.2	18.5	28.2
53/54	61.1	246.5	187.4	205.8	305.8	307.3	199.0	190.3	137.1	95.1	73.1	62.4
54/55	60.0	80.1	193.3	224.7	305.8	179.7	165.8	152.9	101.0	45.2	35.0	33.6
55/56	44.9	89.0	177.8	123.2	158.0	158.0	140.8	103.3	63.7	78.8	92.2	68.3
56/57	100.7	167.7	110.1	209.8	206.5	166.4	150.7	134.5	49.0	19.5	18.3	24.5
57/58	49.9	124.2	155.4	228.8	312.4	199.1	166.5	123.1	102.3	46.7	26.3	26.3
58/59	51.3	127.1	303.1	279.9	169.0	173.9	154.2	101.4	29.5	28.0	40.3	42.8
59/60	176.0	172.1	180.6	279.1	176.4	258.8	163.8	89.6	142.5	39.0	97.4	31.5
60/61	61.7	107.6	233.2	208.3	186.0	177.0	200.4	119.5	71.8	65.4	61.0	63.5
61/62	35.3	39.5	105.4	267.0	188.9	264.1	250.0	207.9	136.5	59.4	45.3	43.4
62/63	40.7	77.5	95.3	110.0	183.4	133.4	152.3	99.1	46.8	29.2	30.9	46.0
63/64	35.7	40.5	81.7	201.6	218.0	237.3	202.3	242.3	195.3	102.2	52.3	40.5
64/65	44.7	83.1	81.1	112.3	142.0	169.0	165.2	121.6	90.0	30.1	9.6	26.1
65/66	76.1	138.9	255.7	241.5	285.0	162.2	189.6	206.4	183.5	45.0	13.6	30.8
66/67	64.4	94.6	197.0	335.9	178.3	162.4	175.3	149.4	226.1	110.4	72.2	54.4
67/68	69.5	154.6	136.4	157.2	252.9	231.3	232.8	146.8	75.1	40.5	38.0	33.7
68/69	41.5	75.2	69.0	92.3	138.3	102.4	84.2	73.7	30.3	14.8	13.6	23.4
69/70	61.2	181.1	367.6	178.8	246.8	200.9	91.9	68.8	41.2	27.5	2.7	26.7
70/71	34.1	71.4	188.0	162.2	206.8	144.0	135.8	106.3	90.8	53.2	44.1	41.4
71/72	4.1	126.5	85.7	242.2	209.6	132.1	131.5	95.7	78.5	43.9	46.0	29.3
72/73	35.2	282.5	471.8	351.3	416.6	313.3	291.1	248.6	217.4	13.6	9.4	19.3
73/74	35.8	154.3	132.4	191.5	163.5	122.5	140.2	110.2	43.1	16.9	15.2	19.9
74/75	34.4	79.6	190.0	159.5	177.5	151.5	127.3	115.2	60.5	19.2	17.6	33.1
75/76	57.6	216.7	254.9	244.1	157.2	162.7	153.8	140.2	86.6	38.1	32.8	34.3
76/77	52.1	90.7	181.1	148.4	168.0	167.2	186.9	110.5	65.5	49.7	40.7	33.8
77/78	60.3	137.0	197.4	258.2	184.7	204.3	192.1	173.7	131.6	54.1	22.8	27.0
78/79	52.3	123.2	178.3	389.0	176.2	266.1	272.3	146.9	34.0	10.5	13.2	28.8
79/80	40.7	84.5	132.1	252.4	378.8	258.8	175.9	161.8	122.2	33.9	59.4	70.1
80/81	166.8	326.7	383.5	292.8	235.4	160.9	124.3	106.6	48.3	37.8	17.8	35.0

## CANAL LAJA DIGUILLIN

## DEFICITS A PEDIR AL LAGO LAJA SIN CENTRAL EL TORO

Estadística observada por D.G.A.

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	VOL. ANUAL
41/42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
42/43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	5.0	0.0	17.26
43/44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.4	24.0	1.4	159.33
44/45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
45/46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
46/47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.5	25.7	0.0	152.02
47/48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.6	31.3	4.4	198.93
48/49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
49/50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	45.3	34.1	2.0	254.37
50/51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
51/52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
52/53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	17.6	0.0	60.35
53/54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
54/55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	16.9	0.0	110.73
55/56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	0.0	47.96
56/57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.5	21.9	0.0	139.92
57/58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	17.9	0.0	89.25
58/59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	9.0	0.0	59.29
59/60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	7.8	0.0	21.13
60/61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	10.7	0.0	58.87
61/62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.6	0.0	29.55
62/63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	25.6	1.9	0.0	106.56
63/64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.91
64/65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	17.87
65/66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
66/67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
67/68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
68/69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.5	18.0	0.0	111.66
69/70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	0.0	24.73
70/71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	21.85
71/72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	16.6	0.0	68.82

## CANAL LAJA DIGUILLIN

DEFICITS A FEDIR AL LAGO LAJA OPERANDO CENTRAL EL TORO

Caudales obtenidos con Modelo de Operacion del LAGO LAJA

AÑO	AER	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	VOL.ANUAL
41/42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
42/43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
43/44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.9	18.7	0.0	133.38
44/45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	0.0	0.0	50.69
45/46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
46/47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.9	34.2	0.0	211.09
47/48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	52.2	33.7	0.0	222.54
48/49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
49/50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.2	0.0	0.0	91.55
50/51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
51/52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	16.8	0.0	101.84
52/53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	23.0	0.0	133.40
53/54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
54/55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	0.5	0.0	27.24
55/56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
56/57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.3	22.4	0.0	148.69
57/58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	10.6	0.0	35.84
58/59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0	41.93
59/60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	19.25
60/61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
61/62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
62/63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	12.9	0.0	116.12
63/64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
64/65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	19.0	0.0	86.26
65/66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	0.0	20.98
66/67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
67/68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0	28.55
68/69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.7	24.3	0.0	167.90
69/70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	30.3	0.0	122.86
70/71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	10.19
71/72	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	0.0	0.0	21.25
72/73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	10.9	0.0	74.11
73/74	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.9	28.8	0.0	179.09
74/75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.8	20.2	0.0	155.41
75/76	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	4.3	0.0	48.56
76/77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
77/78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	16.35
78/79	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7	12.6	0.0	109.95
79/80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	0.0	0.0	32.43
80/81	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	18.3	0.0	69.30

## CANAL LAJA DIGUILLIN

## CAUDALES DE RIEGO NO UTILIZADOS SEGUN CONVENIO

Reserva de agua para riego en Lago Laja

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEF	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	VOL. ANUAL
41/42	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	36.0	31.3	32.5	773.46
42/43	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	49.8	17.0	20.9	32.5	656.78
43/44	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	33.6	11.7	13.6	19.6	547.04
44/45	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	32.5	38.0	32.5	774.63
45/46	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	57.9	25.9	25.1	26.0	695.27
46/47	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	46.4	11.5	13.2	25.9	596.36
47/48	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	35.0	9.8	11.8	19.2	540.42
48/49	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	63.8	21.9	27.0	32.5	722.30
49/50	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	33.7	23.7	3.6	7.3	19.0	426.11
50/51	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	60.2	38.9	26.3	32.5	756.51
51/52	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	47.8	17.6	21.1	32.5	652.52
52/53	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	42.6	23.8	16.7	10.5	18.9	486.34
53/54	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	26.1	27.5	27.9	725.56
54/55	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	40.6	10.1	16.5	19.7	568.91
55/56	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	46.1	39.9	16.0	9.5	32.5	576.31
56/57	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	30.3	10.2	11.3	18.2	525.04
57/58	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	58.0	14.5	15.1	20.0	618.40
58/59	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	40.1	21.3	17.8	26.9	620.06
59/60	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	40.8	18.8	16.3	29.4	618.17
60/61	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	32.6	9.6	12.2	23.6	545.88
61/62	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	47.2	16.4	16.9	25.1	599.89
62/63	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	39.0	20.3	4.1	8.2	16.8	428.61
63/64	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	28.1	23.4	27.1	707.85
64/65	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	54.7	62.3	19.9	23.4	23.4	677.21
65/66	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	33.4	29.7	32.2	762.16
66/67	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	56.8	46.6	32.5	866.28
67/68	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	43.9	13.8	18.8	27.9	615.18
68/69	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	42.2	9.5	14.0	19.9	566.22
69/70	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	49.1	19.0	19.1	26.8	640.30
70/71	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	45.8	8.0	15.8	18.7	573.00
71/72	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	48.1	14.5	13.1	28.8	602.71
72/73	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	33.6	31.7	32.5	760.11
73/74	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	25.7	7.3	8.1	21.0	504.36
74/75	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	52.7	33.1	6.1	14.2	17.9	496.66
75/76	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	44.9	12.7	14.8	25.2	598.09
76/77	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	53.2	19.6	18.8	24.3	630.01
77/78	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	22.9	22.4	27.2	702.81
78/79	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	61.9	24.8	26.2	27.1	702.08
79/80	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	65.0	19.0	40.2	32.5	749.76
80/81	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	42.2	55.2	38.8	17.8	16.0	24.4	595.78

## B. CENTRAL ITATA

### 1. Introducción

El objetivo de esta parte del Informe es describir la actualización económica de la Central Itata, para cuyo efecto se empleó el Proyecto Preliminar realizado por Croxatto, Léniz y Cía. Ltda. en Julio de 1980 para la empresa Maderas Prensadas Cholguán S.A.

La Central Itata se ubicará en el río del mismo nombre en la zona del Salto del Itata, lugar que se sitúa unos 15 km al Noreste del pueblo de Cholguán.

En este estudio se utilizan los presupuestos del Proyecto Preliminar debidamente actualizados y se analiza la incidencia, sobre los beneficios del proyecto, que tendría la construcción del Canal Laja-Diguillín el que incrementaría los caudales del río Itata, especialmente en los meses de invierno.

El tamaño óptimo de la Central Itata fue estudiado en el Proyecto Preliminar antes mencionado y en él se determinó que era conveniente instalar 2 unidades turbogeneradoras de 18 MW cada una en una Primera Etapa para generar los caudales del río Itata disponibles en la zona de El Salto del Itata. En una Segunda Etapa se contemplaba la instalación de 3 unidades de 18 MW cada una, o sea en total 54 MW, para generar los caudales del Itata más los excedentes trasvasados por el Canal Laja-Diguillín desde el río Laja.

En el primer caso los caudales del río Itata que se consideraron disponibles para la Central equivalen a lo que podría denominarse el régimen actual del río (que incluye el trasvase de aguas del Canal Zañartu desde el río Laja menos los caudales efectivamente captados por éste en bocatoma situada aguas arriba de la posible Central Itata). Este régimen actual del río podrá variar a futuro al construirse el Canal Laja-Diguillín, ya que parte de las demandas de riego se intentará satisfacerlas primero con recursos del río Itata antes de llegar a demandar los déficit al río Laja; de modo tal que es probable que en dicha nueva situación no fuese conveniente la instalación de dos unidades de 18 MW cada una.

Por otro lado debe considerarse que la Segunda Etapa de 54 MW de potencia instalada fue determinada en el informe del año 1980 en base a incluir en los caudales utilizables por la Central los excedentes de capacidad del Canal Laja-Diguillín, en el tramo Laja-Huepil, que en ese entonces se estimó con una capacidad disponible de 50 m<sup>3</sup>/s. Esta situación ha cambiado actualmente, ya que se considera una capacidad máxima disponible de 85 m<sup>3</sup>/s en la descarga al río Huepil. En todo caso, dado que el riego requiere sólo de 61 m<sup>3</sup>/s, la diferencia de capacidad deberán absorberla totalmente los interesados.

Por lo tanto, debido a lo señalado anteriormente es posible que el tamaño óptimo de la Central Itata deba ser reestudiado.

Otra limitación que puede señalarse es que el Presupuesto de las obras de la Central incluido en este informe está acorde al nivel del estudio existente; o sea prácticamente un nivel de factibilidad.

En el Anexo IV.B.1 se incluye una completa descripción de la Central Itata con presupuestos y evaluación económica, tanto a precios privados como a precios sociales.

## 2. Resultados de la evaluación económica.

La evaluación económica de una central que sólo aprovecha los caudales del río Itata en régimen actual, indicó que ella no es rentable para las condiciones del análisis efectuado y con el nivel actual de desarrollo de los estudios.

La alternativa recomendada es una central de 54 MW de potencia instalada que utilice los caudales determinados en el Proyecto Laja-Diguillín como disponibles para la generación en el río Itata más los trasvasados desde el río Laja mediante la capacidad excedente del tramo Laja-Huepil. Los resultados de su evaluación se incluye a continuación:

RESULTADOS EVALUACION SECTOR ENERGIA  
CENTRAL DE 54 MW CAUDALES ITATA + LAJA  
(Millones \$ de Agosto 1990)

	P.PRIVADOS	P.SOCIALES
INGRESOS ACTUALIZADOS	18.186	20.417
VENTA ENERGIA	14.556	16.433
VENTA POTENCIA	3.630	3.984
COSTOS ACTUALIZADOS	13.645	13.325
COSTO INVERSION	12.237	11.948
COSTO MANTENCION Y OPERACION	1.408	1.377
VAN PROYECTO	4.541	7.093
TIR	16,10%	18,46%

### 3. Recomendaciones.

En general se podrían recomendar algunas gestiones convenientes para que en el caso de construirse el Canal Laja-Diguillín se realice previamente un acuerdo con los particulares, que serían los interesados en construir la Central Itata, para efectuar un aprovechamiento conjunto de riego e hidroeléctricidad en el cual por un lado se asegure la disponibilidad de caudales para la Central y por otro se determinen las condiciones económicas en la cual se podrían efectuar dichos aportes de caudal si fuese pertinente.

Desde el punto de vista técnico se puede recomendar que una vez definidas las condiciones finales de diseño del futuro canal Laja-Diguillín en el tramo Laja-Huepil y se determinen los excedentes reales que se puedan trasvasar del río Laja hacia el Itata, se proceda a hacer un nuevo estudio de factibilidad o proyecto preliminar de la Central Itata.

## C. IMPACTO AMBIENTAL

### 1. Objetivos.

Este capítulo tiene como objetivo detectar el impacto que significaría la construcción del canal Laja-Diguillín, sobre todas las actividades ligadas de alguna manera a las aguas comprometidas en esta obra de riego.

Los objetivos específicos de este análisis son:

- Determinar si los ríos Laja y Bio-Bío presentan algún síntoma de contaminación en algún tramo de su cauce, para determinar las consecuencias de una reducción drástica del caudal del río Laja, sobre el sistema del Bio-Bío.
- Definir el impacto del canal Laja-Diguillín sobre la nueva área de riego, para el caso de que dichas aguas contengan algún agente contaminante.
- Estudiar el destino de los Saltos del Laja para el caso de construirse el canal.

Del estudio surgen las recomendaciones a los problemas de impacto ambiental aquí detectados.

### 2. Estudio de la Calidad de las Aguas de los ríos Laja y Bio-Bío.

Este análisis está destinado a esclarecer 2 aspectos:

- Diagnóstico: establecer, en la medida que la información existente y disponible lo permita, un diagnóstico de la situación actual: calidades de los ríos Laja y Bio-Bío, e influencia del primero sobre el segundo.
- Pronóstico: efectuar un pronóstico para la nueva situación, con canal, que durante los meses de verano desvía parte importante de los caudales del Laja hacia el norte.

El análisis de las aguas se basó en la información obtenida de las siguientes fuentes:

- a) Las estaciones de calidad química que la Dirección General de Aguas mantiene en los ríos Laja, Bio-Bío y Diguillín, que forman parte de la Red Nacional de Calidad Química de aguas superficiales.

