REPUBLICA DE CHILE

COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
Y DESARROLLO

Tomo II

INFORME

TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.
TEL AVIV - ISRAEL

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
SANTIAGO - CHILE

SANTIAGO, ENERO 1978

N O T A C I O N

PUS$: Siguiendo el procedimiento usual en Chile a raíz del proceso de inflación, los valores monetarios en pesos chilenos utilizados en el presente informe han sido expresados en dólares, aplicando para ello la tasa de conversión vigente en abril de 1977, que era de 19,04 pesos chilenos por 1 dólar de los EE.UU. Para los valores así expresados se ha adoptado la notación PUS$ (pesos expresados en dólares), para diferenciarlos de los dólares reales.

US$: Los valores referidos a moneda extranjera (divisa) propiamente dicha han sido expresados en dólares de EE.UU., utilizando la notación usual de US$.

$: Notación utilizada en este informe para el peso chileno.

Punto : En el presente informe se utiliza para señalar miles, millones, etc.: 10^6 = 1.000.000

Coma : Se utiliza para la notación de fracciones decimales: 1/2 = 0,5

CONTENIDO GENERAL DEL INFORME

T O M O I

PRIMERA PARTE: GENERALIDADES

CAPITULO A: SITUACION ACTUAL Y DATOS BASICOS

SEGUNDA PARTE: PLAN GLOBAL

CAPITULO B: DETERMINACION DE AREAS DE DESARROLLO
CAPITULO C: PLAN GLOBAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO
CAPITULO D: DISPONIBILIDAD DE AGUA
CAPITULO E: PLAN GLOBAL DE INGENIERIA

T O M O I I

TERCERA PARTE: PLAN DE LA ETAPA I

CAPITULO F: SELECCION DEL AREA DE LA ETAPA I
CAPITULO G: PLAN DE DESARROLLO AGROPECUARIO ETAPA I
CAPITULO H: ADECUACION PREDIAL
CAPITULO J: PLAN DE INGENIERIA ETAPA I
CAPITULO K: ORGANIZACION
CAPITULO L: PROGRAMA DE IMPLEMENTACION

CUARTA PARTE: ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

CAPITULO M: EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO
CAPITULO N: REQUERIMIENTOS DE PRESUPUESTO Y CREDITO

T O M O I I I

ANEXO I : SUELOS
ANEXO II : CLIMA
ANEXO III : AGUAS DE SUPERFICIE
ANEXO IV : AGUAS SUBTERRANEAS
ANEXO V : REGIMEN DE PROPIEDAD

T O M O I V

ANEXO VI : ASPECTOS SOCIOECONOMICOS
ANEXO VII : DESARROLLO AGROPECUARIO ACTUAL
ANEXO VIII: SISTEMAS ACTUALES DE RIEGO
ANEXO IX : EL PROYECTO DE LA DIRECCION DE RIEGO
ANEXO X : COMERCIALIZACION Y AGROINDUSTRIAS
ANEXO XI : INFORMACION RELACIONADA CON EL PLAN AGRICOLA
ANEXO XII : DEMANDAS HIDRICAS DE LOS CULTIVOS
ANEXO XIII: INFORMACION RELACIONADA CON EL PLAN DE INGENIERIA
ANEXO XIV : INFORMACION RELACIONADA CON LOS ASPECTOS DE ORGANIZACION
ANEXO XV : INFORMACION RELACIONADA CON EL ANALISIS ECONOMICO

Tercera Parte

PLAN DE LA ETAPA I

Tercera Parte

PLAN DE LA ETAPA I

Capítulo F

SELECCION DEL AREA DE LA ETAPA I

I N D I C E

		Página
1.	GENERALIDADES	1
1.1	La concepción del desarrollo por etapas	1
1.2	Criterios para la selección del área de la Etapa I	2
2.	COMPARACION ENTRE ALCONES Y NILAHUE	5
2.1	Aspectos económicos	5
2.2	Consideraciones de orden social	10
3.	DETERMINACION DEL AREA DE LA ETAPA I	12

C U A D R O S

F-1	Inversiones en los sistemas principales de Nilahue y Alcones	6
F-2	Indicación de la rentabilidad comparativa de las zonas de Nilahue y Alcones	9
F-3	Porcentajes de extrema pobreza en las zonas de Alcones y Nilahue	11
F-4	Areas de la Etapa I	12

F. SELECCION DEL AREA DE LA ETAPA I

1. GENERALIDADES

1.1 La concepción del desarrollo por etapas

El Plan Global de desarrollo presentado en los capítulos precedentes contempla tanto la tecnificación y mejoramiento de unas 90.000 ha netas, como la puesta en riego de otras 60.000 ha netas actualmente sin riego lo que en total representa casi el 10% del área bajo canal en Chile. El Plan Global requiere asimismo inversiones relativamente cuantiosas y sobre todo una promoción y un apoyo efectivo al desarrollo agrícola, en vista de que un 50% del área aproximadamente corresponde a agricultores pequeños y del sector reformado. Un desarrollo de tal magnitud y envergadura es muy notable desde cualquier punto de vista, máxime tratándose del primer proyecto de esta naturaleza y magnitud que se emprende en Chile en muchos años.

Con base en la experiencia adquirida en otros países de condiciones similares y a una evaluación de la situación en Chile, se estima que la implementación del Plan Global, incluyendo la puesta en riego y el desarrollo agrícola, sería un proceso de duración no menor de 20 años. La experiencia de las décadas pasadas demuestra que se han podido construir grandes obras de ingeniería en plazos relativamente cortos, pero la puesta en riego y el desarrollo agrícola han resultado más complicados y demorados que lo previsto. Se crean así situaciones en las que inversiones cuantiosas en obras se quedan por muchos años sin aprovecharse; y los beneficios originalmente contemplados no llegan a materializarse.

Proyectos de la magnitud y extensión de Convento Viejo involucran numerosos factores, en especial los relacionados con el factor humano y los cambios que este requiere, que no se pueden analizar hasta sus últimos detalles como lo exigiría el planificar con anticipación, a tan largo plazo, un desarrollo plenamente armónico de las múltiples actividades del Proyecto. A lo anterior se debe agregar que en Chile se está estructurando una política y una serie de mecanismos para el desarrollo de proyectos de riego, que por viables que parezcan, todavía no se han ensayado en la práctica.

Para el caso del Proyecto Convento Viejo se debe considerar también el factor agua. Como se indicó en el Capítulo D, la posibilidad de regar toda el área incluida en el Plan Global depende ante todo del logro de una elevada eficiencia predial de aplicación del agua. El aumento de esta eficiencia hasta niveles de 55 y 60% es un proceso relativamente difícil y de duración incierta.

En resumen, la ejecución del Plan Global de desarrollo del Proyecto es una tarea de gran envergadura, de larga duración y llena de incertidumbres.

En estas condiciones se recomienda enfáticamente una estructuración del plan de desarrollo en etapas. Las principales ventajas de tal estrategia son las siguientes:

a) Permite optimizar la inversión y su utilización, incluyendo en cada etapa sólo las obras susceptibles de ser aprovechadas en un plazo relativamente corto, en vez de construir desde un principio toda la infraestructura, cuya plena utilización se demoraría por un tiempo apreciable.

b) Permite formular planes de desarrollo compatibles con la realidad y ajustados a la capacidad, siempre limitada, de desarrollo. Así, también, se pueden aprovechar mejor los recursos humanos y organizativos, concentrándolos en un área más restringida y no dispersándolos en forma poco efectiva.

c) Al no contraer compromisos irreversibles desde el principio para todo el desarrollo global, resulta posible planear las etapas posteriores con base en la experiencia de las etapas iniciales.

1.2 Criterios para la selección del área de la Etapa I

Con el fin de conseguir los mejores resultados de la estrategia recomendada, de desarrollo por etapas, la estructuración del plan de la Etapa I se debe hacer en forma tal que se cumplan, en lo posible, las siguientes condiciones:

a) Que se contemple desde un principio las opciones para el desarrollo futuro pero que no se tengan que realizar para este fin inversiones cuantiosas diferentes de las requeridas para la Etapa I.

b) Que la Etapa I constituya en sí un proyecto viable económica y operativamente.

c) Que la Etapa I tenga la magnitud suficiente para ejercer un impacto significativo y en un plazo relativamente corto.

d) Que su magnitud no exceda lo que se puede estimar como capacidad de desarrollo en un plazo de unos 8 a 10 años.

Para efectos de la determinación del área a incluir en la Etapa I se deben considerar cuatro áreas dentro del Proyecto, a saber:

- Areas de riego actual en las zonas I, II y III, que abarcan unas 90.600 ha netas.
- Rinconadas de la zona I, II y III, que suman unas 4.900 ha netas.
- La zona de Nilahue y
- La zona de Alcones

Con base en los criterios anteriormente expuestos y en la estructura del Proyecto, se estima apropiado fijar como marco de la Etapa I el mejoramiento de las aproximadamente 90.000 ha de riego actual, más una superficie de unas 25.000 a 30.000 ha de nuevo riego, dejando así unas 30.000 ha de riego nuevo para una etapa posterior de desarrollo. No cabe duda de que dicha magnitud para el Proyecto en su primera etapa

constituye ya un reto suficientemente grande en cualquier circunstancia, y más aún si se considera que no se ha iniciado en Chile un proyecto de este tipo en muchos años.

Las razones para incluir en cualquier esquema de desarrollo de la Etapa I el mejoramiento de las áreas actualmente bajo canal son muchas y relativamente obvias. Entre ellas cabe destacar las siguientes:

- Son éstas las únicas áreas dentro del Proyecto donde se puede lograr impacto a corto plazo (antes de terminar el embalse), en términos de aumento de la producción.
- Dado que el éxito del desarrollo del Proyecto depende a la organización y funcionamiento de un aparato adecuado de promoción del desarrollo y apoyo al mismo, es indispensable comenzar esta tarea cuanto antes, para adquirir la experiencia necesaria, Como se mencionó anteriormente, esto se puede hacer únicamente en las áreas de riego actual.
- El mejoramiento de la eficiencia de riego en las áreas de riego actual es imprescindible para poder desarrollar una extensión significativa de áreas nuevas, pues de lo contrario el agua adicional del embalse tendría que asignarse a aquellas áreas de riego actual que sufren de déficit hídrico. Esta tarea es de duración relativamente larga, ya que implica cambios en las actitudes y costumbres de los regantes, por lo que conviene comenzarla lo antes posible.

Dentro de las áreas de nuevo riego, las rinconadas tienen en general una prioridad clara. Los suelos de las rinconadas son por lo general de calidad comparable al resto de los suelos de las zonas I, II y III. El costo por hectárea es más bajo que en las áreas nuevas de Nilahue y Alcones y el lapso de tiempo entre la construcción de las obras y su aprovechamiento sería mínimo. Una excepción a lo anterior la constituyen las rinconadas situadas en el límite occidente de las zonas II y III, cuyo suministro de agua depende de canal Yaquil-Cañetén.

En resumen se recomienda que cualquier esquema de la Etapa I incluya las zonas I, II y III con un área total de 95.540 ha netas de las cuales 4.915 ha serían de nuevo riego.

En lo que se refiere a las zonas de Alcones y Nilahue existen tres posibilidades básicas, a saber:

a) Incluir áreas de ambas zonas, con un total de alrededor de 20.000 a 25.000 ha.

b) Incluir en la Etapa I solamente la zona de Alcones.

c) Incluir en la Etapa I solamente la zona de Nilahue

Las desventajas de la primera alternativa son notorias. Tal esquema implicaría la necesidad de construir las obras matrices y por lo menos los primeros tramos de los canales principales de ambas zonas (con la capacidad final para toda el área), lo que elevaría el costo por ha desarrollada en la Etapa I en forma apreciab

Descartada esta posibilidad, queda por elegir entre las dos zonas para el plan de la Etapa I, lo que requiere de una comparación más detenida entre los méritos de estas dos alternativas. Tal comparación se presenta en la Sección 2 de este capítulo.

Los criterios adoptados para la evaluación comparativa han sido dos, a saber:

a) Criterio económico, según el cual se evalúa el beneficio neto que podría generar cada alternativa.

b) Criterio social, según el cual se evalúa la magnitud de la población afectada directa o indirectamente por el desarrollo y el grado de necesidad de un mejoramiento de las condiciones económicas, indicado por el grado de pobreza.

2. COMPARACION ENTRE ALCONES Y NILAHUE

2.1 Aspectos económicos

2.1.1 Generalidades

Una evaluación económica detallada que compara las dos zonas se presenta en el Capítulo M. Esta demuestra claramente que el desarrollo de Nilahue es preferible al de Alcones.

La diferencia entre las dos zonas, en términos del beneficio neto que generaría su desarrollo, se origina básicamente en tres factores, a saber:

- El costo de las obras requeridas para el desarrollo y su costo de operación.
- El lapso de tiempo que transcurriría entre la realización de las inversiones y su aprovechamiento.
- El valor de la producción que se alcanzaría con riego, lo que está estrechamente ligado a la calidad de los suelos.

Adicionalmente a lo anterior se debe considerar también el aspecto de riego, relacionado con eventualidades futuras no previsibles al presente.

A continuación se comparan las dos zonas en relación a estos factores.

2.1.2 Costo de los sistemas de ingeniería (1) (2)

Los costos de inversión, totales y por hectárea, de los sistemas principales requeridos para el desarrollo de cada una de las zonas, se presentan en el Cuadro F-1; se consideraron solamente los sistemas matrices y principales, ya que los secundarios y prediales tienen un costo por ha muy similar en las dos zonas. En ambos casos se consideraron dos posibilidades: con y sin áreas de bombeo; para esta última posibilidad se consideran canales de conducción de una capacidad reducida lo que cierra la opción de un desarrollo futuro de las áreas que requieren bombeo.

---

(1) Para mayores detalles sobre las obras véanse Capítulos E y J.

(2) Los valores presentados aquí son en precios financieros; sin embargo, como la relación entre el costo en precios económicos y en precios financieros se mantiene más o menos constante (alrededor de 91%) para conjuntos relativamente grandes de obras, esto no distorsiona las conclusiones. Las definiciones de los dos sistemas de precios se discuten en el Capítulo M.

Cuadro F-1: Inversiones en los sistemas principales de Nilahue y Alcones

	ALCONES		NILAHUE	
	Con áreas de bombeo	Sin áreas de bombeo	Con áreas de bombeo	Sin áreas de bombeo
Inversión (miles de PUS$)				
Matriz Alcones	8.787,9	7.081,8	---	---
Canal Yaquil-Cañetén	20.359,0	16.628,9	---	---
Matriz Nilahue	---	---	3.568,9	3.469,3
Canales principales (incluyendo bombeo)	12.672,2	6.726,7	25.097,9	20.962
T o t a l	41.819,1	30.437,4	28.666,8	24.431,3
Area (ha netas)	26.290(1)	17.535(1)	26.200	22.300
Inversión por ha (PUS$)	1.590,68	1.735,80	1.094,15	1.095,57

(1) Se incluyen 1.605 ha abastecidas por el canal Yáquil-Cañetén.

Los datos demuestran claramente que las obras requeridas para el desarrollo de Alcones implican una inversión por ha considerablemente mayor que en Nilahue, especialmente en el caso de no incluir las áreas de bombeo. Si se considera la posibilidad de desarrollar en la Etapa I solamente las áreas dominadas por gravedad, dejando las de bombeo para una segunda etapa pero construyendo los canales principales con la capacidad final (como se recomienda efectivamente en el plan propuesto de la Etapa I), la diferencia de costos por hectárea a desarrollar en la Etapa I, a favor de Nilahue, aumenta considerablemente.

Adicionalmente al mayor costo de inversión de Alcones, se debe considerar el mayor costo de energía que requeriría el suministro de agua a su extensa área de bombeo.

2.1.3 Lapso de tiempo entre la inversión y su aprovechamiento

Las características del sistema de suministro de agua a Alcones exigen realizar una inversión de PUS$24 a 29 millones en el canal matriz y el canal Yaquil-Cañetén, durante un período relativamente largo de 3 o 4 años, antes de poder regar las tierras de la zona(1).

(1) Con la excepción de las 1.605 ha que se regarían por el canal Yaquil-Cañetén; sin embargo aún así se requiere una inversión del orden de PUS$10 millones para poder comenzar el riego de estas áreas.

En cambio el canal que lleva el agua a la cabezera de la zona de Nilahue (canal matriz Nilahue) es de un costo muy inferior, de PUS$3,5 millones, y de período de construcción más breve (2 años).

El hecho de que el costo del sistema de canales principales dentro de la zona sea mayor en Nilahue no sólo se compensa con la menor inversión en la conducción (como se vió en el párrafo 2.1.2), sino que tiene también la ventaja de que su construcción podrá hacerse paralelamente al ritmo de la puesta en riego.

2.1.4 Potencial agropecuario

La diferencia entre los beneficios agrícolas que cada una de las dos zonas podría generar depende básicamente de dos factores: la capacidad de los agricultores y las condiciones naturales (suelos y clima).

En cuanto al factor humano se refiere, la diferencia entre las dos zonas es mínima, si bien en Nilahue existe una experiencia algo mayor aunque muy limitada, en agricultura de riego y de secano.

En lo tocante a factores naturales, en cambio, se aprecia una diferencia marcada a favor de Nilahue.

La capacidad de los suelos en las dos zonas se puede apreciar según la superficie que ocupan en cada una las diferentes agrupaciones de suelos establecidas a los efectos de la planificación agrícola. Las principales características de estas agrupaciones se resumen a continuación (para mayores detalles véase Capítulo C).

La agrupación A comprende los mejores suelos del Proyecto, los cuales, no tienen restricciones significativas para la producción. Son suelos especialmente aptos para frutales, viñas, hortalizas y una amplia gama de cultivos, y su rentabilidad es, por consiguiente, alta.

Los suelos de agrupación B, que corresponden a la clase 2 de riego, subclase 2 sd, poseen ciertas limitaciones de suelo y drenaje, que implican limitaciones en la gama de cultivos aptos para estas áreas, y tienen por esta razón una rentabilidad intermedia.

Las demás agrupaciones, o sea las C y D (clase 3 para riego) y la E (clase 4 para riego), tienen limitaciones aún mayores y su rentabilidad comparativa es por consiguiente inferior a la de las agrupaciones A y B. Aunque existen diferencias en el costo de aprovechamiento de los suelos, se puede considerar para los efectos de esta comparación, que su rentabilidad es aproximadamente equivalente.

Teniendo presente que la extensión de suelo B es poco significativa en ambas zonas, y que las agrupaciones C a E tienen similar rentabilidad, puede considerarse que la relación entre las áreas de la agrupación de suelos A en ambas zonas proporciona una indicación válida de la rentabilidad comparativa de las dos zonas.

El Cuadro F-2 muestra la distribución del área de cada zona entre las diferentes agrupaciones de suelos. Según se observa en el Cuadro, en Nilahue la agrupación A ocupa casi el 60% del área, mientras que en Alcones alcanza solo el 40% en el área de gravedad, bajando a 36% dentro del área total.

La ventaja de Nilahue en materia de calidad de suelos se refuerza con el hecho de que debido a la protección que le otorgan las montañas circundantes goza de condiciones de clima excelentes especialmente para frutales (Capítulo C).

Cuadro F-2: Indicación de la rentabilidad comparativa de las zonas de Nilahue y Alcones (áreas netas)

Agrupación de Suelos	Rentabilidad	Cultivos Propuestos	ZONA DE NILAHUE					ZONA DE ALCONES[1]				
			Gravedad ha	%	Bombeo ha	Total ha	%	Gravedad ha	%	Bombeo ha	Total ha	%
A	Alta	Frutales, viñas, hortalizas, remolacha, tabaco, maíz, frejol.	13.220	59,3	2.180	15.400	58,8	6.935	39,5	2.465	9.400	35,7
B	Media	Arroz, tomate, maíz, maravilla, pradera rotacional.	65	0,3	275	340	1,3	725	4,1	45	770	2,9
C	Baja	Frejol, trigo, pradera rotacional.	2.970	13,3	710	3.680	14,1	5.415	30,9	2.830	8.245	31,4
D	Baja	Arroz, pradera permanente.	5.350	24,0	475	5.825	22,2	3.260	18,6	1.595	4.855	18,5
E	Baja	Alfalfa, pradera permanente.	695	3,1	260	955	3,6	1.200	6,9	1.820	3.020	11,5
Totales			22.300	100,0	3.900	26.200	100,0	17.535	100.0	8.755	26.290	100,0

(1) Incluye 1.605 ha netas de rinconadas aledañas a las zonas II y III, pero cuyo suministro de agua para riego proviene del canal Yaquil-Cañetén.

2.1.5 Consideraciones de riego

Ninguna proyección del desarrollo de un proyecto, sobre todo agrícola, puede prever con precisión su curso. Es así que factores tales como ritmo de ejecución de las obras, ritmo de incorporación de áreas, precios de productos e insumos, etc, pueden en la realidad discrepar de lo previsto. En estas condiciones la flexibilidad constituye una ventaja importante.

El desarrollo de Nilahue ofrece más que Alcones dos ventajas en este sentido. La primera está relacionada con el hecho, discutido en el párrafo 2.1.3, de que el cronograma de inversión de Nilahue está más estrechamente ligado al cronograma de beneficios. En estas condiciones, los resultados del desarrollo en las primeras áreas podrán servir de guía para determinar el avance de las obras.

La otra ventaja está relacionada con el precio futuro de la energía. Entre los diversos factores que inciden sobre los costos, el que está más sujeto a modificación futura por razones exógenas al Proyecto es el de la energía. El hecho de que el desarrollo de Alcones contemple bombeo para una extensión grande lo hace más vulnerable a este factor.

2.2 Consideraciones de orden social

Los aspectos sociales que más podrían afectar la decisión respecto a cuál de las dos zonas debe tener prioridad en el desarrollo, son el número de habitantes de cada zona y el grado de pobreza de su población.

Según se señala en el Anexo VI, Alcones tiene cerca de 4.500 habitantes (comuna de Marchigue) mientras que Nilahue cuenta unos 11.200 (7.800 en la comuna de Lolol y 3.400 en la comuna de Pumanque).

Por otra parte, según el "Mapa Extrema Pobreza"[1] se observa que un 20% de la población total de Nilahue está compuesta por pobres rurales, en comparación con un 11% en Alcones; es de notar que el porcentaje de pobres en Nilahue es de los más elevados en el país. El Cuadro F-3 presenta mayores detalles al respecto.

---

(1) ODEPLAN y Centro de Estudios Económicos de la Universidad Católica de Chile, Santiago, 1976.

Cuadro F-3: Porcentajes de extrema pobreza en las zonas de Alcones y Nilahue

Zona y Comuna	Población total	% de pobres rurales	% de pobres urbanos	% de pobres totales
Alcones				
Marchigue	100,0	11,0	4,0	15,0
Nilahue	100,0	26,4	1,8	28,0
Pumanque	100,0	18,0	0,4	18,4
Lolol	100,0	30,0	2,0	32,0

Fuente: Mapa de Extrema Pobreza, obra citada.

3. DETERMINACION DEL AREA DE LA ETAPA I

Con base en las consideraciones anteriormente expuestas se propone desarrollar como Etapa I del Proyecto las áreas indicadas en el Cuadro F-4, que suman 118.000 ha netas aproximadamente, de ellas unas 27.000 de nuevo riego (Figura J-1).

Cuadro F-4: Areas de la Etapa I (en ha netas)

Zona	Areas con infraestructura de riego	Riego nuevo	Total
I	33.990	1.155	35.145
II	29.840	2.520	32.360
III	26.795	1.240	28.035
Subtotal	90.625	4.915	95.540
Nilahue	--	22.300	22.300
T o t a l	90.625	27.215	117.840

Como se observa en el Cuadro, la Etapa I comprende todas las áreas de las zonas I, II y III, incluyendo las rinconadas (excepto 1.605 ha que se regarían con el canal Yaquil-Cañetén y que han sido agregadas al área de Alcones), así como las áreas dominadas por gravedad en Nilahue. La Etapa II incluiría por lo tanto la zona de Alcones y las áreas de bombeo de la zona de Nilahue.

Como se mencionó en los Capítulos B y C el área computada para el desarrollo agrícola es un poco menor de la anterior descontando los predios menores de 2,0 ha; véase detalles en el Capítulo 6.

Capítulo G

DESARROLLO AGROPECUARIO

I N D I C E

		Página
1.	INTRODUCCION	1
1.1	Generalidades	1
1.2	El área considerada y su situación actual	1
1.3	Panorama general de la Etapa I	2
1.4	Metodología	4
2.	FRUTALES Y VIÑAS - AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION	7
2.1	Areas totales y nuevas plantaciones	7
2.2	Frutales exportables	7
2.3	Rendimientos proyectados	9
2.4	Ingresos y egresos por hectárea	10
2.5	Inversiones por hectárea en nuevas plantaciones	10
2.6	Volumen y valor de la producción	12
3.	CULTIVOS ANUALES Y HORTICOLAS - AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION	14
3.1	Areas, rendimientos, ingresos y egresos por hectárea	14
3.2	Volumen y valor de la producción	14
4.	GANADERIA - AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION	18
4.1	Areas de empastadas y población ganadera	18
4.2	Capacidad de carga	22
4.3	Producción por hectárea y total	24
4.4	Ingresos, egresos y valor de la producción ganadera	26
5.	RESUMEN DE AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION POR RUBROS	28
6.	INSUMOS Y SERVICIOS	30
7.	MEJORAMIENTO Y TRANSFORMACION DE LA AGRICULTURA EXISTENTE	35
7.1	Enfoque general	35
7.2	Fases del desarrollo agrícola	37
7.3	Frutales y viñas	39
7.4	Cultivos anuales	42
7.5	Ganadería	44
7.6	Plan de incorporación de áreas	46
8.	EL PLAN A NIVEL DE PREDIO	49
8.1	Introducción	49
8.2	Definición de los predios tipo	49
8.3	Metodología y supuestos del análisis financiero	51
8.4	Análisis financiero de los predios tipo	55

C U A D R O S

		Página
G-1	Plan de utilización de áreas - Etapa I	5
G-2	Frutales y viñas - Areas existentes y nuevas plantaciones - Etapa I	7
G-3	Distribución de áreas de nuevas plantaciones de frutales	8
G-4	Rendimientos finales proyectados por hectárea - Frutales y viñas en plena producción	9
G-5	Ingresos y egresos de frutales y viñas por hectárea de cultivo y por hectárea ponderada. Plantaciones nuevas y existentes en plena producción	11
G-6	Monto de la inversión por hectárea y vida útil de las nuevas plantaciones	12
G-7	Volumen y valor de la producción de frutales y viñas en plena producción - Etapa I	13
G-8	Areas, rendimientos, ingresos y egresos por hectárea y valores ponderados - Cultivos anuales y hortícolas propuestos - Etapa I	15
G-9	Volumen y valor de la producción de cultivos anuales y hortícolas. Período en plena producción - Etapa I	16
G-10	Ganadería de leche - Areas propuestas para empastadas y número de vacas actual y futuro	19
G-11	Características e índices de la ganadería de leche propuesta	20
G-12	Composición del rebaño por unidad productiva	20
G-13	Unidad animal (UA) por unidad productiva (UP)	21
G-14	Ganadería de engorda - Areas de empastadas y carga animal	22
G-15	Indices de la ganadería de engorda propuesta	22
G-16	Requerimientos alimenticios anuales en unidades forrajeras (UF)	23
G-17	Producción de forraje de las praderas en UF/ha	24
G-18	Cálculo de la cabida por hectárea	25
G-19	Valor de la producción ganadera - Período de plena producción - Etapa I	26
G-20	Ingresos y egresos por ha ponderada - Ganadería propuesta - Etapa I en plena producción (PUS$)	27
G-21	Resumen de áreas y valor bruto de la producción de la Etapa I - Pleno desarrollo	29
G-22	Tasas de riego en eficiencia predial de 50%	32
G-23	Requerimiento total de mano de obra y distribución manual. Período de plena producción - Etapa I	33
G-24	Requerimiento total de jornadas tractor y distribución manual - Etapa I en plena producción	34
G-25	Areas de crecimiento de los rendimientos y vida útil de nuevas plantaciones	41
G-26	Rendimientos de nivel actual e intermedio de los principales cultivos actuales	42
G-27	Indices de crecimiento de rendimientos en ganadería de leche	45

G-28	Balance de transferencia de áreas - Torres I, II y III - Etapa I	47
G-29	Balance de transferencia de área Nilahue - Etapa I	48
G-30	Avalúos fiscales de la Dirección Nacional de Impuestos Internos	53
G-31	Análisis financiero de predios tipo de 14 ha en áreas de riego actual y nuevo riego	58
G-32	Análisis financiero multianual de un predio tipo de 14 ha de frutales y cultivos anuales en suelos A, en áreas de nuevo riego	59
G-33	Análisis financiero multianual de un predio tipo de 14 ha de ganadería de leche en suelos C y en áreas de nuevo riego	60
G-34	Análisis financiero de predios tipo de 50 ha en áreas de riego actual y nuevo riego	61

F I G U R A S

		Después de página
G-1	Ilustración de la rotación de 4 años en predios de 14 ha de ganadería de leche, frejol y trigo	56

G. PLAN DE DESARROLLO AGROPECUARIO - ETAPA I

1. INTRODUCCION

1.1 Generalidades

En este capítulo se presenta el plan propuesto para la primera etapa del desarrollo agropecuario en el área del Proyecto. Dicho plan se basa en los lineamientos fijados en el Plan Global de desarrollo agropecuario (Capítulo C), completándolos y detallándolos en lo necesario para establecer las bases de una implementación inmediata y permitir una evaluación económica detallada.

El plan de desarrollo se ajusta al hecho de que el agua para riego proveniente del embalse de Convento Viejo estará disponible, para el mejoramiento del suministro en las áreas de riego actual y la ampliación de las áreas regadas, sólo a partir del año 6 del Proyecto. Por otra parte, el ritmo de desarrollo previsto se ha fijado de acuerdo a las posibilidades reales de mejorar el riego y ampliar el área bajo canal en una extensión anual razonable según la experiencia de otros proyectos similares de la misma envergadura, y de acuerdo también a lo que se ha estimado prudente desde el punto de vista organizativo.

1.2 El área considerada y su situación actual

El plan de desarrollo agropecuario de la Etapa I abarca un área total de 117.840 ha netas para riego, distribuidas así:

Zonas de riego actual (I, II y III)	93.060	ha
Zona de Nilahue, área regable por gravedad	22.220	
Areas no dedicadas a agricultura empresarial	2.560	
T o t a l	117.840	ha

Las áreas no empresariales están constituidas por conglomerados de carácter rur-urbano fundamentalmente, que pueden incluir huertos caseros. Para efectos del plan de utilización de la tierra y de la evaluación económica del Proyecto no se han contabilizado estas áreas, aunque sí se han tomado en cuenta a los efectos del cálculo de la demanda de agua.

Del área total antes mencionada, 90.625 ha se encuentran actualmente bajo canal en las zonas I, II y III, mientras que las 27.215 ha restantes no disponen al presente de riego. El área de secano está integrada por la parte de la Zona de Nilahue incluida en el plan de la Etapa I, más un área total de 4.915 ha, correspondiente a cuatro rinconadas contiguas a las zonas I, II y III. Las razones que han llevado a incluir estas áreas en la Etapa I del Proyecto se han expuesto en el Capítulo F.

En el área actualmente bajo canal existe al presente una agricultura relativamente desarrollada que, dentro del contexto general de la agricultura chilena, ha alcanzado resultados notables. Los principales rubros son: la fruticultura, parte de cuya producción se exporta; viñas, que se destinan a la producción de vino para consumo local y los cereales, principalmente trigo, que se siembra frecuentemente en asociación con pastos, aprovechados para cría de ganado de leche y de engorda. Se cultivan también en extensiones menores diversos granos básicos, como maíz, frejol y oleaginosas, y cultivos industriales, en especial tabaco y remolacha azucarera. Los cultivos hortícolas están poco desarrollados, aunque últimamente se ha iniciado el cultivo de tomate para industrializar.

Los factores primordiales que limitan el desarrollo de esta agricultura son:

- Inseguridad en el suministro de agua para riego;
- Deficiente conocimiento y/o aplicación de tecnologías agropecuarias;
- Insuficiencia de los sistemas de apoyo y crédito

En las áreas de secano, el desarrollo agropecuario alcanzado hastas la fecha es muy limitado. Su producción actual consiste básicamente en la siembra de cultivos de invierno tales como trigo en una parte del área, y cría extensiva de ovinos en las áreas de pastos naturales, que ocupan la mayor parte de la superficie arable. Obviamente el factor limitante primordial en estas áreas es la falta de agua para riego, ya que por razones climáticas las posibilidades de producción de los cultivos sin riego son muy limitadas. Los problemas de aplicación de tecnología inadecuada existen también en las áreas de secano, pero dado el poco desarrollo de las actividades agropecuarias, su influencia es menos patente.

Un examen detallado de la situación agropecuaria actual en el área del Proyecto se da en el Anexo VII.

Tanto las áreas de riego actual como las de secano gozan de condiciones edafoclimáticas muy favorables, especialmente para la producción de cultivos de alto valor, apropiadas para la exportación o la sustitución de importaciones, tales como frutales, hortalizas, granos básicos, leche y carne. Todos aquellos se producen ya en parte del área y una vez superados los problemas de agua, gracias a las obras de ingeniería detalladas en los Capítulos E y H, y los problemas de tecnología, por medio de sistemas apropiados de asistencia técnica y apoyo a la producción, será posible incrementar notablemente la producción actual, hasta los niveles que la capacidad de los mercados justifique.

1.3 Panorama general de la Etapa I

Los cultivos incluidos en el plan de desarrollo agropecuario de la Etapa I han sido seleccionados con los criterios de aprovechar en forma óptima el potencial de producción de las áreas consideradas, elevar

los ingresos de los productores, generar fuentes de empleo y contribuir al mejoramiento de la balanza de pagos del país, produciendo ya sea artículos de exportación o sustitutivos de importación. Además todos los cultivos seleccionados satisfacen obviamente la condición de estar bien adaptados a las condiciones edafoclimáticas del Proyecto y todos son conocidos ya en el área.

Los cultivos seleccionados, que han sido descritos en detalle en el Plan Global (Capítulo C), son los siguientes:

- Cultivos permanente: frutales de hoja caduca destinados a la exportación, representados por manzano y uva de mesa, pero que incluyen también especies como perales, ciruelos, duraznos, nectarinos, almendros, cerezos, nogales, etc; frutales de hoja persistente, destinados al mercado nacional y representados por el limonero, pero que incluyen también otros cítricos, paltos y chirimoyos; y uva vinífera con destino al mercado nacional. Tanto la producción de vino como la de algunas especies de hoja persistente tiene también perspectivas de mercados externos.
- Cultivos anuales: cereales y granos como maíz, trigo, arroz y frejol, representando el maíz las posibilidades de diversificación de los mejores suelos del Proyecto (Agrupación A); cultivos industriales como remolacha, tabaco y maravilla, y cultivos hortícolas como tomate industrial y cebolla, que representan una amplia gama de hortalizas industrializables y de exportación: ajo, pimentón, espárragos, melón, etc.
- Cultivos forrajeros: estos cultivos, compuestos de leguminosas de corta y larga duración (trébol rosado, trébol ladino, alfalfa) y gramíneas (festucas, ballicas, pasto ovillo) serán destinados principalmente a la producción de leche, pero también a la de carne, productos estos que el país importa al presente.

Los cultivos anteriores fueron integrados en una serie de rotaciones o modalidades de aprovechamiento de la tierra apropiados a las cinco agrupaciones de uso y manejo de suelos, descritas en el Capítulo C. Diez de estas modalidades de aprovechamiento fueron ilustradas en las figuras C-1 y C-2, correspondiendo las tres restantes a cultivos permanentes de frutales y viñas, a mezcla forrajera permanente (a base de trébol ladino y gramíneas), y al monocultivo del arroz en áreas limitadas de la Zona III y de Nilahue. Obviamente el mayor número de cultivos y combinación de ellos corresponde a los mejores suelos del Proyecto (agrupación de uso y manejo A), con una intensificación gradual de las restricciones de las demás agrupaciones (B a E).

Los cultivos propuestos para las diversas agrupaciones de suelos son:

Agrupación A:
- Frutales de hoja caduca, frutales de hoja persistente y viñas;
- Maíz, frejol, remolacha, tabaco, trigo o cebada en doble cultivo;
- Hortalizas

Agrupación B: Maíz, maravilla, tomate, arroz, trébol

Agrupación C: Frejol, trigo, trébol, alfalfa

Agrupación D: Arroz, mezcla forrajera permanente

Agrupación E: Pastos y arroz en áreas específicas de la subclase 4 PRs

El plan de aprovechamiento del área incluida en la Etapa I se presenta en el Cuadro G-1, en el que se muestra la distribución del área por cultivo y por zona.

Puede generalizarse que aunque todas las zonas presentan condiciones de suelos y clima apropiadas para los mismos grandes rubros agropecuarios es decir: frutales y viñas, cultivos anuales y hortícolas, y ganadería, existen sin embargo diferencias entre ellas - en razón de los factores edafoclimáticos - de una magnitud suficiente para caracterizarlas por actividades predominantes. Las actividades actuales o potenciales de mayor peso relativo en cada zona son:

Zona I : Ganadería de leche, frutales de menor susceptibilidad a las heladas y cultivos anuales.

Zona II : Frutales, viñas, cultivos hortícolas y anuales

Zona III: Arroz, pastos para ganado de engorda y frutales

Nilahue : Frutales, viñas, cultivos hortícolas, arroz y cultivos anuales.

Es claro que las áreas señaladas para cada cultivo no pueden constituirse en norma rígida, sobre todo en los mejores suelos del Proyecto cuyas posibilidades de aprovechamiento son múltiples. Las modificaciones susceptibles de producirse en diversos factores, tales como precios, mercados internacionales, etc. pueden imponer o justificar cambios más o menos importantes en el plan indicado más arriba. En todo caso la utilización de la tierra será determinada en último término por decisión individual de los miles de productores del Proyecto. Cabe señalar, sin embargo, que en los suelos con limitaciones severas, las posibilidades de variación son mucho más restringidas y por otra parte en algunas localidades de clima limita las alternativas que se ofrecen al productor. Conviene a este respecto que tanto las autoridades del Proyecto como los propietarios mismos tengan en cuenta los criterios de utilización racional de los suelos en que se basa este plan.

1.4 Metodología

En este capítulo se consideran tres punto pricipales:

- Los elementos relacionados con la cuantificación física de la Etapa I en sus diversos aspectos, habida cuenta de que se conocen los fundamentos de esta cuantificación presentados en el Capítulo C.
- Indicaciones respecto al procedimiento general mediante el cual se propone efectuar la transición de la situación actual a la proyectada.

Cuadro G-1: Plan de utilización de áreas - Etapa I (ha netas)

R u b r o	Zona I	Zona II	Zona III	Zonas I,II,III	(%)	Nilahue	(%)	Total	(%)
Area agrícola comercial	34.475	31.115	27.470	93.060	100	22.220	100	115.280	100
Area rur-urbana (0,1 a 2 ha)	670	1.245	565	2.480		80		2.560	
Total Etapa I	35.145	32.360	28.035	95.540		22.300		117.840	
Frutales y Viñas									
- Hoja caduca	1.600	2.695	1.435	5.730		1.225		6.955	6
- Hoja persistente	-	1.155	615	1.770		525		2.295	2
- Viña vinífera	1.600	3.850	2.050	7.500		1.230		8.730	8
Subtotal	3.200	7.700	4.100	15.000	16	2.980	13	17.980	16
Cultivos anuales y hortalizas									
- Maíz	6.885	10.190	5.330	22.405		7.140		29.545	26
- Maíz (doble cultivo) (1)	-	(510)	-	(510)		-		(510)	-
- Frejol	3.790	385	1.555	5.730		2.730		8.460	7
- Arroz	-	750	8.355	9.105		4.000		13.105	11
- Trigo	4.540	895	530	5.965		900		6.865	6
- Maravilla	870	1.000	750	2.620				2.620	2
- Remolacha	1.420	1.300	-	2.720				2.720	2
- Tabaco	-	1.300	-	1.300				1.300	1
- Hortalizas	-	1.000	-	1.000		1.280		2.280	2
Subtotal	17.505	16.820	16.520	50.845	55	16.050	72	66.895	58
Pastos									
- Alfalfa	4.265	-	-	4.265		690		4.955	4
- Trébol rosado	7.575	4.600	3.410	15.585		1.560		17.145	15
- Mezcla forrajera	1.930	1.995	3.440	7.365		940		8.305	7
Subtotal	13.770	6.595	6.850	27.215	29	3.190	15	30.405	26
T o t a l	34.475	31.115	27.470	93.060	100	22.220	100	115.280	100

(1) Los totales y subtotales no incluyen las 510 ha de doble cultivo (maíz después de trigo en la Zona II)

- Ilustraciones acerca de como el plan a nivel de Proyecto encuentra su aplicación a nivel de predio.