El objetivo de esta red es generar información general acerca de la calidad del agua en cada cuenca, especialmente en su estado natural (para lo que se concibieron las estaciones base), y detectar, en forma gruesa, efectos relacionados con la

actividad humana (estaciones de impacto). Por ello, su cobertura espacial es amplia, abarcadora y bien regulada, aunque los parámetros medidos son más bien de interés general, y no específico.

Las estaciones consideradas en este estudio, el periodo en que han sido operadas, y los parámetros medidos, se presentan en la Tabla 1, y su ubicación en el Plano 1 del Anexo IV.C.1. La información completa obtenida en estas estaciones se encuentra en el Laboratorio de Aguas de la Dirección General de Aguas.

Tabla 1  
Estaciones estudiadas, correspondientes a la Red Nacional de Calidad Química de aguas superficiales.

Parámetros generales	:	temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto
Macroelementos	:	calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos.
Microelementos	:	arsénico, boro, cobre, fierro, nitratos, fosfatos.
Susp.	:	estación actualmente suspendida

ESTACION	PERIODO	FRECUENCIA DE MUESTREO	PARAMETRO
Bío-Bío antes Llanquén	1984	4/año	generales, macro, algunos micro.
Bío-Bío en Rucalhue	1969-72	casi mensual	pH, Cond.
	1978	1	pH, Cond, macro micro.
	1984	4/año	generales, macro micro.
Bío-Bío en Coihue	1978	1	pH, Cond, macro micro.
	1984	4/año	generales, macro micro.
Bío-Bío bajo Junta Vergara	1984	4/año	generales, macro micro.
Laja bajo Central Antuco	1984	4/año	generales, macro micro
Laja en Tucapel (Susp)	1966	ocasional	pH, Cond, macro
	1969-72	casi mensual	pH, Cond

Laja en El Salto (Susp)	1971-73 1978	ocasional 1	pH, Cond pH, Cond, macro micro.
Laja en Puente Perales	1969-72 1984	mensual 4/año	pH, Cond generales, macro micro.
Bío-Bío en Sta. Juana	1984	4/año	generales, macro, micro.
Bío-Bío en Desembocadura	1984	4/año	generales, macro, micro
Diguillín en Longitudinal	1969-72 1978 1984	mensual 1 4/año	pH, Cond pH, Cond, macro, micro generales, macro micro.

b) La información físico-química y bacteriológica que el Ex-SENDOS obtiene en sus puntos de captación y distribución de agua potable en las provincias de Concepción y Bío-Bío (Tabla 2 del texto, y Plano 1 del Anexo IV.C.1).

Esta información, aunque espacialmente concentrada en zonas urbanas o semirurales, complementa la anterior en cuanto a que contiene mediciones de todos los parámetros y contaminantes específicos limitados por la Norma Chilena de Agua Potable, NCH 409 of 84.

Los análisis físico-químicos completos se realizan con una frecuencia anual. Fueron consultados todos los análisis disponibles en Santiago, que comienzan el año 1981. Sin embargo, recién a partir de 1983 la información es más completa, y abarca los siguientes parámetros:

Parámetros físicos	: olor, sabor, color, turbiedad
Parámetros generales	: pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, dureza, alcalinidad, sólidos disueltos totales.
Cationes	: calcio, magnesio, hierro total, cobre, cinc, manganeso, amonio.
Aniones	: carbonato, bicarbonato, cloruros, sulfatos, fluoruros, nitratos, nitritos.
Sustancias Tóxicas	: arsénico, cadmio, plomo, mercurio, cromo, selenio, cianuro, fenoles, detergentes.

El agua se muestrea cruda y en la red. El tratamiento que está de por medio, en la mayoría de los casos consiste únicamente en cloración, y, para el caso de algunas aguas superficiales, además en un filtrado. La cloración, al modificar el pH, y con ello el potencial redox del medio acuático, favorece la

precipitación de diversas sustancias disueltas (pero no todas), que sedimentan con la materia orgánica y son arrastradas fuera del sistema por ella. La diferencia entre tratar con aguas crudas o de red, se tuvo presente en la interpretación.

Las estaciones de SENDOS, en las provincias de Bio-Bio y Concepción, sus ubicaciones relativas dentro de la cuenca, el tipo de captación y si se trata de aguas crudas o de red, se indica en la Tabla 2. El detalle de la información se encuentra en la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

TABLA 2  
Estaciones estudiadas, correspondientes a las captaciones de SENDOS en las provincias de Concepción y Bio-Bio.

ESTACION	UBICACION	TIPO DE CAPTACION	AGUA ANALIZADA
Quilaco	Bio-Bio alto	Subt	R
Santa Barbara	Bio-Bio alto	Subsup	R
Mulchén	Bureo	Subt-Sup	R
Negrete	Bio-Bio medio	Subt	R
Nacimiento	Vergara	Subt-Sup	C-R
Quilleco	cuenca media	Subt	R
Los Angeles	Bio-Bio-Laja	Subt	C-R
Huépil	Itata alto	Subt	R
Tucapel	Laja alto	Subt	R
Cabrero	Claro (Laja medio)	Subt	R
Monte Aguila		Subt	R
Yumbel		Subt	R
Laja	Laja bajo	Subsup	C-R
San Rosendo		Subt	R
Santa Juana	Bio-Bio bajo	Subsup	C-R
Hualqui		Sup	C-R
Chiguayarte		Subsup-Sup	C-R
Concepción		Subsup-Sup	C-R
Talcahuano		Subsup-Sup	C-R
San Pedro		Subsup-Subt	C-R
Rafael	Costera alta	Sup	R
Florida		Subsup-Sup	C-R
Dichato	Costera baja	Sup	C-R
Tomé		Sup	C-R
Lirquén		Sup	R
Fenco		Sup	C-R
Coronel		Sup-Subsup	C-R
Lota		Sup	C-R

Subt = Subterránea, por pozos  
 Subsup = Subsuperficial, por punteras  
 Sup = Superficial, desde río o estero  
 C = Agua cruda  
 R = Agua de red

- c) Caudales medios mensuales (QM) y medios diarios (QD) de las estaciones correspondientes a la red fluviométrica nacional, de los ríos Laja, Bio-Bio y afluentes (Tabla 3 del texto y Plano 1 del Anexo IV.C.1)

TABLA 3

Estaciones fluviométricas para las que se consultó caudales medios mensuales y diarios

ESTACION	ESTADISTICA CONSULTADA
Bio-Bio en Rucalhue	QM, QD
Canal Bio-Bio Sur en km 7	QM
Bio-Bio en Longitudinal	QM
Bureo en Mulchén	QM
Bio-Bio en Coihue	QM, QD
Renaico en Longitudinal	QM
Vergara en Tijeral	QM
Laja en Tucapel	QM, QD
Canal Laja camino a Tucapel	QM
Laja en El Salto	QM, QD
Laja en Fuente Ferales	QM, QD
Claro en Fuente Claro	QM
Laja en San Rosendo	QM
Bio-Bio en Desembocadura	QM, QD

El detalle de esta información se encuentra en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas.

#### Marco de referencia

El marco de referencia de este estudio lo constituyen las Normas Chilenas oficiales para agua potable (NCh 409 of. 84), para diferentes usos (NCh 1333 of. 78), y la norma no oficial para riego (NCh 1333/2 de 1988).

#### 2.1 Diagnóstico de la Situación Actual.

La información obtenida permitió hacer un diagnóstico de la situación actual, enfocado desde los siguientes puntos de vista:

- calidad original del agua superficial natural en los ríos Laja y Bio-Bio
- evolución en el tiempo de la calidad del agua en una misma

- estación
- relación entre los parámetros críticos y el caudal
  - evolución espacial de la calidad del agua, a lo largo de su recorrido hasta el mar
  - identificación de zonas o actividades contaminantes
  - usos a los que se adecúa el agua en los diferentes tramos de su recorrido, en base a las normas chilenas antes detalladas.

Como conclusión de lo anterior se determina la importancia cuantitativa y cualitativa del río Laja sobre el Bío-Bío.

El diagnóstico es el siguiente:

a) Río Laja.

Las aguas superficiales del río Laja, en la cabecera de la cuenca (Laja bajo Central Antuco), presentan características en general muy estables en el tiempo, probablemente debido a su embalsamiento, y que son las siguientes:

- i) pH cercano al valor neutro
- ii) oxígeno disuelto en general sobre 10mg/l, cercano al valor de saturación.
- iii) conductividades extremadamente bajas y parejas (40 a 60  $\mu$ mhos/cm), que indican bajísimo contenido de sales disueltas.  
El catión predominante es el calcio (40-60%); el anión predominante es el bicarbonato (75-90%).
- iv) el agua es blanda y corrosiva, justamente por su bajo contenido de sólidos disueltos.
- v) durante el período de registro, relativamente corto para la mayoría de los parámetros (7-8 años), no se detecta una tendencia mantenida en el tiempo de aumento o reducción de algunos de ellos.
- vi) en relación a la norma de agua potable, se observa que para cualquier caudal o época del año el agua cumple con todos los requisitos exigidos. Para el agua superficial en este punto, no hay información sobre el mercurio.
- vii) en relación a la norma de riego, el agua presenta:
  - una salinidad tan baja que suscitará problemas de infiltración en los suelos regados, especialmente si ellos son finos, y esto, a pesar de los bajísimos valores del parámetro RAS y del % de sodio.  
Este aspecto se analiza en detalle en el punto 3.
  - durante el período Dic. 87 - Abril 88 se observó un significativo aumento del boro en todo el sistema hídrico de la región. Este aumento, aparentemente explicado por

aportes de origen natural cordillerano (termal o volcánico), hizo al agua clasificar como no apta para cultivos sensibles al boro, por ese período. Ni anteriormente ni después se han observado concentraciones significativas de este elemento.

- viii) En cuanto a una posible relación entre el contenido de boro y los caudales diarios correspondientes, la Fig.1 del Anexo IV.C.1 muestra que no existe tal relación. Lo único que al respecto se puede decir es que los aumentos fuertes se manifiestan en épocas de bajo caudal, probablemente por deficiencia de agua meteórica fresca que diluya efectos cordilleranos de carácter intermitente. En general, el boro se mantiene bajo, para altos o bajos caudales.
- ix) El punto anterior causa extrañeza a la luz de que las aguas del río Laja provendrían de la Laguna, donde los parámetros tienden a emparejarse. Las variaciones del boro, que son totalmente simultáneas y similares a las observadas en el río Bio-Bio el cual en su cabecera no está embalsado, hacen pensar que el río Laja, a la altura de la Central Antuco, tiene un aporte subsuperficial o subterráneo importante de aguas originales que no han sufrido embalsamiento previo.
- x) Este aporte subterráneo o contacto estrecho con aguas de escurrimiento subsuperficial queda de manifiesto al observar los análisis de las captaciones subterráneas para agua potable de Tucapel y Huépil, que presentan aguas totalmente similares a las del río Laja bajo la Central Antuco, sólo levemente más salinizadas (conductividades de hasta 150  $\mu\text{mhos/cm}$ ) y levemente más duras. Estas aguas subterráneas presentan concentraciones de mercurio totalmente similares a las del agua superficial del río Bio-Bio (1987). Esto induce a pensar que el río Laja, en su cabecera, trae también una carga de mercurio, similar a la de las aguas superficiales y subsuperficiales vecinas, la que muy probablemente, al igual que el boro, tenga su origen en fenómenos naturales de actividad volcánica o termal.

En su trayecto desde la Central Antuco hacia aguas abajo, no hay más información físico químico hasta el puente Perales y el pueblo de Laja, que ya representan el último tramo del río antes de su desembocadura hacia el río Bio-Bio.

Cuantitativamente, vale decir, en relación a los caudales, a lo largo de este trayecto ocurre lo siguiente (se analiza la situación para los caudales de verano, que son los que se verían afectados por el canal proyectado):

- 1) En Tucapel, el caudal que trae el río Laja es en gran medida independiente de los patrones hidrológicos naturales. Está conformado, en parte, por filtraciones desde la Laguna del Laja, que de paso son generadas en la Central Abanico, en parte, por la decisión de generación en la Central El Toro, y

en parte, por aportes naturales superficiales o subsuperficiales no previamente embalsados. De esta forma, el río Laja en Tucapel presenta, en estiaje, caudales muy variables, pero en promedio de alrededor de 80-90 m<sup>3</sup>/s. De este recurso disponible, el canal Laja extrae, durante los meses críticos, en la misma localidad de Tucapel, un caudal promedio de 40 m<sup>3</sup>/s, y el río sigue su curso con caudales de alrededor de 40-50 m<sup>3</sup>/s.

- 2) Con ese caudal atraviesa toda la zona agrícola forestal correspondiente al valle central, donde hay poca actividad humana; esto significa que en este tramo no se extrae agua para riego, ni para consumo humano, ni hay contaminación antropogénica de ningún tipo. En este tramo se registran, aunque no muy importantes, pérdidas de caudal, y no recuperaciones, como podría pensarse por el riego que hay en el área.
- 3) En estas condiciones, el río da origen a los Saltos del Laja, donde se ha formado un complejo turístico de cierta envergadura, según se presenta en el punto 4. de este capítulo. El caudal de verano de estos saltos, en promedio, es de 40 m<sup>3</sup>/s, los cuales dan a este fenómeno natural un aspecto un tanto reducido. Extremadamente reducido se ve el Salto con 10 a 20 m<sup>3</sup>/s, caudales que ocurren con frecuencia durante los meses de verano.
- 4) Hacia aguas abajo, el Laja recibe aportes no despreciables a su caudal superficial, desde los ríos Caliboro por el sur, Claro por el norte, y probablemente también aportes por afloramiento de recursos subsuperficiales. Antes de su desembocadura, en San Rosendo, el caudal promedio en los meses de verano alcanza, de este modo, alrededor de 80 m<sup>3</sup>/s.
- 5) Inmediatamente antes de su desembocadura, el Laja es solicitado, en cantidad despreciable, como fuente de agua potable para el pueblo de Laja (0,040 m<sup>3</sup>/s, obtenidos en forma subsuperficial a través de punteras) y como fuente de agua industrial para la Planta Laja de la CMFC (aproximadamente 1 m<sup>3</sup>/s). Además, antes de desembocar al Bío-Bío, se convierte en receptor de las aguas servidas de Laja (cantidad despreciable) y de los residuos industriales líquidos (RIL) de la papelera, aparentemente no despreciables por su mala calidad química. De esta forma, el Laja constituye el medio de transporte y de dilución de la eventual contaminación industrial, para entregarla al Bío-Bío.

A continuación se analiza la información química del río Laja, en el punto de captación de agua para uso potable en el pueblo de Laja, antes de su desembocadura.

En este punto aún no están incluidos los RIL de la papelera, de modo que éstos se reflejarían, eventualmente, sólo en el río Bío-Bío, y diluidos.

La calidad del agua del Laja, al final de su recorrido, presenta las siguientes variaciones en relación a su calidad original en cabecera:

- i) el pH del río se mantiene entorno al valor neutro
- ii) los niveles de oxígeno disuelto disminuyen levemente, probablemente debido al aumento de temperatura que sufre el agua en su trayecto
- iii) la conductividades no aumentan perceptiblemente (llegan a niveles de 60-80  $\mu$ hos/cm), y el agua presenta la misma composición que en la cabecera de la cuenca
- iv) el agua se mantiene blanda y con tendencia corrosiva
- v) con respecto a las restricciones que impone la norma de agua potable, se observa un aumento de las concentraciones de hierro total, las que en este punto del río aparecen muy variables, pero con frecuencia superan el límite de 0,3 mg/l; llegando hasta 3 mg/l. No parece existir una relación entre el contenido de hierro y el caudal diario correspondiente, como lo muestra la Fig. 2 del anexo IV.C.1, y probablemente las concentraciones medidas dependan de la cantidad de sedimento que la turbulencia logre incorporar al flujo, dado que el hierro es el cuarto elemento más abundante en los suelos naturales. También podría ser que existiera un aporte natural de hierro al río Laja a lo largo de su trayecto, desde los demás sistemas hídricos que lo alimentan.
- vi) El otro parámetro crítico, que localmente en la cuenca transgrede los límites de la norma de agua potable, es el mercurio. Al respecto, la información disponible para el río Laja no es suficiente como para establecer si hay o no una relación con el caudal (Fig.3 del Anexo IV.C.1). En todo caso, en la desembocadura del Laja no se ha medido concentraciones superiores al límite de 0,001 mg/l, pero sí en los sistemas hídricos subsuperficiales y subterráneos que lo alimentan en la parte baja de su curso, donde el año 1987 se llegó a medir más del triple. Los niveles de mercurio en las aguas naturales, ocasionalmente se elevan en forma simultánea para todas ellas, posiblemente por incorporación de gases de mercurio presentes en la atmósfera, vía precipitaciones. Los niveles más altos de mercurio se registran con los caudales más bajos.
- vii) En cuanto a la norma de riego, persisten las dificultades que ocasiona la bajísima salinidad, y el contenido de boro cuando éste aumenta. Con respecto al boro, los fenómenos detectados en la cabecera se mantienen invariables hacia aguas abajo. Esto significa que el agua que alimenta al río, trae concentraciones similares a las del mismo río, y una vez más se confirma la similitud de todas las aguas que conforman el

sistema hidrico del río Laja, incluso en cuanto a que reflejan en forma similar fenómenos ocasionales.

Con estas características naturales, más una contaminación industrial no cuantificada, el río Laja entrega su caudal al río Bio-Bio.

En resumen, el diagnóstico cualitativo y cuantitativo del río Laja deja las siguientes ideas principales:

- 1) los análisis de calidad disponibles se refieren a la calidad original natural del agua, incluso los de la captación de agua potable de Laja, que no incluyen los efluentes de RIL de la papelera.
- 2) el análisis abarcó las aguas superficiales, subsuperficiales y subterráneas de toda la cuenca del Laja, y no sólo las aguas del río.
- 3) el estudio no pone énfasis en los parámetros físicos (turbiedad, color, olor) ni bacteriológicos de las aguas porque no es este tipo de contaminación la que preocupa en la región. De hecho, dichos parámetros son fácilmente abatibles en las plantas de tratamiento, con filtrado y cloración.
- 4) se observa una fuerte interconexión entre las aguas superficiales y las subterráneas en todo el sistema; éstas últimas, muestreadas a través de sondajes para agua potable, probablemente correspondan al mismo escurrimiento subsuperficial de los ríos.
- 5) el sistema hidrico, a pesar de presentar salinidades extremadamente bajas, aporta, en forma natural, hierro, boro y mercurio en cantidades que llegan a superar las permitidas por las normas. La fuente natural de estos elementos, muy probablemente el volcanismo, parece tener actividad intermitente. El mercurio, aparentemente emitido en forma de gas por los volcanes, sería incorporado al agua por las precipitaciones, puesto que aparece en forma simultánea en ríos con y sin aportes cordilleranos, y en las cuencas costeras.
- 6) los caudales del río Laja se mantienen invariables desde la Central Antuco, hasta el Salto del Laja. Entre el Salto y la desembocadura del río se producen aportes importantes de caudal.
- 7) dichos aportes de caudal no producen dilución de los parámetros críticos naturales del Laja, puesto que los traen en concentraciones totalmente similares.
- 8) la contaminación del río Laja por aguas servidas, incluso en su desembocadura, parece ser despreciable.
- 9) la contaminación por RIL de la papelera no afecta al río Laja sino que al Bio-Bio, y se estudia su eventual efecto a continuación.

## b) Río Bio-Bio.-

El río Bio-Bio en su curso alto (antes junta Llanquén), presenta las siguientes características en cuanto a calidad, en sus aguas superficiales:

- i) pH en general cercano al valor neutro
- ii) temperatura variable, dependiendo de la estación del año
- iii) oxígeno disuelto cercano al valor de saturación, el cual varía con la temperatura
- iv) conductividades bajísimas, de 50 a 70  $\mu\text{mhos/cm}$ , con predominio del calcio entre los cationes (40-60%) y del bicarbonato entre los aniones (75-90%)
- v) el agua es blanda y corrosiva
- vi) en relación a los requerimientos que establece la norma de agua potable se observa que todos los parámetros cumplen con ellos, salvo:
  - el hierro, que con frecuencia transgrede el límite de 0,3 mg/l
  - el mercurio: ocasionalmente, el año 1987, en forma simultánea, las aguas superficiales y subsuperficiales del Bio-Bio alto y las del río Bureo alto, presentaron un aumento fuerte de mercurio, que sobrepasó el límite de 0,001 mg/l. El mismo fenómeno se observa, por lo demás, para la cuenca alta del Itata y Nuble, cuencas medias y cuencas costeras.
- vii) la Fig.4 del Anexo IV.C.1 muestra que no hay una relación entre el contenido de hierro del agua y el caudal diario correspondiente, probablemente por inestabilidad de la fuente natural, o por procesos de precipitación en el trayecto. La Fig.5 del mismo Anexo muestra que tampoco hay una relación directa entre caudal superficial y contenido de mercurio.
- viii) en relación a la norma de riego, el Bio-Bio presenta en su curso alto:
  - salinidades muy bajas (50-70  $\mu\text{mhos/cm}$ ), objetables desde el punto de vista de estabilidad de los suelos, a pesar de ser muy bajos los % de sodio y la RAS.
  - aumentos ocasionales del contenido de boro, más allá de lo que soportan los cultivos más sensibles. Estos aumentos son también especialmente generalizados, y de la misma magnitud, en los ríos Laja, Bio-Bio y Diguillín.

- ix) no se observa aumento o disminución sistemática mantenida de ningún parámetro durante el período en que existe información (1983 en adelante).

Analizando lo que ocurre cuantitativamente con el río Bio-Bio, durante los meses de verano, desde Rucalhue hacia aguas abajo, se observa que:

- 1) En Rucalhue, el Bio-Bio presenta en verano caudales medios de alrededor de 130-180 m<sup>3</sup>/s.
- 2) De ellos, entrega aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/s al canal Bio-Bio Sur.
- 3) Atraviesa toda la zona agrícola-forestal correspondiente al valle central, donde es solicitado, en cantidades despreciables, como fuente de agua potable, por los pueblos que atraviesa (0,1 m<sup>3</sup>/s), y recibe también aguas servidas en cantidades despreciables
- 4) No recibe contaminación industrial
- 5) Recibe los aportes de sus afluentes Duqueco por el norte y Bureo por el sur.

Después de esta confluencia (Bio-Bio en Coihue), el Bio-Bio presenta caudales medios de verano de alrededor de 150-200 m<sup>3</sup>/s. Hasta este punto, aún descontaminado (posteriormente afluye el río Vergara, que trae el RIL de la INFORSA de Nacimiento, y el río Laja, antes descrito), el Bio-Bio presenta la siguiente evolución de su calidad:

- i) los valores de pH se mantienen cercanos al valor neutro.
- ii) se observa un leve aumento en la salinidad de las aguas (conductividades de 60 a 100  $\mu$ mhos/cm), el que se produce fundamentalmente en el sector precordillerano del río, y no en el valle central (Fig.6 del Anexo IV.C.1). A pesar de esto, el agua sigue blanda y corrosiva.
- iii) en cuanto a los parámetros críticos en relación a la norma de agua potable, la Fig.7 del Anexo IV.C.1 muestra la evolución del contenido de hierro, en diversas fechas, para diversos valores de caudal. Se observa que los niveles originales de hierro no sufren casi alteraciones a lo largo de este tramo del río. Lo que sí ocurre es que ocasionalmente superan el valor límite de la norma, y también en este caso permanecen altos durante todo el trayecto Rucalhue-Coihue. Las Fig.8 a) y b) del mismo Anexo muestran para diversas fechas y caudales, la evolución espacial del contenido del mercurio. Se observa con claridad el alto nivel de esta sustancia el año 1987, oportunidad en que las concentraciones fueron altas desde la cabecera de los ríos, y más acentuados en las aguas subsuperficiales que en las superficiales. En general los niveles, altos o normales, no sufren alteración en este

tramo del río.

- iv) en cuanto a la norma de riego, persisten las dificultades que acarrea, para los suelos regados, la baja salinidad, aún con % de sodio y RAS muy bajos. Las concentraciones de boro, igual que en el Laja, se mantienen inalteradas hacia aguas abajo, tanto los valores más altos como los más bajos, según se observa en la Fig.9 del Anexo IV.C.1.

Prosiguiendo su curso hacia aguas abajo, el Bío-Bío recibe los ríos Vergara, el cual en verano aporta un promedio de unos 20 m<sup>3</sup>/s y contiene el RIL de la INFORSA de Nacimiento, y el Laja, el cual evacúa el RIL de la papelera de Laja. Estos residuos industriales aportan como contaminante principal, el mercurio. Cuantitativamente, los aportes de estiaje del río Laja, que en promedio son de unos 80 m<sup>3</sup>/s, son muy importantes para el Bío-Bío, puesto que no constituyen un estiaje natural, sino que un régimen "fabricado". El Bío-Bío, que sí presenta caudales naturales, los cuales llegan a valores muy bajos en verano, es entonces alimentado en forma importante por el Laja, con sus caudales artificiales en gran medida determinados por la decisión de generación. Es así como se observa, para los caudales medios mensuales del Bío-Bío, porcentajes de participación del Laja de un 15% hasta un 45%, en los meses de verano. El aporte es de un 15% a 30% en un 60% de las oportunidades, y en el 40% restante, de 30% a 45%. Esto significa que con bastante frecuencia, la mitad del río Bío-Bío en desembocadura la aporta el Laja, dados los actuales patrones de generación. Esta situación ocurre justamente cuando el Bío-Bío presenta los caudales más bajos del verano (100 a 200 m<sup>3</sup>/s).

Aguas abajo del Laja, el Bío-Bío está prácticamente conformado en cantidad y calidad, en la forma que atravesará la zona urbana de Chiguayante-Concepción hasta desembocar.

El impacto que significa el aporte de los ríos "contaminados" Vergara y Laja en cuanto a la calidad, se puede evaluar en Santa Juana, donde además de una estación base de calidad existe una captación superficial de agua potable, que genera información bastante completa. En su recorrido hasta Santa Juana, para el río Bío-Bío se observa lo siguiente:

- i) los RIL no modifican significativamente los parámetros generales de pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad.
- ii) el agua continúa blanda y corrosiva.
- iii) los RIL tampoco modifican las características del agua en relación a la norma de riego, de modo que persisten, hasta la misma desembocadura, los problemas naturales de la baja salinidad (conductividades menores que 120 µmhos/cm), y del contenido de boro, cuando éste viene alto.

iv) en cuanto al hierro, que en la región presenta un background de por sí alto, se observa un aporte importante desde el río Vergara, para diversos valores de caudal (Fig.7 del Anexo IV.C.1). No está claro si estos aportes son de origen natural (probablemente lo son) o de origen industrial. Este impacto es mitigado por la afluencia del Laja, cuyas concentraciones no son mayores que las propias del Bio-Bío en este punto.

v) con respecto al mercurio, la Tabla I y las Figs. 8 a) y b) del Anexo IV.C.1 muestran que :

- la información disponible corresponde a meses de caudal alto (Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre), y por lo tanto no representa las condiciones de mezcla ni las concentraciones que se medirían en estiaje.
- para estos meses de caudales más altos, sólo es posible observar patrones de comportamiento y mezcla del mercurio natural. Se observa, por ejemplo, valores similares de mercurio para las aguas del río Laja y del Bio-Bío. Se observa valores similares para aguas superficiales y subterráneas vecinas, que confirman una fuerte interacción de todo el sistema hídrico. Se observa que para caudales superficiales altos, nunca es alta la concentración de mercurio, al contrario, es muy baja, lo que se explica por un mayor aporte a los caudales muestreados de aguas meteóricas que se van depletando de este elemento. En cuanto a la mezcla de aguas en Santa Juana, se observa que ella refleja los porcentajes de caudal aportados por el Laja y por el Bio-Bío, cuando entre ellos hay leves diferencias de contenido de mercurio. No se observa, sin embargo, el efecto de una fuente exógena de mercurio (contaminación industrial) que pudiera elevar las concentraciones resultantes de la mezcla de los aportes naturales desde cada río.
- constatar que la contaminación industrial no es perceptible para caudales de 700 a 1000 m<sup>3</sup>/s, no significa que no podría serlo para los caudales bajos de 100 a 200 m<sup>3</sup>/s. Para estos niveles de caudal, el aporte de 30 a 45% proveniente desde el Laja podría ser decisivo en cuanto a la dilución.
- para dilucidar este aspecto, será necesario controlar el nivel de mercurio para caudales bajos, y además, será de gran utilidad contar con análisis directos de los efluentes industriales, de modo de poder determinar concentraciones críticas y caudales mínimos necesarios para su dilución.

En su último tramo, desde Santa Juana hasta la desembocadura, no se observa una ulterior evolución de los parámetros químicos, a excepción del hierro. Existe una tendencia de incorporación de hierro al caudal, probablemente de fuente natural (suelos), por lo cual los niveles medidos en la desembocadura casi siempre superan considerablemente los 0,3 mg/l de la norma. Afortunadamente, el

hierro en gran parte es abatido con los tratamientos de desinfección.

En este último tramo, el río va dotando de agua potable, y recogiendo las aguas servidas, de todos los centros urbanos que atraviesa, hasta Concepción y San Pedro. Las aguas servidas aportadas al río en este tramo, no son cuantitativamente significativas hasta Concepción. Recién ahí las descargas de aproximadamente 3 m<sup>3</sup>/s, podrían afectar el río en relación a su uso recreacional, en épocas de caudales bajos.

En la desembocadura del Bio-Bio se registra claramente el efecto de mezcla con el agua de mar, dependiendo de la fase en que se encuentre la marea cuando se hace el muestreo.

En resumen, el diagnóstico cualitativo y cuantitativo del río Bio-Bio, antes y después de juntarse con el Laja, arroja los siguientes conceptos principales:

- 1) el análisis se refiere a todas las aguas muestreadas del sistema hídrico del Bio-Bio, superficiales, subsuperficiales y subterráneas.
- 2) el análisis no pone énfasis en los parámetros físicos ni bacteriológicos, por los motivos antes mencionados.
- 3) se observa, también para el sistema hídrico del Bio-Bio, una fuerte interacción entre las aguas superficiales y las aguas subsuperficiales, captadas éstas últimas en sondajes aledaños al río, con fines de uso potable.
- 4) al igual que el río Laja, el Bio-Bio presenta una salinidad extremadamente baja. Sin embargo, también trae una carga natural de los microelementos hierro, mercurio y boro, no despreciable, en las mismas oportunidades y concentraciones similares en que las aporta el Laja, y para el caso del hierro, incluso mayores.
- 5) de la "contaminación" que recibiría el Bio-Bio en su trayecto, específicamente desde los ríos Vergara y Laja, donde hay actividad industrial, se puede decir que:
  - la única contaminación sensible, es un aporte fuerte de hierro que se registra aguas abajo de la junta con el Vergara. No está claro si este aporte es de origen natural o antropogénico
  - una contaminación por mercurio, esperada como resultado de los procesos de obtención de celulosa, no es detectable a la luz de los antecedentes disponibles. Hay que observar aquí que las concentraciones de mercurio se refieren todas a épocas de caudales altos (700-1000 m<sup>3</sup>/s). No hay mediciones de mercurio para caudales de estiaje, por lo que el aporte de la actividad industrial no es identificable. Es posible que para caudales bajos (100-200 m<sup>3</sup>/s). se observe un aporte

industrial no despreciable.