Los dos primeros puntos se tratan adoptando una presentación por grandes rubros, a saber:

- Frutales y viñas
- Cultivos anuales y hortícolas
- Ganadería

Esta presentación se ha adoptado en razón de que, al no existir grandes propiedades en el área del Proyecto, cada predio se ubicará - con pocas excepciones - dentro de determinada agrupación de uso y manejo de suelos, y por lo tanto dentro de uno de los grandes rubros de aprovechamiento, excepto en el caso de suelos de la Agrupación A, que permiten explotaciones mixtas de frutales y de cultivos anuales y hortícolas. Por otra parte, existen dentro del área de la Etapa I predios de una gran diversidad de tamaños, lo que hace que una presentación basada en predios tipo resulte de una excesiva complejidad. Se han definido, sin embargo, algunos predios tipo a los efectos de su análisis financiero. La metodología aplicada para ello se expone más adelante, al tratar este punto.

A fin de proporcionar un instrumento simple de comparación entre los tres grandes rubros antes mencionados, se ha utilizado la hectárea ponderada de cada uno de ellos, que está integrada por los diferentes cultivos o ramos de producción del rubro correspondiente, en forma proporcional al área total de cada cultivo dentro del total del rubro. El cálculo de las ponderaciones se detalla en las secciones siguientes de este capítulo.

2. FRUTALES Y VIÑAS - AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION

2.1 Areas totales y nuevas plantaciones

El área de frutales y viñas proyectada para la Etapa I cubre una superficie de 17.980 ha, de las cuales un 52% corresponden a áreas ya existentes y un 48% a nuevas plantaciones.

Dentro de las áreas existentes, el 60% del área corresponde a viña vinífera, mientras que en el plan de expansión de áreas, sólo un poco más de una tercera parte (37%) corresponde a este cultivo, de tal manera que combinadamente las áreas nuevas y las áreas existentes arrojan para la Etapa I en pleno desarrollo una proporción de mitad frutales y mitad viñas, desde el punto de vista del área dedicada a estos cultivos (Cuadro G-2).

Cuadro G-2: Frutales y viñas - Areas existentes y nuevas plantaciones Etapa I (hectáreas netas)

Frutales	Zonas I-II-III		Nilahue		Total Etapa I					
	Existentes	Areas nuevas	Existentes	Areas nuevas	Existentes		Areas nuevas		Total	
					ha	%	ha	%	ha	%
Hoja caduca	2.510	3.220	-	1.225	2.510	27	4.445	51	6.955	38
Hoja persistente	1.095	675	160	365	1.255	13	1.040	12	2.295	13
Viña vinífera	4.995	2.505	545	685	5.540	60	3.190	37	8.730	49
T o t a l	8.600	6.400	705	2.275	9.305	100	8.675	100	17.980	100

Dentro del plan de expansión de áreas de frutales se ha dado prelación a los de hoja caduca, por representar estos el potencial de producción de fruta para exportación, especialmente fresca. El presente plan propone una distribución de las áreas a implantar en frutales conforme aparece en el Cuadro G-3.

2.2 Frutales exportables

Las mejores perspectivas de exportación de fruta chilena corresponden a la uva de mesa, para cuya producción existen en el Proyecto suelos y clima aptos. En los últimos dos años se ha comenzado a expandir este cultivo en el área del Proyecto, a partir de escasas hectáreas.

Cuadro G-3: Distribución de áreas de nuevas plantaciones de frutales

Especies	Hectáreas	%
Hoja caduca		
- Uva de mesa	2.500	45
- Manzana	800	15
- Otras especies	1.145	21
S u b t o t a l	4.445	81
Hoja persistente		
- Cítricos	730	13
- Paltos y otras especies	310	6
S u b t o t a l	1.040	19
T o t a l	5.485	100

La parte del Proyecto ubicada en el valle central no está indicada para este cultivo, pues además de madurar más tarde la cosecha, pueden presentarse problemas en el control de botritis a causa de lluvias tempranas, en marzo. En todo caso se requerirán medidas preventivas contra esta enfermedad y la fruta saldrá ligeramente más tarde que en regiones productoras como Aconcagua, pero aún en tiempo de colocarse en los mercados externos. Se consideró que un 60% de la producción sería exportable.

Respecto a manzanas, las perspectivas de exportación son más restringidas que las de uva de mesa, por lo cual sólo se propone una expansión en este cultivo que no exceda las 800 ha en toda el área del Proyecto. Aunque existen mercados abiertos para manzanas chilenas en América Latina, la Comunidad Económica Europea y la Costa Oriental de los EE.UU., y mercados en proceso de apertura o expansión en la costa occidental de los EE.UU. y en el Oriente Medio, especialmente en los emiratos árabes, es seguro por otra parte que los productores actuales del área del Proyecto expandirán sus áreas. Se considera que el 70% de la producción de manzana del área del Proyecto reunirá las condiciones de calidad para su exportación.

Las otras especies de hoja caduca con mercados externos establecidos (en sus varias formas de presentación) corresponden principalmente a peras, ciruelas, duraznos, nectarinos, almendros y cerezos. Para efectos de los cálculos involucrados en este plan, el manzano se utilizó para representar a todas estas otras especies de hoja caduca y a la uva de mesa.

Las nuevas plantaciones de frutales de hoja persistente se estima que se compondrán en un 70% de cítricos (limones, naranjas, toronjas, mandarinos) y en un 30% de paltos y otras especies como chirimoya. Aunque dentro del plan propuesto y de la evaluación económica se consideró que toda la producción de los frutales de hoja persistente se destinará al mercado interno, no debe subestimarse el potencial de exportación de limones y paltos. Para efecto de los cálculos, el limonero representa a los frutales de hoja persistente.

En forma similar, la uva vinífera se consideró en este plan como destinada al consumo interno, no obstante el potencial de exportación de vinos finos chilenos, y la capacidad del Proyecto para producirlos, tanto en base a las cepas existentes como a aquellos correspondientes a las nuevas plantaciones que se harán todas con cepas de cultivares finos (Capítulo C).

2.3 Rendimientos proyectados

Los rendimientos proyectados que se dan en el Cuadro G-4 muestran diferencias significativas para los rendimientos finales de los cultivos de hoja caduca existentes y aquellos correspondientes a nuevas plantaciones, pero no así para los frutales de hoja persistente en las mismas circunstancias. Según se señaló en el Capítulo C, en los frutales de hoja caduca las nuevas plantaciones significan cambios tecnológicos sustanciales, ausentes en los cultivos de hoja persistente, y por otra parte estos últimos carecerían, según el plan, de las exigencias de calidad y de los incentivos de precio asociados con la exportación, la cual impone y retribuye normas más estrictas de producción.

Cuadro G-4: Rendimientos finales proyectados por hectárea - Frutales y viñas en plena producción

Especie	Ton/ha
Plantaciones existentes	
- Manzano	27,5
- Limones	17,0
- Uva vinífera	20,0
Nuevas plantaciones	
- Manzano	40,0
- Limones	19,0
- Uva de mesa	22,0
- Uva vinífera	40,0

2.4 Ingresos y egresos por hectárea

Los valores de ingresos y egresos por hectárea de frutales y viñas de la Etapa I durante el período de plena producción, es decir al alcanzarse los rendimientos finales proyectados, tanto para las nuevas plantaciones como para las plantaciones existentes cuando éstas hayan mejorado sus rendimientos, se detallan en el Cuadro G-5. Según se aprecia en el cuadro, los valores correspondientes para una hectárea ponderada de frutales y viñas son los siguientes:

Valor de la producción	PUS$3.035
Costos de producción	1.415
Utilidad bruta	1.620

Estos valores están dados en pesos convertidos a dólares, que se designan aquí con la notación PUS$ (1PUS$ = $ chilenos 19,04)(1). Las cifras indicadas han sido calculadas según las bases determinadas en este estudio respecto a precios de productos e insumos y a elementos componentes de los mismos (Anexo XI y Capítulo M).

Cabe recordar que los valores utilizados aquí son los correspondientes a precios financieros y que el valor de la producción incluye IVA (impuesto al valor agregado) de 20% para los productos destinados al mercado interno. Adicionalmente los productos de exportación reciben aquí el reintegro de IVA correspondiente a los insumos incurridos en su producción. Dentro del sistema de cálculos, este reintegro se restó del valor de los costos de producción, lo cual puede aparentemente distorsionar éstos para manzana y uva de mesa, según se dan en el Cuadro G-5.

Es evidente en este cuadro que la productividad y la composición de los frutales propuestos para nuevas plantaciones difiere sustancialmente de aquellas de las plantaciones existentes, excepto en los frutales de hoja persistente, en los cuales hay poca diferencia entre una hectárea en plena producción proveniente de plantaciones nuevas y una proveniente de plantaciones existentes. Explicaciones pertinentes a este respecto se han dado ya anteriormente.

2.5 Inversiones por hectárea en nuevas plantaciones

Las inversiones por hectárea, sumados los años de implantación hasta el período de producción, varían sustancialmente entre los árbo - les frutales y las viñas, en razón de que éstas requieren una infraes - tructura de conducción bastante elaborada y costosa a base de madera y alambre principalmente.

De otra parte la vida útil de las plantaciones también varía.

---

(1) Veánse aclaraciones sobre notación al principio de este tomo.

Cuadro G-5 : Ingresos y egresos de frutales y viñas por hectárea de cada cultivo y por hectárea ponderada. Plantaciones nuevas y existentes en plena producción (PUS$)

Rubro	Area neta (ha)	Area neta (%)	Valor produc.	Costos produc.	Utilidad bruta	Cálculo de los valores ponderados: Valor produc.	Costos produc.	Utilidad bruta
Nuevas plantaciones								
- Hoja caduca								
Uva de mesa	2.500	28.8	4.545	1.205	3.340	1.310	345	965
Manzano y otras especies	1.945	22.4	4.530	1.695	2.835	1.015	380	635
- Hoja persistente								
Limón y otras especies	1.040	12.0	3.800	1.685	2.115	455	200	255
- Uva vinífera	3.190	36.8	3.120	1.705	1.415	1.150	630	520
Subtotal	8.675	100.0						
Valores ponderados PUS$						3.930	1.555	2.375
Plantaciones existentes								
- Hoja caduca								
Manzano y otras especies	2.510	27.0	3.115	1.595	1.525	840	430	410
- Hoja persistente								
Limonero	1.255	13.0	3.400	1.600	1.800	440	210	230
- Viña vinífera	5.540	60.0	1.560	1.085	475	935	650	285
Subtotal	9.305	100.0						
Valores ponderados PUS$						2.215	1.290	925
Conjunto de Etapa I								
- Nuevas plantaciones	8.675	48.0				1.885	745	1.140
- Plantaciones existentes	9.305	52.0				1.150	670	480
Total	17.980	100.0						
Valores ponderados PUS$						3.035	1.415	1.620

En el Cuadro G-6 se presenta el monto de inversión por hectárea según detalle presentado en el Anexo XI, y los años de vida útil adoptados para cada especie en las nuevas plantaciones.

Cuadro G-6: Monto de la inversión por hectárea y vida útil de las nuevas plantaciones

Especie	Inversión por hectárea(PUS$)	Años de vida útil
Manzano	1.965	35
Uva de mesa	4.450	20
Limonero	1.705	20
Viña vinífera	4.450	20

2.6 Volumen y valor de la producción

Los volúmenes de producción previstos se indican en el Cuadro G-7. Estas cifras corresponden a la producción final proyectada para toda el área, contabilizando la producción de las áreas ocupadas por manzano, uva de mesa, limonero y viña vinífera según sus rendimientos propios, y la producción de las áreas correspondientes a otras especies, según la producción de sus cultivos representativos (manzano o limonero). Por lo tanto, para calcular la producción real de manzanas según el plan propuesto, debe contabilizarse sólo la de un máximo de 800 ha de nuevas plantaciones, y la de un total de 1.745 ha de plantaciones existentes (Anexo VII). En cambio, los volúmenes señalados aquí como base para el cálculo del valor de la producción incluyen la de otros frutales, representados por el manzano.

Por otra parte, para el cálculo de la producción exportable, debe tenerse en cuenta adicionalmente, que los volúmenes de producción aquí indicados representan tanto la parte exportable, como aquella de mercado nacional y los desperdicios.

El mismo Cuadro G-7 indica que el valor total de la producción de las áreas de frutales y viñas se estima, para el período de plena producción, en PUS$55,0 millones, compuestos por PUS$20,8 millones de las áreas existentes y PUS$34,2 millones de las nuevas plantaciones. En conjunto, esto equivale a decir que el valor ponderado de la producción por cada hectárea de frutales y viñas del área de la Etapa I se estima en PUS$3.060.

Cuadro G-7 : Volumen y valor de la producción de frutales y viñas en plena producción - Etapa I

Frutales	Area neta (ha)	Rendimiento (ton/ha)	Volumen total (ton)	Valor unitario ($/ton)	Valor total $ chilenos (miles)	Valor total PUS$ (miles)
Areas existentes						
- Hoja caduca	2.510	27.5	69.025	2.170	149.819	7.869
- Hoja persistente	1.255	17.0	21.335	3.808	81.244	4.267
- Viña vinífera	5.540	20.0	110.800	1.485	164.538	8.642
Subtotal	9.305				395.601	20.778
Nuevas áreeas						
- Hoja caduca	4.445					
Uva de mesa	2.500	22.0	55.000	3.979	218.878	11.496
Manzanas	800	40.0	32.000	2.170	69.456	3.648
Otras especies	1.145	40.0	45.800	2.170	99.409	5.221
- Hoja persistente (limón)	1.040	19.0	19.760	3.808	75.246	3.952
- Viña vinífera	3.190	40.0	127.600	1.485	189.486	9.952
Subtotal	8.675				652.475	34.269
Total	17.980				1.048.076	55.047

Nota: Calculado según precios financieros (Apéndice XI), que incluyen IVA para la producción local.

3. CULTIVOS ANUALES Y HORTICOLAS - AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION

3.1 Areas, rendimientos, ingresos y egresos por ha

De las 66.895 ha de cultivos anuales y hortícolas de la Etapa I, como se vió en el Cuadro G-1, 50.845 ha están ubicadas en las zonas de riego actual y 16.050 ha en la zona de Nilahue.

La distribución del área por cultivo según la agrupación de suelos propuesta para su siembra, así como los rendimientos previstos se presentan en el Cuadro G-8. En el mismo cuadro se muestra también, para cada cultivo, el valor de la producción, sus costos y la utilidad bruta por hectárea, al igual que las cifras correspondientes a la hectárea ponderada.

Dentro del área total de cultivos anuales, una superficie pequeña de la zona II se propone para siembra de verano, en maíz precoz u otro cultivo de período vegetativo corto, siguiendo a un cultivo invernal como trigo o cebada. Las posibilidades de extender esta práctica son inmediatas para productores organizados que ocupen suelos de la Agrupación A.

Los cultivos anuales propuestos, con excepción del frejol, son todos sustitutos de importación.

Por lo que se refiere a cultivos hortícolas,el tomate y la cebolla, que son los utilizados como base de los cálculos, deben considerarse solamente como representativos de la gama de hortalizas que es posible producir en el área del Proyecto para exportación. El tomate considerado aquí es todo tomate industrial, y para la cebolla sólo se tomó en cuenta la producción exportable.

Los valores ponderados para una hectárea de cultivos anuales y hortícolas, integrada de acuerdo al plan propuesto para la Etapa I, y teniendo en cuenta lo dicho en el punto 2.2.4 anterior respecto del IVA, serían:

Valor de la producción	PUS$ 1.310
Costos de producción	PUS$ 755
Utilidad bruta	PUS$ 555

Es claro que tanto el valor de la producción como la utilidad bruta por hectárea de cultivos hortícolas son considerablemente superiores a los de los otros cultivos anuales. En el Anexo XI se dan las bases de los cálculos presentados.

3.2 Volumen y valor de la producción

En el Cuadro G-9 se presentan los volúmenes por cultivo y el valor de dicha producción en pesos convertidos a dólares (PUS$). El volumen de producción correspondiente al área de maíz precoz está incorporado dentro del valor de la producción dado, pero no el área, a fin de evitar las confusiones resultantes de la doble contabilización del área

Cuadro G-8 : Areas, rendimientos, ingresos y egresos por hectárea y valores ponderados. Cultivos anuales y hortícolas propuestos - Etapa I

Cultivo	Area neta (ha)	Area neta %	Rendimiento ton/ha	Valores por hectárea(1) Valor produc.	Costos produc.	Utilidad bruta	Cálculo de valores ponderados(1) Valor produc.	Costos produc.	Utilidad bruta
Anuales(2)									
- Maíz A	18.600	27,8	6,5	1.139	643	496	317	179	138
- Maíz precoz(3)	(510)	(0,8)	6,0	1.051	592	459	8	5	3
- Maíz B	10.945	16,4	6,5	1.139	652	487	187	107	80
- Frejol A	2.975	4,5	2,5	1.050	671	379	47	30	17
- Frejol C	5.485	8,3	2,2	924	659	265	77	55	22
- Arroz rotación	3.105	4,6	5,5	1.762	873	889	81	40	40
- Arroz monocultivo	10.000	14,9	5,0	1.602	855	747	239	128	111
- Trigo A	510	0,8	4,0	994	557	437	8	4	4
- Trigo C	6.355	9,5	3,5	870	525	345	83	50	33
- Maravilla	2.620	3,9	2,5	806	546	260	31	21	10
- Remolacha	2.720	4,0	45,0	2.079	1.471	608	83	59	24
- Tabaco	1.300	1,9	1,9	2.535	1.798	737	48	34	14
Hortícolas									
- Tomate	1.140	1,7	40,0	3.256	1.706	1.550	55	29	26
- Cebolla	1.140	1,7	25,0	2.750	971	1.779	47	17	30
	66.895	100,0					1.311	758	533

1) Valores en PUS$/ha

2) La letra que acompaña al nombre del cultivo señala la agrupación de suelos correspondiente, cuando el cultivo puede sembrarse en diferentes suelos.

3) Esta área, que corresponde a un doble cultivo por año, está contabilizada sólo una vez desde el punto de vista de área dentro de la superficie plantada con trigo.

Cuadro G-9 : Volumen y valor de la producción de cultivos anuales y hortícolas. Período en plena producción Etapa I

Cultivo	Area neta (ha)	Volumen total (ton)	Valor unitario ($/ton)	Valor total $ chilenos (miles)	Valor total PUS$ (miles)
Anuales					
- Maíz	29.545	195.100	3.336	650.815	34.181
- Frejol	8.460	19.490	7.997	155.862	8.186
- Arroz	13.105	67.080	6.100	409.215	21.492
- Trigo	6.865	24.280	4.730	114.832	6.031
- Maravilla	2.620	6.550	6.138	40.204	2.112
- Remolacha	2.720	122.400	880	107.663	5.655
- Tabaco	1.300	2.470	25.401	62.740	3.295
Hortícolas					
- Tomate (industrial)	1.140	45.600	1.550	70.680	3.712
- Cebolla	1.140	28.500	2.094	59.690	3.135
	66.895			1.671.709	87.799

con dos cultivos por año. En el caso de cultivos propuestos para más de una agrupación de suelos, se han sumado sus áreas y volúmenes de producción teniendo en cuenta las diferencias de rendimientos. De otra parte debe recordarse, como se ha dicho anteriormente, que el maíz, el tomate y la cebolla representan grupos de cultivos más bien que cultivos específicos. Por lo tanto, el volumen de la producción tiene significado como base para el cálculo del valor de la cosecha. El tomate y la cebolla representan diversos tipos de hortalizas industrializables y de exportación, muchos de los cuales pueden tener incluso valores superiores a los correspondientes a los cultivos representativos. El valor de la producción del tomate y la cebolla constituye, entonces, una estimación conservadora. Lo mismo se aplica al caso del maíz, que representa la amplia gama de cultivos posibles en los mejores suelos (Agrupación A). En cuanto a la cifra de producción en sí, del tomate, maíz o cebolla, no significa necesariamente que se producirá el número de toneladas indicado de estos cultivos, ya que en parte pueden sustituirse por otros que requieran condiciones edafoclimáticas similares.

El valor bruto de la producción de cultivos anuales y hortícolas en plena producción se estimó, pues, para la Etapa I en PUS$ 87,8 millones de dólares, que como ya se dijo, representan un valor bruto de producción por hectárea de PUS$ 1.310.

4. GANADERIA - AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION

4.1 Area de empastadas y población ganadera

4.1.1 Ganadería de leche

Poco menos de dos terceras partes del área propuesta para pastos se utilizarán, según lo previsto, en la producción de leche. Esta área corresponde a suelos a los que se recomienda aprovechar, por sus características físicas y químicas, en pastos de régimen permanente o semi-permanente, así como a las áreas que por las mismas razones no son aptas para un laboreo continuo, y para las cuales se propuso la rotación C2. En esta, el trébol rosado, sembrado en asociación con trigo, se alterna con frejoles.

En el Cuadro G-10 se presentan las áreas propuestas para ganadería de leche, indicando las especies forrajeras y rotaciones de procedencia. Se indica igualmente el número de vacas-masa, conforme se desprende de la situación actual y de la cabida propuesta que se señala más adelante.

Respecto a la situación actual, se prefirió adoptar una posición conservadora, tomando el número de vacas señalado para un par de años atrás, en forma estática, sin considerar el incremento debido a las vaquillas gestadas, y asumiendo como cero la población de vacas de Nilahue. Del Cuadro G-10 puede deducirse fácilmente que no se requerirá traer de fuera vientres para llenar las necesidades del programa propuesto, ya que una población animal de este tamaño crece a una tasa de un 7% anual, y dado que la consolidación final del programa ganadero tomará más de 15 años a partir del año de iniciación del Proyecto. Una vez estabilizado el número total de vientres según la cabida, los excedentes de vaquillas podrán destinarse a engorda, o a incrementar rebaños fuera del área, después de llenados los requerimientos de reemplazo de vacas.

En el Cuadro G-11 se señalan algunas características e índices importantes de la ganadería de leche propuesta. Se proyecta una parición de 80%, y una producción anual de 3.000 litros de leche por vaca-masa.

Teniendo en cuenta los índices del cuadro, una unidad productiva (UP) de la ganadería propuesta, es decir una vaca-masa con sus crías y reemplazos, estaría constituida y se comportaría como se indica en el Cuadro G-12. Para mayor facilidad de interpretación, dicho cuadro puede leerse suprimiendo las comas, quedando referidas así todas las cantidades a 100 vacas presentes en el rebaño, es decir a cantidades por 100 vacas-masa.

Cuadro G-10 : Ganadería de leche - Areas propuestas para empastadas y número de vacas actual y futuro

Zona	Area de empastadas (ha neta)				Número de vacas(1)	
	Trébol rosado rotación C2	Alfalfa rotación C1	Mezcla forrajera rotación D1	Area total	Actual	Futuro
Riego actual (I-II-III)	9.400	4.265	3.135	16.800	27.250	33.600
Nilahue	1.560	690	940	3.190	-	6.380
Total Etapa I	10.960	4.955	4.075	19.990	27.250	39.980

(1) Según Cuadro G-18

Cuadro G-11 : Características e índices de la ganadería de leche propuesta

Rubro	Unidad	Indice
Parición	%	80
Selección		
- Vacas	%	20
- Terneras	%	20
- Vaquillas 1-2 años	%	10
- Vaquillas 2-3 años	%	10
Mortalidad		
- Vacas	%	1
- Terneros	%	7
- Terneras	%	7
- Vaquillas	%	2
Producción		
- Vacas en ordeña	%	80
- Vacas secas	%	20
- Lactancia	días	300
- Producción diaria por vaca-masa	litros	10
- Producción diaria por vaca en ordeña	litros	12,5
- Producción anual por vaca en ordeña	litros	3.750
- Producción anual por vaca-masa	litros	3.000

Cuadro G-12 : Composición del rebaño por unidad productiva (UP)

Ganado	Inventario	Ventas	Mortalidad	Renovación del rebaño
Vacas-masa	1,00	0,20	0,01	- 0,21
Vacas ordeña	0,80			
Vacas secas	0,20			
Nacimientos	0,80			
- machos	0,40			
- hembras	0,40			
Terneras menores de 1 año	0,40	0,08	0,03	
Terneros hasta 1 año	0,40	0,38	0,02	
Vaquillas de 1 a 2 años	0,29	0,03	0,01	
Vaquillas de 2 a 3 años	0,25	0,03	0,01	+ 0,21

En el Cuadro G-13 se indican la equivalencia en unidades-animal (UA) de una unidad productiva (UP), que tiene importancia en algunos de los cálculos económicos y de cabida. Como puede observarse, se asume que las crías machos se venden de un año, y como se verá más adelante se han incluido en los cálculos de necesidades alimenticias y costos de producción, aunque algunas explotaciones lecheras especializadas preferirán venderlos a los 3 días de nacidos. De otra parte no se incluyen toros, puesto que se proyecta sólo inseminación artificial como meta final.

Cuadro G-13 : Unidades animal (UA) por unidad productiva (UP)

Ganado	Cabezas por UP	Coeficiente UA/cabeza	Número de UA/UP
Vacas	1,00	1,00	1,00
Terneras	0,40	0,35	0,14
Terneros	0,40	0,35	0,14
Vaquillas de 1 a 2 años	0,29	0,60	0,17
Vaquillas de 2 a 3 años	0,25	0,80	0,20
	2,34		1,65

4.1.2 Ganadería de engorda

Las áreas propuestas para ganadería de engorda representan un poco más de una tercera parte de la superficie total de empastadas y están situadas todas en las zonas de riego actual. A diferencia de las áreas propuestas para ganadería de leche, que tiene un carácter permanente, las propuestas para ganadería de engorda son susceptibles de incorporarse a la producción de cultivos. Todas estas áreas corresponden a suelos pesados: un 60% a tréboles en rotación con cultivos anuales como arroz y maíz, y un 40% a mezcla forrajera en los suelos pesados con drenaje impedido de la clase 3, correspondiente a la agrupación de suelos D. En la zona de Nilahue, los suelos de esta última agrupación poseen un primer horizonte de textura gruesa sobre subestratos de texturas finas y drenaje impedido; aquéllos no propuestos para la producción de arroz en esa zona, se propone sembrarlos en mezcla forrajera permanente para ganadería de leche.

En el Cuadro G-14 se indican las áreas de empastadas propuestas para ganadería de engorda y la rotación de la cual provienen.

Cuadro G-14 : Ganadería de engorda - Areas de empastadas y carga animal

Areas de empastadas	
- Trébol rosado (rotación B 2)	3.100 ha
- Trébol rosado (rotación B 3)	3.080 ha
- Mezcla forrajera (rotación D 1)	4.230 ha
Total hectáreas netas	10.415 ha
Carga total (según Cuadro G-18)	
- Novillos de 12-30 meses	40.600

En el Cuadro G-15 se detallan algunos índices característicos de la ganadería de engorda propuesta.

Cuadro G-15 : Indices de la ganadería de engorda propuesta

Peso inicial de los novillos	240 kg
Peso final de los novillos	500 kg
Ganancia diaria de peso	0,5 kg
Ganancia anual por cabeza	180 kg
Ganancia total de peso	260 kg
Edad de venta	28-30 meses
Tasa de mortalidad	1,5 %

Para el aprovechamiento de las áreas de empastadas con una cabida por hectárea de 3,9 novillos de 12 a 30 meses, conforme se estima más adelante (Sección 4.2.3), se requerirían unos cuarenta mil novillos en total.

4.2 Capacidad de carga

4.2.1 Requerimientos alimenticios anuales

En el Cuadro G-16 se calculan los requerimientos anuales, expresados en unidades forrajeras (UF) de Hanson, por unidad productiva (UP) en el caso de la ganadería de leche, y por novillo de 12 a 30 meses en el caso de la ganadería de carne; estos requerimientos son de 4.490 y 1.787 UF respectivamente. En el Anexo XI se presentan los cálculos de requerimientos nutricionales adicionales para cada tipo de animal, considerando separadamente los requerimientos de mantenimiento, crecimiento, producción de leche y preparación para el parto.

Cuadro G-16: Requerimientos alimenticios anuales en unidades forrajeras (UF)

Lechería	UF/cabeza	Composición cabezas/UP	Total UF/UP
Vaca leche	2.900	1,00	2.900
Vaquilla 2-3 años	1.820	0,25	455
Vaquilla 1-2 años	1.320	0,29	385
Ternera 0-1 año	1.000	0,37	370
Ternero 0-1 año	1.000	0,38	380
			4.490
Engorda	**UF/cabeza**	**Composición cabezas**	**Total UF/cabeza**
Novillos 1-2 años	1.645	0,5	822
Novillos 2-3 años	1.930	0,5	965
			1.787

4.2.2 Producción de forraje

Para efectos del cálculo de unidades forrajeras producidas anualmente por hectárea, se utilizaron rendimientos estimados para las diversas especies forrajeras en base a heno, y el contenido nutricional indicado por datos procesados por la Universidad de Florida para su Latin American Tables of Feed Composition, 1974.

En el Cuadro G-17 se presenta el número de unidades forrajeras producidas por hectárea de praderas para ganadería de leche y de engorda. Los valores ponderados para una y otra son de aproximadamente 10.000 unidades forrajeras por hectárea, de las cuales al descontar un 15% como desperdicio adicional restan 8.500 unidades forrajeras netas aprovechables por hectárea.

4.2.3 Cabida por hectárea

El aprovechamiento del forraje se basa en el pastoreo directo y rotacional de las praderas y en el almacenamiento de excedentes de primavera en forma de heno para el período invernal. Esta almacenamiento se estima entre un 30 y un 40% de la producción forrajera.

Para la producción de leche, que será continua y no estacional como al presente, se prevé el suministro de suplementos de concentrado, tanto para las vacas de ordeña como para el desarrollo de las crías y reemplazos y para el último período de gestación de vacas y vaquillas.

Cuadro G-17 : Producción de forraje de las praderas en UF/ha

	Composición %	Rendimiento de heno ton/ha	UF/kg	UF/ha	UF/ha ponderada
Ganadería de leche					
- Alfalfa	30	13,4	0,75	10.050	3.015
- Trébol rosado	70	12,5	0,80	10.000	7.000
Total					10.015
Ganadería de engorda					
- Trébol rosado	60	12,5	0,80	10.000	6.000
- Mezcla forrajera	40	10,6	0,94	9.964	3.990
Total					9.990
Producción promedio					10.000 UF/ha
Producción promedio aprovechable					8.500 UF/ha

Adicionalmente se prevé el suministro de leche entera para las crías y la utilización suplementaria de paja de frejoles producida por las explotaciones lecheras, desconsiderando el aporte forrajero de la paja de trigo.

En el Cuadro G-18 se presenta el cálculo de la capacidad de cabida por hectárea. Para ganadería de leche se adoptó una cabida de 2 UP por hectárea, con un margen de seguridad de 10% sobre la capacidad calculada, y para ganadería de engorda una cabida de 3,9 novillos de 12 a 30 meses por hectárea, con un margen de seguridad de 15% sobre la capacidad calculada. Estos márgenes son adicionales a los rendimientos conservadores de producción estimados y al margen de desperdicios considerado de 15%. La cabida adoptada equivale, entonces, a una carga de 3,3 unidades-animal por hectárea para ganado de leche (Cuadro G-13), y de 2,8 UA para ganado de engorda, ya que este proceso se realiza con novillos entre los 12 y 30 meses, cuyo coeficiente promedio de conversión a unidades-animal es de 0,72.

4.3 Producción por hectárea y total

La producción anual por hectárea en las explotaciones lecheras corresponde a 6.000 litros de leche, provenientes de 2 vacas-masa que dan 3.000 litros anuales cada una, más la venta de animales de desecho y excedentes según se detalla en el Anexo XI.

La producción lechera bruta de la Etapa I, en período de plena producción, alcanzará 120 millones de litros por año. Esta cifra incluye unos 3.2 millones de litros de leche por año que se destinarán a la alimentación de crías. La producción de novillos por un año se elevará

Cuadro G-18 : Cálculo de la cabida por hectárea

Ganadería de leche	UF	Carga
Suministro alimenticio por ha[1]		
- Praderas	8.500	
- Concentrado 888 kg	968	
- Leche fresca 160 kg	114	
- Paja de porotos 440 kg[2]	792	
Total	10.374	
Requerimientos alimenticios por UP	4.490	
Cabida por hectárea		2,3 UP
Cabida adoptada por hectárea		2,0 UP
Ganadería de engorda		
Suministro alimenticio por ha praderas	8.500	
Requerimientos alimenticios por cabeza	1.790	
Cabida por hectárea		4,7 cabeza
Cabida adoptada por hectárea		3,9 cabezas

1) Ver detalles en Anexo XI

2) Corresponde al aprovechamiento en un 80% de la paja producida en 0,5 hectárea de frejoles (1,1 ton/ha), de la rotación C2.

a unos 15.000 por año, los cuales podrán venderse a las explotaciones engorderas.

La producción de las explotaciones engorderas se proyecta según ya se ha indicado, como el aumento de peso de 3,9 novillos por hectárea a razón de 0,5 kg por día, o sea 180 kg de peso vivo por cabeza/año ó 700 kg/ha/año. Si se fija en 500 kg el peso final, y en 240 el peso inicial, el aumento de peso será de 260 kg por cabeza, y requerirá para su obtención un promedio de tiempo cercano a los 18 meses, lo cual implica que la venta anual de novillos de 2 años y medio de 500 kg será de 2,7 por hectárea. Las ventas anuales ascenderán a unos 27.700 novillos, o sea unas 13.850 toneladas anuales, incluido el peso inicial de los animales. Por lo tanto, el peso neto producido en las explotaciones engorderas asciende anualmente a 7.290 toneladas de carne en pie, o unas 3.650 toneladas de carne en canal.

4.4 Ingresos, egresos y valor de la producción ganadera

En el Cuadro G-19 se presenta el valor global de la producción ganadera, que asciende en plena producción a PUS$ 35,1 millones.

Cuadro G-19 : Valor de la producción ganadera - Período de plena producción - Etapa I

Explotaciones	Areas netas (ha)	Valor de la producción por ha ($ chilenos)	Valor total (1) $ chilenos miles	Valor total (1) PUS$ miles
Lecheras	19.990			
- Leche		20.562		
- Animales		7.084		
Subtotal		27.646	552.643	29.025
Engorderas				
- Carne	10.415	11.200	116.648	6.126
Total			669.291	35.151

(1) Ver detalles en Anexo XI.

El cálculo de los valores ponderados de ingresos, egresos y valor de la producción por hectárea en ganadería, tomando conjuntamente las explotaciones lecheras y engorderas en período de plena producción de la Etapa I, se presenta en forma resumida en el Cuadro G-20 y con mayor detalle en el Anexo XI. Las cifras así obtenidas son:

Valor de la producción	PUS$ 1.155
Costos de producción	PUS$ 560
Utilidad bruta	PUS$ 595

En las cifras anteriores se incluye el IVA para productos e insumos.

Cuadro G-20 : Ingresos y egresos por ha ponderada - Ganadería propuesta, Etapa I en plena producción (PUS$)

Rubro	Lechería	Engorda	Total
Areas netas (ha)	19.990	10.415	30.405
Porcentaje (%)	65,7	34,3	100%
Valor de la producción	1.452	588	
Costos de producción	688	321	
Utilidad bruta	764	267	
Cálculo de la ponderación			
- Valor de la producción	955	200	1.155
- Costo de producción	450	110	560
- Utilidad bruta	505	90	595

5. RESUMEN DE AREAS Y VALOR DE LA PRODUCCION POR RUBROS

En el Cuadro G-21 se presenta un resumen por grandes rubros de la distribución de áreas y aporte de las mismas al valor bruto de la producción de la Etapa I durante el período de plena producción. Cabe recordar, para efecto de estas cifras, que todos los productos excepto los de exportación incluyen 20% de IVA, y lo dicho en el Capítulo M sobre precios de productos, en el sentido de que los precios base no necesariamente corresponden a los precios de mercado actuales.

Según se observa en el cuadro, el valor bruto de la producción final proyectada para la Etapa I es de PUS$178,9 millones, lo cual equivale a PUS$1.550 por hectárea. El área de frutales y viñas representa el 16% del área total y contribuye con 31% al valor bruto total de la producción o PUS$3.110 por hectárea; el área de cultivos anuales y hortícolas ocupa el 58% del área total y constribuye con 49% al valor bruto total de la producción, o PUS$1.310 por hectárea; y el área ganadera, que representa 26% de la superficie total, aporta 20% del valor bruto de la producción, con PUS$1.150 por hectárea.

Cuadro G-21 : Resumen de áreas y valor bruto de la producción de la Etapa I - Pleno desarrollo

Rubros	Area neta						Valor bruto de la producción		
	Zonas I,II,III		Nilahue		Total		$ chilenos	PUS$	%
	ha	%	ha	%	ha	%	(miles)	(miles)	
Frutales y viñas	15.000	16	2.980	13	17.980	16	1.065.821	55.978	31
Cultivos anuales y hortícolas	50.845	55	16.050	72	66.895	58	1.671.700	87.799	49
Ganadería	27.215	29	3.190	15	30.405	26	669.291	35.151	20
Total	93.060	100	22.220	100	115.280	100	3.406.765	178.926	100

Notas: a) Los precios de los productos excepto los de exportación incluyen IVA (20%)

b) Los precios utilizados en el cálculo no necesariamente corresponden a los precios de mercado actuales (véase Capítulo M).

6. INSUMOS Y SERVICIOS

En el Anexo XI se presenta en detalle para cada hectárea de cultivo los insumos físicos proyectados señalando cantidades, época de aplicación y costo. Igualmente se dan en el mismo Anexo detalles, por hectárea y rotación de la distribución mensual de los requerimientos de jornadas-hombre, jornadas-máquina y jornadas-cosechadora automotríz, como también cifras correspondientes a requerimientos de semilla de los cultivos anuales, estimativos de los requerimientos de unidades de NPK para diversos cultivos de la Etapa I, disponibilidad y requerimientos de galpones y bodegas para almacenamiento operativo, y disponibilidad y requerimiento de tractores y cosechadoras automotrices.

Puede señalarse que, exceptuando las zonas de nuevo riego, existe en general una mecanización bastante adecuada, así como una amplia capacidad de almacenamiento predial. La distribución de la tierra ha hecho, sin embargo, que esta capacidad de almacenamiento no siempre esté convenientemente repartida. Dentro del plan se ha dado consideración entonces a las necesidades de los agricultores del Proyecto para adquirir nuevos equipos agrícolas o renovar los existentes, como también para construcciones prediales simples especialmente en el ramo pecuario, tales como reparos para ordeño y almacenamiento de heno.

Servicios importantes para la producción agrícola tales como crédito, asistencia técnica, comercialización y suministro de agua para riego se tratan separadamente en otros capítulos de este estudio.

En los Cuadros G-22, G-23 y G-24 se presentan las necesidades totales y distribución mensual de tres insumos fundamentales: agua, mano de obra y maquinaria agrícola.

El volumen total de agua requerida por año, con una eficiencia predial de 50%, que es la considerada para la Etapa I, asciende a 1.579.925 millones de m^3, correspondiendo a enero el mes crítico (Anexo XIII).

El número total de jornadas de mano de obra para la Etapa I en pleno desarrollo asciende a 5 millones por año, correspondiendo el período de alta ocupación a los meses comprendidos entre octubre y abril, y como era de esperarse el período de menor ocupación a la estación invernal, en la cual las principales actividades agrícolas se relacionan a los frutales y al manejo del ganado. Este último proporciona una ocupación de naturaleza estable, sin las grandes fluctuaciones estacionales de los cultivos. Es de señalar, a este respecto, que las diferentes naturalezas de los grandes rubros agropecuarios llevarán a una especialización gradual de la mano de obra y por consiguiente a una correspondiente subdivisión de ella. En el Capítulo M se analiza la ocupación de mano de obra proyectada en relación a la fuerza laboral y a la tasa de desempleo.

El requerimiento total anual de trabajo de tractor se estimó en cerca de 173.000 jornadas (8 horas). Con base en el mes crítico (octubre véase Cuadro G-24), y suponiendo que durante este período se trabajan

Cuadro G-22: Tasas de riego con eficiencia predial de 50% (miles de m^3)

Zona	Area neta a regar (ha) (1)	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
I	35.145	16.510	50.138	72.054	95.638	102.954	72.320	37.762	20.748	468.124
II	32.360	5.292	38.610	68.052	96.814	100.936	71.976	28.522	14.442	424.644
III	28.035	6.190	52.940	62.450	86.650	95.638	65.236	20.472	11.756	401.332
Nilahue (2)	22.300	4.252	35.572	45.033	65.117	69.802	46.842	12.239	6.968	285.825
Total	117.840	32.244	117.260	247.589	344.219	369.330	256.374	98.995	53.914	1.579.925

(1) Las áreas netas a regar comprenden la superficie agrícola empresarial y las áreas rur-urbanas por tener éstas derecho de recibir agua para riego

(2) Valores correspondientes a Plan Global para la zona de Nilahue, corregidos por factor de áreas 22.300 : 26.200 = 0.8511

Cuadro G-23: Requerimiento total de mano de obra y distribución mensual. Período de plena producción Etapa I (miles de jornadas)

Mes	Frutales y viñas	Cultivos rotacionales[1]	Manejo ganado	Total
Mayo	35,4	73,7	76,4	185,5
Junio	229,3	36,4	76,4	342,1
Julio	179,4	36,9	76,4	292,7
Agosto	69,1	70,3	76,4	215,8
Septiembre	103,9	156,8	67,6	328,3
Octubre	226,7	288,2	67,6	582,5
Noviembre	309,2	270,7	67,6	647,5
Diciembre	221,6	293,2	67,6	582,4
Enero	79,7	234,0	67,0	380,7
Febrero	229,5	255,1	67,1	551,7
Marzo	252,1	188,2	67,1	507,4
Abril	234,1	149,0	67,0	450,1
Total jornadas/año	2.170,0	2.052,5	844,2	5.066,7

(1) Incluyendo implantación y mantención de praderas

Cuadro G-24 : Requerimiento total de jornadas tractor y distribución mensual - Etapa I en plena producción. (jornadas).

Mes	Frutales y viñas	Cultivos rotacionales(1)	Total
Mayo	3.580	16.525	20.105
Junio	4.625	1.920	6.545
Julio	1.310	270	1.580
Agosto	7.840	8.985	16.825
Septiembre	5.470	15.450	20.920
Octubre	6.500	23.650	30.150
Noviembre	6.875	13.335	20.210
Diciembre	3.335	2.195	5.530
Enero	2.085	1.255	3.340
Febrero	9.140	1.405	10.545
Marzo	14.435	11.195	25.630
Abril	4.270	7.295	11.565
Total anual	69.465	103.480	172.945

(1) Incluye implantación y mantención de praderas y henificación de excedentes durante noviembre y diciembre, estos últimos a razón de 0,15 jornadas/ha de empastadas.

25 días por mes en jornadas de 10 horas,los requerimientos de maquinaria ascienden a unos mil tractores con sus respectivos implementos, lo cual implica que la ocupación sería de unas 1.350 a 1.400 horas por año por tractor.

Es claro que cada uno de los grandes rubros requiere equipos específicos, de características diferentes, al igual que los diferentes suelos.

Con base en los requerimientos de jornadas durante marzo del mes crítico de recolección mecanizada (marzo), se estimó en unas 175 el número de combinados automotrices requeridas para la cosecha en el período de plena producción. Cerca de dos terceras partes de este número existían ya en las explotaciones según el IV Censo Nacional Agropecuario, aparte de equipos que se movilizan de fuera de la Provincia de Colchagua para el período de cosecha.

7. MEJORAMIENTO Y TRANSFORMACION DE LA AGRICULTURA EXISTENTE

7.1 Enfoque general

El mejoramiento y transformación agrícolas serán el resultado directo de la aplicación a lo largo del tiempo de diversas intervenciones generadas por la creación y ejecución del Proyecto. Estas intervenciones, generalmente interdependientes, buscan modificar el ritmo natural de crecimiento de la producción, y orientar la dirección del desarrollo de los predios mismos en concordancia con las condiciones intrínsecas del predio y de la empresa agrícola pero también con objetivos y estrategias regionales y nacionales, manteniendo siempre el sector privado la iniciativa y responsabilidad, tanto de la producción como de la comercialización y/o transformación de los productos.

En las zonas de riego actual, el mejoramiento y transformación de la agricultura será un proceso complejo, a lo largo de un período considerable de años, durante los cuales mediante mejoramientos graduales en un número creciente de explotaciones, todo el conjunto se irá aproximando a los niveles de producción y productividad proyectados, sin que estos niveles constituyan o se consideren como el potencial máximo del Proyecto.

En las zonas de nuevo riego, en cambio, la transformación de la agricultura tiene punto de partida radicalmente diferentes de aquellos de las zonas de riego actual, ya que de una parte debe atenderse al suministro y construcción del sistema de distribución de agua para riego, y de otra sustituirse la explotación de secano por la agricultura de riego, lo que implica considerables ajustes en la mentalidad y prácticas habituales de los productores. Sin embargo la proximidad de las áreas de nuevo riego a las áreas de riego actual, que convierten a aquellas virtualmente en una extensión de éstas, y la intercomunicación entre sus productores, facilitarán la transferencia de experiencias agrotécnicas cuando éstas sean apropiadas.

El desarrollo agrícola de las áreas de nuevo riego puede considerarse, pues, como una extensión del desarrollo agrícola propuesto para las áreas de riego actual, una vez efectuado su mejoramiento y transformación. En este punto los requerimientos de la producción y de los productores son similares en una y otra área, pese que la modalidad y mecanismos de implementación iniciales pueden haber diferido, mayormente en cuanto se refiere a asistencia técnica y capacitación de la mano de obra.

Desde el punto de vista del plan de utilización de la tierra agrícola, las intervenciones esenciales se relacionan a los cuatro puntos siguientes:

a) Uso racional de la tierra, es decir conocimiento y aceptación por parte del productor de la capacidad y limitaciones de su predio en cuanto respecta a suelos y clima, a fin de que la naturaleza y características de las empresas seleccionadas sean al mismo tiempo las más apropiadas para el aprovechamiento y conservación del recurso suelo.

b) Provisión de seguridad de riego a nivel de predio. A nivel de Proyecto, esto significa de una parte la construcción de las obras de almacenamiento operativo contempladas tales como el Embalse Convento Viejo y de otra parte un mejoramiento continuado en la eficiencia de la distribución extra predial y en la aplicación intrapredial del agua de riego.

c) Flujo renovado de tecnología agropecuaria, adaptada a las circunstancias particulares de los productores y de las explotaciones en sus diversas etapas de mejoramiento.

d) Disponibilidad de servicios de apoyo a la producción. Estos servicios deben permitir al agricultor:

- Aplicar los insumos, oportuna y eficazmente
- Disponer de capital de inversión y trabajo necesario.
- Disponer de sus productos eficiente y remunerativamente.

Es claro que los cuatro puntos anteriores deberán atenderse simultáneamente y que el éxito en el desarrollo del Proyecto dependerá del curso armónico de todos en conjunto. De otra parte, su realización implica intervención y/o apoyo directo por parte del Estado al sector privado. Estas intervenciones por parte del Estado o sus organismos especializados se reflejan en un amplio espectro de funciones de difícil coordinación y sincronización tales como:

- Construcción y/o mejoramiento de obras primarias y secundarias de infraestructura de riego, vías de comunicación y energía eléctrica.
- Investigación agrícola y pecuaria continuas
- Servicios de extensión y asistencia técnica a pequeños propietarios y minifundistas.
- Servicio de capacitación a nuevos productores asentados por el proceso de reforma agraria y capacitación de la mano de obra agropecuaria.
- Control de la calidad del servicio de asistencia técnica agropecuaria prestada por firmas privadas.
- Introduccion de mecanismos que orienten y propicien el uso racional de la tierra, y estimulen el mejoramiento de la productividad, tales como establecimiento de líneas específicas de crédito de inversión y condicionamientos técnicos para la concesión de créditos de capital circulante.
- Provisión de fondos suficientes y oportunos de crédito, con plazos apropiados.
- Promoción y apoyo a organizaciones de agricultores para la prestación o recepción de servicios de producción, tales como operación y mantención de los sistemas de riego y drenaje, mecanización agrícola, provisión de insumos y comercialización.

- Estímulo a la agroindustrialización y transformación de los productos, como también a la expansión de las instalaciones para manejo, clasificación y embalaje de productos de exportación.
- Adecuación de la infraestructura para embarque de exportaciones agrícolas, especialmente de productos perecederos, y provisiones para su manejo en volúmenes crecientes.
- Control sanitario y de calidad para productos de exportación.
- Promoción y apoyo a la iniciativa privada en la expansión y apertura de mercados externos para los productos exportables.
- Estabilidad en las normas de política agrícola relacionadas con precios para productos e insumos.

Algunas de las intervenciones anteriormente mencionadas se dan ya y requieren solo coordinación a nivel del área del Proyecto; otras se resuelven mediante programas de crédito específico en vigencia o en gestión; y otras, de las cuales debe ocuparse el Proyecto directamente, se tratan en este Estudio.

7.2 Fases del desarrollo agrícola

La construcción del embalse Convento Viejo constituye un prerrequisito para el desarrollo de la agricultura de riego en las áreas nuevas, y para el mejoramiento y transformación agrícola y pecuario en las áreas de riego actual, hasta alcanzar los niveles de rendimientos proyectados.

Para efectos de esclarecer el curso general del desarrollo agrícola del Proyecto deben considerarse, entonces, dos fases:

- Fase A, durante la cual el mejoramiento agrícola no puede contar con los recursos de agua almacenados por la presa de Convento Viejo, es decir el período de construcción y entrada en servicio de la obra.
- Fase B, que se inicia con la puesta en servicio de la presa, y en la cual el suministro de agua para riego deja de ser una limitante importante para el logro de los rendimientos propuestos, o para la incorporación de nuevas áreas al desarrollo.

Se examina aquí lo referente al programa agrícola y a los aspectos agrotécnicos, excluido lo relativo al riego, ya que tanto éste como la adecuación predial, el crédito, los servicios y la organización se tratan en otros capítulos de este informe.

La Fase A del desarrollo agrícola es esencialmente de mejoramiento de la agricultura de riego existente y de preparación para la incorporación de nuevas áreas durante la Fase B. Para las áreas de riego actual, la Fase A comprende a grandes rasgos lo siguiente:

- Frutales y viñas: mejoramiento de rendimientos en plantaciones existentes, iniciación de nuevas plantaciones a partir del segundo año de iniciado el proyecto.

- Cultivos anuales: mejoramiento de rendimientos hasta un nivel intermedio, manteniendo la composición de cultivos actuales.
- Ganadería: aspectos técnicos preparatorios para un mejoramiento de rendimientos a partir de la ampliación del suministro de agua durante la segunda fase.

La Fase B en las áreas de riego actual implica esencialmente:

- Frutales y viñas: continuar los programas de mejoramiento de rendimientos en las plantaciones existentes y de implantación de nuevas áreas, e iniciar la renovación de plantaciones existentes y nuevas al finalizar su vida útil.
- Cultivos anuales: pasar del nivel intermedio al nivel de rendimientos proyectado, con una utilización racional de los suelos.
- Ganadería: aumentar los rendimientos por hectárea en la producción de leche y carne, ubicando estas actividades en los suelos con restricciones en su laboreo.

Por lo que respecta a las áreas de nuevo riego, durante el período en el cual no dispongan aún de suministro de agua, conviene adelantar algunas actividades preparatorias, que faciliten el establecimiento posterior de la agricultura de riego. Conviene abstenerse, sin embargo, de acciones prematuras y de crear falsas expectativas en los agricultores, las cuales a la postre resultan contraproducentes. Las principales medidas que deben preverse para esta etapa son las siguientes:

- Conviene difundir en forma clara y con precisión el alcance del Proyecto, y su calendario de ejecución, pero señalando también lo que el Proyecto no hará por los agricultores.
- Los agricultores deben conocer las condiciones en las cuales se les harán disponibles los fondos para inversión, e identificar las posibilidades reales de desarrollo de sus predios.
- La asistencia técnica debe iniciar actividades demostrativas de la agricultura de riego en predios piloto bien seleccionados, que dispongan de suministro provisional de agua.
- El mejoramiento de las vías de comunicación existentes, y la ejecución de labores de desmonte y adecuación predial pueden ayudar a impulsar el desarrollo de estas áreas, y a incrementar temporalmente las áreas sembradas con cultivos de invierno.

La Fase B consistirá en introducir la agricultura de riego en las áreas actualmente de secano, incluidas las rinconadas de las zonas de riego actual.

Se detallan a continuación, para estas dos fases, las acciones y programas principales del Proyecto desde el punto de vista de metas de producción agrícola, señalando los parámetros iniciales y finales para cada uno de los grandes rubros de producción, o sea: frutales y viñas, cultivos anuales y ganadería.

7.3 Frutales y viñas

7.3.1 Fase A - Plantaciones existentes

En el Anexo VII se presenta un diagnóstico y un análisis de los problemas y deficiencias más notorias en cuanto respecta a las prácticas actuales en frutales y viñas.

Es evidente que sólo con un mejoramiento del manejo actual de los huertos (además de asegurarse el agua para riego) se podrá lograr un incremento en el nivel de rendimientos actuales y un aumento de los volúmenes de fruta exportable.

El mejoramiento en el manejo depende esencialmente de:

a) Incrementar y actualizar los conocimientos técnicos e inducir su aplicación práctica por parte de los propietarios y/o encargados de dirigir los huertos, especialmente en cuanto se refiere a:

   - Control y prevención del daño causado por enfermedades y plagas.
   - Requerimientos nutricionales de las diversas especies en los diversos períodos del ciclo de producción.
   - Técnicas y oportunidad de ejecución de labores críticas, como raleo y podas de formación y producción.
   - Control de malezas
   - Uso-consumo y aplicación del agua de riego
   - Manejo de la fruta durante y después de la cosecha.

b) Disponer de los insumos requeridos (pesticidas, fungicidas, herbicidas, fertilizantes, correctivos, hormonas) y del equipo apropiado para su aplicación.

c) Disponer de mano de obra debidamente adiestrada en la ejecución correcta de labores de raleo, poda, control de plagas y enfermedades,y recolección de fruta.

d) Ejecutar oportuna y estrictamente de las labores en la forma indicada por el servicio de asistencia técnica.

La asistencia técnica en frutales y viñas es una labor altamente especializada, que adicionalmente debe tener el apoyo de programas permanentes de investigación aplicada y de un laboratorio para análisis foliar y de suelos.

Con la especialización de las explotaciones es de esperarse que la mano de obra adquiera estabilidad y destreza en las labores específicas de la fruticultura y vitivinicultura, lo que permitirá mejorar su eficiencia. De otra parte, la producción de frutas destinadas a la exportación exige estándares fitosanitarios más altos que los tolerables en la

producción para el consumo local, y por consiguiente niveles más altos de utilización de pesticidas y fungicidas, por requerirse como práctica corriente no sólo medidas de control sino también preventivas. Igualmente se prevé un mayor consumo de fertilizantes.

El período de mejoramiento de las plantaciones existentes se considera que se extenderá durante 10 años, es decir que sólo después de ampliado el suministro de agua durante la Fase B y cuando el alto porcentaje de árboles jóvenes actuales haya alcanzado su período de plena producción, se lograrán los rendimientos finales propuestos para los frutales existentes. Los rendimientos actuales y proyectados de las plantaciones existentes de frutales y viñas se detallan a continuación.

	Rendimiento (ton/ha)	
	Actual	Proyectado
Frutales de hoja caduca: manzano	15	27,5
Frutales de hoja persistente: limón	9,3	17
Viña vinífera de riego	14	20
Viña vinífera de secano	7	-

7.3.2 Fase A - Nuevas plantaciones

La expansión del área de frutales se adelantará en forma gradual durante 10 años a partir del segundo año de ejecución del Proyecto y siempre en suelos de la Agrupación A. Durante la Fase A se plantarán frutales sólo en predios que cuenten con seguridad permanente de suministro de agua para riego, y en los cuales se hayan hecho previamente las obras de adecuación predial.

Los árboles para implantar estas áreas provendrán de viveros nacionales. Teniendo en cuenta que para la mayoría de las especies un año será suficiente para su propagación, pero que otros requerirán hasta tres años, y que muchas veces será preciso importar material genético, se requerirá por parte del Proyecto una minuciosa programación de los requerimientos de suministros, debidamente coordinada con los viveros.

Se señalaron anteriormente (Cuadro C-5) los cultivares adaptables al área del Proyecto para diversas especies y sus distancias de siembra recomendables. Los rendimientos y requerimientos de insumos propuestos se calcularon teniendo en cuenta de antemano una mayor densidad de árboles por hectárea para los frutales; para la vid vinífera y de mesa se tuvo en cuenta una menor densidad que la tradicional y la introducción del sistema de siembra en parronal. Para las plantaciones de viña vinífera pueden darse, sin embargo, sistemas de conducción diferentes, tales como cruceta californiana, doble cortina genovesa, u otros para ciertos cultivares.

Los rendimientos promedios proyectados para las nuevas plantaciones son los siguientes:

Frutales de hoja caduca: manzano	40 ton/ha
Frutales hoja persistente: uva de mesa	22 ton/ha
: limón	19 ton/ha
Viña vinífera	40 ton/ha

Si bien estas cifras pueden parecer altas comparadas con el promedio nacional de rendimientos en plantaciones tradicionales, en realidad son rendimientos normales para plantaciones apropiadamente establecidas y atendidas. El establecimiento de nuevas plantaciones destinadas a competir en el mercado externo sólo puede concebirse utilizando altos estándares técnicos en todas las fases de la vida de la plantación, ya sea como ampliación de áreas por productores experimentados, o bien como áreas de nuevos productores cuya capacidad empresarial sea tal que garantice una rápida asimilación de la técnica, organización y disciplina requeridas para el éxito de las empresas frutícolas y vitícolas.

7.3.3 Fase B

Según se indicó al tratar de la Fase A, el nivel de rendimientos propuestos para las plantaciones existentes no se alcanzará sino hasta el año décimo de iniciado su mejoramiento, es decir durante la Fase B. Las nuevas plantaciones se terminarán de establecer en el año 11 del Proyecto, lo cual implica que los últimos árboles de tardío rendimiento plantados en ese último año, solo iniciarán su producción comercial después del año 15 del Proyecto. Para entonces deberá iniciarse la renovación de viñas existentes, durante un período de cinco años, y a partir del año 20 del Proyecto la renovación de los frutales actualmente existentes, de modo que habrá un proceso continuo de implantación y renovación de árboles.

El período de iniciación de la producción, crecimiento de los rendimientos y la vida útil por especie de las nuevas plantaciones se detallan en el Cuadro G-25.

Cuadro G-25 : Años de crecimiento de los rendimientos y vida útil de nuevas plantaciones

Especie	Años			
	Sin producción comercial	Rendimientos crecientes	Plena producción	Vida util
Manzano	4	11	20	35
Uva de mesa	3	2	15	20
Limón	3	6	11	20
Viña vinífera	3	2	15	20

En las áreas de nuevo riego sólo puede iniciarse el programa de frutales a partir del año sexto, y sus características son las mismas

indicadas para las zonas de riego actual. Sería conveniente realizar previamente si quiera un par de cultivos anuales con riego en las áreas a plantar en frutales, a fin de conocer y nivelar adecuadamente el terreno.

7.4 Cultivos anuales

7.4.1 Fase A

Durante la Fase A del desarrollo agrícola del Proyecto se contempla un incremento del rendimiento de los cultivos anuales, desde su nivel actual hasta uno intermedio entre éste y el proyectado para el período de pleno desarrollo. Este nivel intermedio tiene valores incrementales variables según el cultivo y corresponde a una estimación del potencial de producción del Proyecto sin mejorar su suministro de agua, estimación que se basa en los mejores promedios anuales para cada cultivo obtenidos en el área antes del ingreso masivo de nuevos productores de reforma agraria.

Los valores numéricos de estos rendimientos intermedios se presentan en el Cuadro G-26 junto con los rendimientos actuales estimados. El período previsto para pasar del nivel actual al intermedio es de cinco años.

Cuadro G-26 : Rendimientos de nivel actual e intermedio de los principales cultivos actuales (ton/ha)

Cultivo	Nivel actual	Nivel intermedio
Maíz	3,8	4,8
Trigo (riego)	2,4	2,8
Frejol	1,5,	1,8
Arroz	3,8	4,4
Remolacha	35,0	35,0
Maravilla	1,5	1,9
Tabaco	1,8	1,8

Debe tenerse en cuenta que para cultivos que ya hoy disponen de un paquete tecnológico como es el caso de la remolacha y del tabaco no se esperan incrementos que puedan elevar el promedio general de rendimientos, sin un mejoramiento sustancial del suministro de agua.

Durante esta primera fase se requerirá esencialmente una labor de asistencia técnica y crediticia para lograr la oportuna ejecución de las labores y la aplicación eficaz de los insumos, además de una intensa actividad de capacitación de los nuevos productos del sector reformado, en su función de pequeños empresarios agrícolas.

En el diagnóstico de la situación actual se indicó para cada cultivo anual las prácticas habituales y las deficiencias que deben corregirse. El logro del nivel de rendimientos intermedio durante esta primera fase será pués el resultado de:

- Aplicación de conocimientos técnicos específicos para cada cultivo.
- Aplicación suficiente y apropiada de insumos
- Ejecución oportuna de las diversas labores.

7.4.2 Fase B

Durante esta segunda fase se prevé que los cultivos propuestos pasarán en un plazo de tres años de su nivel intermedio de rendimientos al nivel proyectado como rendimiento promedio final (Cuadro G-8), en razón de mayor perfeccionamiento agrotécnica, y mejores servicios de apoyo, pero principalmente por causa del suministro adecuado de agua para riego.

Igualmente se prevé que durante esta segunda fase se operará paulatinamente una transformación de la agricultura del Proyecto por una mayor racionalización de la utilización de la tierra y por la incorporación de nuevas áreas al riego. Una y otra circunstancia sólo son posibles a partir de un aumento en el suministro de agua que permita la transferencia de áreas de cultivos invernales (trigo-cebada) y empastadas a áreas de cultivo de primavera-verano, y la transformación de los cultivos de secano en cultivos de riego.

Los cultivos del período primavera-verano son los únicos que pueden permitir la diversificación de la producción agrícola. Las actividades frutícolas y ganaderas requieren permanencia, y los cultivos de invierno son reducidos en número. Los cultivos de primavera-verano en cambio comprenden una amplia gama que puede variarse con el tiempo y que puede acomodarse a la conveniencia y preferencias de los diversos productores del Proyecto por la versatilidad que ofrecen a extensiones, rentabilidad y niveles de utilización de tecnología, mano de obra y maquinaria. Esto conduce a que el agricultor pueda adoptar una modalidad de producción bien definida y que al especializar su explotación mejore la productividad. El período previsto para pasar de la composición actual de cultivos a la composición propuesta es de cinco años.

De otra parte, algunas explotaciones pueden encontrar un mejor uso de sus recursos uso de sus recursos introduciendo la práctica de un doble cultivo por año agrícola.

Como ya se dijo antes la agricultura en las áreas de nuevo riego diferirá de las zonas de riego actual sólo durante la Fase A. Una vez esté disponible el agua de la presa, en la Fase B, se irán incorporando las nuevas áreas al riego y se elevarán los rendimientos, según lo explicado más arriba. Para las áreas de nuevo riego se ha supuesto que al disponer de agua iniciarán la producción de cultivos de regadío al nivel de rendimientos intermedio indicado en el Cuadro G-26.

Es recomendable que los productores se inicien en la agricultura de riego con cultivos poco exigentes en agrotecnia y que sean los más conocidos por ellos, como trigo, maíz y frejol, antes de adoptar esquemas de producción complejos.

7.5 Ganadería

7.5.1 Fase A

Dado que como se ha hecho notar anteriormente los pastos y la producción ganadera terminan absorbiendo las deficiencias en el suministro de agua, no puede esperarse un incremento general de rendimientos durante esta primera fase, aunque posiblemente algunos predios puedan aumentarlos como resultados de la aplicación de prácticas mejorados de manejo, en cuanto a rotación de potreros o pastoreo rotacional, almacenamiento de excedentes forrajeros de primavera, selección de vientres y mejoramiento de la reproducción.

La Fase A en ganadería, será básicamente de asistencia técnica en los aspectos antedicho y en otros específicos de las explotaciones lecheras, como ordeño sin ternero, crianza de los mismos, control lechero, sanitario y de celos, mantenimiento de registros, etc.

Durante esta fase, que en cuanto concierne al programa ganadero será preparatoria, debe igualmente iniciarse el sistema de rutas de inseminación artificial servidas diariamente, para las áreas de mayor concentración de vacas lecheras que ya utilizan este método de reproducción.

7.5.2 Fase B

Sólo durante esta segunda fase podrá operarse una mejora y transformación de la ganadería, las cuales se fundamentan en un aumento de la capacidad de carga de las praderas, que no puede lograrse sin la aplicación del agua requerida, y por consiguiente sin la ampliación del suministro general del agua.

La ganadería prevista para el Proyecto, tanto de producción de leche como de engorda, se basan en el pastoreo directo de praderas y almacenamiento de excedentes forrajeros para el período invernal.

A nivel de productor, el aumento de rendimientos en la producción de leche será el resultado de una mayor capacidad de carga por unidad de superficie y de la prolongación del período de lactancia de las vacas de ordeña. Se ha supuesto que como efecto de la asistencia técnica preparatoria durante la fase A, y de la ampliación del suministro de agua por entrada de servicio de la presa de Convento Viejo, el total de las vacas se destinarán a la producción de leche y no el 60% como al presente, por lo cual el promedio de producción anual por hectárea pasará de 1.120 litros a 1.400 litros de leche como base inicial. En el Anexo XI se presentan los cálculos correspondientes a esta situación.

Se proyecta un crecimiento de los rendimientos, desde la base inicial hasta los proyectados, en ocho años, en una forma similar a la

ilustrada en el Cuadro G-27. De otra parte se asume que las áreas se incorporan al programa en un período de 5 años, es decir entre el año quinto y el décimo del Proyecto.

Cuadro G-27: Indices de crecimiento de rendimientos en ganadería de leche

Rubro	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Vacas masa por ha	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Produc.anual vaca-masa (lts)	1.400	1.540	1.680	2.080	2.160	2.520	2.710	3.000
Produc.leche por ha (lts)	1.400	1.850	2.350	3.330	3.670	4.535	5.150	6.000
Produc.diaria vaca-masa (lts)	7	7	7	8	8	9	9	10
Días de lactancia	200	220	240	260	270	280	290	300
Vacas en ordeña (%)	70	72	74	76	77	78	79	80
Pariciones (%)	70	72	75	77	78	79	80	80
Unidades forrajeras por ha	4.500	6.000	7.000	8.000	8.500	9.000	9.500	10.000

En la producción de carne el aumento de rendimientos se plantea esencialmente como aumento de la capacidad de carga y por tanto del número de novillos en engorda, por unidad de superficie más bien que como mayor ganancia de peso diaria por animal. Se ha supuesto que al ampliarse el suministro de agua se elevará la capacidad de carga, y que la incorporación de las áreas tomará 5 años. Por lo tanto en el año décimo del Proyecto, las áreas dedicadas a la engorda de ganado habrá alcanzado los rendimientos finales proyectados, de 700 kg de peso vivo por ha al año.

La transformación gradual que se espera de la ganadería del Proyecto incluye los aumentos de capacidad de carga señalados, pero también el utilizar para esta actividad sólo los suelos para los cuales no existen al presente alternativas promisorias de utilización más intensiva. Tal es el caso de los suelos pesados para engorda de ganado en rotación con arroz, o los suelos A en los que está contraindicado un laboreo continuo, como sucede con los suelos livianos superficiales, para los cuales se proponen las explotaciones lecheras dentro de una rotación de praderas con frejol y trigo.

Las áreas de empastadas permanentes, en razón de mayores limitaciones de suelos, pueden ser utilizadas en una u otra rama ganadera, pero preferiblemente en producción de leche.

La utilización de los suelos en la forma arriba indicada llevará a cierta zonificación de la producción lechera y de carne, y por consi-

guiente a cierto grado de reubicación de la población ganadera, aunque de hecho existe ya cierta sectorización.

De otra parte el aumento de la capacidad de carga y la incorporación de nuevas áreas implican un aumento de la masa ganadera, a pesar de la reducción relativa propuesta para las empastadas en las zonas de riego actual. El crecimiento de la población de vientres puede, sin embargo, suplirse con el crecimiento natural de la masa actual, llegando luego a producirse un excedente de hembras, que podrán venderse a otras regiones o destinarse a la engorda como el total de machos producidos.

7.6 Plan de incorporación de áreas

Se propone a continuación un esquema de incorporación de áreas acorde con el ritmo de desarrollo previsto para la Etapa I, tanto en lo que respecta a sus zonas de riego actual como a sus zonas de nuevo riego, es decir que se hace un balance de áreas con la composición actual de cultivos y su transformación gradual a la situación propuesta.

Obviamente este esquema es solo ilustración de una de las multiples formas en que puede ocurrir dicho proceso al ejecutarse el Proyecto. Debe recordarse aquí lo dicho en los puntos anteriores sobre fases del programa agrícola.

Aunque la consolidación de los rendimientos tomará hasta el año 8 del Proyecto en el caso de la ganadería de leche, la consolidación de áreas según la combinación de cultivos y el esquema de desarrollo propuestos se realizará entre los años 2 y 11 del Proyecto en el caso de frutales y durante los primeros 5 años de la Fase B, es decir hasta el año décimo del Proyecto en el caso de los cultivos anuales y las áreas de empastadas.

El incremento de áreas de cultivos, tanto permanentes como anuales, será compensado por una correspondiente disminución de las áreas de empastadas artificiales en el caso de las zonas de riego actual, o de pastos naturales en el caso de áreas de nuevo riego.

Lógicamente la incorporación de áreas de nuevo riego tanto en Nilahue como en las rinconadas de las áreas de riego actual sólo podrá tener lugar a partir de la ampliación del suministro de agua por construcción y entrada en servicio de la presa.

De otra parte a fin de simplificar los cálculos para efectos del análisis económico se ha procurado escalonar en forma lineal la transformación de las áreas. En los Cuadros G-28 y G-29 se presenta la entrada de áreas a la combinación propuesta y la salida correspondiente de las mismas de la composición actual, en cuanto respecta a las zonas de riego actual y Nilahue.

Cuadro G-28: Balance de transferencia de áreas - Zonas I - II y III - Etapa I

Rubro	Año del Proyecto											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12-40
Composición actual												
- Frutales												
Hoja caduca	2.510										2.510	2.510
Hoja persistente	1.095										1.095	1.095
- Viña vinífera	4.995										4.995	4.995
- Cultivos anuales	46.215	45.565	44.915	44.265	43.615	35.885	28.155	20.425	12.695	4.965	-	-
- Pastos	38.245	38.245	38.245	38.245	38.245	32.325	26.405	20.485	14.565	8.645	-	-
Nueva composición												
- Frutales												
Hoja caduca	-	330	660	990	1.320	1.650	1.980	2.310	2.640	2.970	3.220	3.220
Hoja persistente	-	70	140	210	280	350	420	490	560	630	675	675
- Viña vinífera	-	250	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250	2.505	2.505
- Cultivos anuales	-	-	-	-	-	8.500	17.000	25.500	34.000	42.500	50.845	50.845
- Pastos	-	-	-	-	-	4.500	9.000	13.500	18.000	22.500	27.215	27.215
T o t a l	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060	93.060

Cuadro G-29: Balance de transferencia de área Nilahue - Etapa I

Rubro	Años del Proyecto							
	1 a 5	6	7	8	9	10	11	12-40
Composición actual								
- Frutales hoja persistente	160	160	160	160	160	160	160	160
- Viñas	545	545	545	545	545	545	545	545
- Cultivos anuales	6.410	5.410	4.410	3.410	2.410	1.410	-	-
- Pastos naturales	15.105	12.730	10.355	7.980	5.605	3.230	-	-
Nueva composición								
- Frutales hoja caduca	-	200	400	600	800	1.000	1.225	1.225
- Frutales hoja persistente	-	65	130	195	260	325	365	365
- Viñas	-	110	220	330	440	550	685	685
- Cultivos anuales	-	2.500	5.000	7.500	10.000	12.500	16.050	16.050
- Pastos	-	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.190	3.190
Total	22.220	22.220	22.220	22.220	22.220	22.220	22.220	22.220

8. EL PLAN A NIVEL DE PREDIO

8.1 Introducción

Teniendo en cuenta que el plan se estructuró de abajo hacia arriba, es decir que se inició a nivel de análisis de cada cultivo por hectárea y se continuó a nivel de agrupación de cultivos, en rotaciones que tuvieran en cuenta los suelos, el clima, los tipos de productores y el tamaño de los predios, antes de pasar a consideraciones de nivel zonal y/o global, es claro que el plan no deberá presentar dificultades en su aplicación a nivel de los predios mismos. De otra parte, el gran número de predios del Proyecto, la diversidad de condiciones edafoclimáticas y los diversos tamaños y situación de los productores mismos, introducen gran heterogeneidad en las unidades de producción, haciendo que no existan en la realidad dos predios iguales. Se estima, sin embargo, que a los efectos del análisis financiero, cabe representar adecuadamente este amplio espectro de posibilidades por medio de los predios tipo que se presentan más adelante.

El objetivo de dicho análisis es el de estimar el efecto del Proyecto sobre el ingreso del productor, e indicar la capacidad de los productores para pagar la inversión pública en las obras principales, así como su capacidad para contraer deudas en relación con el mejoramiento predial e inversiones agropecuarias.

8.2 Definición de los predios tipo

La variedad de situaciones que se requiere tipificar corresponde al conjunto de combinaciones que pueden formarse con las diferentes posibilidades existentes para cada uno de los siguientes factores:

- Rotación o modalidad de utilización de la tierra propuesta (en función de las agrupaciones de suelos).
- Tamaño del predio
- Clase de explotación: existente o nueva

a) Según modalidades de utilización de la tierra

Las diversas posibilidades de utilización de la tierra acordes con el plan propuesto pueden listarse así:

Suelos de la Agrupación A:	Frutales Viñas Cultivos anuales y hortícolas Combinación de anteriores
Suelos de la Agrupación B:	Cultivos rotacionales con base en maíz y maravilla. Arroz - Ganadería de engorda Monocultivo de arroz
Suelos de la Agrupación C:	Ganadería de leche Ganadería de leche y cultivos en rotación con pastos.

Suelos de la Agrupación D:	Ganadería de engorda o de leche Monocultivo de arroz Arroz - Ganadería de engorda
Suelos de la Agrupación E:	Ganadería de leche y de engorda Ganadería - Arroz en la subclase 4 PRs

Estas diversas modalidades pueden tipificarse por las cuatro situaciones siguientes:

A - Explotaciones de frutales y cultivos anuales en suelos de la Agrupación A, o suelos medios.

B - Explotaciones de arroz y ganadería de carne en suelos de la Agrupación B, o suelos pesados.

C - Explotaciones de ganadería de leche con cultivos en rotación en suelos de la Agrupación C, o suelos livianos.

D - Explotaciones de monocultivo de arroz, en suelos de la Agrupación D, o suelos pesados con drenaje impedido.

Las posibilidades de la Agrupación E quedan cubiertas dentro de las situaciones anteriores.

b) Según el tamaño de la explotación

Como se ha mencionado anteriormente existe gran variación en el tamaño de los predios (Anexo V) y por otra parte no existen grandes propiedades en el área del Proyecto. Se tipifican aquí dos situaciones generales: la de los pequeños propietarios, representados por predios de 14 ha, que corresponden al tamaño promedio de la unidad agrícola familiar UAF en las zonas de riego actual, y la de los predios mayores, representados por unidades de 50 ha, tamaño éste que se aproxima a la superficie promedio de los predios mayores de 25 ha en las mismas zonas.

c) Según la clase de explotación

Para efectos de este análisis se consideran dos clases de explotaciones: las de las zonas de riego actual, en lo cuales se opera un mejoramiento del ingreso y de la rentabilidad merced al Proyecto, y las nuevas explotaciones, en áreas donde se introduce el riego como resultado de la ejecución del Proyecto.

En las zonas de riego actual, para efectos de comparación, se ha considerado idéntico uso de la tierra en cada explotación típica, tanto en la situación actual como en la situación futura, pero aplicando los parámetros correspondientes a cada caso. Sin embargo, en dichas zonas podrían ocurrir teóricamente transferencias de áreas, pasando de cultivos anuales a empresas de carácter permanente, como frutales, viñas o ganadería de leche, o viceversa, o bien uno de estos últimos rubros podría intercambiarse con otro de ellos. Tales cambios equiva-

len a la formación de una nueva empresa a partir de otra existente. Según el plan propuesto, los resultados finales serían los mismos que aquellos de las nuevas explotaciones en áreas de nuevo riego, pero con una mejor situación como punto de partida, por lo cual sólo se ilustra aquí la situación menos favorable, o sea la de la nueva explotación que parte del secano.

8.3 Metología y supuestos del análisis financiero

8.3.1 Generalidades

Los predios tipo seleccionados para caracterizar las situaciones anteriormente descritas se analizan más adelante, en base a la metodología y suposiciones que se detallan al presentar los diversos componentes que intervienen en los cálculos. Todos ellos se fundamentan en los conceptos y parámetros dados anteriormente en este capítulo y en el Capítulo C.

Todas las cifras se basan en precios financieros de abril de 1977, expresados en PUS$[1]. A continuación se detallan los componentes del cálculo.

8.3.2 Ingreso

Incluye todos los ingresos del predio por venta de productos. En el caso del análisis multianual en las explotaciones mixtas de frutales y cultivos anuales, el ingreso se combinó para incluir ambos rubros. En las explotaciones lecheras, el ingreso incluye las ventas de leche, de animales excedentes una vez estabilizado el rebaño, y de animales de desecho, como también el ingreso correspondiente a los cultivos de frejol y trigo de este tipo de explotaciones.

El valor de todos los productos no exportables incluye 20% de IVA.

8.3.3 Costos de producción

Los costos de producción para la situación actual y para la situación propuesta se basan en los estándares por hectárea dados en el Anexo XI para los diferentes cultivos y para la ganadería.

Los costos de producción para efectos de este análisis se han subdividido en:

- Mano de obra
- Otros insumos
- IVA
- Interés sobre costos de operación
- Gastos de administración

---

(1) PUS$: pesos expresados en dólares; véase "Notación", al principio de este tomo.

De las cifras de mano de obra total se distinguió la correspon - diente a aporte familiar, para cálculo del ingreso familiar en el caso de los predios pequeños, representados por la UAF de 14 ha. Un análisis de los requerimientos mensuales de mano de obra de los diversos predios tipo indicó que sólo en el caso de las explotaciones que incluyen frutales, el grupo familiar no puede aportar las demandas de mano de obra, requiriendo contratar un 30% de dichos requerimientos. Los cálculos correspondientes a predios de 14 ha se conforman a estos estimados.