- con respecto al boro, también es bastante claro que la fuente es de origen natural, cordillerano, afecta a todos los ríos por igual, y prácticamente no sufre evolución en el trayecto.

- 6) El aporte cuantitativo del río Laja al Bio-Bío en los meses de estiaje, es muy importante: durante un 40% del tiempo significa entre  $1/3$  y  $1/2$  de su caudal total. Este hecho cobra importancia especialmente considerando que para caudales bajos, la contaminación antropogénica de mercurio puede ser significativa y requerir dilución. Para niveles bajos de contaminación natural, el Laja estaría aportando, efectivamente, una importante capacidad de dilución.
- 7) En su trayecto, la contaminación por aguas servidas del Bio-Bío es despreciable. La contaminación bacteriológica cuantitativamente importante se produce inmediatamente antes de su desembocadura, de modo que no constituye un aspecto crítico.

c) Importancia del aporte del río Laja sobre el Bio-Bío.

A modo de conclusión de este subcapítulo llamado diagnóstico de la situación actual, y como resultado del estudio aquí presentado, se puede decir lo siguiente:

- 1) Los sistemas hídricos de los ríos Laja y Bio-Bío presentan aguas de características naturales muy similares
- 2) Estas características naturales presentan, desde el punto de vista de las normas chilenas, 4 aspectos críticos:
  - su alto contenido de hierro, en general independiente de los caudales, que, sin embargo, es en parte abatible como resultado del tratamiento de desinfección.
  - su contenido de mercurio, en general también independiente de los caudales, que ocasionalmente se eleva a niveles muy superiores a los límites de la norma, y no parece tan fácilmente abatible con los tratamientos usuales
  - su contenido de boro, que también ocasionalmente ha alcanzado niveles no aptos para riego de cultivos sensibles.
  - su baja salinidad permanente y uniforme, que acarrea problemas de infiltración para los suelos regados.
- 3) La contaminación antropogénica tiene fundamentalmente dos agentes, que son las industrias de celulosa y papel, INFORSA en Nacimiento, y Planta Laja de la CMPC. Ellas aportan como principal factor contaminante el mercurio. No se considera importante la contaminación por aguas servidas del sistema Laja-Bio-Bío, en las condiciones actuales, por tratarse de caudales despreciables frente a los que escurren en

los cauces receptores.

- 4) En base a los antecedentes disponibles, se detecta los siguientes efectos:
- un efecto de dilución del Laja sobre el Bío-Bío en relación al parámetro hierro, que se eleva por sobre el background, de por sí alto, con la afluencia del río Vergara.
  - ningún efecto de dilución con respecto al parámetro boro, puesto que ambos ríos traen concentraciones similares.
  - tampoco se observa un efecto de dilución del Laja sobre el Bío-Bío en relación al mercurio, puesto que ambos ríos presentan concentraciones naturales muy similares de este elemento. Como se dijo, este juicio es válido para caudales altos, en que el aporte natural de ambos ríos podría estar enmascarando el aporte por contaminación industrial. Lamentablemente se desconoce la situación para los caudales de estiaje, que es justamente la que interesa desde el punto de vista del canal proyectado.

En este aspecto cobraría importancia el río Laja, cuyos caudales podrían ser decisivos para mantener la calidad del Bío-Bío, hasta su desembocadura, en las épocas de bajos caudales naturales.

Sin embargo, hay que tener presente que la contaminación natural de mercurio ocasionalmente también es alta, hecho que puede llegar a anular completamente la capacidad de dilución del Laja, para cualquier valor del aporte de caudal. Como las concentraciones naturales estarían relacionadas con el volcanismo, muy activo en la zona (erupción del Lonquimay), nunca se podrá confiar plenamente en que los caudales naturales servirán para diluir una contaminación industrial.

## 2.2. Pronóstico para la situación con canal

El canal Laja-Diguillín tiene su bocatoma en Tucapel, frente a la bocatoma del canal Laja, actualmente existente y en funcionamiento. Como se dijo, este antiguo canal, con sus aprox. 40 m<sup>3</sup>/s, desvía casi el 50% del recurso disponible del río Laja en Tucapel, en verano.

Los requerimientos del nuevo canal están simulados para el periodo 1942 a 1981, y se presentan en la Tabla II del Anexo IV.C.1. Comparándolos con los caudales efectivamente disponibles, después de la toma del canal Laja, los requerimientos son en general mayores, de modo que el río Laja, operado con la actual política de generación eléctrica, queda seco durante gran parte del verano, para el período simulado.

Es más, para cubrir las necesidades del nuevo canal, es necesario

aumentar los caudales generados.

Los problemas que induce el desviar durante enero y febrero la casi totalidad de los caudales disponibles del río Laja en Tucapel hacia el nuevo canal de riego, serían fundamentalmente tres:

- la sequedad prácticamente absoluta del río en el tramo Tucapel-El Salto
- el problema puntual del turismo en el Salto del Laja
- la falta de caudales de dilución que podrían ser necesarios durante la época de estiaje, para el río Bío-Bío.

Para el río Laja, la puesta en escena del nuevo canal significa quedar seco a partir de la bocatoma en Tucapel. Este hecho, a pesar de afectar algunas pequeñas localidades que se ubican aguas abajo en las riberas del río, podría no tener una importancia mayor, desde el punto de vista de que las aguas no son solicitadas en todo el trayecto Tucapel-El Salto.

Un efecto inmediato de secar el río, aunque sea sólo por algunos meses al año, es el impacto ecológico para las especies cuya vida y desarrollo esté ligada al agua en ese sector. No está dentro de los alcances del presente estudio analizar esta situación, pero será interesante abordarla, para el caso de que el proyecto del nuevo canal se realice.

Un importante impacto concreto y tangible de la puesta en marcha del canal se produciría en los Saltos del Laja. Dejarlos secos durante gran parte del verano, que es justamente la época de turismo en el sur de Chile, sería desastroso para el complejo turístico ahí desarrollado, y por lo tanto para toda la región. Este aspecto se analiza con mayor detalle en el punto 4.

Aguas abajo del Salto del Laja, y según se determinó anteriormente, el río Laja comienza a recibir nuevamente algunos afluentes naturales que hasta su desembocadura podrían llegar a sumar, en los meses de verano unos 30-40 m<sup>3</sup>/s en promedio. El problema es que estos caudales son naturales, por lo tanto tienen una época de estiaje en la misma época que el río Bío-Bío, y más acentuada por no tener aporte cordillerano. Vale decir, el aporte porcentual al río Bío-Bío será en general muy reducido (10 a 12%).

Aunque esta agua alcanzara para abastecer los requerimientos de agua potable e industrial de Laja y San Rosendo, y sirviera como medio para evacuar el RIL de la papelera, su aporte como caudal de dilución de una eventual contaminación sensible de mercurio, sería imperceptible.

De este modo, el Bío-Bío, sensiblemente reducido en verano en relación a su estadística actual, llevaría una carga de mercurio aún no determinada, pero probablemente superior a la carga natural, y superior, también, a los valores que la norma actual de agua potable acepta como límite.

Algunas recomendaciones y conclusiones al respecto se incluyen al final de este capítulo.

### 3. Impacto del canal Laja-Diguillín sobre la nueva área de riego.

En este punto se analiza si el hecho de importar agua desde otra cuenca, como lo hace el canal Laja-Diguillín, significaría estar, al mismo tiempo, importando algún problema relacionado con la calidad del agua, problema que el agua propia de la cuenca no presentaría.

Para ello se analizó la situación desde dos aspectos:

- Aptitud del agua importada (río Laja en Tucapel) para su uso en riego, según la norma oficial para diferentes usos NCh 1333 of. 78, y la norma no oficial para riego NCh 1333/2 de 1988.
- Comparación del agua importada con el agua propia de la cuenca a ser regada.

Para este análisis, además de la información detallada en el punto 2, se revisó la correspondiente a la provincia de Nuble, que es la siguiente:

- a) Estación de la red nacional de calidad química de aguas superficiales:
  - Diguillín en Longitudinal
- b) Análisis físico-químicos y bacteriológicos realizados en los puntos de captación y distribución del Ex-SENDOS en la provincia de Nuble, que aportan el mismo tipo de información detallado en 2. Las estaciones analizadas se presentan en la Tabla 4, y la información que ellas aportan se encuentra en la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

TABLA 4

Estaciones estudiadas, de Ex-SENDOS, en la provincia de Nuble.

ESTACION	UBICACION	TIPO DE CAPTACION	AGUAS ANALIZADAS
Huépil	Itata alto	Subt	R
Yungay		Subt-Sup	R
Pemuco		Subt	R
El Carmen		Subt	R
San Ignacio		Subt	R
Coihueco		Subt	R
Santa Clara	Curso medio	Subt	R
Bulnes	Cuencas	Subt-Sup	R
Chillán	Nuble-Itata	Sup-Subt	C-R
San Carlos		Subt-Sup	C-R
Quillón	Itata Bajo	Subsup	R
Nipas		Subt	R
Quirihue		Sup	R
Coilemu		Sup	R
Ninhue		Vert-Subsup	R
Cobquecura	Costera	Sup-vert.	R

### 3.1. Aptitud del agua del río Laja para su uso en riego.

La calidad del agua del río Laja en la bocatoma del Tucapel, está caracterizada como sigue:

- i) pH.-  
El pH, siempre en torno al valor neutro de 7.0, no da lugar a objeción.
- ii) Toxicidad.-  
Con respecto a los elementos químicos disueltos en el agua, que pueden producir efectos de toxicidad en los cultivos, en general ninguno de ellos excede los valores límite de la norma. Específicamente, los iones sodio y cloruro se encuentran en concentraciones muy reducidas. Lo mismo ocurre con los demás microelementos analizados, a excepción del mercurio y del boro. El mercurio, cuyo valor límite de 0,001 mg/l para aguas de riego está en revisión, ha presentado, ocasionalmente, niveles naturales altos, como se explica en detalle en el punto 2. Sin embargo, estos niveles se han vuelto a reducir con el paso del tiempo, y además no está claro que la concentración de 0,001 mg/l en el agua tenga un efecto fitotóxico.

Con respecto al boro, según se explica en 2, los aumentos más fuertes observados también aparecen por periodos, y no inhabilitan el agua del todo, sino que sólo para el riego de algunos cultivos más sensibles. En general, las concentraciones de boro se mantienen bajo los límites más exigentes de la norma.

Ambos elementos, el mercurio y el boro, tienen una fuente natural en el volcanismo activo del sector cordillerano de esta región.

Con respecto al hierro, que presenta concentraciones en general muy elevadas para la norma de agua potable, no presenta efectos fitotóxicos hasta valores muy superiores a los observados.

iii) Salinidad e Infiltración.-

La salinidad del agua, extremadamente baja (conductividades de 50-60  $\mu$ mhos/cm), garantiza la ausencia del problema de salinización de los suelos y reduce al mínimo la necesidad de lixiviación. Sin embargo, acarrea el mismo problema que una alta razón de adsorción de sodio o un alto porcentaje de sodio (aunque estos parámetros también son muy bajos para esta agua): la infiltración del agua en los suelos regados. El agua muy pura tiene un efecto muy corrosivo para los suelos, y tiende a lixiviar las sales y minerales solubles, incluyendo el calcio. Con esto, se reduce la influencia del calcio en la estabilidad de la estructura del suelo, y éste es fácilmente dispersado. Las partículas más pequeñas de un suelo así dispersado obstruyen el espacio poroso y sellan la superficie, reduciendo notoriamente la infiltración. De esta manera puede producirse una disminución de la cantidad de agua disponible para los cultivos a nivel radicular, y además, pueden aparecer costras superficiales que dificulten la germinación.

El efecto corrosivo del agua muy poco salinizada es mayor sobre suelos más finos, que presentan mayor área específica para la acción del agua, menor aireación y mayor facilidad de lavado que los suelos más gruesos.

- iv) En cuanto al contenido de microorganismos y bacterias, en este sector no hay información acerca de las aguas crudas, pero es altamente improbable que el agua del río, a la altura de Tucapel, presente una contaminación orgánica del tipo antropogénica importante, que llegue a cuestionar su uso para riego.

En resumen, con respecto a estas aguas "importadas", el inconveniente que ellas presentan se relaciona con su bajísima salinidad. Sin embargo, la solución a este problema es relativamente sencilla, aunque no muy económica, puesto que desaparece al aplicar enmiendas como adición de yeso a los suelos en que el problema puede revestir alguna importancia.

### 3.2. Comparación del agua del río Laja alto con las aguas de la cuenca del Itata.

El agua del río Laja es, en términos generales, muy similar al agua superficial de la cuenca de destino. Esta presenta también valores de pH cercanos al valor neutro, ausencia de elementos o iones generadores de toxicidad, presencia de mercurio y boro en cantidades apreciables en las mismas oportunidades, y en concentraciones similares que el agua del Laja (lo que confirma la existencia, en toda la zona, de una fuente natural como el volcanismo), bajo porcentaje de sodio (30 a 40%) y baja razón de adsorción de sodio (0,4 a 0,9).

La salinidad, aunque levemente superior a la del río Laja (50 a 120  $\mu\text{mhos/cm}$ ), se encuentra todavía en un nivel de efecto francamente corrosivo para los suelos ( $< 200 \mu\text{mhos/cm}$ ), y, lo mismo que las aguas importadas, requeriría de alguna enmienda para impedir la aparición de problemas de infiltración.

En todo caso, la escasez del recurso hídrico en la cuenca del Itata, justificaría de todos modos este nuevo canal, para el desarrollo de nuevas áreas de riego, independiente de los problemas de calidad que esta agua pudiera aportar, ya que existiría la voluntad de afrontarlos.

Como una alternativa que tal vez se podría evaluar para el riego en la cuenca del Itata, especialmente para el caso de no construirse el canal, están las aguas subterráneas, que en esta cuenca no presentan ningún problema para su uso en riego (salinidades aceptables, de 300-400  $\mu\text{mhos/cm}$ , y demás parámetros similares a los del agua superficial).

### 4. Destino de los Saltos del Laja para el caso de construirse el canal.

En la forma en que está concebido el canal, el efecto es concreto y desolador, para el tramo Tucapel-El Salto: durante el verano, el río en dicho tramo presenta un régimen superficial casi uniforme aunque levemente tendiente a las pérdidas, pero en ningún caso a las recuperaciones. De quedar seco en Tucapel, seguirá seco hasta aguas abajo del Salto, donde comienzan las primeras recuperaciones importantes.

Se entiende fácilmente que tal medida sería desastrosa para el turismo de la zona, el cual está basado justamente en el atractivo que produce la imponente y profunda caída en el cañón labrado por las aguas. Por lo demás, toda actividad turística ligada a la naturaleza, en general tiene mucha relación con el agua. Probablemente a nadie se le ocurriría desarrollar un complejo turístico de verano entorno a una roca seca, pues nadie lo visitaría.

Para el complejo turístico del río Laja es clave la presencia del agua en el verano, porque recibe, de paso o como destino final, a una gran parte de chilenos que veranean en el sur, para eludir los calores del verano, y que buscan el frescor de lagos, ríos y playas para descansar sus ojos, sus mentes y sus cuerpos. Es conocido el efecto tranquilizador de contemplar el agua, llamado en las normas chilenas, el uso recreacional sin contacto directo, que exige al agua una determinada calidad para ser efectivo. Igualmente importante es el uso recreacional con contacto directo, para el cual también está normalizada la calidad mínima exigible.

No en vano, los programas de recreación escolares o laborales se realizan en verano, para aprovechar los benéficos efectos de algún agua de uso público.

El complejo turístico del Laja no sólo ofrece el espectáculo visual de los imponentes Saltos, sino que, junto a él, todo el atractivo de un centro turístico de verano entorno a la posibilidad de bañarse en el río, en aguas sin reparos de ningún tipo. Además, dentro de Chile, el Salto tiene una ubicación muy privilegiada, por encontrarse a una latitud en que el clima en verano es suficientemente caluroso como para bañarse en el río; el tiempo es suficientemente bueno como para hacer camping; está a menos de un día de viaje desde Santiago, vía carretera, de modo que invita a alojar a los turistas que viajan hacia la zona sur o austral, y que de todas maneras tendrían que alojar en alguna parte del trayecto; está bien ubicado con respecto a otras ciudades importantes (Los Angeles, Concepción), de modo que no presenta dificultades de abastecimiento, ni problemas por aislamiento, de hecho la carretera pasa exactamente por delante del Salto, de modo que siempre se tiene el "contacto con la civilización", si se desea. Los Saltos del Laja son el orgullo de la 8ª Región, frente al resto del país, y uno de los orgullos de Chile frente al turista extranjero.

Los caudales promedio que se registran en verano en los Saltos del Laja, son de alrededor de 40 m<sup>3</sup>/s, caudal con el cual los Saltos se ven muy reducidos. En casos extremos, estos caudales adoptan valores de alrededor de 10 m<sup>3</sup>/s, con los que el Salto presenta su expresión mínima. Sin embargo, aunque sea poca, el agua ejerce su atractivo, y el turista puede albergar la esperanza de que el caudal, al día siguiente, podría aumentar. Diferente sería la situación para la ausencia total de agua en el Salto. Por todos los motivos antes expuestos, el turismo local estaría destinado a morir. De nada serviría apelar a la incipiente conciencia del chileno medio de reconocer y apreciar las bellezas naturales que le brinda su país, si al mismo tiempo, aún con motivos justificados, se estuviera aniquilando voluntariamente una de ellas.

Para determinar la importancia cuantitativa del turismo en estos Saltos, dentro de la 8ª Región y dentro del país entero, se sugiere solicitar al Instituto Nacional de Estadísticas la información que allá se maneja acerca de:

- alojamientos turísticos, a nivel mensual
- establecimientos turísticos

Es probable que la actividad que reflejen estos parámetros, sea sorprendentemente alta en relación a otros centros turísticos del país. En todo caso dentro de la 8ª Región, es la más desarrollada, y la que mayor atractivo ejerce sobre los habitantes del resto del país, por conocer dicha región.

De este modo, el impacto de apagar los Saltos durante un 65% del tiempo durante los meses de Enero y Febrero, sería más un problema de naturaleza síquica para la región, y para todo el país, que una pérdida material. Pues no se puede decir que la región viva del turismo desarrollado en torno al Salto del Laja. Los sectores más afectados serían seguramente los empresariales directamente comprometidos en la actividad local. Más importante, sin embargo, es la pérdida, aunque sea en forma pasajera, de un bien nacional, justamente en la época de máxima movilidad interna y afluencia externa.

Pero, según reza el dicho, no hay nada nuevo bajo el sol y en países como Suiza, hermosos saltos han dejado de existir como tales, por desvío de los caudales hacia puntos óptimos de caída para una central hidroeléctrica. Sin embargo, se ha reconocido en el turismo un valor tan grande, que, decidiendo no achatarlo matando los propios atractivos, se ha considerado dentro de los patrones de generación un determinado caudal que no es generado, sino que enviado a avivar los saltos durante un par de horas, algunos días de la semana. De este modo, el turismo establecido se reorganizó entorno a un horario, y sobrevivió.

Para el caso de los Saltos del Laja, tal vez no sea ésta la solución óptima, debido a que los chilenos estamos aún demasiado habituados a una naturaleza abundante y generosa, entera a nuestra disposición. Sin embargo, podría considerarse una solución continua en el tiempo, de ciertos caudales mínimos (10-15 m<sup>3</sup>/s), que se dejarían pasar de largo en la bocatoma de Tucapel, que garantizaran una cantidad de agua para el Complejo Turístico del Salto, y de paso, solucionarían el problema del desequilibrio ecológico en el tramo Tucapel-Saltos, de quedar éste seco.

Posiblemente, estos caudales no serían suficientes como caudales de dilución para la contaminación de mercurio, si se determina que ella es alta.

Este punto se profundiza en las recomendaciones.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones.

Del estudio se desprenden las siguientes conclusiones principales, que se presentan aquí ordenadas según:

- ambiente actual

- impacto del proyecto
- recomendaciones para el caso de construirse el canal

### 5.1. Ambiente Actual.-

- 1) Los sistemas hídricos de las cuencas del Bio-Bío, Laja e Itata presentan todas características muy similares en cuanto a calidad del agua, superficial y subterránea
- 2) De estas características, las más distintivas son:
  - la bajísima salinidad
  - la contaminación natural fluctuante y no despreciable de los elementos mercurio y boro (por actividad volcánica), y hierro.
- 3) El río Laja tiene caudales "fabricados" a través de la decisiones de generación eléctrica, caudales que no representan la hidrología natural. Este hecho redundo en que entre abril y septiembre, el Laja aporta al Bio-Bío alrededor de un 20-25% del caudal que desemboca al mar, pero en los meses de verano, en que los caudales naturales del Bio-Bío bajan, la importancia porcentual del Laja aumenta: llega a significar entre 30 y 45 % de los caudales del Bio-Bío, durante 40% del verano.
- 4) El río Laja no presenta recuperaciones en el tramo Tucapel El Salto, recién aguas abajo del Salto del Laja, se producen afluencias importantes.
- 5) Los caudales, cuando tienen niveles naturales altos de mercurio, no tienen capacidad de dilución, y todos los ríos se ven afectados por igual, incluso las aguas subterráneas o subsuperficiales.
- 6) Para épocas de caudales altos no se detecta contaminación antropogénica de mercurio, más allá de los niveles naturales.
- 7) Para épocas de caudales de estiaje, no hay información al respecto, pero es muy posible que sí pueda detectarse una contaminación de mercurio por sobre el background natural
- 8) El complejo turístico Saltos del Laja tiene gran importancia para la 8ª Región, y para Chile entero.

### 5.2. Impacto del Proyecto

- 1) El canal Laja-Diguillín toma casi todo el recurso superficial disponible del río Laja, en Tucapel, para desviarlo hacia el norte, y deja totalmente seco el cauce del río Laja, en promedio durante un 65% de los días de verano (enero y febrero).

- 2) El agua, que va a regar un área de 60.000 há en la cuenca del Itata, no presenta para el riego ninguna dificultad adicional a las que podría presentar el agua propia de la cuenca regada. Desde este punto de vista, no hay impacto del agua importada sobre la nueva área de riego.
- 3) El impacto se produce:
  - i) Sobre el río Laja, por:
    - dejar sin agua el tramo Tucapel - El Salto.
    - dejar sin agua los Saltos, gran parte del verano turístico
  - ii) Sobre Bio-Bio, por:
    - restarle un fuerte porcentaje de su caudal de estiaje, que estaría cumpliendo una función de dilución de una eventual contaminación industrial de mercurio.
- 4) El tramo Tucapel-El Salto sufriría desequilibrios ecológicos y falta de recarga para el almacenamiento subsuperficial y subterráneo de aguas abajo.
- 5) El complejo turístico, desprovisto de su alma, que es el agua durante gran parte de la "alta estación", probablemente estaría destinado a morir.
- 6) El Bio-Bio vería fuertemente reducidos sus caudales mínimos, lo que tendría importancia con respecto a la dilución de la contaminación antropogénica de mercurio, siempre que los niveles naturales no se elevaran. En la medida que los niveles naturales se elevan, las aguas superficiales pierden su capacidad de dilución, y se requeriría otra solución al problema.

### 5.3. Recomendaciones

- 1) En relación al uso de las aguas para riego, que es el objetivo del presente estudio, sólo cabe recomendar la incorporación a los suelos que lo requieran de alguna enmienda debido a la baja salinidad del agua. Esta enmienda, que podría ser el yeso, tiene el objetivo de elevar el contenido de calcio, de los 0,3 meq/l originales, a unos 2 o 3 meq/l, de modo de evitar la corrosión de los suelos. Con respecto al mercurio y al boro, sus aumentos ocasionales no son mayormente objetables. En todo caso, estas aguas han sido usadas durante muchos años para el riego sin que se hayan presentado problemas especiales.
- 2) En relación al río Laja y sus Saltos, que quedarían secos durante gran parte del verano, es necesario sacrificar el óptimo de la generación hidroeléctrica y las entregas para riego, para mantener con vida los Saltos. Bastaría con que se fijara un caudal mínimo de estiaje, igual al que actualmente presentan los Saltos, que es de alrededor de 15 m<sup>3</sup>/s.
- 3) En relación a la necesidad de caudales de dilución, que generaría la incorporación al Bio-Bio de desechos industriales

contenedores de mercurio, se puede decir que:

- en primer lugar habría que cuantificar esta contaminación, analizando directamente los efluentes industriales, o su dilución en caudales mínimos de estiaje.
  - es cierto que actualmente el río Laja, con su alto aporte porcentual de caudal, especialmente en verano, genera una determinada capacidad de dilución.
  - sin embargo, esta capacidad de dilución no está garantizada con mantener elevados los caudales de verano, puesto que la contaminación natural periódicamente adopta también niveles elevados de mercurio.
  - por añadidura, caudales altos de dilución requeridos desde el río Laja, además de eventualmente no ser efectivos, modificarían considerablemente los patrones óptimos de generación. El recurso escaso, generado a destiempo, podría tener un altísimo costo para los usuarios del Sistema Interconectado.
- 4) Bajo este prisma, es indispensable buscar una solución más definitiva al problema de la contaminación específica de mercurio. Ciertamente, ella no está en modificar la norma de agua potable, sino que en abatir la contaminación a niveles aceptables. Esto puede ocurrir de dos maneras:
- abatiendo el contaminante previo al uso, es decir en la captación de agua potable. Esta solución no es eficiente, puesto que requeriría una planta de tratamiento en cada captación; el río seguiría su curso igualmente contaminado, y después de desembocar al mar, seguiría afectando a la fauna marina. Con ello, al fin y al cabo, la contaminación, aunque por otro camino, vuelve a nosotros.
  - abatiendo el contaminante en la fuente, que es la industria. Esta es una solución óptima, puesto que no inhabilita el sistema hídrico para los demás usos que pueda dársele. El costo de esta operación tendrá que llegar, vía precio, al público consumidor del producto. El producto se encarece, pero aumenta de calidad, pues deja de deteriorar la calidad ambiental.

En resumen y para finalizar, queda la siguiente idea:

- la construcción del canal proyectado es parte del desarrollo del país
- el agua es totalmente apta para riego
- por una política de mantención de bienes nacionales, el Salto del Laja no debe dejarse seco en verano, sino alimentarlo con un caudal mínimo que debe ser aportado tanto por el sector Energía como por el sector Riego.

- para el problema de la contaminación industrial de mercurio, si se determina que es realmente importante, deberá exigirse un esfuerzo por abatirlo en la fuente, o sea, en la Industria

TABLA I

Concentraciones de mercurio medidas en el periodo 1983-1989 en los ríos Laja, Bio-Bio, Vergara y Bureo.

ESTACION	FECHA	Hg (mg/l) (lim.norma= 0,001 mg/l)	% particip. Laja en Q Bio-Bio
Quilaco (Bio-Bio alto) Capt. Subt.	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,00084	
	02/12/85	0,0005	
	13/10/86	0,0002	
	30/11/87	0,0018	
	27/12/89	0,0006	
Sta. Bárbara (Bio-Bio alto) Capt. Subsup	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,00039	
	02/12/85	0,0003	
	06/10/86	0,0001	
	03/11/87	0,0014	
	02/05/89	0,0005	
Negrete (Bio-Bio en Coihue) Capt. Subt.	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,0007	
	02/12/85	0,00039	
	06/10/86	0,0002	
	30/11/87	0,0038	
	05/05/89	< 0,0001	
	26/12/89	0,0006	
Nacimiento (Vergara) Capt. Subt. y Sup.	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,00034	
	06/10/86	0,0002	
	23/11/87	0,0011	
	28/04/89	0,0005	
	27/12/89	0,0005	
Mulchén (Bureo) Capt. Subt. y Sup.	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,00061	
	02/12/85	0,00027	
	06/10/86	0,0002	
	23/11/87	0,0015	
	02/05/89	< 0,0001	
27/12/89	0,0007		

TABLA I (continuación)

ESTACION	FECHA	HG (mg/l)	Laja en Q Bio-Bio
Tucapel (Laja alto) Capt.Subt.	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,00048	
	02/12/85	0,0003	
	13/10/86	0,0002	
	30/11/87	0,0015	
	28/04/89	< 0,0001	
	27/12/89	0,0008	
Cabrero (río Claro) Capt. Subt.	27/09/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,00042	
	30/11/87	0,0039	
	02/05/89	0,0004	
	20/12/89	0,0008	
Laja (en pueblo Laja) Capt.Subsup.	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,00066	
	02/12/85	0,00059	
	13/10/86	0,0003	
	23/11/87	0,0008	
	02/05/89	0,0003	
San Rosendo (Junta Laja-Bio-Bio) Capt.Subt.	03/10/83	< 0,0005	
	06/11/84	0,0005	
	02/12/85	0,00032	
	13/10/86	0,0002	
	30/11/87	0,0013	
	28/04/89	0,0003	
	18/12/89	0,0007	
Santa Juana (Bio-Bio después Junta Laja) Capt. Superf.	03/10/83	< 0,0005	24
	23/10/84	0,00061	20
	19/11/85	0,0005	21
	29/09/86	0,0005	17
	17/11/87	0,0015	18
	18/04/89	0,0001	--
	06/11/89	0,0006	15
Concepción (Bio-Bio en desemb. Capt.Subsup y Sup.	27/09/83	< 0,0005	25
	09/10/84	0,00062	33
	19/11/85	0,0005	21
	22/09/86	< 0,0001	15
	17/11/87	0,0008	18
	03/04/89	< 0,0001	--
06/11/89	0,0008	15	

## D. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE PAGO

### 1. Objetivo.

El propósito del presente capítulo es determinar la capacidad de pago de los distintos estratos de agricultores del área del proyecto de riego Laja-Diguillín.

### 2. Metodología.

La determinación de la capacidad de pago se realizó de acuerdo a una metodología definida por la Comisión Nacional de Riego, la que se resume a continuación.

- Se definieron, para cada sector del proyecto y para el área total, 4 estratos de tamaño de predios en hectáreas de riego básicas; menores de 2; entre 2 y 12; entre 12 y 20 y mayores de 20. El cálculo se basó en la información proporcionada por el Servicio de Impuestos Internos.
- Se cuantificaron, para cada sector y para el área total del proyecto, el número de predios por estrato.
- Se determinaron, para cada estrato de tamaño, las hectáreas físicas totales y las hectáreas de riego básicas totales.
- Se determinó, para cada estrato, el tamaño promedio de los predios, tanto en hectáreas físicas como de riego básicas.
- Se asimilaron los diferentes predios tipos estudiados en el proyecto a los diferentes estratos de tamaño predefinidos por la C.N.R.. Consecuentemente, los márgenes netos por hectárea definidos en los predios tipos para el año estabilizado se asociaron a cada estrato.

Estrato	Predio Tipo	Miles \$/há.	U.F.
2	I	146,279	24,00
2,1- 12	I	146,279	24,00
12,1- 20	78% II-22% IV	199,179	32,69
20	III	175,685	28,84

Los predios tipos se asimilaron a los diferentes estratos en función del tamaño que representan y en el caso del estrato de 12 a 20 se combinaron los predios tipos II y IV que tienen la misma superficie, pero representan diferentes realidades de explotación agrícola. Su ponderación se basó en la representatividad que ellos tienen en el área.