En "otros insumos" se incluyen los costos de servicios de maquinaria, semillas, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, empaques, con - centrados, sanidad animal, inseminación y todo otro costo no especificado en los estándares del Anexo XI.

El IVA se calculó a razón del 20% del valor de los productos y de los insumos de producción, excluida la mano de obra. Se tuvo en cuenta que según las regulaciones vigentes, los productos de exportación no pagan este impuesto.

El interés sobre los costos de operación se calculó al 17% anual, según se indica en los estándares.

Los gastos de adiministración se determinaron a razón del 2% del valor bruto de la producción.

8.3.4 Costos fijos

Los costos fijos considerados en el análisis financiero de los predios tipo se refieren a:

- Operación y mantención
- Asistencia técnica
- Impuesto
- Pago de inversión agropecuaria

Los costos de operación y mantención del sistema de riego y drenaje del área se han estimado en PUS$12/ha para la situación actual en las zonas de riego y en PUS$30/ha para la situación "con Proyecto" en todas las zonas (Capítulo J).

Los costos de asistencia técnica se estimaron en US$25/ha. Estos costos se imputaron sólo a los predios mayores, representados por la unidad de 50 ha, pero no a los pequeños propietarios, representados por la UAF de 14 ha (Capítulo K).

Se aplicaron los impuestos a la renta y territorial a todos los predios, según los siguientes porcentajes legales.

- Impuesto a la renta: 10% anual sobre el 10% del avalúo fiscal
- Impuesto territorial: 2% anual sobre el avalúo fiscal

Como avalúo fiscal se tomó el calculado por la Dirección Nacional de Impuestos Internos para tierras regadas en las localidades de Nancagua y Placilla, en cuanto respecta a las zonas de riego actual, y para tierras con riego en las localidades de Lolol y Pumanque, en cuanto respecta a las áreas de nuevo riego. Para la agrupación de suelos A se tomó el avalúo de la categoría de suelos 1, para la agrupación B el avalúo de la categoría 2, y para las agrupaciones C y D el correspondiente a la categoría 3. El monto de estos avalúos se presenta en el Cuadro G-30.

Cuadro G-30: Avalúos fiscales de la Dirección Nacional de Impuestos Internos

Agrupación de suelos	Categoría de suelos	Comuna	Avalúo fiscal para riego (PUS$)
A	1	Nancagua y Placilla	1.235,7
		Lolol y Pumanque	912,0
B	2	Nancagua y Placilla	1.041,55
		Lolol y Pumanque	771,57
C y D	3	Nancagua y Placilla	615,09
		Lolol y Pumanque	453,23

Se consideraron tres clases de inversiones:

- Adecuación predial
- Establecimiento de frutales
- Inversiones pecuarias

Las inversiones en adecuación predial comprenden desmonte, nivelación, emparejamientos, construcción de regaderas, drenes y caminos internos. Según la agrupación de suelos se intensifican algunas labores, como desmonte y nivelación y por ende aumentan los costos. Los valores utilizados son los siguientes (Capítulo H).

Suelos de la Agrupación A	PUS$231 para Zonas I, II y III
	PUS$296 para Nilahue
Suelos de la Agrupación B	PUS$211
Suelos de la Agrupación C	PUS$462
Suelos de la Agrupación D	PUS$251

Se asumió que las obras prediales se ejecutan mediante un crédito a 15 años con 5 años de gracia y 8% de interés anual.

Con respecto a la inversión en frutales, se distinguió entre la inversión ya hecha en las plantaciones existentes y la inversión en nuevas plantaciones. Para la inversión en plantaciones existentes se tomó la depreciación anual durante la vida útil (35 años para el manzano), con un interés de 10% anual. Para el caso de nuevas plantaciones, la inversión total hasta el inicio de producción se consideró como un crédito a 10 años, con 4 de gracia y 10% de interés anual.

La inversión pecuaria comprende: establecimiento de pastos, construcción de cercos, instalaciones de ordeña, reparos para almacenamiento de heno, y también adquisición de vientres en el caso de nuevas explotaciones lecheras. En el caso de las zonas de riego actual para la situación presente la depreciación de las inversiones efectuadas por los agricultores se calculó según su vida útil (praderas 3 años, construcciones 20 años), con un interés de 10% anual, mientras que para las inversiones adicionales, se las supuso efectuadas mediante un préstamo a 8 años con 10% de interés anual y tres años de gracia. Estas mismas condiciones se aplicaron para las inversiones en nuevas explotaciones ganaderas.

Se estimó que las inversiones efectuadas por los agricultores en instalaciones para ordeña y almacenamiento de heno en las explotaciones existentes representan el 40% de las requeridas, ya que aún cuando existe una amplia infraestructura, su distribución, especialmente en cuanto respecta a los predios de pequeños propietarios y a los fundos redistribuidos por la reforma agraria, puede no ser adecuada.

En las áreas de nuevo riego se supuso que se requerirá efectuar el 100% de la inversión estimada, tanto en instalaciones como en adquisición de vientres.

Las instalaciones propuestas para ordeña y almacenamiento de heno son de tipo simple, ya que las condiciones climáticas no exigen a un tipo elaborado y costoso de construcciones.

Las inversiones pecuarias por hectárea se estimaron así (con 20 años de vida útil para los cercos y construcciones):

Cercos: 45 m/ha a PUS$726/km = PUS$33/ha

Henil : PUS$96,50/ha

Instalación para ordeña: PUS$518 por 20 vacas = PUS$51,8/ha

Vaquillas: PUS$270 por cabeza

Otros puntos referentes a las explotaciones ganaderas y frutícolas se detallan al tratar el correspondiente predio tipo.

8.3.6 Renta neta familiar

La renta neta familiar está dada para los predios correspondientes a una UAF de 14 ha y representa el valor bruto de la producción, deducidos los costos de operación y los costos fijos y adicionado con el valor de la mano de obra familiar.

8.4 Análisis financiero de los predios tipo

8.4.1 Observaciones generales

Para efectos del análisis financiero se supone que los rendimientos se obtienen de acuerdo al tipo de suelo, sin diferencia por el tamaño del predio y que existe disponibilidad de crédito para todas las inversiones en los términos consignados.

Los datos que se presentan corresponden a la situación actual y a la situación futura durante los primeros años de establecida la producción, es decir antes de terminarse de pagar los créditos de inversión. En dos casos complejos, donde se requiere mayor inversión y un proceso más largo de consolidación de la producción, esto es en las nuevas explotaciones que involucran frutales y ganado lechero, se presentan flujos multianuales año por año.

Debe advertirse por otra parte que los datos presentados no incluyen inversión pública ni pago de tierras.

A continuación se describe brevemente cada uno de los predios tipo.

8.4.2 Predio de frutales y cultivos anuales - Suelos medios - Agrupación A

El área de este predio tipo se compone de un 25% de frutales y un 75% de cultivos anuales. Aunque la proporción del área para frutales dentro de la agrupación A es de alrededor de una tercera parte, se prefirió tomar para el predio tipo sólo una cuarta parte en frutales, a fin de ilustrar una situación más conservadora.

Para efectos de los cálculos del área de frutales se tomaron los parámetros correspondientes al manzano, por ser el que mejor representa las zonas de riego actual, y también por que al implantarse en las nuevas áreas tiene una utilidad bruta menor que la de la uva de mesa.

Para cultivos anuales en predios de tamaño equivalente a la UAF de 14 ha, se utilizó en las zonas de riego actual la modalidad de aprovechamiento A 1, que corresponde a 25% de remolacha y 75% de maíz, mientras que para los predios de mayor tamaño, representados por la unidad de 50 ha, y para las áreas de nuevo riego, se utilizó la modalidad de aprovechamiento A 5, que corresponde a 25% de frejol y 75% de maíz. Se entiende que las áreas ocupadas por frejol y remolacha se irán rotando cada año, de tal manera que sólo en el quinto año estos cultivos vuelven a ocupar las mismas áreas.

8.4.3 Predio de arroz en rotación con trébol para ganado de engorda - Suelos pesados - Agrupación B

Este predio, que ocupa suelos pesados del Proyecto y se concentra en la Zona III, se compone de arroz en un 50% y de trébol rosado con gramíneas en el 50% restante.

A fin de aprovechar mejor la adecuación predial hecha para el arroz se propone cultivarlo durante dos períodos y al sembrar el trébol conservar el mayor número de obras prediales compatible con un drenaje adecuado del predio durante el invierno. Se propone un aprovechamiento de las praderas en pastoreo rotacional mediante cercas eléctricas, con novillos que se inician en aproximadamente un año de edad y de alrededor de 240 kg de peso, y se terminan al alcanzar los 480 a 500 kg, con edad promedio cercana a los dos años y medio.

En adición a los cercos eléctricos y a los cercos perimetrales de la propiedad se asumió que se requerirán 45 m adicionales por ha para subdivisiones internas permanentes.

Se prevé que se requerirá almacenar en forma de heno los excedentes de primavera a razón de un 40% de la producción, para suplementación invernal.

Anteriormente en este capítulo se dieron los índices de producción, y otros detalles relacionados con este tipo de ganadería.

8.4.4 Predio de ganadería de leche y rotación con frejol y trigo - Suelos livianos - Agrupación C

Este predio tipo está constituido en un 50% por praderas para ganado lechero, y en un 50% por cultivos de frejol y trigo.

Las praderas constituidas por trébol rosado se establecen en asociación con trigo, y se rompen durante el tercer año para establecer luego el frejol que constituye la cabeza de rotación.

Esta es una explotación esencialmente lechera y los cultivos de frejol y trigo la complementan. De una parte la naturaleza de los suelos propuestos para estas explotaciones no soporta un laboreo continuo y de otra parte no se quiere aumentar demasiado el área de pastos.

La capacidad final propuesta para estas explotaciones es de 2 vacas-masa por hectárea de pastos. En la Figura G-1 se ilustra como operaría esta rotación a nivel de un predio tipo del tamaño de una UAF de 14 ha. El predio, dividido en 4 potreros de igual tamaño, sigue en cada uno de ellos una rotación idéntica, pero cada potrero se encuentra en un año determinado en diferente fase dentro de su ciclo.

Aunque es el trébol de primero y segundo año el que sirve y se contabiliza como base para la provisión de forraje al ganado, la explotación cuenta como reservas adicionales con el trébol de tercer año, antes de la siembra del frejol, y con la paja de poroto después de la recolección del grano. Otra reserva de menor significancia para la alimentación del ganado está constituida por la paja de trigo.

Una explotación lechera de 14 ha del tipo ilustrado tendría en su período inicial una carga de 7 vacas-masa, con una producción de 1.400 litros anuales por vaca, mientras que en el período final contaría con 14 vacas-masa, con una producción anual de 3.000 litros cada una.

ILUSTRACION DE LA ROTACION DE CUATRO AÑOS EN PREDIOS DE 14 HECTAREAS DE GANADERIA DE LECHE FREJOL Y TRIGO

1er AÑO

* MES / POTRERO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A				TREBOL	3er AÑO (DE ROTACION ANTERIOR)						FREJOL	
B				TREBOL	2° AÑO (DE ROTACION ANTERIOR)							
C				TREBOL	1er AÑO (DE ROTACION ANTERIOR)							
D	FREJOL							TRIGO-TREBOL				

2° AÑO

* MES / POTRERO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A	FREJOL							TRIGO-TREBOL				
B				TREBOL	3er AÑO						FREJOL	
C				TREBOL	2° AÑO							
D				TREBOL	1er AÑO							

3er AÑO

* MES / POTRERO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A				TREBOL	1er AÑO							
B	FREJOL							TRIGO-TREBOL				
C				TREBOL	3er AÑO						FREJOL	
D				TREBOL	2° AÑO							

4° AÑO

* MES / POTRERO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A				TREBOL	2° AÑO							
B				TREBOL	1er AÑO							
C	FREJOL							TRIGO-TREBOL				
D				TREBOL	3er AÑO						FREJOL	

* SUPERFICIE DE LOS POTREROS 3.5 Ha

En el caso de las explotaciones lecheras que se establezcan como nuevas empresas, se asume que se partirá con la adquisición de vaquillas gestadas en número equivalente a 50% de la carga final y que se incrementará gradualmente el rebaño durante 8 a 9 años. Se asume igualmente en este caso que durante el primer año se establecerá un 60% del área total de pastos, y 20% durante cada uno de los años tercero y cuarto. La adquisición del ganado se hará durante el segundo año de iniciada la explotación, lo mismo que 70% de la inversión en instalaciones de ordeña, las cuales se ampliarán en el año quinto.

8.4.5 Predio de monocultivo de arroz - Suelos pesados con drenaje impedido - Agrupación D

Este predio tipo, propuesto para áreas localizadas conforme se señaló en el Capítulo C, aprovecha suelos pesados con serios problemas de drenaje, cuya habilitación para otros cultivos que no sean arroz sería difícil y costosa. En el caso del área propuesta para el monocultivo de arroz en la Zona de Nilahue, el duripán cementado subyacente es prácticamente imposible de romper. De otra parte, las cifras del análisis financiero muestran que el monocultivo del arroz, a pesar de implicar en el plan propuesto mayores costos y menores rendimientos que el arroz en rotación con pastos para ganado de engorda, resulta sin embargo, más rentable que esta última combinación, en razón del menor retorno económico de la engorda.

Los suelos propuestos para el monocultivo de arroz se encuentran ubicados en grandes bloques que resultan propicios para una adecuación predial, distribución de agua y control fitosanitario acordes con las modalidades requeridas para este cultivo. El manejo adecuado de los suelos y el mantenerlos secos durante el período de descanso de cada año deben prevenir su degradación.

8.4.6 Resultados

En los Cuadros G-31, G-32 y G-34 se presentan las cifras del análisas financiero efectuado según los parámetros antes indicados para los predios tipo de una UAF de 14 ha, que representan a los productores con unidades de producción de hasta 25 ha. Estos productores constituyen las tres cuartas partes del total excluyendo predios menores de 2 ha físicas y ocupan un 45% del área total del Proyecto.

Para nuevas explotaciones de frutales y ganadería de leche se presenta el flujo año por año para el período de consolidación de la producción de estas inversiones de tardío rendimiento (Cuadros G-32 y G-33).

En el Cuadro G-34 se presentan los datos del análisis financiero para los predios de tamaño superior a 25 ha, representados por unidades de 50 ha, que constituirían entonces un 25% de los productores y un 55% del área.

De las cifras del análisis financiero puede deducirse en términos generales que:

Cuadro G-31: Análisis financiero de predios tipo de 14 ha en áreas de riego actual y nuevo riego (PUS$, valores financieros)

Rubro	Riego Actual						Nuevo riego(1)
	Predio A		Predio B		Predio C		Predio D
	Situación actual	Situación futura	Situación actual	Situación futura	Situación actual	Situación futura	Situación futura(2)
Ingreso							
- Frutales	6.696	11.407	-	-	-	-	-
- Cultivos anuales	9.468	14.403	-	-	-	6.276	-
- Ganadería de leche	-	-	-	-	5.096	10.164	-
- Ganadería de carne	-	-	2.499	4.116	-	-	-
- Arroz	-	-	8.519	12.334	-	-	22.428
Total	16.164	25.810	11.018	16.450	5.096	16.440	22.428
Costos de producción							
- Mano de obra	3.214	2.221	889	735	742	1.646	504
- Otros insumos	7.526	10.022	3.472	5.047	1.134	5.309	8.806
- IVA	959	2.610	1.169	1.750	658	1.862	2.282
- Interés operacional	644	676	721	1.106	-	141	392
- Gastos de administración	323	516	220	329	102	329	449
Total costos de producción	12.666	15.524	6.471	8.967	2.636	9.297	12.433
Renta bruta	3.498	10.281	4.547	7.483	2.460	7.143	9.925
Costos fijos							
- Operación - mantención	168	420	168	420	168	420	420
- Asistencia técnica	-	-	-	-	-	-	350
- Impuestos	519	519	438	438	258	258	190
- Pago inversión agropecuaria	715	1.960	321	782	-	1.249	411
Total costos fijos	1.402	2.899	927	1.640	426	1.927	1.371
Renta neta	2.096	7.382	3.620	5.843	2.034	5.216	8.624
Aporte mano de obra familiar	2.250	1.658	889	735	742	1.056	-
Renta neta familiar	4.346	9.040	4.509	6.578	2.776	6.872	8.624

(1) Un análisis multianual detallado para predios de frutales y cultivos anuales (suelos A) y de ganadería de leche (suelos C) en áreas de nuevo riego se presenta en los Cuadros G-32 y G-33 respectivamente.

(2) Para los predios en áreas de nuevo riego no se presenta la situación actual por no existir actualmente predios de características comparables a los propuestos.

Cuadro G-32: Análisis financiero multianual de un predio tipo de 14 ha de frutales y cultivos anuales en suelos A, en áreas de nuevo riego (PUS$, valores financieros)

R u b r o	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 15
Ingresos	9.014	10.412	11.505	12.477	13.350	12.985	14.081	15.739	17.968	20.212	22.259	26.888
Egresos												
- Costos de producción	6.986	7.426	7.673	8.050	8.298	8.210	8.957	10.078	11.540	12.572	13.519	15.814
- Costos fijos (sin inversión agrícola)	803	803	803	803	803	803	803	803	803	803	803	803
Subtotal	7.789	8.229	8.476	8.853	9.101	9.013	9.760	10.881	12.343	13.375	14.322	16.617
Mano de obra familiar	1.253	1.063	861	706	564	612	709	854	1.032	1.083	1.130	1.250
Inversiones en frutales	315	428	585	698	1.415	1.685	763	429	-	-	-	-
Adecuación predial	4.144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo neto familiar antes del crédito de inversión	-1.981	2.818	3.305	3.632	3.398	2.899	4.267	5.283	6.657	7.920	9.067	11.521
Crédito de inversión	4.459	428	585	698	1.415	1.685	763	429	-	-	-	-
Recuperación del crédito	445	488	547	616	799	1.093	1.245	1.378	1.562	1.780	1.879	1.145
Renta neta familiar después del pago del crédito de inversión	2.033	2.758	3.343	3.714	4.014	3.491	3.785	4.334	5.095	6.140	7.188	10.376

Cuadro G-33: Análisis financiero multianual de un predio tipo de 14 ha de ganadería de leche en suelos C, en áreas de nuevo riego
(PUS$ valores financieros)

R u b r o	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ingresos	8.506	10.161	10.818	10.122	11.642	14.147	14.563	15.837	16.345	16.056	16.345
Egresos											
- Costos de producción	6.892	7.025	7.503	7.298	7.610	8.555	9.983	9.790	9.858	9.682	9.858
- Costos fijos (sin inversión pecuaria)	609	609	609	609	609	609	609	609	609	609	609
Subtotal	7.501	7.634	8.112	7.907	8.219	9.164	9.592	10.399	10.467	10.291	10.467
Mano de obra familiar	968	1.336	1.386	1.361	1.386	1.543	1.657	1.765	1.826	1.826	1.826
Inversiones en ganado	-	1.890	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adecuación predial	6.468	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras inversiones pecuarias	268	255	433	95	594	-	-	-	-	-	-
Flujo neto familiar antes del crédito de inversión	-4.781	1.718	3.659	3.481	4.215	6.526	6.628	7.203	7.704	7.591	7.704
Crédito de inversión	6.754	2.145	433	95	594	-	-	-	-	-	-
Recuperación del crédito	546	760	804	860	1.271	1.581	1.597	1.694	1.619	1.053	939
Renta neta familiar después del pago del crédito de inversión	1.427	3.103	3.288	2.716	3.538	4.945	5.031	5.509	6.085	6.538	6.765

Cuadro G-34: Análisis financiero de predios tipo de 50 ha en áreas de riego actual y nuevo riego (PUS$, valores financieros)

Rubro	Areas de riego actual						Areas de nuevo riego (1)		
	Predio A		Predio B		Predio C		Predio A	Predio C	Predio D
	Situación actual	Situación futura	Situación actual	Situación futura	Situación actual	Situación futura	Situación futura	Situación futura	Situación futura
Ingreso									
- Frutales	23.913	40.738	-	-	-	-	41.878	-	-
- Cultivos anuales	45.182	51.419	-	-	-	22.405	54.150	22.413	-
- Ganadería de leche	-	-	-	-	18.193	36.285	-	27.000	-
- Ganadería de carne	-	-	8.921	14.694	-	-	-	8.963	-
- Arroz	-	-	30.413	44.032	-	-	-	-	80.100
Total	69.095	92.157	39.334	58.726	18.193	58.690	96.028	58.376	80.100
Costos de producción									
- Mano de obra	13.873	7.928	3.173	2.624	2.649	5.912	6.379	6.521	1.800
- Otros insumos	31.595	35.784	12.395	18.018	4.048	18.953	35.850	20.745	31.450
- IVA	4.551	9.319	4.174	6.247	2.349	6.648	9.744	6.272	8.150
- Interés operacional	2.459	2.413	2.574	3.949	-	503	2.584	501	1.400
- Gastos de administración	1.382	1.843	787	1.175	364	1.175	1.921	1.168	1.602
Total costos de producción	53.860	55.444	23.103	32.013	9.410	3.391	56.478	35.207	44.402
Renta bruta	15.235	36.713	16.231	26.713	8.783	25.499	39.550	23.169	35.698
Costos fijos									
- Operación - mantención	600	1.500	600	1.500	600	1.500	1.500	1.500	1.500
- Asistencia Técnica	-	1.250	-	1.250	-	1.250	1.250	1.250	1.250
- Impuestos	1.853	1.853	1.761	1.761	923	923	1.368	675	680
- Pago de inversión agropecuaria	2.555	7.000	1.190	2.791	428	3.773	4.090	3.761	1.468
Total costos fijos	5.008	11.603	3.551	7.302	1.951	7.446	8.208	7.186	4.898
Renta neta	10.227	25.110	12.680	19.411	6.832	18.053	31.342	15.983	30.800
Aporte mano de obra familiar	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Renta neta familiar	10.227	25.110	12.680	19.411	6.832	18.053	31.342	15.983	30.800

(1) Para los predios en áreas de nuevo riego no se presenta la situación actual por no existir actualmente predios de características comparables a los propuestos.

- El Proyecto tiene una alta incidencia sobre el incremento de ingreso de los productores, aunque la magnitud del aumento difiere entre las diversas empresas, en función del tipo de suelos.

- Los productores están en capacidad de cubrir los créditos de inversión agropecuaria, pero no pueden prescindir de ellos cuando se trata de empresas como implantación de frutales e iniciación de ganadería de leche.

- Después de cubiertos los costos fijos y las inversiones agropecuarias, los agricultores retienen cierta capacidad de pago para las inversiones públicas. Esta capacidad no debe, sin embargo, ocuparse para este último propósito en una cuantía que pueda llegar a desestimular al productor.

Capítulo H

ADECUACION PREDIAL

I N D I C E

		Página
1.	INTRODUCCION	1
1.1	Eficiencia actual de riego y sus consecuencias	1
1.2	Medidas propuestas para mejorar la eficiencia del riego	1
2.	SISTEMAS ACTUALES DE RIEGO	2
2.1	Características generales	2
2.2	Descripción de los métodos actuales de riego	4
2.3	Drenaje existente	5
3.	METODOS DE RIEGO PROPUESTOS	6
3.1	Selección de los métodos	6
3.2	Riego por surcos	6
3.3	Riego por bordos	7
3.4	Riego por platabandas e inundación	9
4.	ADECUACION DE TIERRAS A NIVEL PREDIAL	11
4.1	Introducción	11
4.2	Actividades consideradas	12
4.3	Descripción de los trabajos previstos	12
4.4	Descripción de las obras y estructuras previas	15
5.	COSTOS DEL PROGRAMA DE ADECUACION PREDIAL	19
5.1	Metodología	19
5.2	Costos Unitarios	19
5.3	Predios tipo	22
5.4	Costos típicos por hectárea	26
5.5	Costos totales por zona	31
	REFERENCIAS	35

C U A D R O S

		Página
H-1	Costos unitarios de la maquinaria e implementos para el programa de adecuación de tierras	20
H-2	Costo unitario de los trabajos previstos en el programa de adecuación predial	21
H-3	Costo unitario de las estructuras previstas	22
H-4	Localización y características principales de los predios tipo	23
H-5	Resumen de alternativas de adecuación de los predios tipo	25
H-6	Costos típicos por hectárea de nivelación y emparejamiento	27
H-7	Costos típicos por hectárea de construcción de acequias y desagues	28
H-8	Costos típicos por hectárea de los trabajos de topografía	29
H-9	Costos típicos por hectárea de las estructuras e implementos	30
H-10	Costos típicos totales por hectárea de adecuación de tierras, por agrupaciones de suelos	31
H-11	Zona I - Costos totales del programa de adecuación predial	32
H-12	Zona II - Costos totales del programa de adecuación predial	32
H-13	Zona III - Costos totales del programa de adecuación predial	33
H-14	Zona Nilahue - Costos totales del programa de adecuación predial	33

H. RIEGO Y ADECUACION PREDIAL

1. INTRODUCCION

1.1 Eficiencia actual del riego y sus consecuencias

Como se señalara en el Capítulo D, la baja eficiencia de aplicación del riego a nivel predial, no sólo constituye uno de los factores que en la actualidad limitan los rendimientos de la agricultura en el área del proyecto, sino que también restringirá en el futuro la incorporación al proyecto de nuevas áreas bajo riego, a menos que se tomen las medidas necesarias para mejorar la eficiencia del riego hasta alcanzar valores razonables.

No es factible establecer un valor promedio de las eficiencias actuales a nivel predial en las zonas bajo riego, debido a la amplia variación de circunstancias en que se hace el regadío. Con base en observaciones en el terreno, sólo es posible afirmar que las eficiencias son bajas (probablemente del 25% o menos) cuando hay suficiente agua en los canales, aumentando ligeramente cuando hay escasez de agua.

Con el modelo de desarrollo en etapas previsto para el proyecto, es razonable suponer un proceso de mejoramiento gradual de las eficiencias medias de riego a nivel predial, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para ello. La eficiencia media de 55% prevista para el proyecto en su etapa final es comparable a la que se ha logrado en otros proyectos con similares condiciones en otros países. No obstante, el incremento de las eficiencias constituirá un proceso lento, complejo y costoso que supondrá no sólo la preparación de tierras en una vasta área como la del proyecto, sino también el cambio de las costumbres tradicionales para ejecutar el regadío, especialmente en las zonas actualmente desarrolladas. Por estas razones, se ha propuesto una eficiencia más baja, de sólo 50%, para la Etapa I del desarrollo.

El aumento en las eficiencias medias a nivel predial revestirá especial importancia en las zonas actualmente bajo riego, donde será necesario no sólo cambiar la mentalidad de los regantes que ya tienen hábitos adquiridos, sino también hacer inversiones en trabajos de adecuación de tierras, cuya justificación puede no ser tan obvia para los propietarios y campesinos debido a que ya existe una infraestructura de riego. En las zonas nuevas en cambio, la inexistencia de obras de riego hará más fácil la introducción y aceptación de la tecnología necesaria para lograr las eficiencias propuestas en este estudio, a través de los programas de capacitación y extensión y otras medidas indicadas en el desarrollo de este proyecto.

1.2 Medidas propuestas para mejorar la eficiencia del riego

Para alcanzar los niveles de eficiencia previstos se han considerado cuatro tipos de medidas:

a) Construcción de obras adecuadas de control y medida y en especial de tranques nocturnos para acumular el agua que corre por los canales durante las noches (Capítulo J).

b) Mejoramiento de las técnicas de regadío. En las secciones siguientes de este capítulo se describen los métodos actualmente aplicados y se proponen métodos mejorados, cuya adopción por parte de los agricultores deberá ser inducida a través de un sistema eficiente de asistencia técnica.

c) Mejoramiento predial. La aplicación correcta de las técnicas de riego recomendadas sólo podrá hacerse si los predios son preparados en forma adecuada. Las prácticas de mejoramiento propuestas y su costo estimado se detallan en las secciones 4 y 5 de este capítulo.

d) Medidas de orden organizacional y administrativo, destinadas a promover el ahorro de agua por parte de los regantes. Estas medidas pueden resumirse así:

- Efectuar una nueva asignación de Derechos de Aguas sobre la base de las tasas de riego de las rotaciones de cultivos previstas teniendo en cuenta, también, las aptitudes de los suelos. De esta manera, se podrá asegurar a cada agricultor el suministro del agua necesaria para el crecimiento de los cultivos según el plan propuesto.
- Entregar en las cabeceras de los canales, las tasas de riego ponderadas correspondientes a las áreas servidas por cada canal, con el objeto de definir un límite superior a la disponibilidad del recurso hídrico que obligue a cada regante, o asociación de regantes, a utilizar mejor el agua disponible.
- Implantar un programa efectivo de asistencia técnica, que permita al regante entender y aplicar los principios básicos de cada método de riego para obtener mejores eficiencias a nivel predial.
- Abrir líneas de crédito o ampliar las existentes, para adecuar los predios mediante el emparejamiento y nivelación de los paños, la construcción adecuada de acequias, desagües, estructuras, etc.

En el Capítulo K se trata estos cuatro puntos con mayor detalle.

2. SISTEMAS ACTUALES DE RIEGO

2.1 Características generales

La mayor parte del área actualmente bajo canal se riega por tendido (inundación sin control), método que se aplica principalmente para el riego de empastadas y cereales. Los frutales y viñas así como los cultivos en hilera se riegan de preferencia por surcos o simples corrugaciones, aún cuando en una parte del área ocupada por estos cultivos se aplica también el riego por tendido. En el caso del arroz se utiliza exclusivamente el riego por inundación controlada.

Independientemente del método utilizado, el riego en el área del proyecto presenta las siguientes características generales:

a) Paños de riego con irregularidades pronunciadas en el relieve del terreno, tales como montículos y depresiones naturales que no se han removido o alisado, debido a que prácticamente no se ha hecho ninguna clase de nivelación o emparejamiento. La disparidad observada en el humedecimiento del perfil del suelo obedece en gran parte a esta situación.

b) Acequias regadoras con bordos sin suficiente altura o "dominio" sobre el nivel del terreno (bordos de 5 a 10 cm en promedio), ni suficiente sección transversal como para transportar los caudales adecuados para que el regante inunde el paño en el menor tiempo posible.

c) Acequias regadoras con pendientes longitudinales excesivas (mayores del 0,3%) sin estructuras de control, lo cual causa erosión y dificulta el vertimiento del agua a los paños de riego.

d) Falta de control por la ausencia del regante durante la aplicación del riego, aún con los turnos diurnos, lo cual incrementa aún más las desigualdades en el humedecimiento del perfil del suelo y, por ende, las pérdidas por escorrentía y percolación profunda.

e) A pesar de que los regantes exhiben un buen nivel en el manejo hidráulico del agua de regadío, existe en realidad poco conocimiento de los principios elementales de la aplicación del riego por gravedad ya que no utilizan el criterio de la reducción del caudal de cada surco o paño después de que el frente húmedo llega al extremo inferior. Tampoco vierten los caudales apropiados para limitar el proceso erosivo, ni manejan los escurrimientos adecuados como para obtener eficiencias aceptables. Incluso cuando manejan el riego con mayor cuidado, en la época de escasez de agua en los canales, si bien logran reducir los escurrimientos al mínimo, en cambio no mojan sino los diez o veinte centímetros iniciales del perfil del suelo.

f) Existe una marcada tendencia a regar únicamente durante el día. El riego nocturno es poco frecuente y sólo se utiliza en casos extremos de escasez de agua y ocasionalmente para el riego de pre-siembra de los cultivos en hilera y el riego de las empastadas. El riego nocturno, cuando se practica, se caracteriza por presentar eficiencias aún menores que las resultantes del riego diurno, debido a que se ejecuta sin la presencia del regante quien se limita a organizar los tacos y entregas de agua en las acequias sin ningún control posterior. Con mucha frecuencia se originan"golpes de agua" que se producen cuando los regantes, aguas arriba, dejan de utilizar el agua, la cual se vierte súbitamente en los paños donde aún se está regando.

2.2 Descripción de los métodos actuales de riego [1]

2.2.1 Riego por tendido

Se estima que alrededor del 80% del área que se cultiva actualmente bajo riego permanente o eventual, se riega por tendido o inundación sin control y aunque los principales cultivos que se riegan de ese modo son las empastadas y cereales (trigo, cebada, avena forrajera), el riego por tendido se utiliza también para frutales, viñas y cultivos en hilera, tales como maíz, frejol, maravilla, etc.

En la mayoría de los casos la aplicación del riego es muy simple: se hace por medio de acequias espaciadas unos 20 a 30 m entre sí y localizadas generalmente a lo largo de las zonas más elevadas de los predios. Desde esas acequias, que se "traban" o tapan con tacos de tierra o sacos, se vierte el agua a los paños, conduciéndola con ayuda de "guías" o canales pequeños, cuya finalidad es hacer que el agua alcance a llegar a todo el lote.

El hecho de que el riego por tendido se haga sin control en terrenos con poca o ninguna adecuación, lleva a desperdiciar el agua y a distribuirla en forma inadecuada, defectos éstos que son inherentes al sistema mismo. Además, en el área del proyecto se riega por tendido con una gama muy amplia de situaciones: con mucho o poco caudal, en suelos arenosos, francos y arcillosos, inundando lo más completamente posible cada paño para pasar posteriormente al siguiente.

2.2.2 Riego por surcos y corrugaciones

Los surcos o corrugaciones se utilizan para regar sólo una pequeña parte del área actualmente bajo riego, principalmente en frutales, viñas y cultivos en hilera. En la mayoría de los casos los surcos son en realidad simples corrugaciones que se trazan con surcador tirado por caballo en dirección a la mayor pendiente del lote y que, por lo común, no tienen la capacidad para encauzar los caudales de riego que se aplican. Debido a ello, el agua se desborda fácilmente formando charcos que dan la impresión de que las siembras se están regando por tendido, sobre todo en los cultivos en hilera.

En los viñedos se usa un solo surco entre las hileras de parras, en tanto que para los manzanos y duraznos se usan uno o dos surcos entre las hileras de árboles, dependiendo del estado del huerto. En los limonares se usan surcos a cada lado de las filas de árboles, pero con los mismos problemas de los surcos para cultivos en hilera.

En el caso de las papas los surcos se hacen "taqueados", o bien se disponen en zig-zag, al parecer con el objeto de lograr una mejor penetración del agua, pero sin que esta práctica guarde relación con la

---

(1) La descripción de los métodos de riego actualmente en uso en el área del proyecto corresponde a las prácticas observadas durante la temporada de riego de 1976 - 1977.

pendiente o con la textura del suelo, ya que este método se usa por igual en todos los predios del proyecto donde se siembra papas. Esta modalidad de riego parece ser común para el cultivo de la papa en gran parte del país.

Los riegos de frejol y remolacha azucarera observados en el área del Proyecto se hacen en general de igual manera y con resultados semejantes a los descritos anteriormente.

Las prácticas del riego por surcos presentan las siguientes características:

a) Empleo de caudales de riego excesivos para la capacidad de los surcos (corrugaciones) normales, lo cual resulta en encharcamientos y/o erosión. Esta última se pudo observar fácilmente en la mayoría de los paños con pendientes mayores de 1,0%.

b) Tiempos de riego normalmente muy cortos como para humedecer completamente la zona de raíces del cultivo. En las visitas a terreno se pudo determinar, que independientemente de la clase de cultivos, sólo los primeros 10 a 20 cm quedaban húmedos después de la aplicación del riego.

2.2.3 Riego por inundación controlada

En el área del proyecto el arroz es el único cultivo que se riega por inundación controlada, utilizando el método de bordos o pretiles en curvas de nivel, por lo general, en suelos arcillosos. La práctica consiste en inundar las platabandas conformadas por los pretiles que se construyen a lo largo de las curvas de nivel de los paños, y que confinan el agua vertida al cultivo. El método de riego observado en la mayoría de los casos consistió en la inundación sucesiva de las platabandas (paddies), empezando desde las más cercanas a la acequia, hasta terminar en las más alejadas.

2.3 Drenaje existente

No hay mayores problemas de drenaje a nivel predial, debido en parte, al grado de uniformidad de las pendientes y a las excelentes condiciones de drenaje interno de los suelos.

El sistema de drenaje parcelario, en las zonas actualmente bajo riego, está constituido por cauces naturales menores y, sobre todo, por la actual red de canales de riego, que operan como drenajes en los tramos situados por debajo del nivel de los predios adyacentes, donde se recolectan los escurrimientos provenientes del riego y de las lluvias. En Nilahue y Alcones, se nota la existencia de una red densa y bastante desarrollada de cauces naturales, a los cuales se pueden verter fácilmente los excesos de escorrentía, sin ejecutar mayores obras de construcción (Capítulo E).

3. METODOS DE RIEGO PROPUESTOS

3.1 Selección de los métodos

En líneas generales, se recomienda el riego por surcos para los frutales y cultivos anuales en hilera. Se recomienda, asimismo, eliminar el riego por tendido para los cereales y empastadas, haciéndolo por bordos longitudinales, en contorno, o bien por platabandas de inundación o "pretiles". Este último método se recomienda también para el riego del arroz.

3.2 Riego por surcos

El riego por surcos se recomienda para los huertos de frutales y cultivos anuales en hilera, a los cuales se destinarán los mejores suelos del proyecto. Estos surcos se podrán hacer en forma de V con surcadores apropiados, acoplados a un tractor agrícola. Los surcos tendrán entre 20 y 30 cm de profundidad por 25 a 30 cm de ancho en su parte superior. Para los predios de frutales cuyas pendientes varíen entre 0,1 y 0,5%, se recomienda usar surcos anchos, en forma de U, de 15 a 25 cm de profundidad por 50 a 60 cm de ancho, especialmente en los suelos de texturas francas.

En general, los surcos se plantean para regar terrenos con pendientes variables entre 0,5% (los surcos más profundos) y 1,5%, para lo cual se trazarán siguiendo la pendiente general de los paños de riego terminados, o en diagonal con el objeto de mantener dichos límites. En los terrenos cuya pendiente sea mayor del 1,5% y hasta 5,0%, los surcos se trazarán siguiendo las curvas de nivel, o bien el riego de los cultivos en hilera se podrá hacer por corrugaciones con caudales muy reducidos (0,6 lt/seg como máximo). Estas corrugaciones son, en esencia, surcos pequeños de forma en V o en U de 7 a 10 cm de profundidad, que se espacian entre 40 y 70 cm entre ejes y que se trazan en el sentido de la pendiente, o en diagonal para reducir los procesos de erosión, sobre todo en los suelos de texturas arenosas.

En los pocos terrenos con pendientes superiores al 5,0%, los surcos se deberán trazar siempre siguiendo las curvas de nivel.

Para esta etapa del Proyecto, aún no es posible hacer recomendaciones cuantitativas que se adapten a las diversas características de suelos y pendientes típicas del área. Los factores de diseño y ejecución del riego necesarios para obtener eficiencias prediales del 50 y 55% tendrán que definirse durante la etapa de desarrollo del Proyecto, lo que exigirá una serie considerable de ensayos de campo para evaluar las relaciones caudal-pendiente-tiempo de riego-longitud de surco. No obstante, es posible hacer ciertas recomendaciones que servirán de base posteriormente para el diseño. Estas recomendaciones, aunque sencillas en sí, implicarán ciertos cambios en la mentalidad de los regantes, cambios que no deberán ofrecer mayores dificultades para ponerlos en práctica, siempre y cuando se cuente con un programa de persuasión y demostración que evidencie su conveniencia. Dichas recomendaciones son las siguientes:

- Fijar caudales en las acequias de riego de 40 a 50 lt/seg por cada regante para el manejo apropiado del riego

- Utilizar sifones o salidas en tubos de plástico o de madera para verter el agua de las acequias a los surcos, ya sea directamente o por medio de una platabanda aquietadora. Los sifones tienen la ventaja de ser portátiles, mientras que las salidas son permanentes. La plataforma aquietadora se deberá utilizar siempre que la entrega a los surcos se haga por salidas o a golpe de pala, práctica última que deberá desaparecer gradualmente. Se estima que pasar de la entrega a golpe de pala a la entrega por sifones o salidas no debe constituir un problema muy complicado en la zona del Proyecto.