- Los márgenes por hectárea se aplicaron a la superficie física de cada predio en cada estrato lo que determinó la renta líquida anual por predio. Esta renta se multiplicó por el número de predios y se determinó la renta líquida anual por sector de riego.

### 3. Recomendación.

Cabe señalar, a modo de recomendación, que sería conveniente a objeto de evitar distorsiones en el cobro de la obra, revisar la cantidad de predios por estrato de tamaño en hectáreas de riego básicas.

Tal como se explicó en la metodología, el cálculo de las hectáreas de riego básicas se basó en la información del Servicio de Impuestos Internos. La clasificación de suelos por clase de capacidad de uso del S.I.I. difiere de la clasificación de suelos del reconocimiento realizado por la C.N.R. el año 1988. En efecto, la información del S.I.I. incluye muchos suelos en clase VI, seguramente por estar cubiertos de bosques y que sin embargo, son de clase II y III de capacidad de uso. Como los factores de conversión en hectáreas de riego básicas son por clase de capacidad de uso, se estaría subestimando la cantidad de predios con superficies mayores en H.R.B. y en consecuencia disminuyendo la recuperación por parte del estado.

En el siguiente cuadro se presentan por sector de riego los antecedentes de estratos, superficies promedios en hectáreas físicas y de riego básicas, número de predios y la renta líquida por hectárea, por predio, por estrato y para el sector.

## CAPACIDAD DE PAGO PROYECTO LAJA DIGUILLIN

## DISTRIBUCION DE LA POBLACION

SECTORES	TAMAÑO	TAMAÑO POR ESTRATO		NUMERO PREDIOS	AREA TOTAL		RENTA LIQUIDA		RENTA DEL PROYECTO U.F.
	PREDIOS HRB	HRB	HA. REG		HRB	REG	ANUAL POR Ha	PREDIO	
YUNGAY	2	0.48	5.58	59	28	329	24.00	133.92	7,901.28
	2 - 12	3.45	19.25	20	69	385	24.00	462.00	9,240.00
	12 - 20	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00
	> 20	39.93	346.00	1	40	346	28.84	9,978.64	9,978.64
				80	137	1060			27,119.92
LARQUI	2	0.89	5.88	129	115	758	24.00	141.12	18,204.48
	2 - 12	4.32	25.99	79	342	2053	24.00	623.76	49,277.04
	12 - 20	16.48	99.33	9	148	894	32.69	3,247.10	29,223.88
	> 20	37.71	176.10	10	377	1761	28.84	5,078.72	50,787.24
				227	982	5466			147,492.64
RINCONA- DA	2	0.58	2.83	185	108	523	24.00	67.92	12,565.20
	2 - 12	4.30	17.35	54	232	937	24.00	416.40	22,485.60
	12 - 20	16.34	49.20	5	82	246	32.69	1,608.35	8,041.74
	> 20	37.70	166.44	9	339	1498	28.84	4,800.13	43,201.17
				253	761	3204			86,293.71
PEMUCO	2	0.73	2.78	45	33	125	24.00	66.72	3,002.40
	2 - 12	8.09	42.49	78	631	3314	24.00	1,019.76	79,541.28
	12 - 20	13.49	50.93	15	202	764	32.69	1,664.90	24,973.53
	> 20	52.34	485.50	14	733	6797	28.84	14,001.82	196,025.48
				152	1599	11000			303,542.69

SECTORES	TAMAÑO	TAMAÑO POR ESTRATO		NUMERO PREDIOS No	AREA TOTAL		RENTA LIQUIDA		RENTA DEL PROYECTO U.F.
	PREDIOS HRB	HRB	HA. REG		HRB	REG	ANUAL POR Ha	PREDIO	
DOLLINCO	2	0.88	2.56	18	16	46	24.00	61.44	1,105.92
	2 - 12	3.97	19.00	7	28	133	24.00	456.00	3,192.00
	12 - 20	17.78	46.50	2	36	93	32.69	1,520.09	3,040.17
	> 20	70.75	244.00	4	283	976	28.84	7,036.96	28,147.84
				31	363	1248			35,485.93

SECTORES	TAMAÑO	TAMAÑO POR ESTRATO		NUMERO PREDIOS No	AREA TOTAL		RENTA LIQUIDA		RENTA DEL PROYECTO U.F.
	PREDIOS HRB	HRB	HA. REG		HRB	REG	ANUAL POR Ha	PREDIO	
BULNES	2	0.80	3.04	589	472	1789	24.00	72.96	42,973.44
	2 - 12	6.51	22.32	499	3249	11138	24.00	535.68	267,304.32
	12 - 20	14.77	37.23	244	3603	9085	32.69	1,217.05	296,959.88
	> 20	43.51	132.72	100	4351	13272	28.84	3,827.64	382,764.48
				1432	11675	35284			990,002.12

SECTORES	TAMAÑO	TAMAÑO POR ESTRATO		NUMERO PREDIOS No	AREA TOTAL		RENTA LIQUIDA		RENTA DEL PROYECTO U.F.
	PREDIOS HRB	HRB	HA. REG		HRB	REG	ANUAL POR Ha	PREDIO	
SAN IGNA- CIO	2	0.83	2.45	654	540	1604	24.00	58.80	38,455.20
	2 - 12	4.04	9.99	225	908	2248	24.00	239.76	53,946.00
	12 - 20	14.94	33.21	14	209	465	32.69	1,085.63	15,198.89
	> 20	42.33	157.27	11	466	1730	28.84	4,535.67	49,892.33
				904	2123	6047			157,492.42

SECTORES	TAMAÑO	TAMAÑO POR ESTRATO		NUMERO PREDIOS No	AREA TOTAL		RENTA LIQUIDA		RENTA DEL PROYECTO U.F.
	PREDIOS HRB	HRB	HA. REG		HRB	REG	ANUAL POR Ha	PREDIO	
TOTAL	2	0.78	3.08	1679	1311	5174	24.00	73.92	124,111.68
	2 - 12	5.67	21.01	962	5459	20208	24.00	504.24	485,078.88
	12 - 20	14.81	39.96	289	4280	11547	32.69	1,306.29	377,518.50
	> 20	44.22	177.05	149	6589	26380	28.84	5,106.12	760,812.18
				3079	17639	63709			1,747,521.24

Valor U.F. = \$ 6092,70 al 15.07.90

**CAPITULO V**  
**EVALUACION ECONOMICA**

## CAPITULO V EVALUACION ECONOMICA

## A. METODOLOGIA

El análisis de los recursos hídricos disponibles en el área del proyecto indica que existirían caudales excedentes en los ríos de la zona susceptibles de ser utilizados en riego y generación de energía eléctrica.

El aprovechamiento de los recursos de agua en riego, aumentando la superficie regada de las comunas de Pemuco, Yungay, Bulnes, El Carmen y San Ignacio, además de aumentar la seguridad de riego a la superficie actualmente regada, y generación hidroeléctrica en los Saltos del ITATA, produciría beneficios para los sectores riego y energía.

El proyecto que se estudia consiste en regar los sectores agrícolas de Bulnes, San Ignacio y Larqui-Coltón. El hecho de regar esta zona implicaría la construcción de un canal de trasvase que "cruzaría" por los sectores de Pemuco, Yungay, Rinconada y Dollinco por lo tanto se analizará, además, la conveniencia de mejorar el riego en estos otros sectores. En términos de costo de canal, regar sólo estos sectores no es rentable ya que el excedente agrícola no cubre la inversión, en cambio, si ya "existe" el canal para regar Bulnes, San Ignacio y Larqui-Coltón, la inversión necesaria para llevar agua a esa zona será marginal.

De acuerdo a lo anterior, el análisis del proyecto se hará considerando 2 zonas de evaluación.

ZONAS	SECTORES AGRICOLAS
I (PARCIAL)	BULNES, SAN IGNACIO, COLTON-LARQUI
II (TOTAL)	PEMUCO, YUNGAY, RINCONADA, DOLLINCO, BULNES, SAN IGNACIO COLTON-LARQUI.

A continuación se describen las metodologías de evaluación utilizadas para la determinación de los beneficios netos de los proyectos originados por el uso del agua en riego y generación de energía.

## 1. Metodología de Evaluación Proyecto Riego

La evaluación de los beneficios netos de los proyectos de riego fue realizada utilizando como metodologías alternativas:

- i) El método del valor incremental de la tierra
- ii) El método del presupuesto

### 1.1. Método del valor incremental de la tierra

Corresponde a un criterio de evaluación privada de los beneficios netos del proyecto riego.

Para este método, el valor presente privado del agua corresponde a la diferencia de precio existente entre las tierras de riego y de secano, para la misma calidad y localización geográfica.

El precio de las tierras en condiciones de secano y de riego refleja el flujo de producción real de esa tierra, es decir el valor presente del flujo de beneficios netos futuros.

La determinación del valor de la tierra para condiciones de riego y de secano se realizó utilizando valores de mercado de predios localizados en las zonas de evaluación, según la capacidad de uso de los suelos. Para ello se consultó valores de tasación con corredores de propiedad de la zona.

Los resultados de la evaluación realizada a través del valor incremental de la tierra se indica en el Anexo V.A.1.

### 1.2. Método del presupuesto

Los beneficios anuales netos obtenidos por los proyectos de regadío corresponden al aumento en el excedente económico anual agrícola producido por la mayor disponibilidad de agua.

El valor económico del agua corresponde a la diferencia de beneficios netos de la producción agrícola entre la situación "con" y "sin" riego.

#### 1.2.1. Situación "sin" proyecto

Para este estudio la situación "sin" proyecto corresponde a la proyección de la situación actual durante los 40 años definidos como horizonte de evaluación. La situación actual corresponde a un promedio histórico del uso del suelo agrícola y se caracterizó productiva y económicamente para cada una de las

2 zonas de estudio suponiendo que la estructura de cultivos y sus rendimientos corresponden a los valores promedios de cada uno de ellos.

La estructura de cultivo considerada en la situación "sin" proyecto fue definida a partir de la estructura existente en la situación actual.

Se consideró una estructura simplificada de cultivos, considerando en ellos los cultivos más representativos de cada uno de los siete sectores: Yungay; Pemuco; Dollinco; Rinconada; Bulnes; San Ignacio y sector Coltón-Larqui.

Los cultivos considerados son: Espárragos, Frejol, Lenteja, Maíz, Maravilla, Papa, Remolacha, Trigo en riego y secano, Pradera artificial y natural.

Los rendimientos utilizados para los cultivos, se obtuvieron del análisis de los datos históricos censales y de información obtenida en terreno.

Los rendimientos definidos consideran un buen nivel tecnológico y una plena satisfacción de la demanda hídrica. No obstante lo anterior, los rendimientos se han planteado en términos conservadores y como promedio de toda el área.

Los precios se calcularon a "puerta de predio" utilizando series estadísticas de precios, valores que fueron corregidos por el índice de precios al por mayor de Estados Unidos (IPM, U.S.A.) para el caso de bienes transables. El precio estimado corresponde a un precio promedio de mediano plazo, considerando en él, variaciones estacionales.

Para el cálculo de precios sociales, los bienes e insumos se diferenciaron en transables y no transables; distinguiendo entre los transables, bienes importables y exportables.

Los ingresos netos por hectárea de cultivo fueron calculados utilizando estándares de producción del estudio FAO, el que determina rendimientos alcanzables en predios de cada sector.

El cálculo de los ingresos netos por hectárea se realizó en función de los rendimientos, a precios privados y sociales.

### 1.2.2. Situación "con" Proyecto

Los beneficios originados por la ejecución de los proyectos de riego, y que corresponden a regar sólo la zona de evaluación I o II, son:

- i) Aumento en el excedente agrícola de los suelos que actualmente son de secano y se incorporan al riego.

ii) Aumento en el excedente agrícola originado por el aumento en la seguridad de riego de sectores actualmente regados con seguridad de riego promedio menores a 85%.

Entre los costos de los proyectos de riego se distinguen:

a) Construcción de Obras hidráulicas

- Obras hidráulicas extraprediales, corresponden a:

- Canal Laja-Diguillín
- Canales Matrices
- Mejoramiento canales principales
- Mejoramiento drenes y canales secundarios.

La estimación del costo de las distintas secciones del canal para las distintas zonas potencialmente regables, se estableció de acuerdo a los caudales que transportan.

- Capital fijo intrapredial, corresponde a:

- Puesta en riego
- Construcciones prediales
- Equipos lechería y pastería
- Ganado crianza y lechería
- Empastados
- Maquinarias agrícolas e implementos

Para efecto de evaluación se considerarán los cuatro últimos, como costo directo de la explotación correspondiente.

Para determinar los costos de puesta en riego por hectárea, se consideraron las actividades de destronque, nivelación, emparejamiento, cierros, caminos internos y red de riego interna.

b) La Dirección y ejecución del proyecto, corresponden a los gastos de:

- Oficina Central Comisión Nacional de Riego
- Oficina Regional Comisión Nacional de Riego
- Oficina Central Dirección de Riego (incluido en costo Obras)
- Oficina Regional Dirección de Riego (incluido en costo Obras)
- Oficina Central Indap
- Oficina Regional Indap

c) Entre los costos de producción, se tiene:

- Mantenimiento y operación de canales.

Corresponden a los gastos por concepto de manejo del agua en los canales extraprediales y su conservación, que deben pagar anualmente los agricultores.

- Producción

Corresponden a los gastos de los cultivos anuales, la ganadería y los gastos generales en que incurren las empresas en su operación.

- Asistencia Técnica

Corresponde a los gastos de la investigación, asistencia técnica y transferencia tecnológica a los pequeños agricultores y a la agricultura empresarial.

d) Costo del agua

El costo del agua para el proyecto de riego, se podría originar por la modificación eventual de la operación óptima del Sistema Interconectado Central (SIC) al exigir generación adicional en la Central El Toro. El costo del agua correspondería al aumento en los costos totales actualizados de inversión, operación y falla del SIC respecto al costo de la operación óptima. La magnitud del costo del agua atribuible a cada uno de los proyectos de riego depende del volumen de agua requerido por cada uno de ellos.

## **2. Metodología de evaluación proyecto energía**

### **2.1. Recursos hídricos disponibles**

El agua que se utilizará en la primera etapa de la central corresponde a la que lleva el río ITATA en el Salto del mismo nombre.

Posteriormente, una vez construido el canal Laja-Diguillín, podrán utilizarse, además, recursos excedentes especialmente de invierno, que puedan trasvasarse desde el río Laja hacia el ITATA.

El caudal del río ITATA en el Salto proviene de una cuenca de 1200 km<sup>2</sup> de superficie, la que es alimentada principalmente por aguas lluvia, por lo que el régimen hidrológico del río es esencialmente pluvial.

En anexo II.A.2 se describe en detalle la metodología para determinar la oferta de agua para el sector energía.

## 2.2. Beneficios

Se ha supuesto que la energía generada por la central se "vende" al Sistema Interconectado Central (SIC), en la subestación Charrúa. Los beneficios están dados por la venta de energía y potencia, asumiendo 1,5 % de pérdida por transmisión.

Los precios de venta corresponden a los precios del "nudo Charrúa" calculado sobre la base de proyecciones estimadas por la Comisión Nacional de Energía (CNE). Estos precios se obtienen a partir de los costos marginales de suministro del SIC conforme a la Ley Eléctrica.

## 2.3. Costos

Los costos corresponden a la inversión en la central y línea de transmisión. Además, se estiman costos de operación y mantenimiento asociados a cada inversión, como una fracción de ellas.

La inversión en la central se ha obtenido de estudios anteriores y el costo de la línea de transmisión se estimó de acuerdo a costos promedios de obras similares.

El agua a trasvasar desde el río Laja no tendría costo para el proyecto de energía debido a que sólo usaría los recursos excedentes del sector riego.