- Tratar de operar caudales no erosivos, que alcancen el final del surco entre la cuarta parte y el total del tiempo necesario para que la lámina neta de riego se infiltre en la zona de raíces, aún permitiendo escurrimientos hasta del 40% del caudal de entrada. Los caudales máximos no erosivos podrán calcularse según la expresión:

$$Q = \frac{0,60}{S}$$

donde: Q = litros por segundo en cada surco

S = pendiente longitudinal al surco, en porcentaje.

- Implantar categóricamente la práctica de reducir el caudal en cada surco una vez que el frente húmedo haya llegado al final del paño de riego, ya sea reduciendo el número de sifones en cada surco u obturándolos parcialmente. Cuando la entrega se haga a golpe de pala, se deberá obturar la abertura que se haga en el bordo de la platabanda aquietadora con piedras o pedazos de madera.

- Instruir al regante para que permanezca en el campo cuando se esté haciendo el riego, de manera que se cumpla el horario que indique el personal de Extensión Agrícola en base a las características de infiltración de los suelos.

3.3 Riego por bordos

El riego por bordos (pretiles) se recomienda en reemplazo del riego por tendido para los cultivos permanentes de alfalfa y empastadas y para los cereales que se han previsto en los suelos de texturas gruesas del Proyecto.

Los bordos longitudinales se recomiendan para regar terrenos con pendientes hasta del 0,7% para alfalfa, y 1,0% para las empastadas y cereales que desarrollen una buena cobertura vegetal, capaz de controlar la erosión causada por el caudal de riego. Para pendientes mayores, se recurrirá al riego por bordos o platabandas de inundación en curvas de

nivel, método que se usa en la actualidad para regar el arroz. Los bordos se trazarán en el sentido de la pendiente, o en diagonal, con el objeto de mantener los límites permisibles de desnivel.

Es conveniente mencionar la dificultad inherente al riego por bordos en los suelos de textura gruesa para obtener las eficiencias propuestas de 50% y 55%, sobre todo en cultivos de raíces superficiales, tales como los cereales. Sin embargo, en esta etapa del Proyecto y para estos suelos, es prematuro hacer recomendaciones cuantitativas sobre caudales y tiempos de riego de cada platabanda con el objeto de lograr eficiencias aceptables. Los ensayos de infiltración de estos suelos indican una relación de 1,5 a 2,2 entre la tasa de infiltración media y la tasa de infiltración básica (1,90 en promedio), con lo cual es lógico esperar resultados aceptables de las eficiencias si se trazan platabandas de longitudes cortas y se aplica el riego en poco tiempo para evitar las pérdidas por percolación profunda. Por ejemplo para el riego de alfalfa y tréboles, cuyas láminas brutas varían entre 80 y 170 mm, el tiempo de aplicación del caudal no erosivo a cada platabanda deberá variar entre 1,5 y 2,5 horas. En estas condiciones las longitudes de las platabandas deberán variar entre 60 y 80 m.

Para las pendientes mayores del 1,0% se recurrirá al riego por bordos o pretiles en curvas de nivel (contorno), método que se usa tradicionalmente en el área del Proyecto para el riego del arroz. La diferencia estriba en que el riego del arroz exige la inundación permanente del cultivo, mientras que en el riego de cereales y pastos la inundación no deberá sobrepasar de 2 a 4 horas para estos suelos de texturas gruesas. De todas maneras, tanto en los suelos con pendientes moderadas como en aquellos con pendientes más pronunciadas y texturas arenosas, se hará necesario observar lo más rigorosamente posible las recomendaciones sobre longitudes y anchos máximos entre los bordos, así como sobre caudales permisibles de riego, recomendaciones que deberán formularse definitivamente en la etapa de desarrollo del Proyecto.

En los suelos francos que se siembran con cereales se recomienda la práctica de hacer corrugaciones entre los bordos y platabandas en contorno, con el objeto de poder regar los cultivos durante las primeras fases de su desarrollo y facilitar el avance del agua posteriormente una vez que el cultivo se haya arraigado y exista un buen grado de cobertura vegetal.

A continuación se presentan algunos criterios de carácter general que se deberán aplicar para la correcta ejecución del riego por bordos:

a) El caudal máximo no erosivo que se aplicará en cada platabanda resultará de la expresión:

$$Q = 5{,}58\ I^{-\ 0{,}75}$$

donde: Q = caudal unitario en lt/seg por metro de ancho de platabandas

I = pendiente longitudinal de la platabanda, expresada en porcentaje.

Para las empastadas y cereales que desarrollen una buena cobertura vegetal, los caudales calculados por medio de la expresión anterior podrán aumentarse al doble.

b) El caudal que se entregue a cada platabanda deberá ser mucho mayor que el equivalente a la tasa de infiltración del suelo, con el objeto de que el frente húmedo llegue al final de la platabanda en el menor tiempo posible. No obstante, el caudal deberá ser menor que el definido por la fórmula del punto anterior.

c) El volumen de agua que se entregue en la cabecera de la faja debe inundarla con una lámina igual a la bruta de riego.

d) El caudal aplicado y la longitud de cada platabanda deberán definirse de tal manera que el tiempo durante el cual se esté vertiendo el agua en la cabecera del bordo sea igual al necesario para que el suelo absorba la lámina neta de riego. Además, el tiempo de absorción de agua que tenga el extremo inferior del bordo también deberá ser igual al necesario para que infiltre la lámina neta de riego.

e) Se deberá promover la práctica de reducir el caudal de riego a la mitad o a sus dos terceras partes una vez que el frente húmedo haya recorrido entre el 75 y 80% de la longitud total de la platabanda.

f) El tiempo más largo en que permanezca el agua en cualquier porción de la platabanda no deberá producir percolaciones profundas mayores del 40% del volumen de entrega.

g) La entrega y control del agua desde las acequias a los paños de riego se deberá hacer por medio de estructuras o implementos especiales de fabricación sencilla.

3.4 Riego por platabandas e inundación

Este método se recomienda para el riego de arroz y pastos que se han previsto en los suelos arcillosos del Proyecto. El diseño de estos sistemas se basa en los mismos principios enumerados en el acápite anterior, para los pretiles en curvas de nivel, con la diferencia impuesta por el carácter arcilloso de los suelos, que permitirá mayor flexibilidad en la planificación de los paños de riego así como mejores eficiencias.

El suministro del agua para el riego del arroz se hará en forma continua mientras que para las empastadas la entrega será intermitente, limitando la inundación a un máximo de 24 horas.

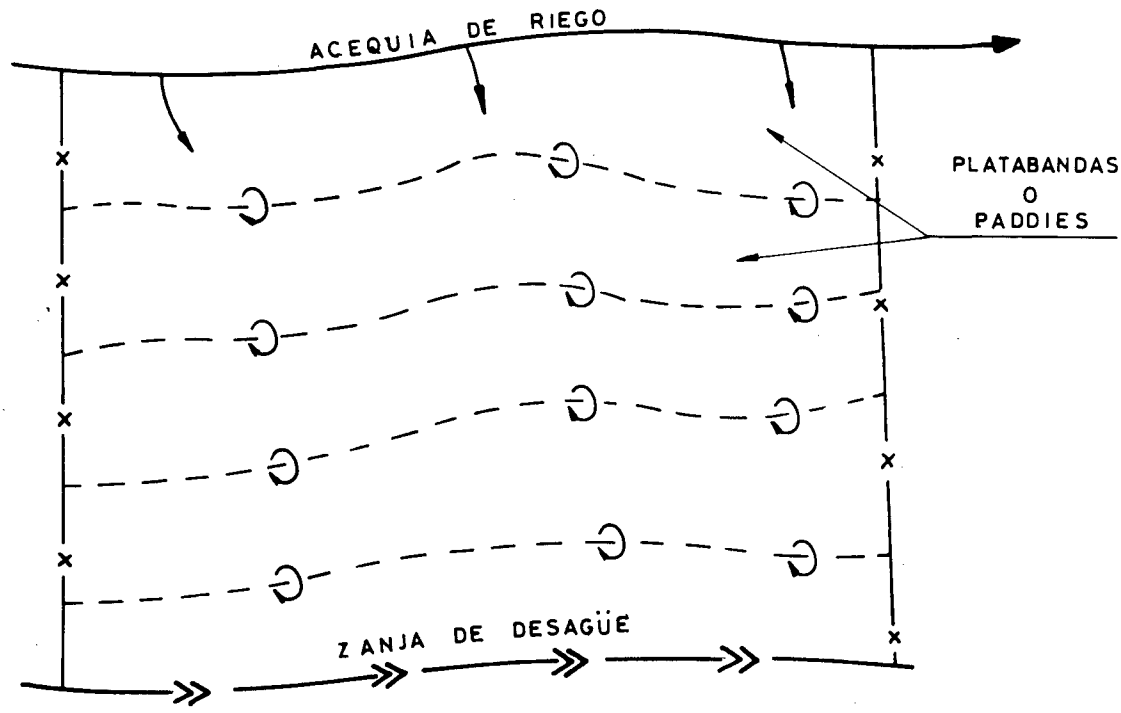
La entrega del agua al cultivo se podrá hacer de dos maneras (figura H-1).

a) Siguiendo el método tradicional, con una acequia regadora en la cabecera del paño, la cual vierte el agua en una platabanda (paddy) superior, desde donde pasa sucesivamente a las inferiores adyacentes.

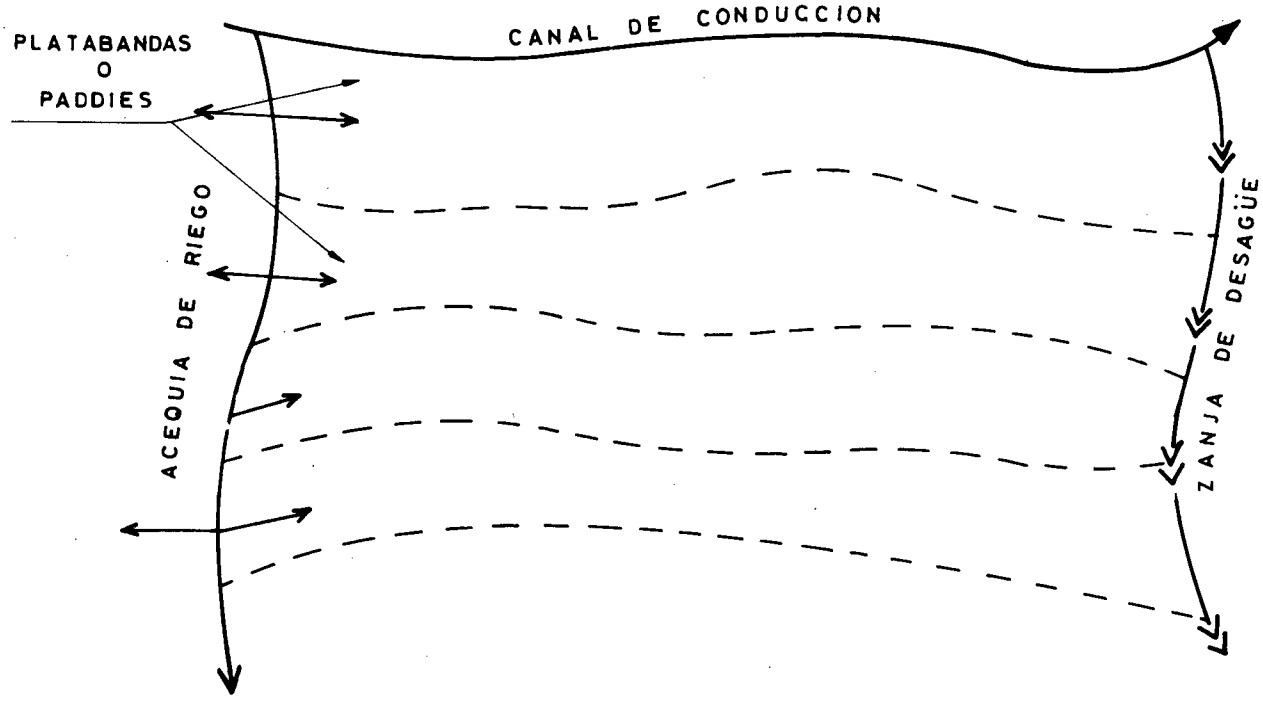
b) Conectando cada platabanda (paddy) directamente con una acequia regadora y con un desagüe predial.

El primer sistema se puede usar con ventaja para terrenos de pendientes moderadas (1% y mayores), mientras que el segundo sólo debe usarse para terrenos planos, con pendientes menores del 0,8%.

ALTERNATIVAS DE ENTREGA DEL AGUA A LOS CULTIVOS DE ARROZ



METODO TRADICIONAL : Inundación de Platabandas sucesivas desde la mas alta a la mas baja.



CONEXION DIRECTA : Todas las Platabandas con acequia de riego.

4. ADECUACION DE TIERRAS A NIVEL PREDIAL

4.1 Introducción

La adecuación de tierras a nivel predial constituye uno de los medios para conseguir las eficiencias programadas y comprende todos aquellos trabajos que se harán dentro de los límites de los fundos y parcelas con el objeto de facilitar la aplicación del riego y el escurrimiento rápido de las lluvias hacia los drenajes, tanto en las zonas actualmente bajo riego como en las de futuro desarrollo. Existe, sin embargo, una diferencia entre la adecuación de tierras de las tres zonas actualmente bajo riego y la de las áreas nuevas, que merece mencionarse. En las primeras, ya existe una infraestructura de riego en operación de modo que las inversiones adicionales en adecuación de tierras pueden no ser muy evidentes para los propietarios, puesto que ellos vienen regando sus cultivos desde hace muchos años. Además, hay cerca de 8.600 ha sembradas de frutales y viñas, donde muy poco podrá hacerse para mejorar las condiciones físicas de los predios.

La situación de las áreas nuevas de Nilahue es diferente debido a que, con muy pocas excepciones locales, carecen de una infraestructura de riego permanente por lo que, en la actualidad, la mayoría de los cultivos se hacen en condiciones de secano. Por lo tanto, la adecuación de tierras en estas áreas nuevas se podrá tratar como parte integral del desarrollo del Proyecto de agricultura bajo regadío, con el objeto de establecer las bases de una mentalidad adecuada en la aplicación del riego, que asegure los rendimientos previstos con las eficiencias propuestas.

Para el caso específico del Proyecto Convento Viejo, la magnitud de las áreas que necesitan adecuarse y el tiempo disponible para ejecutar estos trabajos (marzo-abril-mayo y agosto-septiembre), junto con las limitaciones económicas y las exigencias tecnológicas que implicaría el nivelar las tierras para adaptar en rigor la topografía a los métodos tecnificados de riego, hacen preferible plantear la adecuación de tierras de manera que sea el método de riego el que se adapte a las condiciones topográficas de los predios, aunque ello signifique valores comparativamente más altos de mano de obra en la ejecución del riego[1] y mayores exigencias en el diseño y planificación. Este último aspecto es de especial importancia para lograr paños de riego en donde el trazado de las acequias y la dirección de regadío sea compatible con la superficie final del terreno. Con este método de adecuación no se pretende lograr paños enteramente uniformes o geométricos y, ciertamente, se prevé que en un predio pueden trazarse paños adyacentes con diferentes sentidos de riego o diferentes distancias entre acequias.

---

(1) Las experiencias en países como EE.UU., Israel y Australia indican que, con nivelaciones y movimientos de tierra de 300 a 400 m^3/ha en promedio, los regantes dedican entre 2 y 3 veces menos tiempo en regar una hectárea de cultivo.

4.2 Actividades consideradas

El método de adecuación de tierras propuesto para el Proyecto comprende la preparación adecuada de los paños de riego, y la localización de las acequias, desagues y estructuras necesarias para controlar el agua. Para preparar los paños de riego se ha previsto un emparejamiento de toda el área, complementándolo con una nivelación de tierras únicamente en los sectores críticos.

De este modo, las actividades típicas de la adecuación de tierras serán:

- Desmonte, solo en las zonas nuevas (Nilahue)
- Aradura y rastraje, actividades previas al emparejamiento que es necesario hacer en toda el área.
- Definición de los métodos de riego de cada lote en función de las rotaciones de los cultivos, la textura de los suelos y el relieve del terreno.
- Nivelación de segundo orden
- Emparejamiento
- Construcción (o reubicación) de acequias de riego y zanjas de desague con sus respectivas estructuras de control.
- Definición, trazado y construcción de los paños de riego más convenientes para cada fundo o parcela (bordos, surcos, etc) en función de los cultivos, la textura de los suelos y la pendiente del terreno.

La magnitud de las áreas que se adecuarán a nivel predial, tanto en las áreas actualmente bajo riego como en las nuevas, hará necesaria la utilización masiva de maquinaria agrícola especializada para la ejecución de los trabajos, la mayor parte de los cuales se llevarán a cabo durante la primavera, antes de las fechas de la siembra en agosto y septiembre, o inmediatamente después a las cosechas de la temporada del verano, en los meses de marzo y abril y parte de mayo.

4.3 Descripción de los trabajos previstos

4.3.1 Desmonte

El desmonte se ha previsto sólo en las áreas nuevas (Nilahue) y consistirá en la remoción, acumulación y retiro (o quema) de la vegetación existente en los fundos y parcelas. Este vegetación está compuesta principalmente de espinos de altura variable entre 1,50 y 2,00 m, con tres o cinco ramas principales de diámetros medios variables entre 5 y 8 cm, que salen de un tronco de unos 12 a 15 cm de diámetro.

El orden de magnitud de las áreas de desmonte, se evaluó en base a una fotointerpretación completada con muestreos en el terreno para estimar las densidades típicas de los arbustos. Los muestreos indicaron que una densidad de 60 arbustos por hectárea reflejaría las condiciones medias típicas de cada zona.

En estos trabajos se deberá utilizar maquinaria pesada, tal como tractores de oruga con convertidor de torque del tipo Caterpillar D-6 con hoja topadora y desgarrador (o similar).

4.3.2 Aradura y rastraje

El método de adecuación de tierras propuesto para el Proyecto hace necesario la aradura y el rastraje de cada predio con el objeto de prepararlo para el emparejamiento con niveladora agrícola. En las zonas actualmente bajo riego estas labores servirán al mismo tiempo para la siembra de la temporada, por lo que sus costos sólo deberán incluirse en la parte correspondiente a la producción de los cultivos. Sin embargo, para los efectos del programa de adecuación de tierras en estas zonas, se decidió prever el 50% de dichos costos para tener en cuenta la aradura adicional de las áreas donde se nivele con cortes de 20 cm o mayores, con un pase adicional de rastra cuando el suelo quede muy compactado por el paso de la maquinaria agrícola.

En la zona de Nilahue, donde no será necesario hacer la adecuación en paralelo con el avance de las obras principales y secundarias, los costos de aradura y rastraje se imputaron en su totalidad al mejoramiento predial.

4.3.3 Nivelación de tierras y emparejamiento

Aunque las actividades de emparejamiento y nivelación se plantean en forma separada de hecho se complementan mutuamente. Los trabajos considerados a este respecto para el Proyecto son aquellos que permitan efectuar el riego adecuado de los cultivos con el mínimo posible de movimiento de tierras. De este modo, y con base en las características generales de los suelos, cultivos y métodos de riego previstos, se estima que para la mayoría de los predios del Proyecto solo será necesario, una nivelación de segundo orden, que consistirá en la remoción de los montículos aislados y el relleno de las depresiones locales. Este concepto de nivelación y emparejamiento se muestra en la Figura H-2.

Para los efectos de definición de maquinaria y costos, la nivelación de tierras se ha clasificado de la siguiente manera:

- Aquella en que el movimiento de tierras será menor de 150 m^3/ha con distancias de acarreo cortas, menores de 30 m. que se podría hacer con motoniveladora.
- Aquella con movimientos de tierra menores de 150 m^3/ha con distancias de acarreo mayores de 30 m, hasta 60 m, que se podrá hacer con traíllas pequeñas (simples o tandem) de 2,0 m^3 con tractores de llantas u orugas de 100-120 HP. Esta clase de nivelación también se podrá hacer con tractor de oruga y hoja topadora de cajón.
- Aquella con movimientos de tierra mayores de 150 m^3/ha, pero menores de 300 m^3/ha, que se harán con traíllas pequeñas (simples o en tandem) de 2,0 a 6,0 m^3 de capacidad, accionadas con tractores de llantas u orugas, de 60-70 HP y 120 HP, respectivamente.

Las profundidades de corte permisibles se deberán fijar mediante un estudio detallado de suelos donde se pueda localizar cada fundo o grupo de fundos y/o parcelas. La ejecución de la nivelación de tierras se podrá hacer según la metodología tradicional de uso común en el país, o bien se podrá introducir el método del "plano de referencia paralelo", que ha dado resultados positivos en otros países de Latinoamérica. El principio de este método se indica en la Figura H-3 y consiste, simplemente, en localizar sobre la cuadrícula de estacas con señales de colores, un plano paralelo al plano final del paño de riego. De este modo, el operador dispondrá de una ayuda visual adicional con una marca que se coloca en la cuchilla cortante de la máquina y que se hace coincidir con las marcas de las estacas para producir el plano final de diseño.

El emparejamiento se hará con niveladora agrícola (articulada o del tipo flotante) y tractores de llantas de 60-70 HP de potencia. Este implemento permite hacer cortes y rellenos de 6 a 8 cm, con lo cual se logra el "alisado" de las curvas de nivel, haciéndolas más paralelas entre ellas, con el objeto de facilitar los escurrimientos uniformes de los caudales de riego.

Con el criterio de hacer sólo emparejamiento en la mayoría de los predios se lograrán las siguientes ventajas:

- Se obtendrán inversiones moderadas en los costos de adecuación predial, ya que los planos finales de los paños de riego no se apartan demasiado de los originales.
- No se requerirá personal altamente especializado o con experiencia previa para ejecutar el emparejamiento.
- El plano resultante permitirá mejorar las eficiencias hasta cifras aceptables, siempre y cuando el regante siga las prácticas elementales para aplicar los riegos en forma adecuada.
- No exigiría trabajos intensos de levantamiento topográfico y control de campo, tales como es estacado de todos los lotes que se van a adecuar, la supervisión de los planos finales de los paños, etc.
- Las niveladoras agrícolas se podrán fabricar localmente.

Por razón de la metodología de adecuación que se propone para el Proyecto, se estima que la nivelación se hará a continuación de la preparación agrícolas (aradura y pase de rastras). Por consiguiente, la secuencia de los trabajos específicos de nivelación y emparejamiento será la siguiente:

a) Aradura y rastraje

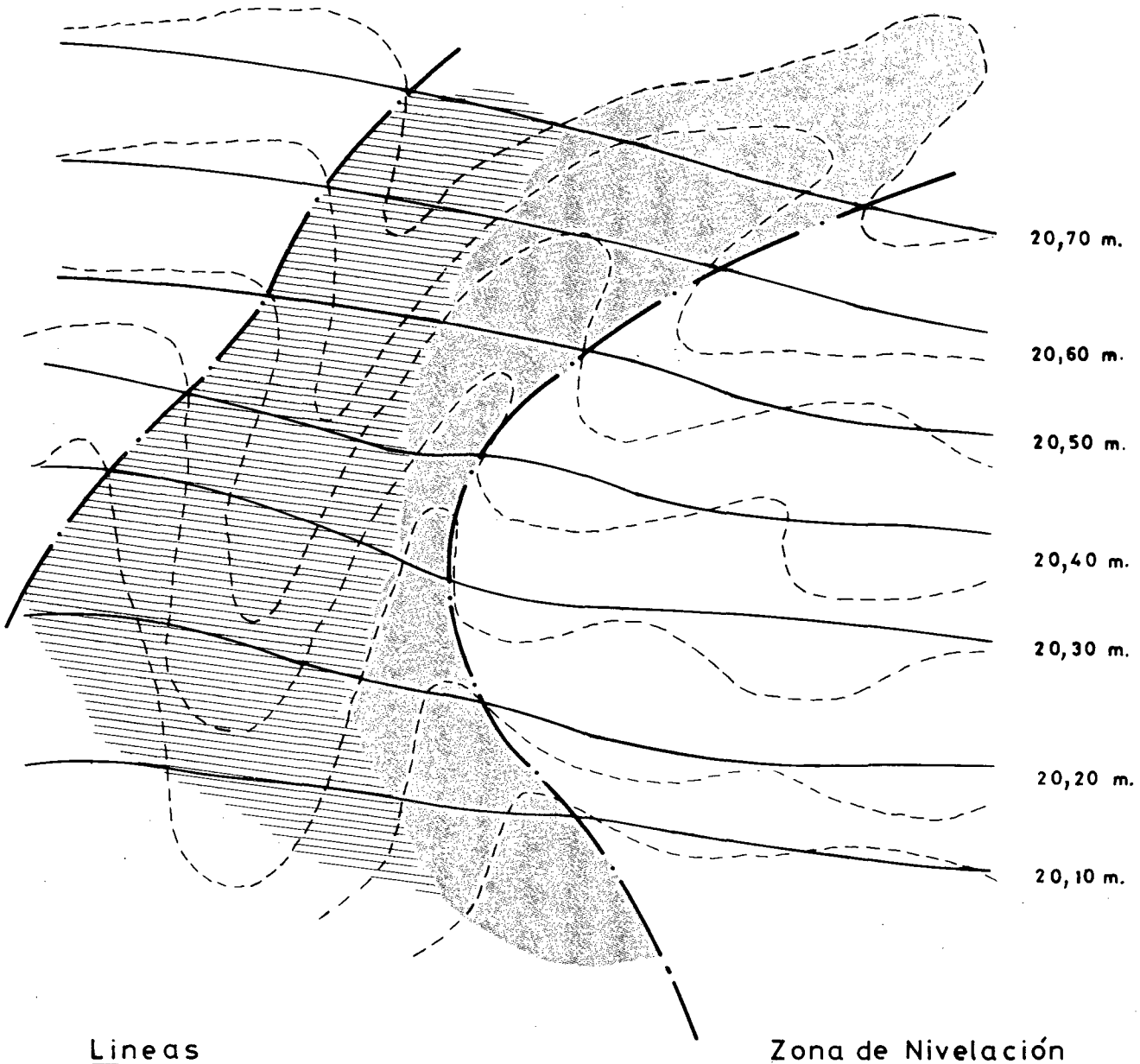
b) Levantamientos topográficos detallados y preparación de planos

c) Estacado de las áreas de nivelación (zonas de cortes y rellenos).

d) Cálculos de gabinete

e) Señalización de cortes y rellenos en el campo.

ESQUEMA CONCEPTUAL DE ADECUACION PREDIAL



Lineas

- CURVAS DE NIVEL ORIGINALES
- CURVAS DE NIVEL FINALES
- LIMITE ENTRE NIVELACION Y EMPAREJAMIENTO.

Zona de Nivelación

- CORTES
- RELLENO

METODO DEL PLANO PARALELO PARA NIVELACION DE TIERRAS

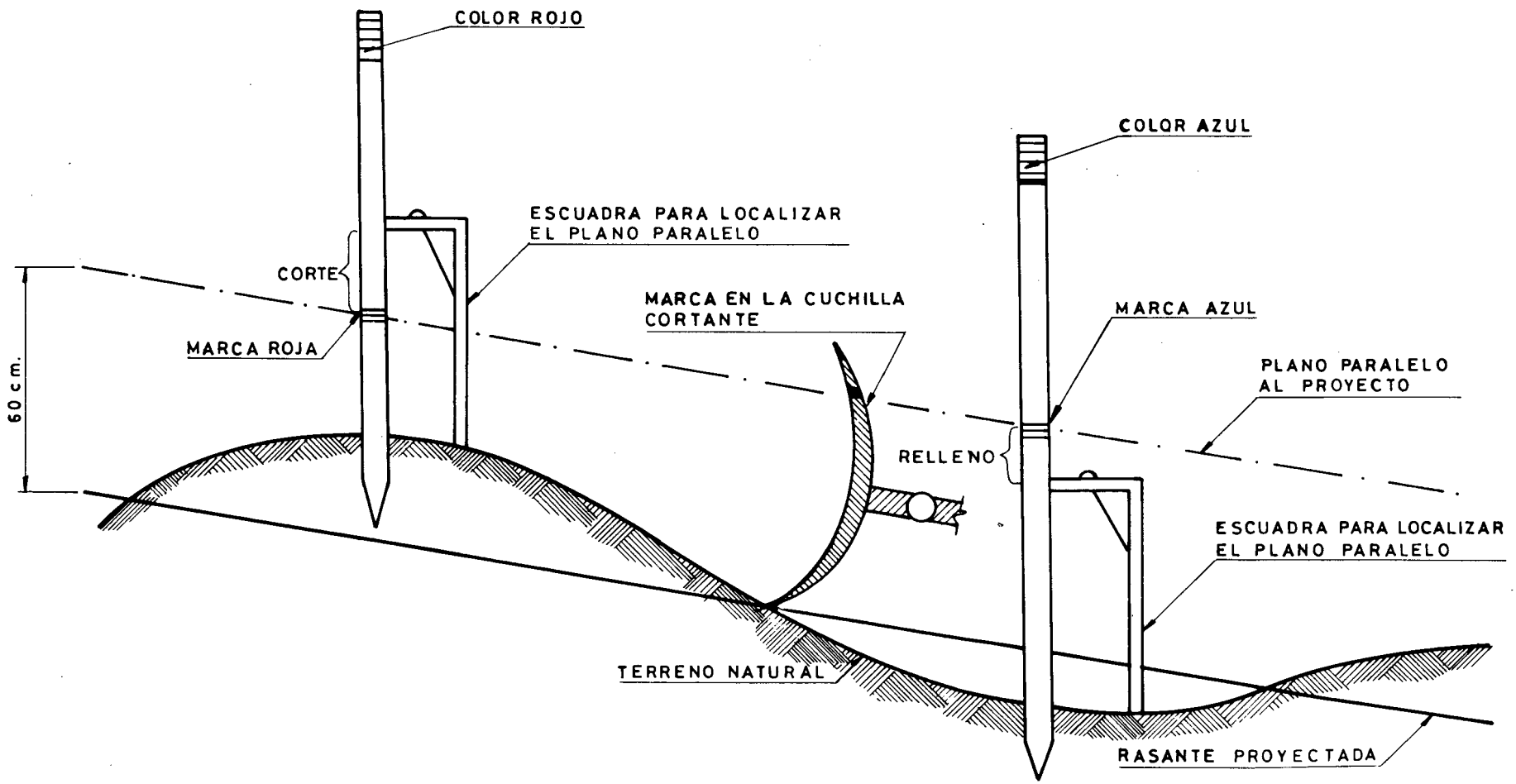


FIG. H-3

f) Nivelación y supervisión

g) Emparejamiento

Evidentemente los trabajos c) a f) sólo se requerirán en las áreas que sea necesaria la nivelación.

4.3.4 Trabajos topográficos de apoyo

Es conveniente resaltar que la adecuación de los predios en un área tan extensa como la del Proyecto, tendrá que apoyarse en trabajos de topografía que permitan tomar las decisiones del diseño. Teniendo en cuenta que sólo se dispondrá de unos cuatro o cinco meses al año para hacer todas las labores de adecuación de los sectores que se han proyectado, es evidente la necesidad de contar con un sistema rápido y bien coordinado que permita la producción de planos topográficos detallados a un ritmo adecuado y compatible con la programación anual prevista. La rapidez y veracidad de los planos topográficos, donde se haga resaltar suficientemente el microrelieve de los predios como para diferenciar las áreas que exijan nivelación de las que sólo necesiten emparejarse, dependerá en gran parte de la idoneidad de los técnicos y de la calidad del equipo a utilizar. En relación con esto último, se recomienda utilizar la plancehta con alidada autoreductora, tipo Kern RK o similar, que presenta las siguientes ventajas:

- Rendimientos de trabajo de campo elevado, entre 8 y 15 ha diarias, por comisión de un topógrafo, un apuntador y seis portamiras.
- Ahorro sustancial de trabajo de gabinete para la producción de planos de diseño.

4.4 Descripción de las obras y estructuras previstas

4.4.1 Acequias de riego

Los caudales que se entregarán a los fundos y parcelas del Proyecto por medio de las acequias de riego variarán en función de las demandas hídricas de los cultivos, del área de cada fundo y parcela y de las prácticas agrotécnicas de los agricultores.

Si los trabajos básicos de construcción de las acequias se hacen con maquinaria (zanjadora), lo más práctico y económico es construirlas de dimensiones fijas para todos los paños de riego de los fundos y parcelas, de tal manera que permitan transportar caudales promedios del orden de 100 lt/s.

Para el rango de pendientes que se encuentran en el Proyecto, con un coeficiente de Manning de 0,030, las dimensiones normales de las acequias podrán ser:

Ancho de la plantilla	0,45 m
Talud	1 : 1,5 para suelos arenosos
	1 : 1,0 para suelos francos y arcillosos
Profundidad mínima	0,50 m

Estas son dimensiones que se pueden cosntruir con zanjadoras livianas de mandos hidráulicos del tipo Atlas D36A o similar, accionada por tractor de llantas de 60-70 HP.

La construcción de las acequias con maquinaria no deberá presentar dificultades especiales, excepto en suelos muy arcillosos que se hayan resecado durante el verano, donde será conveniente pasar previamente el tractor agrícola con subsolador por el trazo de la acequia. Se estima que, en promedio, cada acequia exigirá dos pasadas de tractor con zanjadora.

Las pendientes se conservarán siempre por debajo del dos por mil, con el objeto de mantener las velocidades entre 40 y 70 cm/seg y el sistema será diseñado para mantener el nivel del agua a una altura promedia de 20 a 25 cm sobre el nivel del terreno. El borde libre previsto en condiciones de flujo normal, es de 20 a 30 cm, mientras que el ancho de los bordes o terraplenes de la acequia, en su parte superior, variará entre 40 y 50 cm. Estos bordes o terraplenes se compactarán sólo con el paso de la maquinaria al momento de la construcción y con el pisoteo de los regantes.

4.4.2 Desagues

Los desagues o zanjas de drenaje a nivel predial, se localizarán al final de los paños de riego o en los bajos donde tienda a estancarse el agua proveniente de las lluvias durante el invierno o del riego durante el verano. Se harán, en su mayoría, con los mismos equipos de las acequias, esparciendo posteriormente la tierra del terraplén aguas arriba a la dirección del riego, o bien, conectando el final de los surcos o platabandas al borde del canal mediante brechas en el terraplén que se hacen a golpe de pala.

Las zanjas de drenaje se localizarán de tal manera que sean capaces de evacuar las tormentas para frecuencias de 1:5 años con los siguientes períodos máximos de sumergencia y caudales unitarios de desague.

Cultivos	Tiempo máximo de inundación (hrs)	Caudal unitario (l/s/ha)
Para las Zonas I, II y III		
Frutales	12	3,84
Hilera y cereales	24	6,02
Empastadas	48	5,63
Para Nilahue		
Frutales	12	3,60
Hilera y cereales	24	5,60
Empastadas	48	6,40

4.4.3 Drenajes o zanjones

En zonas de suelos arcillosos donde se cultiva arroz y exista la posibilidad de tener cultivos distintos en las áreas vecinas o en sectores con niveles freáticos muy superficiales, será necesario hacer canales de drenaje o zanjones de 0,75 m de profundidad como mínimo. Estos drenajes se harán a mano o con pala retroexcavadora, según las siguientes especificaciones generales:

- Ancho de la plantilla 0,60 m
- Talud 1 : 1,5
- Profundidad mínima 0,75 m

4.4.4 Estructuras de control de acequias de riego

Las estructuras de control en las acequias de riego serán de retención simple (permanentes o portátiles), retención y caída, y cajas repartidoras. La mayoría de estas estructuras se construirán en madera por razones de economía y facilidad de construcción.

Las estructuras de retención simple, permanentes o portátiles, se instalarán en las acequias de riego con el objeto de controlar el nivel del agua en los tramos donde se está regando para impedir que el nivel del agua llegue a menos de 8 a 10 cm por encima del nivel del terreno.

Las estructuras de retención de tipo permanente consisten en una pared delgada de acero o madera, reforzada en los bordes con láminas de acero, la cual se fija en los sitios clave para elevar el nivel del agua en las acequias. Estas estructuras pueden construirse con una pequeña compuerta deslizante de abertura graduable, lo cual aumenta su eficiencia para controlar los caudales y niveles de riego.

Los dispositivos de retención portátiles se usan con amplitud en muchas áreas bajo riego y son muy simples y económicos de construir y operar. Consisten en un travesaño o soporte horizontal de madera o metal, al cual se adhiere una tela de lona impermeabilizada que se ancla en el fondo de la acequia con tierra o piedras. Una variante de este dispositivo consiste en tres soportes de madera en V, a los cuales se les adhiere un plástico, que también se ancla en el fondo de la acequia con piedras.

La Figura XIII/1 presenta las estructuras de retención simple, de tipo permanente y portátil, que se proponen como parte del programa de adecuación del Proyecto.

Las estructuras de retención y caída tienen el doble propósito de controlar el nivel del agua y mantener las pendientes dentro de los márgenes permisibles. Se recomienda el uso de estructuras prefabricadas en madera tratada uniformándolas en dos tamaños únicos de 20 y 40 cm de altura (Figura XIII/2).

4.4.5 Estructuras de división y entrega a los paños de riego

Estas estructuras o implementos serán permanentes o portátiles y tendrán por objeto dividir el caudal entre las acequias y entregar bajo control el agua de riego a los surcos y/o bordos.

Se recomienda utilizar también cajas repartidoras prefabricadas en madera, localizándolas en los puntos de cruce o bifurcaciones de las acequias.

La entrega a los surcos y platabandas se podrá hacer por medio de sifones portátiles y/o conductos o tubos adosados de salida libre o sumergida. Los sifones son simples tubos acodados que sacan el agua de la acequia, pasando sobre el terraplén sin romperlo, para situarla en la cabecera del surco o platabanda. Por lo general se hacen en aluminio o PVC y sus diámetros varían entre 1/2 y 2 pulgadas, con longitudes normales de 1,20 a 1,50 m.

Otra manera de entregar el agua a los surcos o platabandas aquietadoras, es por medio de tubos adosados de salida sumergida, consistentes en pedazos de tubo de plástico, PVC o acero galvanizado y/o cajas de madera con estremos abiertos de 60 cm de longitud mínima y diámetros variables entre 3/4 y 2 pulgadas. Normalmente se coloca uno de estos tubos por cada surco o grupo de 3 a 4 surcos.

Las cajas de derivación de madera se proponen para entregar el agua a las platabandas que se riegan por inundación esporádica o permanente y se colocarán entre los terraplenes de las acequias y los paños de riego, con las dimensiones convenientes para poder manejar los caudales adecuados.

Todas estas estructuras o implementos de división y entrega a los paños de riego descritas anteriormente se presentan en la Figura XIII/3.

4.4.6 Extructuras de cruce

Se han previsto dos clases de cruces: pontones de madera y al - cantarillas. Los primeros son simples troncos rollizos de madera (eucaliptus por regla general) amarrados entre sí con alambres resistentes y con una capa de tablas en la parte superior que servirá de rodadura para los vehículos. Estos pontones tendrán, como máximo, una longitud de 2,20 m por un ancho de 3,00 m y se han diseñado para permitir el paso de la maquinaria típica de los fundos. Las alcantarillas se utilizarán básicamente en los cruces de los desagues prediales con la franja de terreno sin cultivar que se ha previsto como vía de acceso dentro de los predios.

4.4.7 Estructuras de entrega a las zanjas de drenaje

Las estructuras de entrega a las zanjas de drenaje se han previsto para proteger los taludes de éstas en aquellos sitios donde las acequias de riego lleguen con sus fondos a más de 50 cm sobre el fondo de los drenajes. La estructura consiste en una protección de 15 o 20 cm de espesor, en piedra simple o ligada con montero de cemento, acomodada sobre el talud y fondo del desague (Figura XIII/16).

5. COSTOS DEL PROGRAMA DE ADECUACION PREDIAL

5.1 Metodología

La metodología aplicada para calcular los costos del programa de adecuación predial es la siguiente:

a) Se definieron los diferentes tipos de trabajos y estructuras requeridos para el programa (Sección 4, más arriba) y se calcularon sus costos unitarios respectivos.

b) Se seleccionaron varios predios típicos representativos de las condiciones medias imperantes en las diferentes áreas del Proyecto, estudiándose estos predios en detalle para determinar las cantidades precisas de trabajos y estructuras requeridas en cada uno.

c) A partir de los resultados del estudio de los predios se determinaron costos típicos por ha para cada tipo de trabajo y estructura, en cada una de las agrupaciones de suelos definida en el área.

d) Los costos típicos por ha se extrapolaron a la totalidad del área de cada agrupación de suelos y se totalizaron para el conjunto del área incluída en la Etapa I.

En lo que sigue se presentan en detalle los cálculos efectuados de acuerdo a esta metodología.

5.2 Costos unitarios

Los costos de las distintas actividades del programa de adecuación de tierras se calcularon en base a los costos unitarios en el Anexo XIII para las labores que se ejecutarán con maquinaria agrícola, para la mano de obra prevista, para los trabajos topográficos de apoyo y para las estructuras necesarias a nivel predial.

Los costos unitarios de la maquinaria y equipos adoptados en el estudio se presentan en el Cuadro H-1.

Cuadro H-1 : Costos unitarios de la maquinaria e implementos para el programa de adecuación de tierras

Maquinaria y equipo	Costo unitario (PUS$/hr)[1]
Tractor de orugas con hoja topadora [2]	34,50
Tractor agrícola y arado	16,70
Tractor agrícola y rastras	16,80
Tractor agrícola y subsolador	15,70
Tractor agrícola y niveladora agrícola	16,64
Tractor agrícola y cuchilla trasera	15,33
Tractor agrícola y traílla de 2,0 m^3	16,05
Tractor agrícola y zanjadora	19,90

(1) Incluye el IVA

(2) Tipo D-6 con servomecanismo, o similar

A partir de estos datos y con base en los rendimientos horarios señalados en el Cuadro H-2 se han calculado los costos por hectárea de los diferentes tipos de trabajos previstos en el programa, los cuales se muestran también en dicho cuadro.

Cuadro H-2 : Costo unitario de los trabajos previstos en el programa de adecuación predial

Actividad	Maquinaria y/o equipo	Rendimiento promedio (hr/ha)	Costo actividad (PUS$/ha
Desmonte (1)	Tractor orugas y hoja topadora	4,00	138,00
Aradura	Tractor agrícola y arado	2,00	33,40
Rastraje (2)	Tractor agrícola y rastra	2,00	33,60
Subsolado	Tractor agrícola y subsolador	0,33	5,23
Emparejamiento	Tractor agrícola y niveladora agrícola	2,5	41,60
Borrado de canales	Tractor agrícola y cuchilla trasera	0,17	2,50
Nivelación	Tractor agrícola y traílla $2m^3$	6,85 (3)	110,00
Nivelación	Tractor de oruga con hoja U	3,75	129,40
Acequias	Tractor agrícola y zanjadora	250 m.l./hr	- (4)

(1) Sobre la base de una densidad promedia de 60 arbustos/ha

(2) Dos pases por ha

(3) Ciclo de 4 min en promedio

(4) Depende de los m.l. de acequias por hectárea.

En el Cuadro H-3 detallan los costos unitarios de las diversas estructuras previstas, en el supuesto de que se harán de madera de pino, y calculando a razón de PUS$ 2,50/m^2, más un 10% para tratamiento y un 50% por mano de obra.

Cuadro H-3 : Costo unitario de las estructuras previstas

Estructuras	Costo por unidad (PUS$)
Caja repartidora de 4 salidas	13,25
Retención - caída de 40 cm	16,60
Retención - caída de 20 cm	13,90
Retención permanente	7,30
Caja derivadora libre	5,80
Retención portátil de madera	4,45
Conductos adosados de madera	1,40
Retención portátil metálica	47,00
Pontones de 3,00 m de ancho	35,90
Sifones plásticos (ø 1")	-

5.3 Predios tipo

5.3.1 Características de los predios tipo

La evaluación de las necesidades físicas y económicas del programa de adecuación predial se hizo, según se ha dicho, sobre la base del análisis de ocho predios tipo, que se seleccionaron dentro del área del Proyecto de tal manera que reflejaran las condiciones medias de las diferentes zonas del estudio, teniendo en cuenta las texturas de los suelos, las pendientes y microrelieves, los tamaños de los fundos o parcelas, y las rotaciones de cultivos previstas, para definir el grado de flexibilidad necesario en el diseño del riego y drenaje de los paños. Las características principales de los predios tipo se presentan en el Cuadro H-4.

Cuadro H-4 : Localización y características principales de los predios tipo

Nombre	Zona	Area (ha)	Agrupación de suelos	Textura suelos	Rotaciones previstas
Romeral Adentro	I	19,04	E	arenosos	alfalfa-pastos
La Marinana	I	26,4	C	franco - arenoso	frejol-trigo-trébol-trébol
San Juan de la Sierra	I	13,4	C	arenoso	frejol-trigo-trébol-frejol
Los Culenes	II	20,6	A	franco - arenoso	frutales - hilera
San Enrique	II	11,2	B	arcilloso	maíz-maravilla
San José del Carmen	III	21,0	B	arcilloso	arroz-pastos
El Guaico	Nilahue	71,7	A	franco - arcilloso	frutales-hilera-hortalizas
Lastenia Montero	Nilahue	49,0	D	arcilloso	arroz-pastos

Las agrupaciones de suelos que aparecen en este cuadro se formaron con las diversas clases y subclases de suelos para riego para fines del estudio agropecuario, tal como se menciona en el Capítulo C.

5.3.2 Procedimiento de análisis de los predios tipo

La planificación y el diseño de las labores de adecuación de tierras en los predios tipo se hizo sobre la base de los siguientes criterios generales:

- Con base en los límites de los fundos y parcelas, se trató de obtener hasta donde fue posible lotes geométricamente regulares para mayor facilidad en el manejo del riego y en las labores de cultivo.
- Se trató siempre de obtener paños de riego resultantes de un emparejamiento básico complementado con una nivelación de segundo orden que elimine los accidentes menores del microrrelieve.
- Se trató de seleccionar los paños de riego, estructuras e implementos para que se utilizaran satisfactoriamente con más de un sólo método de riego.
- Todos los paños de riego se conectaron directamente con acequias de riego y zanjas de drenaje.
- Los accesos parcelarios se previeron como fajas de tierra sin cultivar de 2,5 a 3,0 m de ancho, sin tratamientos especiales de rodadura.

- La construcción de las acequias de riego y zanjas de desagüe así como el emparejamiento, nivelación y el desmonte en las áreas nuevas se harán con maquinaria.
- Las estructuras a nivel predial se previeron en madera, debido a su bajo costo y facilidad de construcción. En la actualidad, las pocas estructuras de control a nivel predial que se observaron en el proyecto son de madera.

La metodología de trabajo que se utilizó para aplicar los criterios de adecuación de tierras a los predios tipo, fue la siguiente:

a) Levantamiento topográfico

Los levantamientos topográficos se hicieron con tránsito y nivel de precisión, con curvas de nivel espaciadas cada 20 cm y los planos se prepararon a escala 1:1.000. Cada predio se levantó con los detalles de cercas, vías de acceso, acequias y estructuras existentes, etc. En las áreas de nuevo riego, donde se identificó la necesidad de desmontar previamente a las labores de adecuación, se tomaron muestras para estimar la densidad y tamaño de arbustos.

b) Nivelación de tierras y emparejamiento

El estudio de nivelación de tierras y emparejamiento se hizo en base a los criterios expuestos anteriormente, calculando los trabajos mediante el método de inspección de los planos y teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Nivelación de segundo orden, dirigida únicamente a eliminar los montículos y depresiones del micro-relieve.
- Cortes permisibles en función del perfil estratigráfico típico de cada predio.
- Relación corte-relleno (C/R) variable entre 1,25 y 1,35.
- Distancias de acarreo, en lo posible, menores de 70 a 80 m.

c) Trazado de acequias y desagües

Se trazaron en función de las longitudes que se proponen para los bordos y/o surcos, las cuales se definieron, a su vez, en base a texturas de los suelos y a las pendientes generales del terreno.

d) Estructuras

Las estructuras simples de madera descritas anteriormente se localizaron teniendo en cuenta sus funciones dentro de la ejecución del riego y los perfiles longitudinales de cada acequia proyectada. Para cada predio se supusieron en el estudio, dos alternativas para el trazado de las acequias: una, con pendiente longitudinal igual a cero, y otra con pendiente longitudinal máxima del 0,2%.

Cuadro H-5 : Resumen de alternativas de adecuación en los predios tipo

Predio	Pendiente %	Rotaciones	Superficie (ha)	Textura	Sistema de riego	Nivelación (m^3/ha)	Acequias (m/ha)	Desagues (m/ha)	Caídas (N°/ha) 20 cm	Caídas (N°/ha) 40 cm	Estructuras (N°/ha) Cajas	Estructuras (N°/ha) Puentes	Estructuras (N°/ha) Alcant.
Los Culenes (1)	0,5	Frutales-hilera	20,6	franco-arenoso	surcos	emparejamiento	81,6	81,9	0,24	-	0,15	0,15	0,10
San Enrique	0,5-1,0	Maíz-maravilla	11,24	arcilloso	surcos	emparejamiento	90,0	-	-	-	0,18	0,18	-
Romeral Adentro	0,5-1,0	Alfalfa-pastos	19,0	arenoso	bordes	emparejamiento	110,5	111,5	0,8	1,5	0,16	0,37	-
La Marinana	0,3-1,5	Frejol-trigo-trébol-trébol	26,4	franco-arenoso	surcos-bordes	193	97,0	107,0	-	1,5	0,11	0,53	0,08
San Juan de la Sierra (1)	0,3-1,5	Frejol-trigo-trébol-trébol	13,4	arenoso	surcos bordes	226	100,0	142,0	-	4,0	0,15	0,37	0,07
El Guaico(1)	0,5-7,0	Frutales-hilera	71,7	franco-arcilloso	surcos	77	84,45	25,41	0,07	1,5	0,17	0,21	0,07
San José del Carmen	0,5-10,0	Arroz-pastos	21	arcilloso	bordes en curva nivel	emparejamiento	95,0	61,0	0,4	-	0,14	0,33	0,10
Lastenia Montero(1)	0,3-1,5	Arroz-pastos	49	arcilloso	bordes en curva nivel	102	86,5	70,0	0,3	0,2	0,16	0,24	0,06

Nota (1) : Para estos predios se incluyen los planos con detalles de emparejamiento y nivelación.

Los resultados de los análisis de las diferentes alternativas estudiadas para los predios tipo aparecen detallados en el Cuadro H-5. Las Figuras XIII/4 a XIII/7 muestran cuatro de estos predios tipo, en los cuales se indican las áreas de movimiento de tierras, el trazado y localización de acequias, desagües y estructuras prediales, así como la orientación que se propone para el regadío.

5.4 Costos típicos por hectárea

El análisis de los predios tipo ha permitido determinar, para cada una de las agrupaciones de suelos consideradas, un conjunto de costos típicos por hectárea de los diferentes trabajos y estructuras requeridos. En los párrafos siguientes se detallan los coeficientes así obtenidos, indicando el procedimiento aplicado para el cálculo.

5.4.1 Desmonte

Para la Etapa I los trabajos de desmonte se han previsto únicamente en las áreas de nuevo riego de la zona de Nilahue. En el caso del desmonte, se ha efectuado un cálculo directo del costo total de este trabajo, con base en una fotointerpretación completada con muestreos en el terreno. Los resultados obtenidos indican que un 28% del área neta incluída en la Etapa I requerirá desmonte, es decir un área neta de 6.176 hectáreas.

Con un costo unitario de esta actividad de PUS$ 138/ha, resulta un costo total de PUS$ 852.300. Agregando los costos por concepto de imprevistos e ingeniería se obtiene la cifra de PUS$ 1.125.100.

5.4.2 Nivelación y emparejamiento

Los resultados de los análisis de las necesidades de nivelación y emparejamiento en los predios tipo se evaluaron para cada agrupación de suelos, con los siguientes resultados:

- Agrupación A

  Tipificada por los predios Los Culenes y El Guaico para la mayor parte de las zonas bajo riego y Nilahue, respectivamente. En ambos se ha previsto una nivelación de segundo orden con movimientos de tierra moderados, entre 70 a 90 m^3/ha, en el 5% del total del área de las zonas bajo riego, y en un 12% del total del área de Nilahue.

- Agrupación B

  Los suelos que constituyen la agrupación B están representados por los predios San Enrique y San José del Carmen en iguales proporciones. En ambos se prevé una nivelación de segundo orden, con movimientos de tierra menores de 80 m^3/ha, en un 5% de sus áreas.

- Agrupación C

  Los suelos que constituyen la agrupación C están representados por los predios La Marinana y San Juan de la Sierra, en iguales proporciones. En ambos se prevé una nivelación de segundo orden con movimientos de tierra de 170 a 220 m^3/ha, en un 21% del predio La Marinana y en el 37% del predio San Juan de la Sierra. Para los efectos del cálculo, se adoptó el 30% de toda el área de suelos de la agrupación C.

- Agrupación D

  El predio Lastenia Montero representa los suelos de la agrupación D con un movimiento de tierras de 100 m^3/ha, en el 14% de su área total.

- Agrupación E

  Los suelos de la agrupación E están representados por el predio Romeral Adentro, en el que se requiere nivelación de segundo orden con movimientos de tierra menores de 80 m^3/ha en un 12% de su área total.

El emparejamiento según ya se ha indicado más arriba, se hará en toda el área agrícola del proyecto.

Los costos para estas labores de nivelación y emparejamiento se calcularon para cada agrupación de suelos sobre la base de los criterios expuestos anteriormente, adoptando un costo promedio por hectárea de US$ 120.000 para nivelación y de US$ 41,60 para emparejamiento (Cuadro H-2). Los resultados se presentan en el Cuadro H-6.

Cuadro H-6 : Costos típicos por ha de nivelación y emparejamiento

Agrupación de suelos	Porcentaje área a nivelar (%)	Nivelación (PUS$/ha)	Emparejamiento (PUS$/ha)	Total (PUS$/ha)
A, Zonas bajo riego	5	5,75	41,60	47,35
A, Nilahue	12	14,40	41,60	56,00
B	5	6,00	41,60	47,60
C	30	36,00	41,60	77,60
D	14	16,80	41,60	58,40
E	12	14,40	41,60	56,00

5.4.3 Construcción de acequias y desagües

Los costos de esta actividad se determinaron con base en un rendimiento básico de 250 m.l./hr de tractor con zanjadora y según los resultados del estudio de alternativas de los predios tipo que se presentaron en el Cuadro H-5. Estos costos de construcción de acequias y desagües, para cada una de las agrupaciones de suelos, se indican en el Cuadro H-7.

Cuadro H-7 : Costos típicos por ha de construcción de acequias y desagues

Agrupación de suelos	Rendimientos maquinaria (hr/ha)	Costo por hectárea (PUS$/ha)
A	0,52	10,35
B	0,48	9,55
C	0,84	16,72
D	0,76	15,12
E	0,80	15,90

5.4.4 Trabajos topográficos de apoyo

Se calcularon sobre las bases siguientes:

- Relleno topográfico en toda el área de cada predio a razón de 0,63 hr/ha
- Estacado y señalización únicamente en las áreas de nivelación a razón de 1,0 hr/ha
- Localización y control de acequias y desagües según los diseños de cada predio tipo a razón de 350 m.l./hr para la primera actividad y 450 m.l./hr para la segunda.

Los costos de la cuadrilla se calcularon en PUS$ 24,00/hr (Anexo XIII) suponiendo 22 días de trabajo por mes.

El Cuadro H-8 presenta los costos de estas actividades para las diferentes agrupaciones de suelos.

Cuadro H-8 : Costos típicos por ha de los trabajos de topografía (en PUS$)

Agrupación de suelos	Levantamiento detallado	Estacado señalización	Localización acequias	Control construcción	Total
A	15,00	1,20	8,16	6,48	30,84
A, Nilahue	15,00	2,88	8,16	6,48	32,52
B	15,00	1,20	6,96	5,28	28,44
C	15,00	7,20	21,35	15,50	59,05
D	15,00	3,36	12,96	10,00	41,32
E	15,00	2,90	13,30	10,50	41,70

5.4.5 Estructuras e implementos

El número y clase de estructuras e implementos de riego típico para los predios localizados en cada grupo de suelos, se calculó sobre la base de los costos de cada estructura y a la extrapolación de los resultados del Cuadro H-5, resultante de los análisis de la adecuación propuesta para cada predio-tipo.

El Cuadro H-9 presenta los costos por concepto de estructuras e implementos en función de las agrupaciones de suelos y alternativas más convenientes de diseño para los predios tipo.

5.4.6 Costos típicos totales

El costo típico total por ha, del conjunto de los componentes de la adecuación de tierras, ha sido calculado adicionando los resultados detallados en los Cuadros H-6 a H-9. Los totales así obtenidos (en cifras redondeadas) se detallan en el Cuadro H-10.

Cuadro H-9 : Costos típicos por ha de las estructuras e implementos (en PUS$)

Agrupación de suelos	Cajas	Caídas		Retenciones permanentes	Retenciones portátiles	Pontones y alcant.	Sifones	Cajas entrega	Totales
		40 cm	20 cm						
A Zonas bajo riego	2,25	8,30	2,76	11,00	0,45	10,70	15	-	50,46
B Zonas bajo riego	2,40	-	13,10	3,65	0,45	11,71	-	5,80	37,11
C Zonas bajo riego	2,65	33,20	-	14,16	0,89	13,93	-	5,80	70,63
D Zonas bajo riego	1,86	4,98	3,07	-	0,45	9,60	-	11,60	31,56
E Zonas bajo riego	2,12	24,90	2,95	-	0,45	8,08	-	11,60	50,10
A Nilahue	2,25	16,32	2,70	11,00	0,45	10,41	15	-	58,13
B Nilahue	2,40	-	12,61	3,65	0,45	11,20	-	5,80	36,11
C Nilahue	2,65	32,27	-	14,60	0,89	13,42	-	5,80	69,63
D Nilahue	1,86	4,88	4,17	-	0,45	10,60	-	11,60	33,56
E Nilahue	2,12	24,73	2,78	-	0,45	7,72	-	11,60	49,40

Cuadro H-10 : Costos típicos totales por hectárea de adecuación de tierras, por agrupaciones de suelos (en PUS$)

Agrupación	Costo	Agrupación	Costo
A Zona bajo riego	175	A Nilahue	224
B Zona bajo riego	160	B Nilahue	190
C Zona bajo riego	280	C Nilahue	290
D Zona bajo riego	185	D Nilahue	218
E Zona bajo riego	200	E Nilahue	230

5.5 Costos totales por zona

Los costos totales por zona han sido calculados por extrapolación de los costos típicos por ha al conjunto del área de cada agrupación de suelos dentro de las diferentes zonas del proyecto que se incluyen en la Etapa I.

Los cálculos correspondientes se presentan en los Cuadros H-11 a H-14.

Cuadro H/11 : Zona I Costos totales del programa de adecuación predial (PUS$)

Agrupación de suelos	Area (ha)	Costo por hectárea	Costo total
A	7.044	175,00	1.232.700
B	2.897	160,00	463.520
C	15.150	260,00	3.939.000
D	1.930	185,00	357.050
E	5.020	200,00	1.004.000
A' (Frutales) (1)	1.176	72,00	84.672
B' (Frutales) (1)	588	61,00	35.868
	33.805	Total costos directos:	7.116.810
		Imprevistos e ingeniería (32%) :	2.277.379
		Total Zona I :	9.394.189

(1) Huertos de frutales adultos existentes.

Cuadro H/12 : Zona II Costos totales del programa de adecuación predial (PUS$)

Agrupación de suelos	Area (ha)	Costo por hectárea	Costo total
A	11.855	175,00	2.074.625
B	10.250	160,00	1.640.000
C	1.540	260,00	400.400
D	455	185,00	84.175
E	1.540	200,00	308.000
A' (Frutales) (1)	2.820	72,00	203.040
B' (Frutales) (1)	1.410	61,00	86.010
	29.870	Total costos directos:	4.796.250
		Imprevistos e ingeniería (32%) :	1.534.800
		Total Zona II :	6.331.050

(1) Huertos de frutales adultos existentes.

Cuadro H/13 : Zona III - Costos totales del programa de adecuación predial (PUS$)

Agrupación de suelos	Area (ha)	Costo por hectárea	Costo total
A	5.903	175,00	1.033.025
B	11.157	160,00	1.785.120
C	2.115	260,00	549.900
D	1.845	185,00	341.325
E	3.280	200,00	656.000
A' (Frutales) (1)	1.737	72,00	125.064
B' (Frutales)	868	61,00	52.948
	26.905	Total costos directos	4.543.382
		Imprevistos e ingeniería (32%)	1.453.882
		Total Zona III	5.997.264

(1) Huertos de frutales adultos existentes.

Cuadro H/14 : Zona Nilahue - Costos totales del programa de adecuación predial (PUS$)

Agrupación de suelos	Area (ha)	Costo por hectárea	Costo total
A	13.115	224	2.942.240
B	95	190	18.050
C	2.970	290	861.300
D	5.350	218	1.166.300
E	690	230	158.700
	2.220	Total costos directos	5.146.590
		Imprevistos e ingeniería (32%)	1.646.909
		Sub-total Zona Nilahue	6.793.499
		Desmonte con imprevistos e ingeniería	1.125.067
		Total Nilahue	7.918.566

BIBLIOTECA IREN

Las cifras totales obtenidas, incluídos imprevistos e ingeniería, son las siguientes:

	PUS$ (en miles)
Zona I	9.394,2
Zona II	6.331,0
Zona III	5.997,3
Nilahue	7.918,6
Total	29.641,1

R E F E R E N C I A S

Willardson L. & Bishop A. (1967). Analysis of Surface Irrigation Application Efficiency, Journal of the Irrigation and Drainage Div. ASCE, June 1967.

Bos & Nugteren (1974). On Irrigation Efficiencies, International Institute fon Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Holanda.

Merriam I. (1968). Irrigation System Evaluation and Improvement, Blake Printery San Luis Obispo, California, USA.

SCS (1974). Border Irrigation, SCS National Engineering Handbooks, Chapter 4 Section 15.

Hidalgo A. (1971). Métodos Modernos de Riego de Superficie, Aguilar Editores, Madrid (España).

Strong D. (1962). Economic Evaluation of Alternative Facilities for Surface and Sprinkler Irrigation in Utah, Bull. 433 Agr. Exp. Sta., Utah State University Logan. (1962).

Booher L.J. (1974). Surface Irrigation, FAO Agricultural Development Paper N°95, Roma (1974).

Madero José (1975). Nivelación de Tierras agrícolas, Secretaría de Recursos Hidráulicos, curso de entrenamiento de riego a profesionales, Ciudad Obregón, Son. México.

Caterpillar Tractor Co. (1976). Caterpillar Performance Handboose 6 Ed.

Division of Water Resources Development U.N. Economic Commission for Asia and the Far East (1972). Land Preparation for Irrigation and Drainage in Asia and the Far East, Farm Water Management Seminar, Manila, FAO Irr. & Drainage Paper 12, Roma (1972).

Chin L.T. (1972). Planning and Design Criteria for Water Distribution and Control Systems, Farm Water Management Seminar, Manila, FAO Irri. & Drainage Paper 12, Roma (1972).

Arar A. (1972). Surface Irrigation Methods and Practices, Water Use Seminar Damasco, FAO Irr. & Drainage Paper N°13, Roma (1972).

American Society of Agronomy (1967). Irrigation of Agricultural Lands, Ame. Soc. of Agronomy Publisher, Madison, Wis. (1972).

Tyler & Corey (1961). Irrigation Efficiency Studies, Minidoka Project, Agro. Exp. Sta., University of Idaho Moscow, Idaho (1961).

SAG (1971). Manual de Canales de Riego, Servicio Agrícola y Ganadero, Boletín Técnico 51, Santiago, Chile (1971).

Marr James (1967). Furrow Irrigation, California Agr. Exp. Sta., Manual 37, Univ. of California, Davis, (1967).

SCS (1973). Nivelación de Terrenos, Traducción del Manual en Inglés del mismo nombre del Soil Conservation Service, Ed. Diana, México (1973).

SCS (1973 A). Riego por Diques en Contorno, Traducción del Manual en Inglés del mismo nombre del Soil Conservation Service, Ed. Diana, México (1973).

Capítulo J

PLAN DE INGENIERIA ETAPA I

I N D I C E

		Página
1.	SINTESIS DEL PLAN DE INGENIERIA PARA LA ETAPA I	1
2.	EMBALSE DE CONVENTO VIEJO	5
2.1	Antecedentes	5
2.2	Descripción general	5
2.3	Presa, vertedero y túneles	6
2.4	Variantes	11
2.5	Estado de avance de las obras	14
2.6	Inversiones necesarias	15
3.	OBRAS DE TRASVASE	17
3.1	Justificación	17
3.2	El canal alimentador Teno-Chimbarongo	17
4.	SISTEMAS DE INGENIERIA ZONA DE NILAHUE	20
4.1	Generalidades	20
4.2	Canal matriz	20
4.3	Sistema de canales principales	23
5.	SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LAS RINCONADAS	32
5.1	Antecedentes	32
5.2	Sistemas para el suministro de agua	32
5.3	Inversiones	35
6.	CANALES SECUNDARIOS	37
6.1	Descripción	37
6.2	Presupuestos e inversiones necesarias	43
7.	MEJORAMIENTO DE LAS AREAS BAJO RIEGO	47
7.1	Generalidades	47
7.2	Unificación de bocatomas	47
7.3	Abastecimiento a áreas sin derechos y sin recursos hídricos disponibles	51
7.4	Construcción de estructuras de control y medida y tranques nocturnos	56
7.5	Evaluación de los derrames	63
8.	DRENAJE	65
8.1	General	65
8.2	Obras requeridas en El Almendral	65
8.3	Obras requeridas en la Zona de Nilahue	66
8.4	Resumen de costos	68

9.	OPERACION Y MANTENIMIENTO	69
9.1	Criterios generales	69
9.2	Tareas de mantenimiento a cargo de la Dirección de Riego	69
9.3	Tareas de mantenimiento a cargo de las Asociaciones	71
9.4	Necesidades de personal	74
9.5	Necesidades de equipo	76
9.6	Costos del programa de operación y mantenimiento	78

C U A D R O S

		Página
J-1	Inversiones presa Convento Viejo	16
J-2	Canal matriz de Nilahue - Inversiones requeridas	23
J-3	Zona de Nilahue - Descripción del sistema de canales principales	25
J-4	Zona de Nilahue - Características hidráulicas de los canales principales con caudal mayor de 5 m^3/seg	26
J-5	Zona de Nilahue - Estructuras de los canales principales	27
J-6	Zona de Nilahue - Resumen de las inversiones necesarias para el sistema de canales principales	31
J-7	Rinconadas - Descripción de los sistemas de abastecimiento de agua	33
J-8	Rinconadas - Inversiones necesarias para el sistema de abastecimiento de agua	36
J-9	Zona de Nilahue - Descripción de la red de canales secundarios	38
J-10	Rinconadas - Descripción de la red de canales secundarios	39
J-11	Nilahue y Rinconadas - Número de estructuras especiales de los canales secundarios	40
J-12	Costos por kilómetro de canal secundario en ladera	41
J-13	Costos por kilómetro de canal secundario con caídas	42
J-14	Nilahue y Rinconadas - Costos de tranques nocturnos	43
J-15	Nilahue y Rinconadas - Inversiones necesarias para canales secundarios	44
J-16	Nilahue y Rinconadas - Inversiones necesarias en tranques y estructuras especiales	45
J-17	Nilahue y Rinconadas - Inversiones necesarias de los sistemas secundarios	46
J-18	Costos de inversión del plan de unificación de bocatomas	49
J-19	Comparación de alternativas para unificación de bocatomas	51
J-20	Costos de inversión para el abastecimiento de las áreas sin derechos y sin recursos hídricos disponibles	56
J-21	Costos de las diversas alternativas	59
J-22	Número de estructuras de control y medida a la entrada de los canales principales	60
J-23	Costos de las estructuras de control y medida a la entrada de los canales principales	62
J-24	Costos unitarios de las estructuras de mejoramiento de los sistemas principales y secundarios	62
J-25	Costos totales de las estructuras de mejoramiento de los sistemas principales y secundarios	64
J-26	Esteros para los cuales se propone un programa específico de mantenimiento	71
J-27	Necesidades de personal para el programa de operación y mantención	76

J-28	Lista de maquinaria de la Dirección de Riego para operación y mantenimiento	77
J-29	Equipos básicos de oficina de la Dirección de Riego para los centros de operación y mantenimiento	77
J-30	Equipos necesarios para O & M a nivel de Junta de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas	78
J-31	Costos anuales de operación del sistema	79
J-32	Costos anuales de limpieza y dragado de esteros	84

F I G U R A S

		Después de página
J-1	Etapa I - Esquema del sistema principal de Ingeniería	1
J-2	Embalse Convento Viejo - Localización general	6
J-3	Presa, planta y secciones	7
J-4	Vertedero y obras de desviación y entrega, planta, perfiles y secciones	8
J-5	Canal alimentador Teno - Chimbarongo - Localización perfil y estructuras de toma	18
J-6	Canal alimentador Teno-Chimbarongo - Secciones y estructuras típicas	18
J-7	Canal matriz para Nilahue - Planta, perfil y secciones típicas	20
J-8	Canal matriz Nilahue - Obra de toma y estructura	20
J-9	Zona de Nilahue - Sistema de canales principales y secundarios	24
J-10	Estructura divisoria, canal de entrega a quebrada Las Cardas, bocatoma canal sur	24
J-11	Rinconadas de Los Maquis y Meneses - Sistema de canales principales y secundarios	32
J-12	Rinconadas de El Almendral y El Huique - Sistemas de canales principales y secundarios	34
J-13	Zona de Nilahue - Esquema típico de canales secundarios	37
J-14	Esquemas recomendados para unificación de bocatomas - Zona I	48
J-15	Esquemas recomendados para unificación de bocatomas - Zona II	48
J-16	Sistema de suministro de agua a zonas sin derechos - Zona I	52
J-17	Sistema de suministro de agua a zonas sin derechos - Zona II	53
J-18	Sistema de suministro de agua a zonas sin derechos - Zona III	54
J-19	Prototipo de mejoramiento de áreas bajo riego	57
J-20	Esquemas de distribución de agua en las áreas prototipo	60
J-21	Esquema de distribución de agua a nivel de sector de riego	61
J-22	Esquema de drenaje propuesto para el área El Almendral	65
J-23	Areas afectadas por problemas de erosión e inundación en Nilahue	66

SISTEMAS DE INGENIERIA

1. SINTESIS DEL PLAN DE INGENIERIA PARA LA ETAPA I

Se presenta en lo que sigue la descripción detallada y el presupuesto estimativo de los sistemas y obras de ingeniería que se recomienda incluir en la Etapa I del programa de desarrollo del Proyecto Convento Viejo. El Plan Global de desarrollo, para el conjunto del área del Proyecto, se ha expuesto en el Capítulo E de este informe, en el que se detallan también los análisis y comparaciones de alternativas que han servido de base para estructurar dicho plan. En el Capítulo F se expone y justifica la necesidad de proceder a la ejecución del Plan Global de desarrollo por etapas, y se señalan los criterios que han llevado a la selección de las áreas incluidas en la Etapa I. Estas áreas son las siguientes (Figura J-1):

- Areas actualmente bajo canal: 90.625 ha
- Areas abastecidas por gravedad en la zona de Nilahue: 22.300 ha
- Rinconadas: 4.915 ha

Los sistemas y obras comprendidos en el Plan Global que serán necesarios para asegurar un abastecimiento confiable de agua a las áreas de desarrollo de la Etapa I, se pueden clasificar en cuatro grupos principales:

a) El embalse Convento Viejo, obra de la cual depende el desarrollo de la mayor parte del área.

b) Obras de trasvase hacia el embalse de aguas de cuencas vecinas

c) Obras de suministro y distribución para las nuevas áreas de desarrollo.

d) Obras de mejoramiento en las áreas actualmente bajo riego

A continuación se resumen las características principales de las obras previstas para cada grupo.

a) Embalse de Convento Viejo

El embalse de Convento Viejo en el Estero Chimbarongo, que es el elemento central del Proyecto, resulta indispensable para asegurar un suministro satisfactorio de agua a las áreas incluidas en la Etapa I. El embalse tendrá una capacidad total de 454 millones de m^3, con un volumen útil de 444 millones de m^3. La presa que creará el embalse será de tierra, de tipo zonificado, con núcleo de arcilla impermeable. El proyecto de la presa corresponde al elaborado por la Dirección de Riego, la cual tiene terminados ya la mayor parte de los diseños, e incluso ha iniciado la construcción.

A la fecha de redacción del presente informe, estaban terminados el dentellón y la pared de hormigón plástico de la fundación, la ataguía, que formará parte del muro principal, el tú-

nel de desviación y toma de la ladera sur, y la toma de la ladera norte. Está iniciada la variante del ferrocarril. Se deben terminar para la Etapa I del Proyecto todas las obras faltantes para poner el embalse en servicio: concluir el muro principal, y construir el vertedero, el muro secundario y las variantes.

b) Obras de trasvase

El almacenamiento de los recursos propios del Estero Chimbarongo por la represa Convento Viejo no es suficiente para cubrir las necesidades de agua del Proyecto ni siquiera en la Etapa I. Por lo tanto es necesario prever el trasvase de recursos sobrantes de ríos vecinos. Parte integrante de estas obras de trasvase la constituye el canal que conduce sobrantes de invierno desde el Río Teno hasta el embalse, y que se encuentra prácticamente concluido y en operación desde 1975. La capacidad del canal es de 65 m^3/seg, de los cuales 40 m^3/seg corresponden a la Dirección de Riego y el caudal restante a la ENDESA, para alimentar la central hidroeléctrica de Rapel.

Aunque el Plan Global contempla un trasvase adicional, a saber: el de aguas del Río Tinguiririca al embalse, no se ha previsto para la Etapa I la ejecución de obras para este fin, ya que se considera que el flujo de retorno que existe por la causa de la baja eficiencia actual del riego y la falta de control en el sistema es suficiente para suministrar al embalse el complemento de alimentación requerido para la Etapa I. Sin embargo, para el caso de que se hiciera necesario un aumento del suministro al embalse, a raíz de un mejoramiento de la eficiencia del riego o de un control más efectivo de los recursos hídricos en el área bajo canal de la Zona I, se han previsto ciertas obras adicionales que facilitarían el trasvase controlado de hasta 5 m^3/seg.

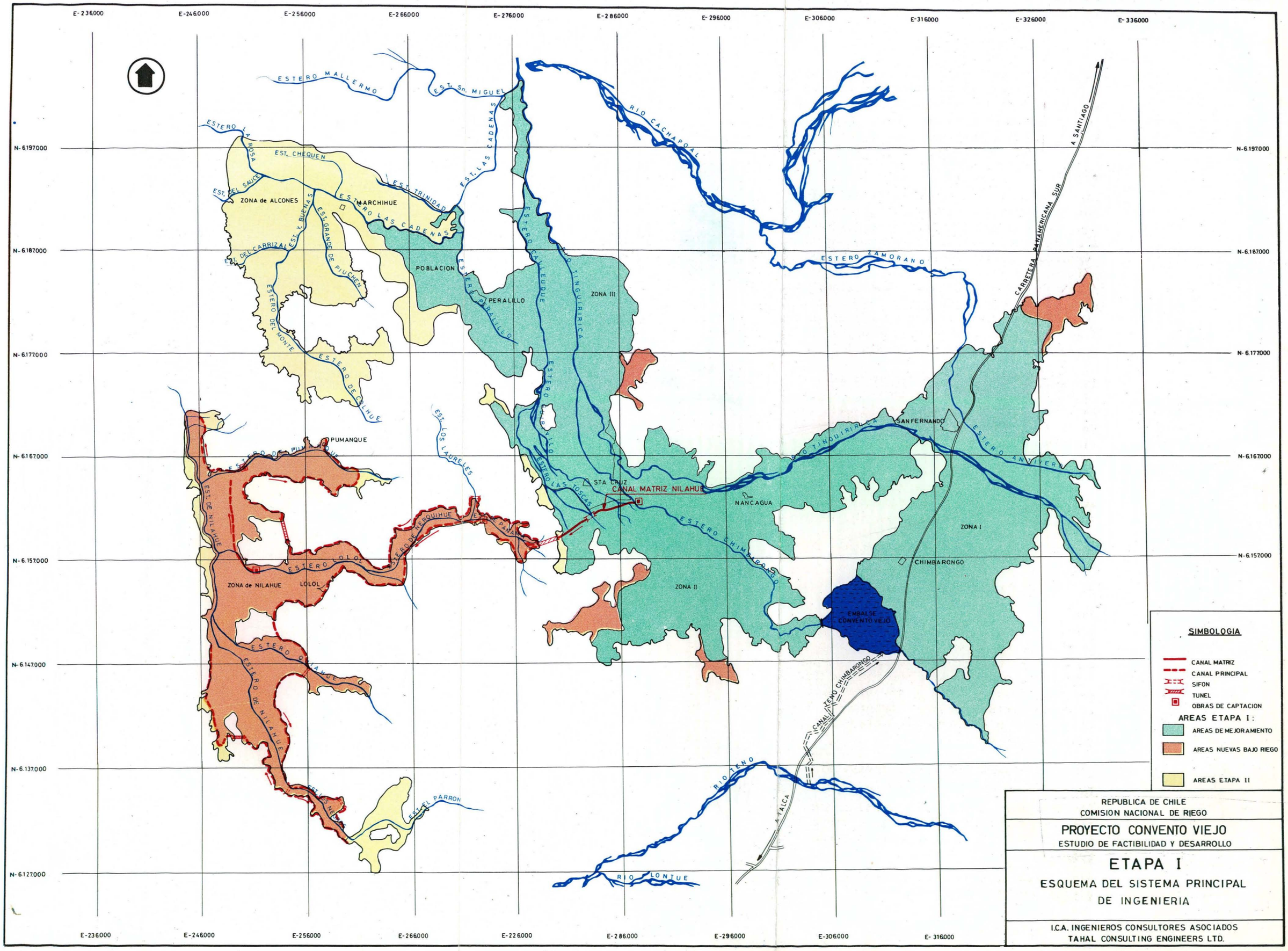
c) Desarrollo de nuevas áreas bajo canal

Zona de Nilahue

Para suministrar el agua necesaria para regar las áreas nuevas de Nilahue se propone construir un canal matriz, que tendrá su captación en el Estero Chimbarongo cerca de la población de Santa Cruz. El canal proyectado tiene una longitud total de 10,3 km y un caudal inicial de 30,8 m^3/seg, parte del cual complementará el caudal necesario en el Estero Las Toscas. Además del canal matriz, se han previsto para la Etapa I del Proyecto las obras siguientes:

- Construcción de 237 km de canales principales para la conducción de agua a todos los sectores de la zona de Nilahue.
- Construcción de cerca de 500 km de canales secundarios y 47 tranques nocturnos correspondientes al sistema de distribución de la parte de la Zona de Nilahue dominada por los canales principales.
- Construcción de estructuras para control de la erosión en las áreas afectadas por este problema.