## 2.4. Determinación del Tamaño Optimo.

Con los recursos disponibles en los Saltos del ITATA, se determinó el tamaño óptimo, en el proyecto preliminar de Croxatto y Leniz, considerando sólo los caudales existentes en el río ITATA y posteriormente adicionando los caudales excedentes del sector riego.

## 3. Evaluación proyecto conjunto.

El proyecto conjunto de generación de energía y riego contempla el aprovechamiento simultáneo del agua en riego y generación de energía eléctrica. Es decir, los caudales existentes se destinarían al riego y a la generación hidroeléctrica en primavera-verano y a la generación hidroeléctrica el resto del año.

El proyecto de riego que se considera para la evaluación del proyecto conjunto será el de mayor valor actual neto de beneficios sociales.

## **B. EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL.**

Como se indicó en el capítulo II, para los proyectos de riego existiría disponibilidad de agua en bocatoma Tucapel y afluentes de hoyas hidrográficas que escurren en forma perpendicular al trazado del canal Laja-Diguillín, el cual los captaría para su aprovechamiento posterior.

### **1. Supuestos Básicos de Evaluación.**

Los supuestos básicos considerados en la evaluación son:

- Actualización de los flujos anuales a la fecha de inicio del Proyecto, al mes de Enero de 1991. Todos los flujos se consideraran al final de cada periodo.
- Horizonte de evaluación de 40 años.
- Vida útil de las obras de riego y energía de 50 años.

### **2. Evaluación Privada.**

La evaluación privada se realizó utilizando precios privados para los productos e insumos agrícolas y para los precios unitarios involucrados en el cálculo del costo de las obras. Además, se consideró el precio de venta de energía según el costo marginal privado de producirla por parte de ENDESA.

Se utilizó una tasa de descuento privada del 12%.

### **3. Evaluación Social.**

Las correcciones realizadas a la evaluación privada, corresponden al precio social de la divisa, tasa social de descuento y precio social de la mano de obra, según valores entregados por el Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN), ex ODEPLAN.

## C. INDICADORES FINANCIEROS

## 1. Proyecto de riego.

## 1.1. Alternativa de regar sectores Bulnes, San Ignacio, y Coltón-Larqui.

Resultados Evaluación Proyecto Riego (Zona I)  
(millones de \$ Agosto 1990)

	P. PRIVADO	P.SOCIAL
Ingresos Netos Actualizado	44.299,4	61.056,3
Espárrago	3.610,1	4.945,3
Frejol	10.252,3	12.019,6
Lenteja	285,5	334,4
Maíz	3.099,5	4.670,4
Maravilla	870,0	1.251,7
Papa	4.454,0	5.564,4
Remolacha	6.613,1	10.910,9
Trigo Riego	6.702,9	9.256,2
Trigo Secano	1.909,9	2.671,6
Pradera Artificial	5.672,4	8.426,6
Pradera Natural	829,8	1.005,0
Costos Actualizados	33.634,0	41.495,6
Costo Inversión	13.744,2	14.004,9
Costo Operac.y Mant.Canales	510,7	396,6
Asistencia Técnica	1.603,0	1.602,4
Situación Actual	17.776,1	25.491,7
VAN Proyecto (12%)	10.665,3	19.560,7
TIR	19,60%	25,17 %

Fuente: Elaboración Propia.

## 1.2. Alternativa de regar el total del área.

Resultados Evaluación Proyecto Riego (Zona II)  
(millones de \$ Agosto 1990)

	P. PRIVADO	P. SOCIAL
<b>Ingresos Netos Actualizado</b>	59.764,0	84.051,0
Espárrago	5.288,2	7.239,3
Fréjol	13.723,2	16.089,3
Lenteja	407,3	477,1
Maíz	4.553,7	6.859,7
Maravilla	968,1	1.394,9
Papa	6.517,2	8.135,7
Remolacha	9.605,4	15.834,9
Trigo Riego	8.733,5	12.060,9
Trigo Secano	2.594,9	3.629,7
Pradera Artificial	6.248,6	10.968,0
Pradera Natural	1.123,9	1.361,3
<b>Costos Actualizados</b>	45.347,4	53.584,2
Costo Inversión	18.679,0	16.369,5
Costo Operac.y Mant.Canales	661,1	461,2
Asistencia Técnica	2.006,9	2.006,1
Costo del agua	0,0	371,0
Situación Actual	24.000,4	34.376,4
<b>VAN Proyecto (12%)</b>	14.416,6	30.466,8
<b>TIR</b>	19,91%	28,95 %

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados anteriores se infiere que el mejor proyecto es regar todos los sectores en estudio (Zona II). Su rentabilidad social alcanza a 30.500 millones de pesos y 14.400 millones de pesos en términos privados.

Como se explicara anteriormente, el regar los sectores de Pemuco, Yungay, Dollinco, y Rinconada resulta conveniente toda vez que el costo de "agrandar" el canal es marginal respecto al costo "necesario" para trasladar las aguas para la zona I de evaluación, que es el "objetivo" del proyecto Laja-Diguillín.

Esto se puede visualizar en el siguiente cuadro:

COMPARACION ZONA I Y ZONA II  
Precios Sociales  
(millones de pesos Agosto 1990)

SIN COSTO DEL AGUA

	ZONA I	ZONA II	DIFERENCIA	%
INGRESOS NETOS	61.056,3	84.051,0	22.994,7	37,66
COSTOS ACTUALIZADOS	41.495,6	53.213,2	11.717,6	28,24
INVERSION	14.004,9	16.369,5	2.364,6	16,88
OPERACION Y MANT.	396,6	461,2	64,6	16,29
ASISTENCIA TECNICA	1.602,4	2.006,1	403,7	25,19
SITUACION ACTUAL	25.491,7	34.376,4	8.884,7	34,85

La contribucción a los beneficios de la Zona I, de los sectores "agregados" alcanza a un 37,66%; en cambio los costos de inversión aumentan sólo en 16,88% lo que explica la conveniencia de regar aquellos sectores aledaños al canal de trasvase.

### 1.3. Análisis de Sensibilidad

La alternativa seleccionada se sensibilizó en:

- (1) Costos de Inversión, Operación y Mantenición y Asistencia Técnica: -10% y + 10%
- (2) Situación Actual : -10 % y + 10 %
- (3) Ingresos Netos de cultivo : -10% y + 10%
- (4) Tasa de Descuento: 12 % y 10 %

Los resultados de la sensibilización a precios privados y sociales, se pueden observar en cuadros que se acompañan.

## Análisis de sensibilidad

(millones de \$ de Agosto, 1990)

PRECIOS PRIVADOS

PROYECTO TOTAL

FACTORES DE SENSIBILIZACION

TASA DE DCTO.	12.00%:	12.00%:	12.00%:	12.00%:	12.00%:	12.00%:	12.00%:	12.00%:
INVERSION	1.0 :	1.0 :	1.1 :	1.0 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	0.9 :
COSTOS DE OPER. Y MANT.	1.0 :	1.0 :	1.1 :	1.0 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	0.9 :
ASISTENCIA TECNICA	1.0 :	1.0 :	1.1 :	1.0 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	0.9 :
COSTO DEL AGUA	1.0 :	1.0 :	1.1 :	1.0 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	0.9 :
-----								
INGRESOS NETOS: Esparrago	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Frejol	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Lenteja	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Maiz	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Maravilla	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Papa	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Remolacha	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Trigo Riego	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Trigo Secano	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Pradera Artificial	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
Pradera Natural	1.0 :	0.85 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :	0.9 :	1.1 :
-----								
SITUACION ACTUAL	1.0 :	1.0 :	1.0 :	1.0 :	1.0 :	1.1 :	0.9 :	0.9 :
-----								
VALOR ACTUAL NETO								
-----								
COSTOS DE INVERSION	18,679.0 :	18,679.0 :	20,546.9 :	18,679.0 :	18,679.0 :	20,546.9 :	16,811.1 :	16,811.1 :
COSTOS DE OPER. Y MANT.	661.1 :	661.1 :	727.3 :	661.1 :	661.1 :	727.3 :	595.0 :	595.0 :
ASIST. TECNICA	2,006.9 :	2,006.9 :	2,207.6 :	2,006.9 :	2,006.9 :	2,207.6 :	1,806.2 :	1,806.2 :
COSTO DEL AGUA	0.0 :	0.0 :	0.0 :	0.0 :	0.0 :	0.0 :	0.0 :	0.0 :
INGRESOS NETOS	59,764.0 :	50,799.4 :	59,764.0 :	65,740.4 :	53,787.6 :	65,740.4 :	53,787.6 :	65,740.4 :
Esparrago	5,288.2 :	4,494.9 :	5,288.2 :	5,817.0 :	4,759.4 :	5,817.0 :	4,759.4 :	5,817.0 :
Frejol	13,723.2 :	11,664.7 :	13,723.2 :	15,095.5 :	12,350.9 :	15,095.5 :	12,350.9 :	15,095.5 :
Lenteja	407.3 :	346.2 :	407.3 :	448.0 :	366.6 :	448.0 :	366.6 :	448.0 :
Maiz	4,553.7 :	3,870.7 :	4,553.7 :	5,009.1 :	4,098.3 :	5,009.1 :	4,098.3 :	5,009.1 :
Maravilla	968.1 :	822.9 :	968.1 :	1,064.9 :	871.3 :	1,064.9 :	871.3 :	1,064.9 :
Papa	6,517.2 :	5,539.6 :	6,517.2 :	7,168.9 :	5,865.5 :	7,168.9 :	5,865.5 :	7,168.9 :
Remolacha	9,605.4 :	8,164.6 :	9,605.4 :	10,566.0 :	8,644.9 :	10,566.0 :	8,644.9 :	10,566.0 :
Trigo Riego	8,733.5 :	7,423.4 :	8,733.5 :	9,606.8 :	7,860.1 :	9,606.8 :	7,860.1 :	9,606.8 :
Trigo Secano	2,594.9 :	2,205.7 :	2,594.9 :	2,854.4 :	2,335.4 :	2,854.4 :	2,335.4 :	2,854.4 :
Pradera Artificial	6,248.6 :	5,311.3 :	6,248.6 :	6,873.5 :	5,623.8 :	6,873.5 :	5,623.8 :	6,873.5 :
Pradera Natural	1,123.9 :	955.3 :	1,123.9 :	1,236.3 :	1,011.5 :	1,236.3 :	1,011.5 :	1,236.3 :
SITUACION ACTUAL	24,000.4 :	24,000.4 :	24,000.4 :	24,000.4 :	24,000.4 :	26,400.4 :	21,600.3 :	21,600.3 :
-----								
V A N PROYECTO	14,416.6 :	5,452.0 :	12,281.9 :	20,393.0 :	8,440.2 :	15,858.2 :	12,974.9 :	24,927.7 :
-----								
T I R	19.91%:	14.90%:	18.15%:	23.35%:	16.52%:	19.85%:	19.85%:	27.94%:

## Análisis de sensibilidad

(millones de \$ de Agosto, 1990)

PRECIOS SOCIALES

PROYECTO TOTAL

## FACTORES DE SENSIBILIZACION

TASA DE DCTO.	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
INVERSION	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9
COSTOS DE OPER. Y MANT.	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9
ASISTENCIA TECNICA	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9
COSTO DEL AGUA	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9
INGRESOS NETOS: Esparrago	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Frejol	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Lenteja	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Maiz	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Maravilla	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Papa	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Remolacha	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Trigo Riego	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Trigo Secano	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Pradera Artificial	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
Pradera Natural	1.0	0.85	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	1.1
SITUACION ACTUAL	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9
VALOR ACTUAL NETO									
COSTOS DE INVERSION	16,369.5	16,369.5	18,006.4	16,369.5	16,369.5	18,006.4	14,732.5	14,732.5	14,732.5
COSTOS DE OPER. Y MANT.	461.2	461.2	507.4	461.2	461.2	507.4	415.1	415.1	415.1
ASIST. TECNICA	2,006.1	2,006.1	2,206.7	2,006.1	2,006.1	2,206.7	1,805.5	1,805.5	1,805.5
COSTO DEL AGUA	371.0	371.0	408.1	371.0	371.0	408.1	333.9	333.9	333.9
INGRESOS NETOS	84,051.0	71,443.3	84,051.0	92,456.0	75,645.9	92,456.0	75,645.9	92,456.0	92,456.0
Esparrago	7,239.3	6,153.4	7,239.3	7,963.2	6,515.4	7,963.2	6,515.4	7,963.2	7,963.2
Frejol	16,089.3	13,675.9	16,089.3	17,698.3	14,480.4	17,698.3	14,480.4	17,698.3	17,698.3
Lenteja	477.1	405.6	477.1	524.8	429.4	524.8	429.4	524.8	524.8
Maiz	6,859.7	5,830.8	6,859.7	7,545.7	6,173.8	7,545.7	6,173.8	7,545.7	7,545.7
Maravilla	1,394.9	1,185.7	1,394.9	1,534.4	1,255.4	1,534.4	1,255.4	1,534.4	1,534.4
Papa	8,135.7	6,915.4	8,135.7	8,949.3	7,322.2	8,949.3	7,322.2	8,949.3	8,949.3
Remolacha	15,834.9	13,459.7	15,834.9	17,418.4	14,251.4	17,418.4	14,251.4	17,418.4	17,418.4
Trigo Riego	12,060.9	10,251.7	12,060.9	13,267.0	10,854.8	13,267.0	10,854.8	13,267.0	13,267.0
Trigo Secano	3,629.7	3,085.3	3,629.7	3,992.7	3,266.8	3,992.7	3,266.8	3,992.7	3,992.7
Pradera Artificial	10,968.0	9,322.8	10,968.0	12,064.8	9,871.2	12,064.8	9,871.2	12,064.8	12,064.8
Pradera Natural	1,361.3	1,157.1	1,361.3	1,497.4	1,225.2	1,497.4	1,225.2	1,497.4	1,497.4
SITUACION ACTUAL	34,376.4	34,376.4	34,376.4	34,376.4	34,376.4	37,814.1	30,938.8	30,938.8	30,938.8
V A N PROYECTO	30,466.8	17,859.1	28,546.0	38,871.9	22,061.7	33,513.4	27,420.1	44,230.3	44,230.3
T I R	28.95%	21.47%	26.67%	34.56%	23.86%	28.95%	28.95%	42.41%	42.41%

## Análisis de sensibilidad

(millones de \$ de Agosto, 1990)