FIG. J-1



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ETAPA I

ESQUEMA DEL SISTEMA PRINCIPAL DE INGENIERIA

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

Rinconadas

Las obras contempladas para la Etapa I son:

- Construcción y/o ampliación de 39,1 km de canales de conducción para el suministro de agua a las rinconadas de Los Maquis, Meneses, El Almendral y El Huique, con un área neta total de 4.915 ha.
- Construcción de sendas estaciones de bombas en las rinconadas de Meneses, El Almendral y El Huique, para abastecer 2.184 ha en las partes más elevadas de estas rinconadas. Instalación y/o refuerzo de los correspondientes sistemas de suministro de energía.
- Construcción de 50,2 km de canales principales con sus estructuras correspondientes.
- Construcción de 83,2 km de canales secundarios y de 18 tranques nocturnos.
- Construcción de 28 km de canales de drenaje con las correspondientes estructuras, para solucionar los problemas de drenaje en un área de 1.200 ha en la parte baja de la rinconada de El Almendral.

d) Obras de mejoramiento en el área actualmente bajo riego

La disponibilidad de agua, para mejorar el suministro a las áreas bajo canal que sufren de deficiencias, y para posibilitar el riego en las áreas nuevas, depende en alto grado de la racionalización en el uso de los recursos hídricos y el mejoramiento de la eficiencia del riego. Por lo tanto, se han propuesto modificaciones en el sistema actual, que facilitarán la distribución controlada del agua para riego y su entrega a los agricultores de acuerdo a tasas de riego proporcionadas a las demandas de los cultivos, las condiciones de los suelos y la eficiencia prevista del riego a nivel predial. Estas modificaciones son, en líneas generales, las siguientes:

- Unificación de bocatomas en el Río Tinguiririca y el Estero Chimbarongo, donde ello se justifique técnica y económicamente.
- Construcción de compuertas y secciones de aforo en las entradas a los canales principales.
- Construcción de las obras necesarias para asegurar un suministro adecuado a las 7.653 ha, distribuidas en 9 bloques independientes, que actualmente no tienen derechos y sufren de deficiencias de agua para riego.
- En los canales principales, construcción de las compuertas, los sistemas de aforo y los tranques nocturnos faltantes para una distribución de agua controlada a los denominados sectores de riego, con áreas variables entre 200 y 400 hectáreas.
- Complementar la red de distribución dentro de los sectores de riego, tanto en las áreas reformadas como las no reformadas.

En las secciones siguientes de este capítulo se presentan los detalles técnicos y costos de las obras incluidas en la Etapa I.

A continuación se resumen las inversiones previstas para los trabajos de la Etapa I (miles de PUS$).

Embalse Convento Viejo	34.359,6
Nilahue	
Canal matriz	3.568,9
Canales principales	22.210,3
Canales secundarios	6.224,0
Adecuación predial (1)	7.918,6
Drenaje	664,3
Sub-total	40.586,1
Rinconadas	
Sistemas de abastecimiento	2.602,5
Canales secundarios	1.107,7
Adecuación predial (1)	1.017,4
Drenaje	264,0
Sub-total	4.991,6
Zonas I, II y III	
Unificación de bocatomas	99,8
Construcción de bocatomas	416,3
Abastecimiento a áreas sin derechos	226,5
Mejoramiento sistema principal	4.437,0
Mejoramiento sistema secundario	2.352,1
Adecuación predial (1)	20.705,1
Sub-total	28.236,8
Total Etapa I	108.174,1

(1) Detalle en Capítulo H.

2. EMBALSE DE CONVENTO VIEJO

2.1 Antecedentes

El embalse de Convento Viejo es el componente central del Proyecto. En efecto, sólo mediante la regulación y almacenamiento de los recursos de los ríos Teno y Tinguiririca y del Estero Chimbarongo en un embalse de capacidad suficiente, se puede asegurar el suministro adecuado del agua para riego a toda el área de los Valles Central y de Santa Cruz actualmente bajo canal y a la mayor parte de las zonas actualmente sin riego que quedan bajo la influencia de la represa.

La necesidad de obtener alguna clase de regulación para los principales ríos y esteros del área era evidente desde hacía muchos años ya que existían deficiencias crónicas de agua en las zonas bajo canal, en tanto que caudales abundantes de los cursos superficiales se perdían en el mar en los meses invernales y por otra parte grandes extensiones de tierras cultivables de buena calidad se quedaban sin poder ser regadas.

Varias transformaciones tuvo la idea original de almacenamiento para riego hasta llegar a la concepción actual. En el anteproyecto original se pretendía almacenar en el embalse las aguas de invierno que transporta el Estero Chimbarongo, lo que permitiría liberar al Río Tinguiririca de ciertas áreas abajo del embalse, llevando los recursos así liberados hacia el Río Teno para mejorar el riego de áreas servidas por éste. La evaluación de los recursos reales de cada fuente hizo descartar esta posibilidad invirtiendo complemente su orientación: el Río Tinguiririca y el Estero Chimbarongo juntos no son suficientes para abastecer satisfactoriamente todas las áreas del Proyecto; el Río Teno, en cambio, tiene grandes sobrantes de invierno que de no almacenarse se perderían en el mar.

Entretanto la ENDESA construyó la central hidroeléctrica de Rapel en el bajo Tinguiririca y se buscó la forma de ampliarla mediante el trasvase de caudales de otras cuencas: la Dirección de Riego, por su parte, se percató de la necesidad de los aportes del Río Teno para el desarrollo integral del Proyecto. En la vista de la coincidencia de intereses, ambas entidades acordaron la construcción del canal Teno Chimbarongo para propósito múltiple de generación de energía y riego, con el objeto de aprovechar los sobrantes de invierno del Teno.

Finalmente, la evolución hidrológica efectuada para el presente estudio ha demostrado que en la etapa final del Proyecto se requerirá, además, el trasvase de caudales del Río Tinguiririca al embalse. Para la Etapa I, sin embargo, no se considera necesario este trasvase (véase Sección 3.3 más adelante).

2.2 Descripción general

El proyecto de la presa y sus obras complementarias que aquí se describen, corresponde en su totalidad al elaborado por la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Chile.

La presa de Convento Viejo se ha localizado en la angostura del mismo nombre sobre el Estero Chimbarongo, donde este abandona el Valle Central para internarse en el de Santa Cruz; el sitio queda unos 8 km al poniente de la Carretera Panamericana Sur. Tanto las características topográficas de la angostura como sus condiciones geológicas presentan aspectos muy favorables para la construcción de la presa de tierra recomendada. Se requiere una presa o muro secundario al norte de la presa principal, para cerrar el vaso del embalse (Figura J-2).

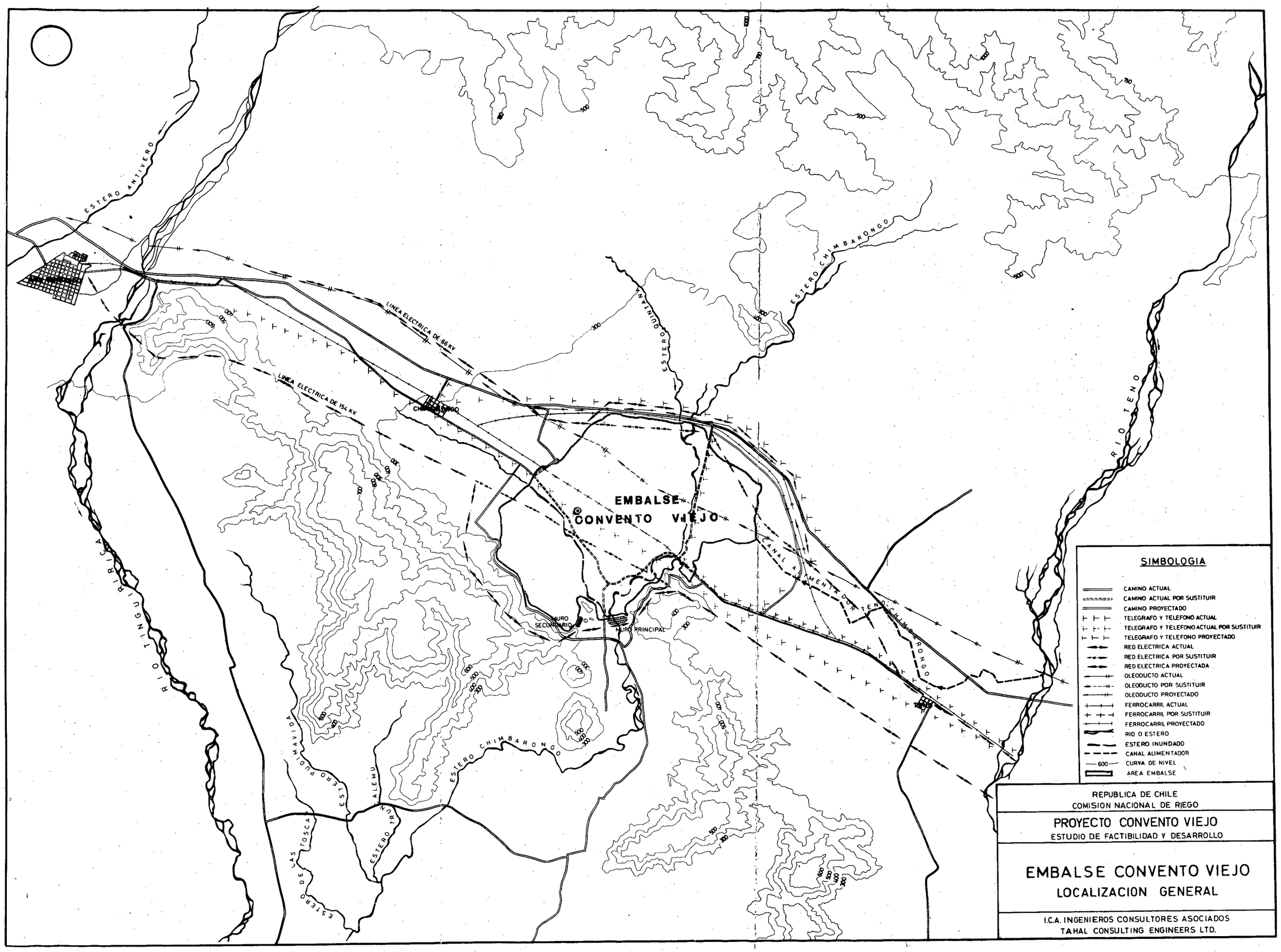
El emplazamiento de este se presenta también excepcionalmente ventajoso, pues aguas arriba de la angostura el valle se abre formando un abanico con pendientes muy bajas. La capacidad útil del embalse, o sea el volumen comprendido entre el nivel de aguas muertas y el máximo, es de 444 millones de m^3 y el volumen de aguas muertas es aproximadamente de 10 millones. La Dirección de Riego estimó en cerca de 36 millones de m^3 el volumen subterráneo aprovechable, pero ante la incertidumbre sobre su valor real, este volumen no se consideró dentro de la evaluación hidrológica efectuada para el presente Informe, aunque se recomienda tomar las medidas del caso para determinar su valor real, durante el proceso de operación del embalse. La superficie máxima inundada es de 4.607 hectáreas. Las principales obras y estructuras complementarias del embalse para la primera etapa del Proyecto se enumeran a continuación:

- La presa de Convento Viejo, que creará el embalse
- Una presa secundaria para cerrar el vaso del embalse
- La ataguía de desviación, que formará parte del cuerpo de la presa principal.
- El túnel de desviación y de toma en la ladera sur (izquierda)
- El túnel de toma en la ladera norte
- Las variantes que será necesario construir para los servicios que quedarán inundados con el embalse. Estas son, en orden de importancia, las siguientes: ferrocarril, líneas de alta tensión, teléfono, oleoducto, caminos, telégrafo y línea de baja tensión.

2.3 Presa, vertedero y túneles

2.3.1 Geología general del área

La Dirección de Riego ejecutó en 1968 y en años subsiguientes los estudios geológicos y generales de campo con el objeto de determinar las características de fundación para la construcción de la presa, las condiciones que reúne el área del embalse para el almacenamiento de agua y las disponibilidades de materiales de empréstito para la construcción. Las conclusiones de estas investigaciones fueron: que la geología en los sitios de la presa, el muro secundario y sus obras complementarias, son aptos para la construcción de las obras proyectadas; que el vaso del embalse presenta suficientes condiciones de impermeabilidad; y que se encuentran en la zona suficientes fuentes de materiales para la construcción.



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

EMBALSE CONVENTO VIEJO
LOCALIZACION GENERAL

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

FIG. J-2

ESTERO ANTIVERO

LINEA ELECTRICA DE 66 KV

LINEA ELECTRICA DE 154 KV

ESTERO QUINTANA

ESTERO CHIMBARONGO

RIO TINGUIRIRICA

EMBALSE CONVENTO VIEJO

MURO SECUNDARIO

MURO PRINCIPAL

CANAL ALIMENTADOR TENO-CHIMBARONGO

RIO TENO

ESTERO PUDIMAVIDA

ESTERO DE LAS TOSCAS

ESTERO TRALALEMU

ESTERO CHIMBARONGO

SIMBOLOGIA

- CAMINO ACTUAL
- CAMINO ACTUAL POR SUSTITUIR
- CAMINO PROYECTADO
- TELEGRAFO Y TELEFONO ACTUAL
- TELEGRAFO Y TELEFONO ACTUAL POR SUSTITUIR
- TELEGRAFO Y TELEFONO PROYECTADO
- RED ELECTRICA ACTUAL
- RED ELECTRICA POR SUSTITUIR
- RED ELECTRICA PROYECTADA
- OLEODUCTO ACTUAL
- OLEODUCTO POR SUSTITUIR
- OLEODUCTO PROYECTADO
- FERROCARRIL ACTUAL
- FERROCARRIL POR SUSTITUIR
- FERROCARRIL PROYECTADO
- RIO O ESTERO
- ESTERO INUNDADO
- CANAL ALIMENTADOR
- 600 CURVA DE NIVEL
- AREA EMBALSE

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

EMBALSE CONVENTO VIEJO
LOCALIZACION GENERAL

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

2.3.2 Presa y muro secundario

La presa es de tierra del tipo zonificado, con un núcleo central simétrico de material arcilloso impermeable y espaldones exteriores de material pluvial tipo GW-GP. En la zona permeable aguas arriba se consideró una parte para ser rellenada con material misceláneo aprovechable procedente de las excavaciones del vertedero, cuyas características son semejantes a las del material permeable. Los taludes están protegidos por una capa de enrocado de 0,90 m de espesor (Figura J-3).

El proyecto original contemplaba una fundación en estrato permeable con un dentellón de arcilla y los correspondientes drenes y pozos de aliviadero, pero cuando se realizaron las excavaciones de fundación, se encontraron sectores muy permeables que obligaron a modificar el diseño: aprovechando la excavación realizada para el dentellón con profundidades variables (en los costados cerca de 7,5 m y en el centro hasta 13,50 m), se decidió construir una cortina de hormigón plástico que llegara hasta la roca fundamental. La excavación se rellenó con arcilla compactada hasta el nivel del terreno natural y a partir de éste se procedió con la excavación para construir la pared, obra que ya está concluida en el momento de escribir este Informe. La excavación para la cortina se efectuó con pala-almeja especial, y se utilizó barro bentonítico para evitar derrumbes y hacer posible el vaciado del hormigón plástico sin la ayuda de moldajes. El espesor de la pared es de 0.80 m y su altura variable, con máximos de cerca de 50 m. La superficie total de la pared es de 15.000 m^2 aproximadamente. Se contó con la asesoría de técnicos franceses especialistas en la construcción de esta clase de obras.

La ataguía necesaria para desviar el Estero Chimbarongo de su cauce natural durante la construcción, se ha considerado incorporada en la sección de la presa (Figura J-3). En la obra de coronamiento de la ataguía se ha dejado una berma de 8 m en el espaldón de aguas arriba de la presa. La ataguía se encuentra ya totalmente terminada: fue construida a su altura de proyecto original, de 14 metros, la que era suficiente para desviar un caudal máximo de 314 m^3/seg, y fue sobreelevada en 4 metros por razones de seguridad al interrumpirse los trabajos de construcción de la presa, aumentándose así su capacidad de desviación a 776 m^3/seg, que corresponde a una crecida del Estero Chimbarongo con un período de retorno 1 : 10 años.

Las características principales de la presa son las siguientes:

Altura máxima	36 m
Cota coronamiento del muro	276,30 m.s.n.m
Cota fondo angostura	240,30 m.s.n.m
Nivel máximo de aguas normales	274,30 m.s.n.m
Nivel máximo de aguas	274,83 m.s.n.m
Nivel de aguas muertas	251,00 m.s.n.m
Longitud de coronamiento	715 m
Ancho coronamiento	6 m
Talud aguas arriba	2,6 : 1
Talud aguas abajo	2,2 : 1
Volumen de relleno	2.112.000 m^3

Se requiere además, al norte de la presa y a cerca de 1 km de ésta, un muro secundario, también en tierra, para cerrar un portezuelo cuya cota de fondo es de 256,30 m y complementar el cierre del embalse. Su altura máxima es de 20 m y tiene características análogas a las de la presa principal, pero con taludes 2,4 : 1 y 2,1 : 1 para los espaldones de aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Su volumen de relleno es de 105.000 m^3.

2.3.3 Vertedero

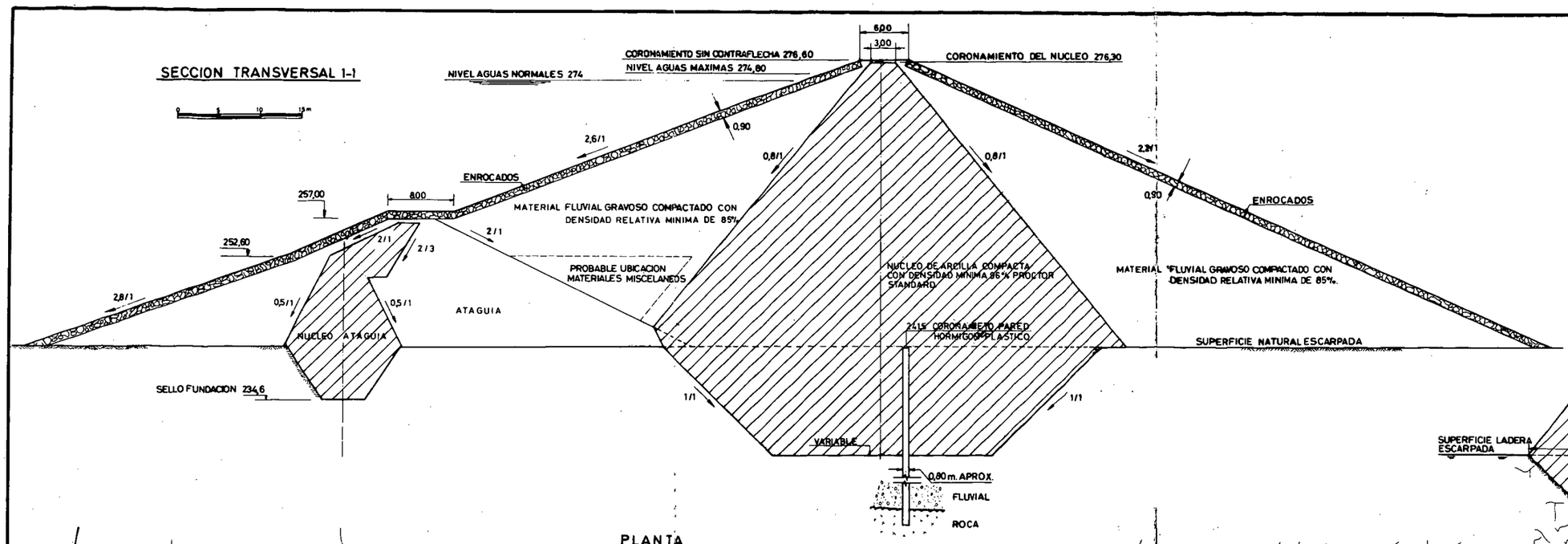
Se analizaron tres posibilidades para su ubicación, a saber: en el portezuelo donde se construirá el muro secundario, y a los costados norte y sur de la presa. La primera solución se descartó por la excesiva longitud del canal de descarga. Finalmente se adoptó la localización sur (ladera izquierda del muro) pues aunque implica mayores volúmenes de excavación, ofrece mejores condiciones de fundación y además, una parte del material de excavación que se obtenga podrá utilizarse para el relleno de la presa. En esta localización, el vertedero queda fundado totalmente en roca, desde el extremo aguas arriba hasta la parte final del rápido de descarga. Los últimos tramos del rápido y el colchón disipador se fundan en roca muy alterada, escombo de falda y material aluvial.

La capacidad de diseño del vertedero es de 1.000 m^3/seg, que corresponde a la crecida regulada del Estero Chimbarongo con un período de retorno de 1 : 500 años.

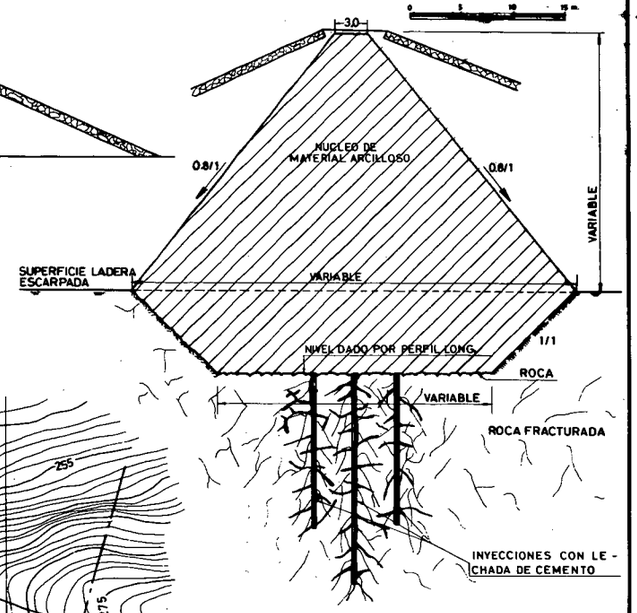
El vertedero proyectado está constituido por los siguientes elementos, siguiendo el sentido de avance del agua: canal de acceso, transición de entrada, vertedero propiamente dicho, estructura de control, rápido de descarga, colchón disipador de energía y canal de entrega. La longitud total de las obras es de 669 m de los cuales 372 m corresponden a tramos de hormigón y la parte restante a los canales de acceso y entrega que no se consideran revestidos. A continuación se hace una breve descripción de cada una de las partes integrantes del vertedero; para mayores detalles, véase el plano de la Figura J-4.

- Canal de acceso. Tendrá una longitud de 100 m, de los cuales los últimos 20 m estarán revestidos con hormigón no reforzado. Su sección será trapezoidal con base constante de 33 m y talud de 3 : 1 en los primeros 20 m, variando luego gradualmente hasta 3 : 2 en el tramo revestido, en el cual será constante.
- Transición. Será de forma alabeada, con taludes que variarán gradualmente de 3 : 2 a vertical. Su base será igual a la del canal de acceso, su longitud será de 42,35 y la altura de 11,70m.
- Vertedero. Tendrá una pendiente 2 : 1 en su cara aguas arriba y en su cresta y la cara aguas abajo tendrá la forma tipo Creager, que sigue el perfil de la lámina vertiente. Aguas abajo empalmará con el rápido de descarga mediante una curva vertical.
- Estructura de control. Sobre la cresta del vertedero, con cota 268,40 m, estará ubicada la estructura de control con 4 compuertas de sector accionadas hidráulicamente, de sección cuadrada de 6,75 m de lado.

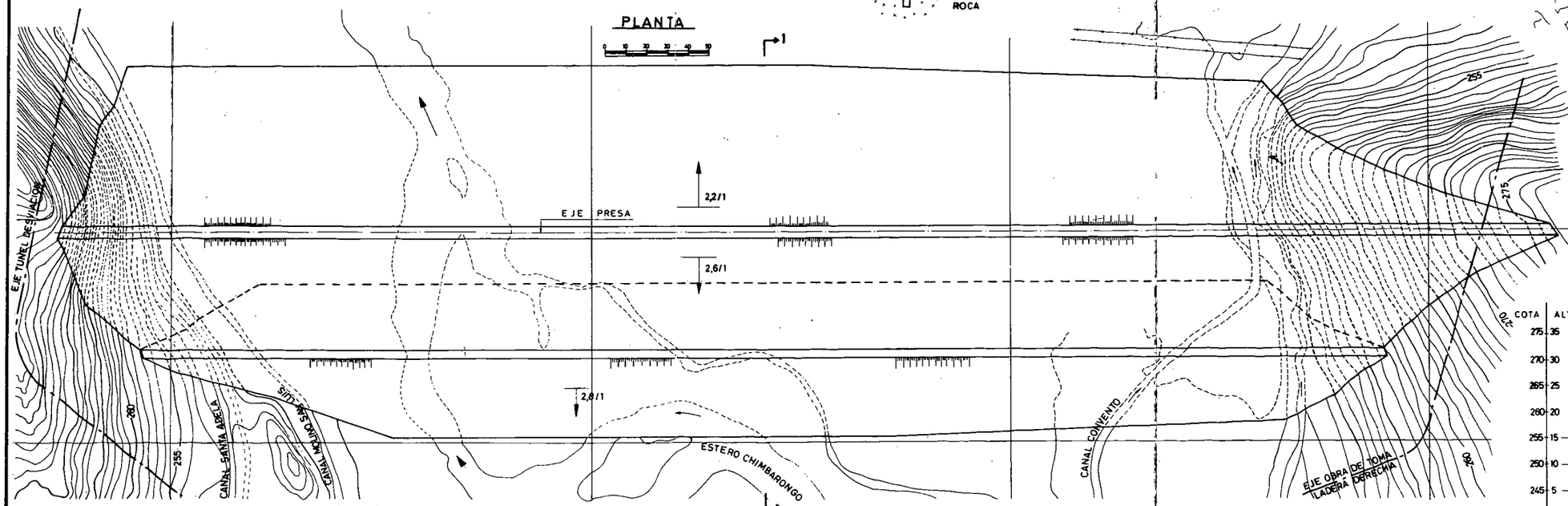
SECCION TRANSVERSAL 1-1



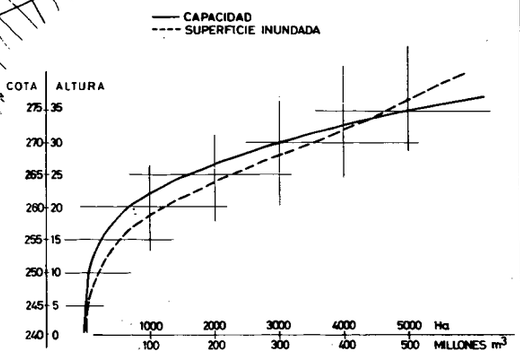
DETALLE DE EMPOTRAMIENTO EN LADERA



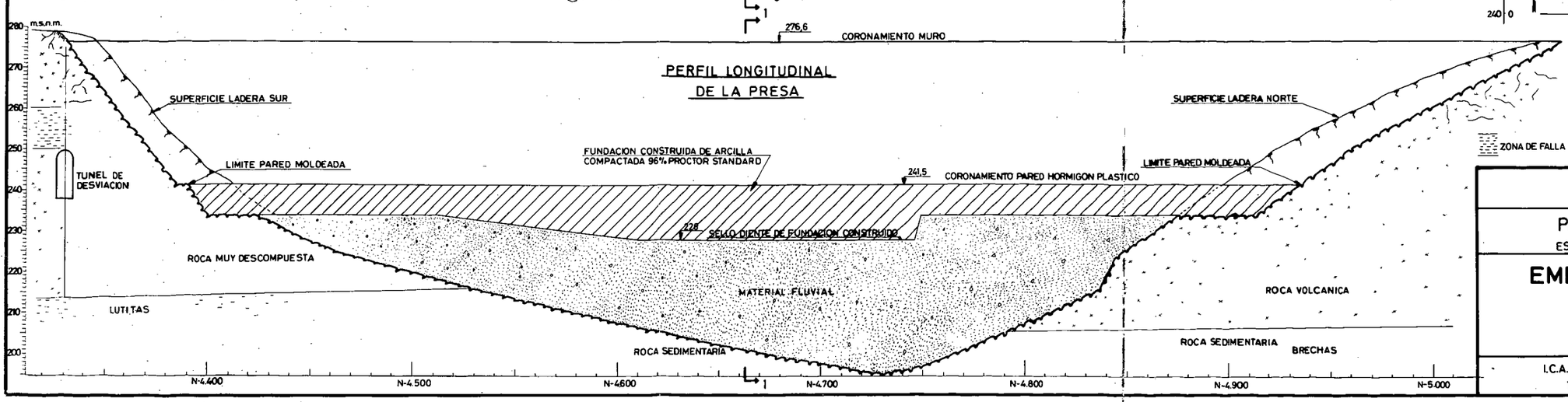
PLANTA



CURVAS CARACTERISTICAS



PERFIL LONGITUDINAL DE LA PRESA



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

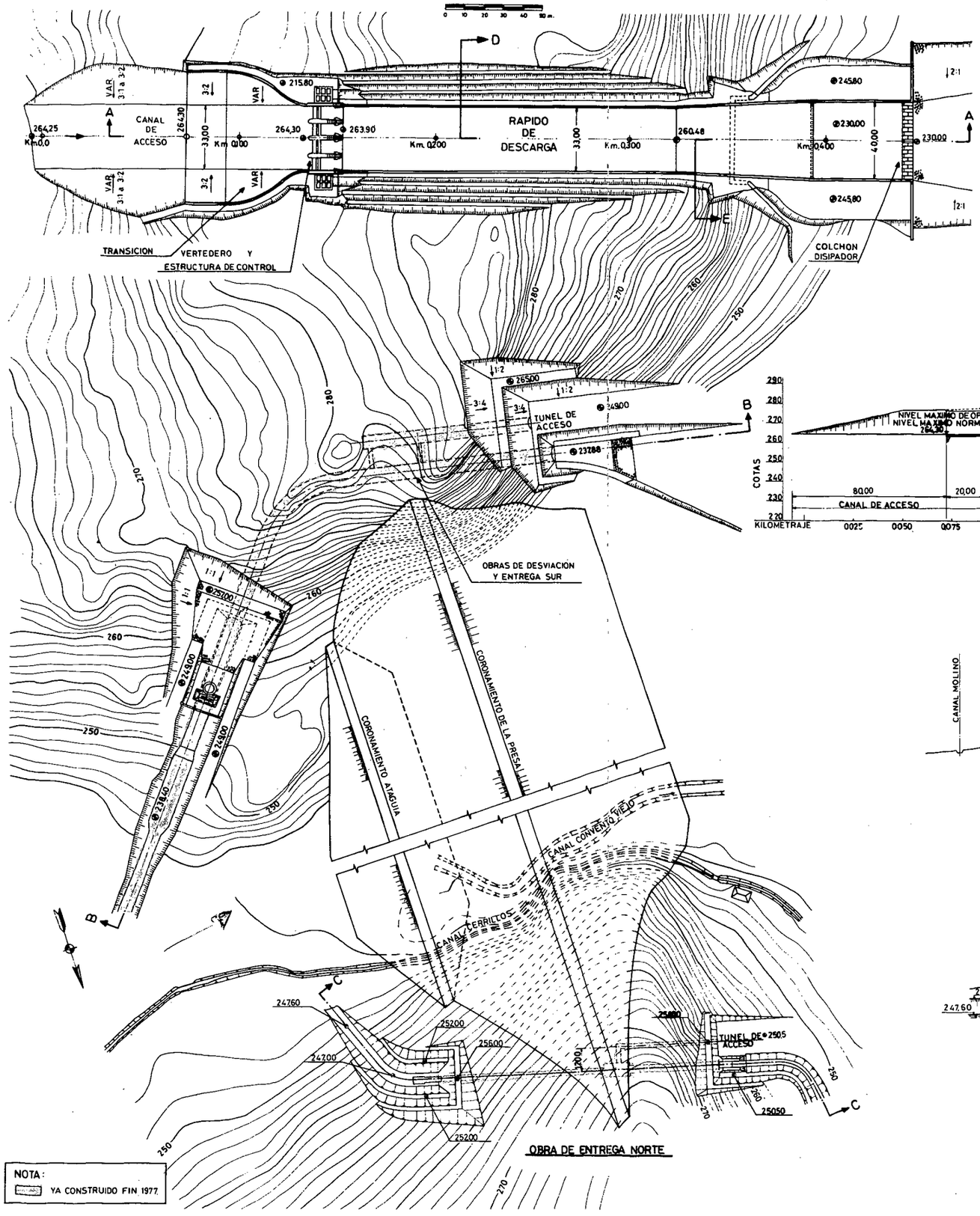
PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

EMBALSE CONVENTO VIEJO

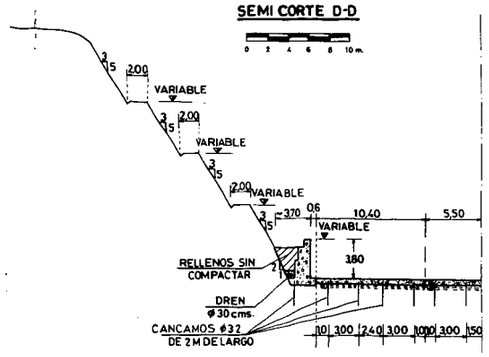
PRESA
PLANTA Y SECCIONES

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

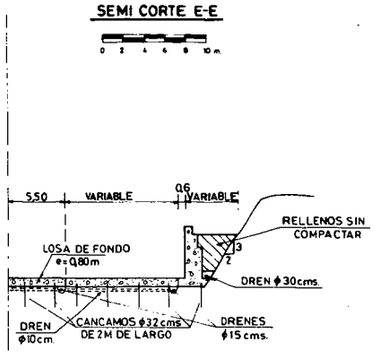
PLANTA



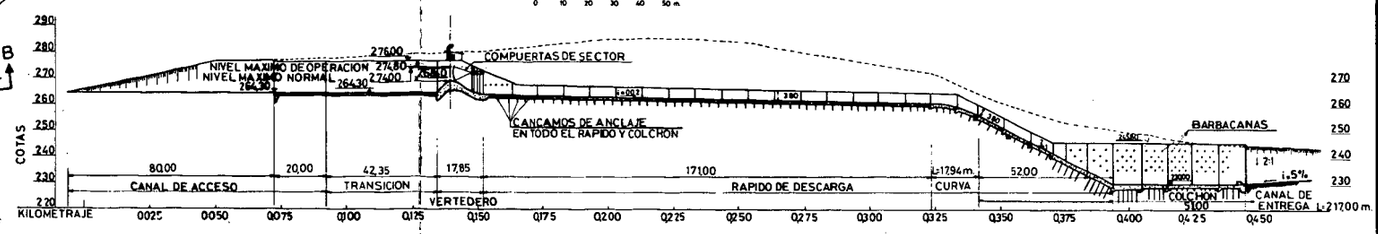
SEMI CORTE D-D



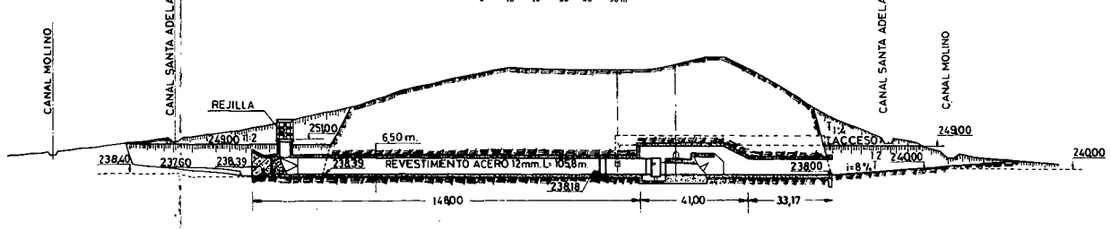
SEMI CORTE E-E



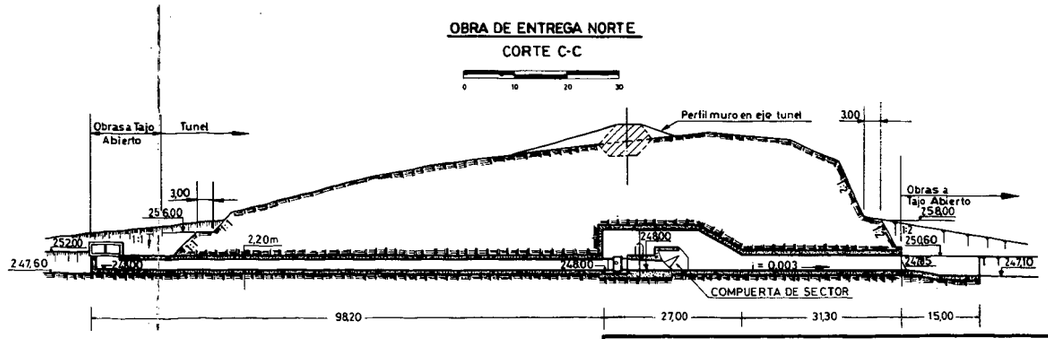
VERTEDERO
CORTE A-A



OBRA DE DESVIACION Y ENTREGA SUR
CORTE B-B



OBRA DE ENTREGA NORTE
CORTE C-C



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

EMBALSE CONVENTO VIEJO
VERTEDERO Y OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA

PLANTA, PERFILES, SECCIONES

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

- Rápido de descarga. Tendrá una longitud total de 241 m y constará de tres tramos: el primero de 171 m, empezará al pie del vertedero, tendrá 2% de pendiente y empalmará con el tramo siguiente por una curva vertical; su sección será rectangular con 33 m de ancho y 3,80 m de alto. El segundo tramo, que corresponde a la curva de enlace vertical, tendrá sección rectangular y su base variará linealmente de 33 a 34,70 m, en el empalme con el tramo siguiente; su longitud horizontal será de cerca de 18 m. El tercer tramo se desarrolla con pendiente del 50%, su longitud hasta el disipador es de 52 m, tiene sección rectangular con un ancho que varía de 34,70 a 40 m y una altura de 3,80 m. El fondo del rápido estará formado por losas de hormigón reforzado ancladas a la roca y los muros será de gravedad. Contará además con un sistema de drenaje longitudinal y transversal.
- Colchón disipador. Su diseño corresponde al clásico recomendado por el U.S. Bureau of Reclamation, con sección rectangular, ancho constante de 40 m, longitud de 51 m y muros gravitacionales de 15,80 m de altura; en su extremo inferior la losa de fondo tendrá bloques de hormigón reforzado para amortiguación de energía. También en este caso la losa de fondo estará anclada a la roca de fundación.

  El canal de entrega al estero se iniciará a la salida del amortiguador de energía, tendrá sección trapezoidal con taludes 2 : 1, base variable linealmente de 40 m a 100 m en sus 217 m de longitud. Los primeros 70 m de canal estarán protegidos con enrocado, para contrarrestar la erosión que pueda ocasionar la turbulencia residual del resalto.

2.3.4 Túnel de desviación y toma ladera sur

La desviación del Estero Chimbarongo se realiza por medio de un túnel excavado en la ladera izquierda de la angostura de Convento Viejo. Este túnel se aprovechará posteriormente, una vez terminada la construcción de la presa, para realizar las entregas de agua al Estero Chimbarongo.

Su longitud total es de 222,17 m. Se sección es circular de diámetro 6,5 m en los primeros 148 m, luego se ensancha para formar una cámara para ubicar válvulas, en una longitud de 41 m con ancho 6,50 m y altura 11,00 m, y finalmente se angosta a sección de base rectangular y bóveda de medio punto con ancho 6,5 m y altura 6,5 m en una longitud de 33,17 m. En la zona de sección circular exiten 105 m con revestimiento interior de acero de espesor 12 mm.

La cámara de válvulas tiene un acceso independiente por un túnel de sección igual al anterior para peatones, con ancho 2,70 m, altura 3,35 m y longitud 80 metros.

El túnel tiene una pendiente uniforme de 0,002

La capacidad del túnel de desviación, a raíz de la sobreelevación de la ataguía, es actualmente de 776 m^3/seg.

Adicionalmente, a través del túnel de acceso para la cámara de válvulas, se hará una entrega a cota más alta que la del túnel de desviación, para los canales existentes de Molino y Santa Adela.