PRECIOS PRIVADOS

BULNES-SAN IGNACIO-COLTON LARQUI

FACTORES DE SENSIBILIZACION

TASA DE DCTO.	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
INVERSION	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
COSTOS DE OPER.Y MANT.	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
ASISTENCIA TECNICA	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
INGRESOS NETOS: Esparrago	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Frejol	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Lenteja	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Maiz	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Maravilla	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Papa	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Remolacha	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Trigo Riego	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Trigo Secano	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Pradera Artificial	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Pradera Natural	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
SITUACION ACTUAL	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
VALOR ACTUAL NETO								
COSTOS DE INVERSION	13,744.2	15,118.7	15,118.7	13,744.2	13,744.2	15,118.7	12,369.8	12,369.8
COSTOS DE OPER. Y MANT.	510.7	561.8	561.8	510.7	510.7	561.8	459.7	459.7
ASIST.TECNICA	1,603.0	1,763.3	1,763.3	1,603.0	1,603.0	1,763.3	1,442.7	1,442.7
INGRESOS NETOS	44,299.4	39,869.4	44,299.4	48,729.3	39,869.4	48,729.3	39,869.4	48,729.3
Esparrago	3,610.1	3,249.1	3,610.1	3,971.1	3,249.1	3,971.1	3,249.1	3,971.1
Frejol	10,252.3	9,227.0	10,252.3	11,277.5	9,227.0	11,277.5	9,227.0	11,277.5
Lenteja	285.5	256.9	285.5	314.0	256.9	314.0	256.9	314.0
Maiz	3,099.5	2,789.5	3,099.5	3,409.4	2,789.5	3,409.4	2,789.5	3,409.4
Maravilla	870.0	783.0	870.0	957.0	783.0	957.0	783.0	957.0
Papa	4,454.0	4,008.6	4,454.0	4,899.4	4,008.6	4,899.4	4,008.6	4,899.4
Remolacha	6,613.1	5,951.8	6,613.1	7,274.4	5,951.8	7,274.4	5,951.8	7,274.4
Trigo Riego	6,702.9	6,032.6	6,702.9	7,373.2	6,032.6	7,373.2	6,032.6	7,373.2
Trigo Secano	1,909.9	1,718.9	1,909.9	2,100.9	1,718.9	2,100.9	1,718.9	2,100.9
Pradera Artificial	5,672.4	5,105.1	5,672.4	6,239.6	5,105.1	6,239.6	5,105.1	6,239.6
Pradera Natural	829.8	746.8	829.8	912.8	746.8	912.8	746.8	912.8
SITUACION ACTUAL	17,776.1	19,553.7	17,776.1	17,776.1	17,776.1	19,553.7	15,998.5	15,998.5
V A N PROYECTO	10,665.3	2,872.0	9,079.5	15,095.3	6,235.4	11,731.9	9,598.8	18,458.7
T I R	19.60%	13.82%	17.92%	22.85%	16.36%	19.54%	19.54%	27.12%

## Análisis de sensibilidad

(millones de \$ de Agosto, 1990)

## PRECIOS SOCIALES

BULNES-SAN IGNACIO-COLTON LARQUI

## FACTORES DE SENSIBILIZACION

TASA DE DCTO.	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
INVERSION	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
COSTOS DE OPER. Y MANT.	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
ASISTENCIA TECNICA	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
INGRESOS NETOS: Esparrago	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Frejol	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Lenteja	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Maiz	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Maravilla	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Papa	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Remolacha	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Trigo Riego	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Trigo Secano	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Pradera Artificial	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Pradera Natural	1.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
SITUACION ACTUAL	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9	0.9
VALOR ACTUAL NETO								
COSTOS DE INVERSION	14,004.9	15,405.3	15,405.3	14,004.9	14,004.9	15,405.3	12,604.4	12,604.4
COSTOS DE OPER. Y MANT.	396.6	436.2	436.2	396.6	396.6	436.2	356.9	356.9
ASIST. TECNICA	1,602.4	1,762.7	1,762.7	1,602.4	1,602.4	1,762.7	1,442.2	1,442.2
INGRESOS NETOS	61,056.3	54,950.7	61,056.3	67,162.0	54,950.7	67,162.0	54,950.7	67,162.0
Esparrago	4,945.3	4,450.8	4,945.3	5,439.8	4,450.8	5,439.8	4,450.8	5,439.8
Frejol	12,019.8	10,817.8	12,019.8	13,221.7	10,817.8	13,221.7	10,817.8	13,221.7
Lenteja	334.4	301.0	334.4	367.9	301.0	367.9	301.0	367.9
Maiz	4,670.4	4,203.4	4,670.4	5,137.5	4,203.4	5,137.5	4,203.4	5,137.5
Maravilla	1,251.7	1,126.5	1,251.7	1,376.8	1,126.5	1,376.8	1,126.5	1,376.8
Papa	5,564.4	5,007.9	5,564.4	6,120.8	5,007.9	6,120.8	5,007.9	6,120.8
Remolacha	10,910.9	9,819.8	10,910.9	12,002.0	9,819.8	12,002.0	9,819.8	12,002.0
Trigo Riego	9,256.2	8,330.6	9,256.2	10,181.8	8,330.6	10,181.8	8,330.6	10,181.8
Trigo Secano	2,671.6	2,404.5	2,671.6	2,938.8	2,404.5	2,938.8	2,404.5	2,938.8
Pradera Artificial	8,426.6	7,583.9	8,426.6	9,269.3	7,583.9	9,269.3	7,583.9	9,269.3
Pradera Natural	1,005.0	904.5	1,005.0	1,105.5	904.5	1,105.5	904.5	1,105.5
SITUACION ACTUAL	25,491.7	28,040.9	25,491.7	25,491.7	25,491.7	28,040.9	22,942.6	22,942.6
V A N PROYECTO	19,560.7	9,305.6	17,960.4	25,666.4	13,455.1	21,516.8	17,604.7	29,815.9
T I R	25.17%	17.43%	23.12%	29.78%	20.78%	25.11%	25.11%	36.13%

Analizando algunos parámetros, el proyecto riego a precios privados resulta sensible a una variación de los ingresos netos agrícolas, aunque en forma independiente ellos, los cultivos, por sí solos no alteran en forma importante la rentabilidad del proyecto.

En el caso de variaciones de parámetros a precios sociales, el proyecto es más "estable" en el sentido que el parámetro "más sensible" se refiere a los ingresos netos y soportan una disminución del 36,3 %.

A continuación se señalan aquellas variaciones que anulan el valor actual neto del proyecto.

VARIACION DE PARAMETROS  
ANULANTES DEL VAN  
(%)

( i = 12 %)	P.PRIVADO	P.SOC.
Ingresos Netos agrícolas	- 24,2	- 36,3
Fréjol, Remolacha, Trigo Riego	- 45,0	- 69,0
Inversiones, C.Mant. y Operac y Asist.Tec.	+ 67,5	+162,0
Situación actual	+ 60,0	+ 88,6
Tasa de descuento (TIR)	19,91	28,95

## 2. Proyecto de Energía.

### 2.1. Evaluación utilizando sólo los caudales del río Itata

La evaluación de una central que sólo aprovecha los caudales del río Itata indicó que ella no es rentable.

### 2.2. Evaluación utilizando los caudales del río Itata incrementados por caudales trasvasados del río Laja.

De acuerdo a lo indicado en punto anterior, la situación "sin" proyecto para esta alternativa es "hacer nada".

La alternativa seleccionada es una central de 54 MW de potencia con un factor de planta de 85 % y una capacidad del canal de trasvase del río Laja al Itata de 55 m<sup>3</sup>/seg, como promedio, con un máximo de 85 m<sup>3</sup>/seg.

Se supone que la central entraría en servicio a comienzo del periodo 4 (año 1994) iniciándose la construcción en el año 1991.

RESULTADOS EVALUACION SECTOR ENERGIA  
CENTRAL DE 54 MW CAUDALES ITATA+LAJA  
(Millones \$ de Agosto 1990)

	P.PRIVADOS	P.SOCIALES
Ingresos Actualizados	18.186	20.417
Venta Energía	14.556	16.433
Venta Potencia	3.630	3.984
Costo Actualizados	13.645	13.325
Costo Inversión	12.237	11.948
Costo Mantenición y Operación	1.408	1.377
VAN Proyecto	4.541	7.093
TIR	16,10%	18.46%

### 2.3. Análisis de Sensibilidad

Con el fin de estudiar el efecto sobre la alternativa seleccionada al modificar los valores en sus principales componentes, tanto de beneficios como de costos, se realizaron las siguientes sensibilizaciones.

- |                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| 1.- Tarifa de venta de energía       | + 10% y - 10% |
| 2.- Tarifa de venta de potencia      | + 10% y - 10% |
| 3.- Costos de inversión              | + 10% y - 10% |
| 4.- Costo de Mantenición y Operación | + 10% y - 10% |
| 5.- Tasa de Descuento                | 12% y 10%     |

## PROYECTO DE ENERGIA

## Análisis de Sensibilidad

(mill.de \$ de Agosto 1990)

PRECIOS PRIVADOS

## FACTORES DE SENSIBILIZACION

Tasa de Dcto.	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
Energía	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Potencia	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Inversion	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
Mant.y Operac.	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
VALOR ACTUAL NETO						
Venta de Energía	14,556	16,012	16,012	14,556	16,012	13,100
Venta de Potencia	3,630	3,993	3,993	3,630	3,993	3,267
Costo de Inversión	12,237	11,013	12,237	11,013	13,461	13,461
Costo Mant.y Oper.	1,408	1,267	1,408	1,267	1,549	1,549
VAN Proyecto	4,541	7,724	6,359	5,905	4,995	1,358
T I R	16.10%	19.56%	17.68%	17.85%	16.10%	13.14%

## PROYECTO DE ENERGIA

## Análisis de Sensibilidad

(mill.de \$ de Agosto 1990)

PRECIOS PRIVADOS

## FACTORES DE SENSIBILIZACION

Tasa de Dcto.	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%
Energía	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Potencia	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Inversion	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
Mant.y Operac.	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
VALOR ACTUAL NETO						
Venta de Energía	18,317	20,149	20,149	18,317	20,149	16,486
Venta de Potencia	4,568	5,025	5,025	4,568	5,025	4,111
Costo de Inversión	12,754	11,478	12,754	11,478	14,029	14,029
Costo Mant.y Oper.	1,772	1,595	1,772	1,595	1,949	1,949
VAN Proyecto	8,360	12,101	10,648	9,812	9,196	4,619
T I R	16.10%	19.56%	17.68%	17.85%	16.10%	13.14%

## PROYECTO DE ENERGIA

## Análisis de Sensibilidad

(mill.de \$ de Agosto 1990)

## PRECIOS SOCIALES

## FACTORES DE SENSIBILIZACION

Tasa de Dcto.	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
Energía	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Potencia	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Inversion	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
Mant.y Operac.	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
VALOR ACTUAL NETO						
Venta de Energía	16,433	18,076	18,076	16,433	18,076	14,790
Venta de Potencia	3,984	4,383	4,383	3,984	4,383	3,586
Costo de Inversión	11,948	10,753	11,948	10,753	13,142	13,142
Costo Mant.y Oper.	1,377	1,239	1,377	1,239	1,515	1,515
VAN Proyecto	7,093	10,467	9,134	8,425	7,802	3,719
T I R	18.46%	22.34%	20.23%	20.42%	18.46%	15.15%

## PROYECTO DE ENERGIA

## Análisis de Sensibilidad

(mill.de \$ de Agosto 1990)

## PRECIOS SOCIALES

## FACTORES DE SENSIBILIZACION

Tasa de Dcto.	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%
Energía	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Potencia	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
Inversion	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
Mant.y Operac.	1.0	0.9	1.0	0.9	1.1	1.1
VALOR ACTUAL NETO						
Venta de Energía	20,679	22,747	22,747	20,679	22,747	18,612
Venta de Potencia	5,014	5,515	5,515	5,014	5,515	4,512
Costo de Inversión	12,455	11,209	12,455	11,209	13,700	13,700
Costo Mant.y Oper.	1,733	1,559	1,733	1,559	1,906	1,906
VAN Proyecto	11,506	15,494	14,075	12,925	12,656	7,518
T I R	18.46%	22.34%	20.23%	20.42%	18.46%	15.15%

En relación a aquellos parámetros más sensibles, se puede mencionar el precio de venta de energía y el costo de inversión. En términos privados el precio por venta de energía y potencia soporta un 25% de disminución y los costos de inversión un 37% de aumento de ellos. A precios sociales las variaciones son del 35% de disminución y un 59% de aumento.

VARIACION DE PARAMETROS  
ANULANTES DEL VAN  
(%)

(i = 12 % )	P.PRIVADO	P.SOC.
VENTA DE ENERGIA Y POTENCIA	- 25,0	- 35,0
COSTO DE INVERSION	+ 37,0	- 59,0
TASA DE DESCUENTO (TIR)	16,10	18,46%

### 3. Proyecto Conjunto.Riego y Energía.

De los resultados obtenidos en las secciones anteriores se desprende que las alternativas convenientes de realizar son la central de 54 MW para el caso del sector energía, y regar todo el área del proyecto, 63309 há, para el caso del proyecto agrícola.

Teniendo en cuenta que el proyecto de generación eléctrica es rentable sólo si se realiza el proyecto de riego, debido a que resultan caudales excedentes que son aprovechados por la central hidroeléctrica, los beneficios resultantes son "atribuibles" al proyecto riego.

En esta sección se evaluará el proyecto conjunto.

RESULTADOS EVALUACION PROYECTO CONJUNTO  
(millones de \$ Agosto 1990)

	P.PRIVADO	P.SOCIALES
Ingresos Actualizados	77.950,0	104.468,0
- Riego	59.764,0	84.051,0
- Energía	18.186,0	20.417,0
Costos Totales Actualizados	58.992,4	66.909,2
Costo de Riego	45.347,4	53.584,2
Costo de Energía	13.645,0	13.325,0
VAN Proyecto Conjunto	18.957,6	37.558,8
TIR	17,34%	21,81%

Los resultados indican que el proyecto conjunto, es conveniente de realizar tanto privado como socialmente. La rentabilidad medida como el valor actual neto, alcanza a \$ 18.957,6 millones y \$ 37.558,8 millones, a precios privados y sociales respectivamente, con tasas internas de retorno del 17,34 % y 21,81 % .

## D. LIMITACIONES Y CONCLUSIONES.

### 1. Limitaciones.

- En la evaluación social del proyecto riego se consideró sólo como beneficios, el excedente de la producción agrícola, no considerando en ella los beneficios indirectos que podría generar el proyecto en atención a su compleja determinación.
- En la evaluación del sector energía, y considerando el objetivo del presente estudio, que se refería a actualización de un anterior estudio, sólo se analizaron dos tamaños de central, por lo tanto no se calculó un tamaño óptimo.

Asimismo, en la sensibilización del precio de la energía, tampoco se consideró el tamaño óptimo de central para cada uno de esos precios.

### 2. Conclusiones.

- Los resultados de la evaluación privada y social de riego indica la conveniencia de regar con aguas del río Laja 63.309 Hás en las comunas de Bulnes, San Ignacio, Pemuco, El Carmen y Yungay.

La rentabilidad del proyecto se explica fundamentalmente por la incorporación de 41.309 hás de secano al riego y por el mejoramiento de la seguridad en 22.000 hás.

- El Valor Actual Neto, en términos privados, alcanza a 14.416,6 millones de pesos con una tasa interna de retorno de 19,91%. Del análisis de sensibilidad se puede inferir que ante una disminución del 15% de los ingresos, el VAN disminuye a 5.452,0 millones de pesos y un TIR del 14,90%. Asimismo, si el horizonte de evaluación fuera de 30 años el VAN alcanzaría aproximadamente a 13.255,6 millones de pesos con un TIR del 19,78%.
- A precios sociales y considerando costo del agua el VAN alcanza a 30.466,8 millones de pesos y un TIR del 28,95%, soportando variaciones negativas de hasta un 36,3% en sus ingresos netos agrícolas y de un 69% en sus cultivos más representativos que son el fréjol, remolacha y trigo regado.
- Los resultados de la evaluación privada y social de la Central Itata indican la conveniencia económica de su ejecución.

La alternativa seleccionada es una central de 54 MW de potencia con un factor de planta de 85% y un aprovechamiento de la capacidad ociosa del tramo Laja Huepil de 55 m<sup>3</sup>/s como promedio, con un máximo de 85 m<sup>3</sup>/s.

El VAN a precios privados alcanzó a 4.541,0 millones de pesos y un TIR del 16,10%.

A precios sociales los indicadores resultaron de 7.093,0 millones de pesos y 18,46% para el VAN y TIR respectivamente. Dicha evaluación soporta disminuciones de hasta un 35% en el precio de venta de la energía en el nudo Charrúa y de un aumento del 59% en los costos de inversión.

- La evaluación del proyecto conjunto tanto privada como social, indica la complementariedad de ambos proyectos.

El VAN privado alcanzó a 18.957,6 millones de pesos con un TIR del 17,34% y a precios sociales los resultados fueron de 37,558,8 millones de pesos para el VAN, con un TIR del 21,81%.