Sobre la entrada del túnel está prevista una torre de toma provista de rejillas, para captar las aguas cuando el conducto opere como obra de toma. La entrada de la desviación se sellará con un tampón de hormigón.

La capacidad máxima del túnel cuando opere como captación, será del orden de los 60 m^3/seg en la época de riego.

2.3.5 Túnel de toma ladera norte

Este túnel se proyectó y construyó con el objeto de alimentar el canal de trasvase Convento Viejo-Tinguiririca, que la Dirección de Riego consideró desde un principio como parte integrante del sistema, y para abastecer los canales existentes de Convento Viejo y Cerrillos.

Como se explica en el Capítulo E de este Informe, no se encuentra justificable la terminación de la construcción del canal Convento Viejo-Tinguiririca de acuerdo a su concepción original. Sin embargo se considera que en el futuro podrían habilitarse o terminarse partes de este canal ya iniciadas,para reforzar o simplificar el suministro de agua a ciertas áreas que están bajo su influencia directa. La función de esta obra de toma en la ladera norte sería entonces la de abastecer los canales mencionados y las necesidades adicionales que surjan posteriormente.

El túnel está formado por un sector inicial de sección circular y 2,20 m de diámetro interior, cuya longitud es 98 m. A continuación sigue una cámara de válvulas con sección medio punto a 5,40 m de ancho y 9,10 m de alto con una longitud de 27 m. Finalmente se tiene un sector de 31,30 m de sección con base rectangular y bóveda de medio punto con ancho 3,00 m y altura 3,50 metros.

El caudal de diseño para este túnel como entrega es de 10 a 12 m^3/seg para nivel del embalse mínimo y máximo respectivamente.

Durante la construcción del muro principal, este túnel sirve para mantener el servicio de los canales Convento y Cerrillos. Terminada la construcción, se deben instalar las válvulas en la cámara respectiva y la captación se hará por medio de una estructura con rejillas ubicada a la entrada del túnel.

La cámara de válvulas cuenta con una entrada independiente a través del túnel de acceso, con sección medio punto, base 1,50 m, altura 2,50 m y 59 m de longitud.

2.3.6 Expropiaciones

El embalse Convento Viejo inundará 4.607 ha, a su cota de aguas máximas de 274,83 m. Para efectos prácticos se consideró como cota de inundación la de 275 m, a la cual corresponde una superficie de 4.807 ha que debe ser expropiada. La mayor parte de esta área corresponde a suelos agrícolamente activos: parte pertenece al pueblo de Convento Viejo y una fracción menor, a las fajas en las que se encuentran los servicios que deben ser relocalizados. Comisiones técnicas nombradas por el Gobierno han efectuado los avaluos de los predios, construcciones, mejoras y plantaciones existentes en la zona, pues las expropiaciones debieron iniciarse paralelamente a la ejecución de las obras ya emprendidas.

2.4 Variantes

Dentro de la zona de inundación del embalse existe cierto número de servicios que deberán estar relocalizados una vez que la presa se encuentre construida y en operación. La ubicación actual de estos servicios y la de las variantes propuestas se muestra en la Figura J-2. Estas son, en orden de importancia por las inversiones que requieren, las de ferrocarril, líneas de alta tensión, teléfono, oleoducto, caminos, telégrafo y línea de baja tensión. A continuación se hace una breve descripción de cada una.

2.4.1 Variante de ferrocarril

Es la única cuya construcción está iniciada y la más importante, pues los costos de la parte faltante representan un 70% del total necesario para las variantes.

El trazado actual del ferrocarril eléctrico longitudinal sur divide la zona inundada en dos partes aproximadamente iguales. Ante las dos posibilidades de trazado de la variante, a saber: por la ribera oeste, donde están la presa y los faldeos de los cerros Quinta y Loma Grande, o por la este, formada por terrenos agrícolas planos y localizada entre el embalse y la carretera para evitar puentes innecesarios, resultó obviamente este última la solución con desarrollo más corto y menor movimiento de tierras. La variante, cuyo proyecto fue preparado por la Dirección de Riego y aprobado por la Empresa de Ferrocarriles, tiene 19,5 km en sustitución de un tramo actual de 17,04 km y hace necesaria la reubicación de la actual estación de Quinta y de su subestación eléctrica. El tramo actual es de una vía, pero la variante está proyectada de doble vía en vista de las ampliaciones futuras previstas. La Empresa de Ferrocarriles del Estado asumirá los costos que implique esta modificación.

La plataforma del ferrocarril proyectado tiene un ancho de 13,6m en corte y 11,6 m en terraplén, su gradiente máximo es de 7‰ y su radio mínimo es de 2.400 metros. Las principales obras de arte necesarias son las siguientes:

- Sendos puentes sobre el estero Chimbarongo y sobre el canal alimentador Teno-Chimbarongo, con 5 tramos de 16 m y 2 tramos de 12 m respectivamente.

- Paso a distinto nivel en el cruce con una carretera
- 55 alcantarillas de sección cuadrada, con sección de paso variable entre 0,64 y 4 m^2.
- 8 sifones de sección circular, con diámetros de 1,0 y 1,2 m

2.4.2 Variantes de líneas de alta tensión

Dentro de la zona de inundación del futuro embalse, se encuentran tramos de dos líneas de alta tensión de la Empresa Nacional de Electricidad, ENDESA.

La primera es una línea de 154 kV que forma parte del sistema interconectado de la zona central del país. Se trata de una línea de doble circuito, con conductores de cobre sobre estructuras metálicas.

La otra línea es de 66 kV y corresponde al sector que une a San Fernando con Curicó. Tiene un sólo circuito, con conductores de cobre, sobre postes de hormigón armado con crucetas metálicas.

Quedaría también bajo agua la subestación Convento Viejo correspondiente a la línea de 66 kV, cuya función principal es la de alimentar a la subestación Quinta del sistema eléctrico de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

La reubicación de estas líneas eléctricas significa una variante de 14 km de longitud para la primera y de 8,5 km para la segunda. La variante de la línea de 154 kV se haría por el costado poniente del lago, y la de 66 kV por el costado oriente en razón de la ubicación de los trazados actuales. La nueva subestación Quinta se construiría vecina a la de Ferrocarriles del Estado, que es necesario relocalizar. Como el plazo total de construcción se estima en dos años y por razones de servicio no es posible interrumpir el funcionamiento de estas líneas, en especial la primera, es necesario construir las variantes completas antes de desconectar los trazados actuales.

2.4.3 Variante de líneas de teléfonos

El embalse de Convento Viejo dejará inundados 6,8 km de ruta de larga distancia y 6 km de líneas locales de la Compañía de Teléfonos de Chile.

La ruta de larga distancia es la que une a Santiago con todo el Sur del país. Tiene su trazado a un costado del ferrocarril actual y está construida sobre postes de madera, con 3 crucetas. Leva 9 circuitos troncales de larga distancia y 3 circuitos locales de suscriptores, o sea un total de 12 circuitos, usando conductor de cobre.

La reubicación de la línea troncal se haría así: partiría del pueblo de Chimbarongo a lo largo de 1,3 km, hasta la Carretera Longitudinal Sur (Ruta 5), aprovechando en parte la postería existente; de allí seguiría por el costado de la carretera en una longitud de aproximadamente 17,0 km; una vez al sur del futuro lago, tomaría un camino vecinal

hacia el poniente 3,5 km hasta unirse a la línea actual. La longitud total de la variante es de 21,8 km.

En la actualidad se tiene un anteproyecto de la variante elaborado por la Compañía de Teléfonos. Se considera que en total se necesitará un año desde el momento en que se decida comenzar los estudios hasta el término de la construcción.

La línea local a Morza no necesita construcción alguna, ya que la troncal se desplazará en esa dirección, por lo que sólo se eliminará el sector inundado. La línea local partirá de la intersección de la nueva línea troncal con la línea local existente.

2.4.4 Variante de oleoducto.

La zona que inundará el futuro embalse de Convento Viejo es cruzada en la actualidad por un oleoducto, propiedad de la Empresa Nacional del Petróleo, ENAP. Se trata de un poliducto que une la refinería de petróleo de ENAP en Concepción, con el terminal de estanques en Santiago, en el tramo Linares-San Fernando. El oleducto consiste en una tubería de acero de 8 pulgadas de diámetro, con un espesor de 1/4", que cuenta con la correspondiente protección contra la oxidación.

Problemas de mantenimiento del oleoducto, unidos a la posibilidad de contaminación del lago, hacen indispensables contemplar su reubica - ción.

Al sur del futuro embalse, el oleoducto cruza la Carretera Longitudinal Sur y continúa hacia Linares al oriente de la carretera. Este hecho ha determinado la solución para la reubicación futura de la tubería: al sur del pueblo de Chimbarongo y antes de llegar al embalse, el trazado actual se desviará hacia el oriente, cruzando la carretera; luego seguirá paralelo al camino hasta unirse al trazado actual.

La variante tiene una longitud de 14,5 km y se construirá con tubería de acero de iguales características a la existente. El cruce del Estero Chimbarongo se haría, al igual como lo hace en la actualidad, por debajo de su cauce.

2.4.5 Variantes de caminos

El embalse de Convento Viejo inundará varios caminos secundarios, en un total de aproximadamente 25 km, algunos de los cuales establecían la comunicación con Chépica y Teno y los restantes que ya no es necesario restablecer. Las principales variantes de caminos consideradas para normalizar las comunicaciones en la zona, son las siguientes:

- Variante de camino para unir Chimbarongo con Chépica, bordeando el futuro embalse por el norponiente, que se une al camino antiguo 1 km aguas abajo de la presa. Esta variante tiene una longitud de 10 km aproximadamente. y ya fue construida por la Dirección de riego en forma directa.

- Variante Parrones - Quinta, que restablecerá la comunicación entre Teno y Chépica, con una longitud de alrededor de 6 kilómetros.
- Variante nueva estación Quinta a Teno, para dar acceso por tierra a la estación ferroviaria y dejarla unida al camino Teno - Chépica. Su longitud aproximada es de 8 km, con un trazado que en su mayor parte va paralelo por el norponiente a la variante de ferrocarril y aprovecha uno de los puentes existentes para cruzar el canal Teno-Chimbarongo.

2.4.6 Variantes de telégrafo

Paralela y al lado del ferrocarril actual se encuentra la postación del Telégrafo del Estado, de la cual quedarían 6,8 km bajo las aguas del futuro embalse Convento Viejo. El sector afectado forma parte de la línea troncal de telégrafo de Santiago a Puerto Montt entre los pueblos de Chimbarongo y Teno. La línea está compuesta por ocho conductores de acero y uno de cobre, que corresponden a un total de nueve circuitos independientes.

Su reubicación, con características idénticas a las actuales, se haría a un costado de la Carretera Longitudinal Sur y representa una longitud de 28 km, partiendo desde Chimbarongo hasta llegar a Teno.

En la zona de inundación del embalse Convento Viejo, quedará bajo agua 6,8 km de una línea del Telégrafo Comercial, cuyo trazado se ubica a un costado del ferrocarril actual. No será necesario relocalizar esta línea, ya que el Telégrafo Comercial está en la actualidad operando sólo con circuito de radio y ha abandonado dicha línea.

2.4.7 Remoción de líneas de baja tensión

La localidad de Convento Viejo y viviendas rurales de la zona que serán cubiertas por las aguas, reciben energía eléctrica de la Compañía General de Electricidad Industrial, por medio de una línea de 15 kV, de la cual quedarán inundados alrededor de 7 km con 10 subestaciones. Además quedarán bajo el agua 21 km de línea de baja tensión y alumbrado público. Todo el sistema es con postación de madera y concreto y conductor de cobre.

La compañía tiene proyectado retirar toda la instalación existente en el sector inundado; esto ya se ha realizado en pequeña medida en el sector de construcción del muro. Algunas casas ubicadas inmediatamente aguas abajo del muro, que al levantar las líneas quedaron sin suministro, han sido conectadas con otra línea de propiedad de ENDESA.

2.5 Estado de avance de las obras

La construcción de la presa y algunas de sus obras complementarias se inició hace ya unos años, pero actualmente se encuentra suspendida. A continuación se presenta un breve recuento de los trabajos ya ejecutados:

- Presa: la ataguía, parte integrante del espaldón anterior de la presa, ya está totalmente terminada, de acuerdo con planos de la Dirección de Riego, con las sobreelevaciones que se le dieron para aumentar su capacidad de desvío.

  Se encuentra también terminados la excavación y relleno posterior con material impermeable del dentellón y la cortina de hormigón plástico de la fundación de la presa. Esta última se terminó recientemente.

- El túnel de desviación y toma ladera sur: esta obra fue terminada como túnel de desviación, entrando en servicio en marzo de 1973. También está terminada la torre de toma ubicada sobre la entrada del túnel así como el túnel de acceso, pero falta el resto de las obras necesarias para transformarla en obra de entrega una vez que termine la construcción de la presa.

- Túnel de toma ladera norte: este túnel también se encuentra terminado en cuanto a su etapa de funcionamiento como desviación para los dos canales actuales de esa ladera. Su funcionamiento se inició en 1974. El túnel de acceso también está terminado. Faltan las obras necesarias para colocar las válvulas y transformar el túnel de escurrimiento libre actual en obra de toma.

- Variante de ferrocarril: como se mencionó antes, esta es la única variante cuya construcción ya se inició, en enero de 1974, aunque se encuentra suspendida por el momento. La parte construida corresponde totalmente a la infraestructura, pero la parte más importante y costosa de la obra corresponde a la superestructura.

- Expropiaciones: Las expropiaciones efectuadas hasta la fecha, se han realizado principalmente de acuerdo al avance y necesidades de las obras y al área de inundación de la ataguía ya construida. En diciembre de 1976, mes en el que se hizo una evaluación del estado de los trámites, ya se encontraba prácticamente expropiada en su totalidad esta zona inundada, salvo un pequeño sector de propietarios del pueblo Convento Viejo, cuyas negociaciones se encontraban en proceso. Para este mes ya se encontraban expropiadas 2.347 hectáreas.

2.6 Inversiones necesarias

En el Cuadro J-1 se presenta un resumen de las inversiones necesarias para la construcción del embalse y de todas sus obras complementarias. Se han diferenciado las obras ya realizadas y las faltantes; las primeras se presentan con su valor histórico y las por realizar, con los precios unitarios adoptados en el presente Informe, que se detallan en el Anexo XIII.

Cuadro J-1: Inversiones presa Convento Viejo (PUS$)

O b r a	Inversión ejecutada al 31/12/77	Inversión por ejecutar	Total por obra
Muro principal	3.448.690	3.818.872	7.267.562
Muro secundario	-	307.320	307.320
Vertedero	-	4.927.095	4.927.095
Obras de toma	2.312.679	495.620	2.808.299
Expropiaciones	812.953	1.914.663	2.727.616
Variantes:			
- Ferroviaria	1.050.000	10.186.489	11.236.489
- Alta tensión	-	2.426.763	2.426.763
- Teléfono	-	790.850	790.850
- Oleoducto	-	530.000	530.000
- Caminos	-	430.000	430.000
- Telégrafo	-	189.130	189.130
- Baja tensión	-	13.200	13.200
S u b t o t a l		26.030.002	
20% imprevistos		5.206.000	
10% ingeniería		3.123.600	
T o t a l	7.624.322	34.359.602	41.983.924

En el Anexo XIII, se presentan en forma más detallada las cantidades de obra y los costos de las obras del embalse.

3. OBRAS DE TRASVASE

3.1 Justificación

Tal como se explicó en la Sección 1 de este capítulo, el Estero Chimbarongo por sí solo no es suficiente para aportar toda el agua que el embalse Convento Viejo deberá suministrar y por lo tanto es necesario recurrir al trasvase de recursos de otras fuentes. Las necesidades de trasvase varían según la fase de desarrollo que se considere para el Proyecto. Desde la etapa inicial es esencial el aporte del canal Teno-Chimbarongo (ya construido y en operación). En la evaluación hidrológica se identificó, además, la necesidad para la Etapa I de un reducido aporte, del orden de los 5 m^3/seg como máximo, del Río Tinguiririca al embalse.

Ahora bien, los parámetros utilizados en el balance hidrológico, para retorno de aguas de riego y pérdidas por infiltración en los canales, indican que el flujo básico que por estos conceptos se produce es suficiente para proporcionar el aporte requerido, especialmente en la fase inicial, en la cual los controles y el ahorro de agua que se recomiendan para esta área aún no se han completado. Sin embargo, ante la eventualidad de que los parámetros usados resulten ser optimistas y surja la necesidad de complementar este flujo básico, se efectuó un estudio para determinar que obras eran las más convenientes y económicas para tal fin. En el Anexo XIII se describen estas obras con sus costos correspondientes.

3.2 El canal alimentador Teno-Chimbarongo

3.2.1 Antecedentes

Este canal que está construido casi en su totalidad y en operación desde septiembre de 1975, es parte esencial del sistema Convento Viejo. Tal como se explicó en la Sección 2.1, ENDESA y la Dirección de Riego, ante la necesidad conjunta de realizar este trasvase, unieron sus esfuerzos para su construcción, que fue iniciada en marzo de 1971. Por concepto suscrito entre ambas entidades en 1971, el proyecto y la construcción del canal los realizó ENDESA, con financiamiento propio, pero el costo final de las obras será compartido por ambas entidades. El proyecto se efectuó de acuerdo a las normas de la Dirección de Riego.

Mientras no entre en servicio el embalse Convento Viejo, ENDESA administra, opera y mantiene las obras, con cargo a esta institución.

3.2.2 Descripción

La capacidad máxima del canal es de 65 m^3/seg. Del caudal que transporta, los primeros 40 m^3/seg corresponden a la Dirección de Riego y los excedentes a la ENDESA. Esta última tiene derecho a utilizar la totalidad del agua que transporta el canal hasta que entre en servicio el embalse y tendrá también derecho a utilizar todos los sobrantes que se produzcan en el sistema. En los períodos en que el embalse está lleno, lógicamente estos caudales desbordan por el vertedero y son aprovechados en su totalidad por la ENDESA.

Según los resultados del modelo hidrológico, es posible efectuar trasvases durante la mayor parte del año, pero los aportes mayores corresponden especialmente a los meses comprendidos entre mayo y septiembre. Durante el período en que ha operado el canal, sus aportes no captados en bocatoma, que corresponden a derrames de riego y a aguas lluvias, han significado un caudal medio permanente equivalente a cerca de 2 m^3/seg.

En principio se consideró un trazado del canal al pie de la cordillera, lo que significaba una longitud de conducción de sólo 6 km. Sin embargo, se encontró que la quebrada receptora y el propio Estero Chimbarongo más abajo, no tenían la capacidad suficiente para llevar los 65 m^3/seg adicionales a sus caudales de invierno, además de que su fuerte pendiente haría necesarias costosas obras para controlar la erosión. Por estas razones se descartó esta solución, y se llegó a la adoptada, que tiene una longitud de 13,7 km y presenta además la ventaja de que evetualmente haría posible una ampliación futura de su capacidad, en caso de que se opte por una alimentación adicional desde el Río Lontué, localizado al sur del Proyecto.

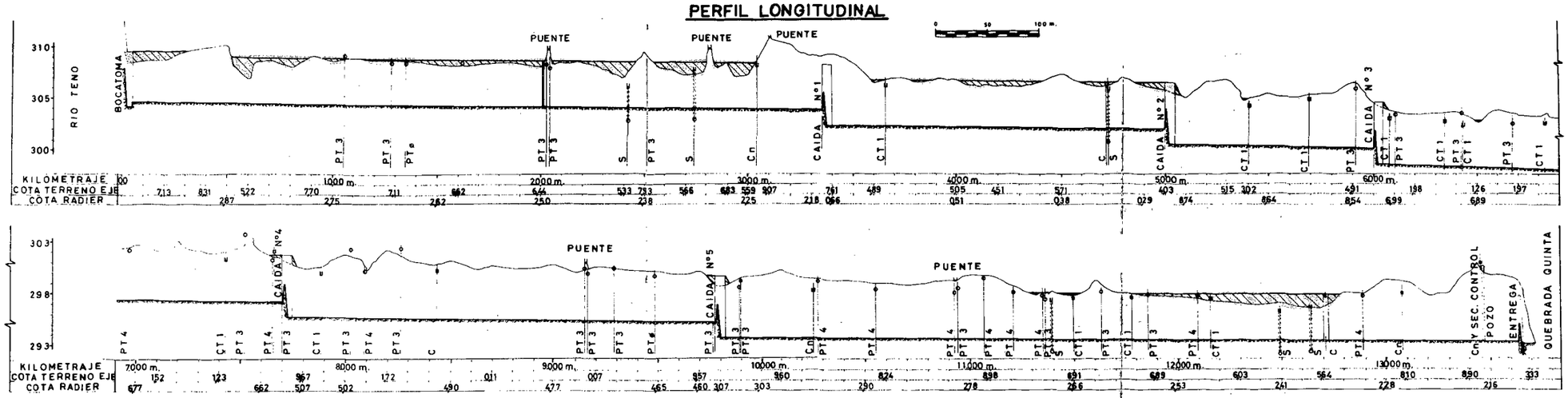
El canal, cuya localización, perfil y bocatoma se muestra en la Figura J-5, tiene su captación localizada unos 500 m aguas arriba del puente de la Carretera Panamericana sobre el Río Teno.

La bocatoma definitiva (cuya construcción se inició últimamente) estará constituida por una barrera fija de 272 m de longitud y una barrera móvil de 5 compuertas de sector de 4,20 m de ancho y 4,05 m de alto, dos de las cuales servirán también como elementos de limpieza de sedimentos o desripiadoras. La barrera fija estará formada por una pantalla interior de hormigón armado rodeada hasta la cota del terreno natural de un relleno arcilloso compactado. En la parte superior se conforma un dique alrededor de la pantalla, con materiales que van desde arena gruesa hasta rocas de gran tamaño que deben resistir sin desplazarse el paso de la corriente. Los taludes del enrocado serán de 4 : 1 y 10 : 1 en los espaldones de aguas arriba y aguas abajo respectivamente. La toma se efectuará por medio de 4 compuertas deslizantes de 3,60 m de ancho por 1.70 m de alto. La captación se efectúa por el momento con la ayuda de una barrera provisional construida con material del lecho del río.

El canal es de sección trapezoidal, con taludes 2 : 1 y sin revestimiento. En general está en corte y sólo en algunos tramos cortos parte de la sección tiene terraplén compactado. Sus principales estructuras son las siguientes (Figura J-6):

Caídas de 1,50 m	5
Puentes carreteros	5
Puentes secundarios	3
Puentes peatonales	3
Obra final de entrega	1
Cruces de canales y acequias de riego	41
Descargas al canal	43

PERFIL LONGITUDINAL

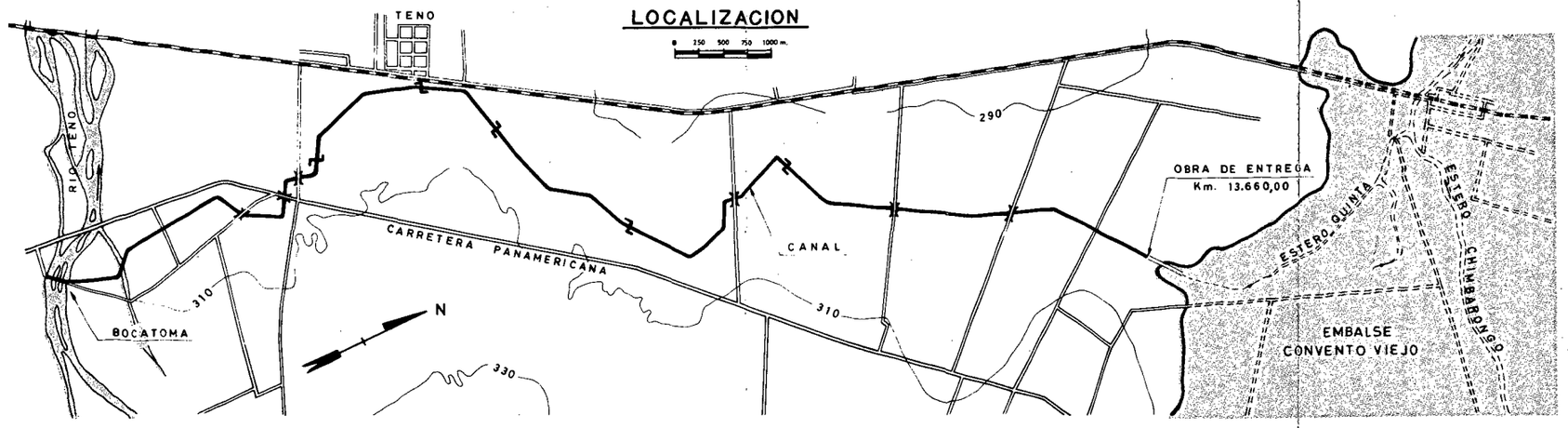


SIMBOLOGIA

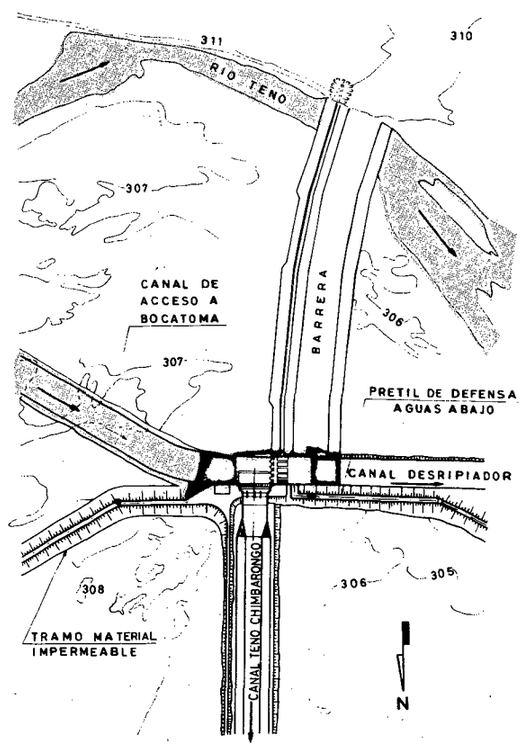
PERFIL LONGITUDINAL

- PT3 : TUBERIA SUPERIOR DIAMETRO 300 mm.
- PT4 : TUBERIA SUPERIOR DIAMETRO 400 mm.
- CT1 : CAIDA TIPO DE ENTREGA AL CANAL
- C : CAIDA ESPECIAL DE ENTREGA AL CANAL
- Cn : CANOA
- S : SIFON QUE CRUZA EL CANAL
- : RELLENO COMPACTO (EN PERFIL)
- : FONDO CANAL (EN PERFIL)
- : CANAL TENO CHIMBARONGO
- : PUENTE
- : CAIDA
- : CARRETERA
- : FERROCARRIL

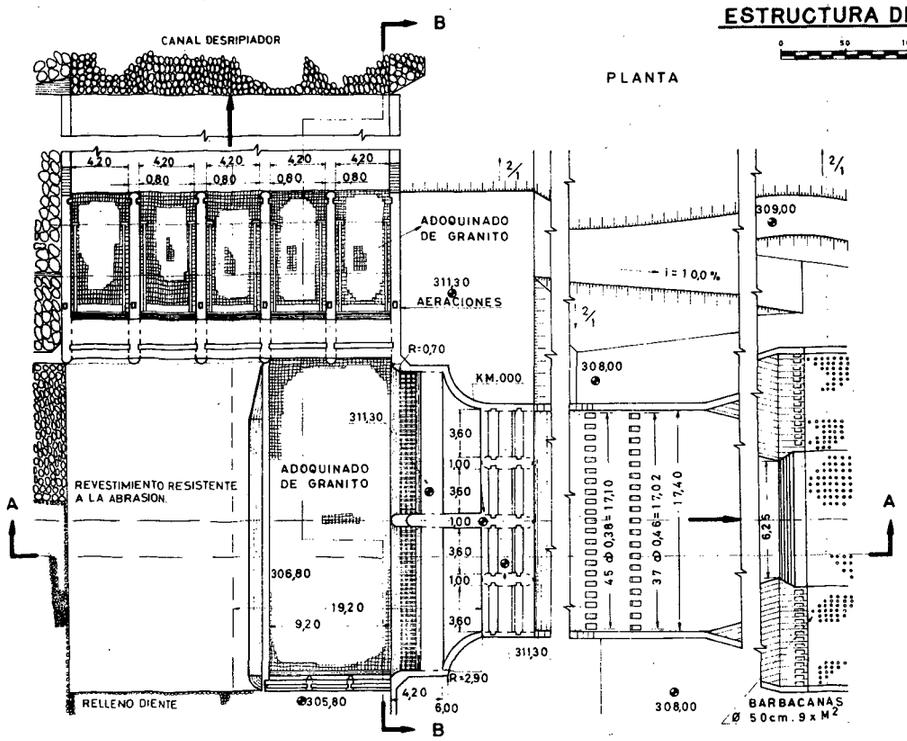
LOCALIZACION



PLANTA GENERAL BOCATOMA



ESTRUCTURA DE TOMA



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

EMBALSE CONVENTO VIEJO

CANAL ALIMENTADOR TENO CHIMBARONGO

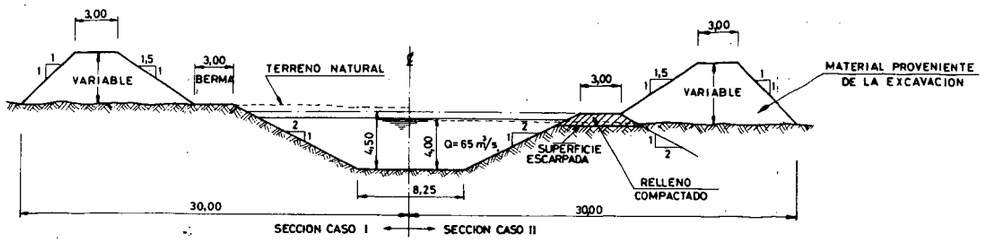
LOCALIZACION-PERFIL-ESTRUCTURA DE TOMA

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

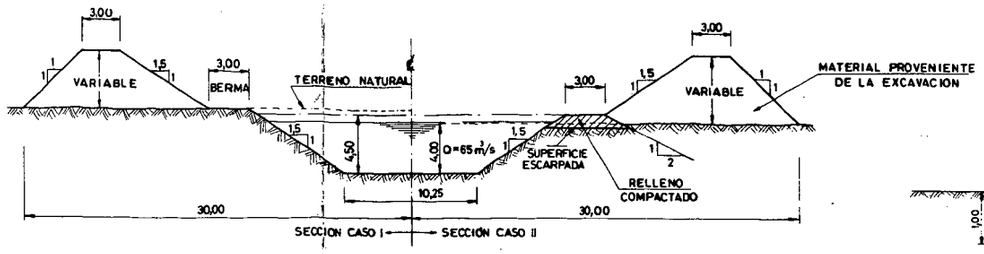
FIG J6

SECCIONES TIPICAS DEL CANAL

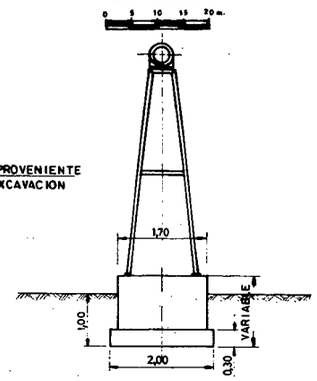
DESDE Km. 0,00 AL Km. 2,00



DESDE Km. 2,00 AL Km. 13,66

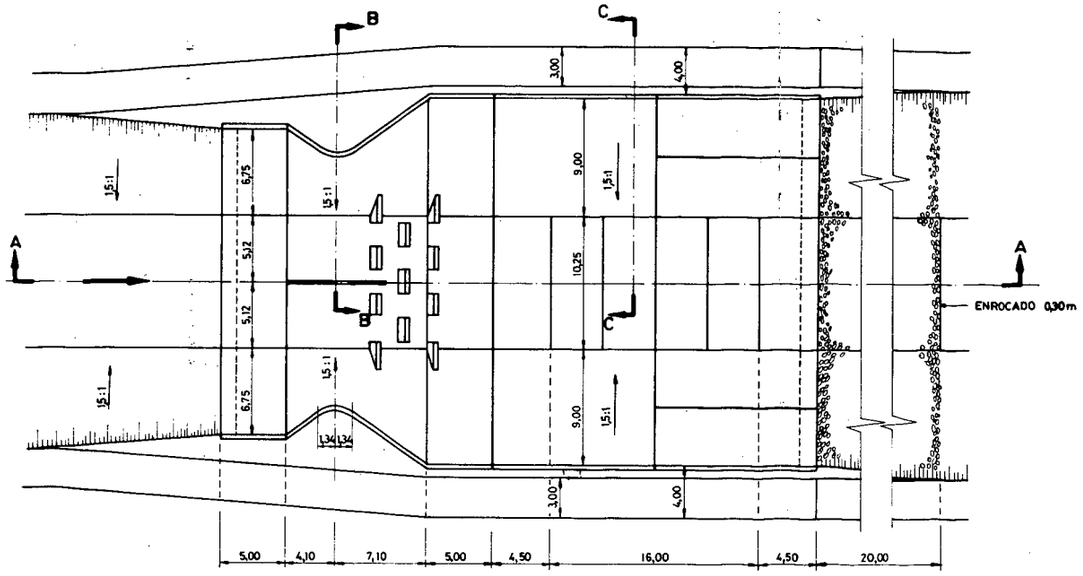


CORTE E-E

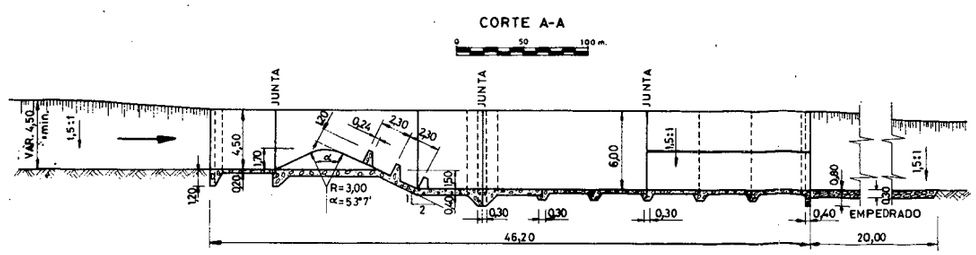


CAIDA DENTADA

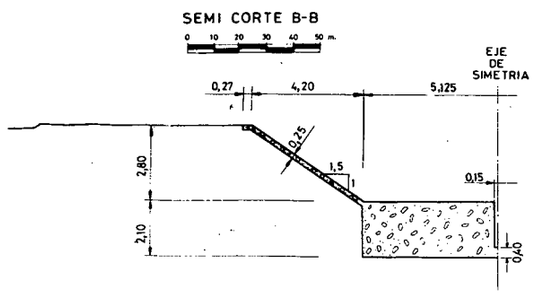
PLANTA



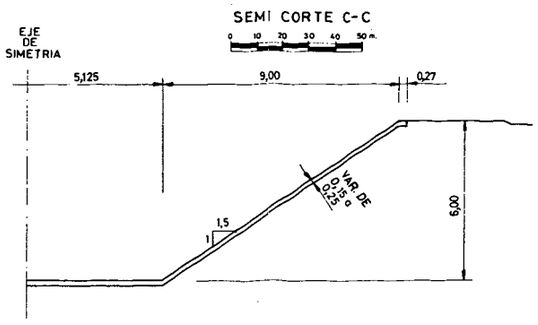
CORTE A-A



SEMI CORTE B-B

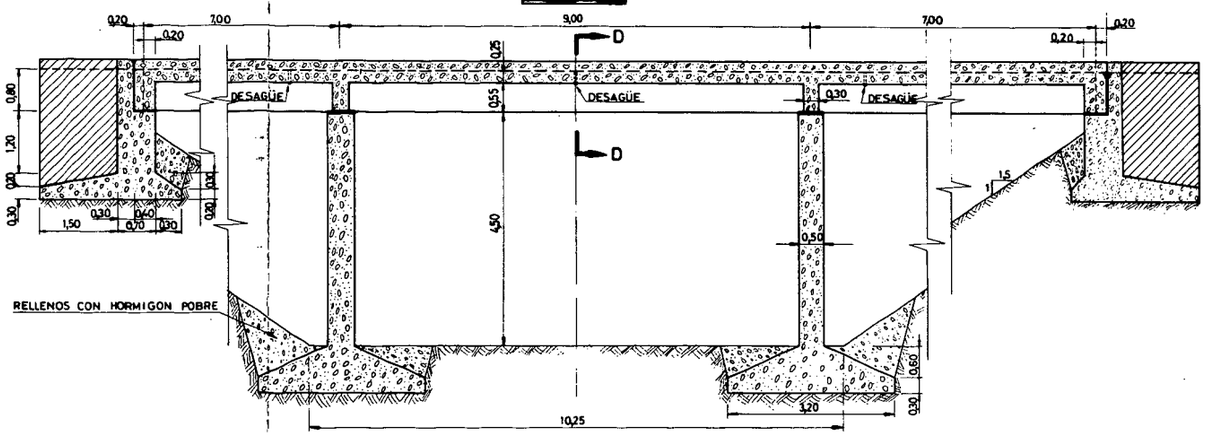


SEMI CORTE C-C



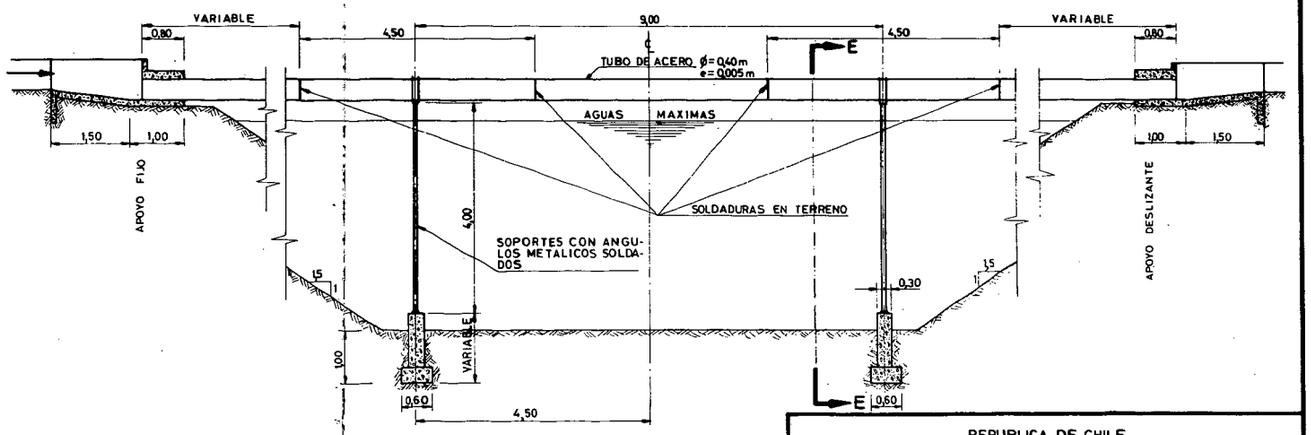
PUENTES CRUCES INTERIORES - 8 T

ELEVACION

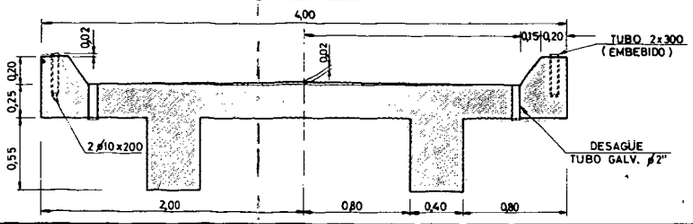


PASOS TIPICOS EN TUBO

ELEVACION



CORTE D-D



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

EMBALSE CONVENTO VIEJO

CANAL ALIMENTADOR TENO CHIMBARONGO

SECCIONES Y ESTRUCTURAS TIPICAS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

3.2.3 Costo de la obra

Como ya se ha indicado, el costo del canal Teno-Chimbarongo debe compartirse entre la Dirección de Riego y la ENDESA, según el acuerdo a que llegaron ambas entidades. El presupuesto total de las obras es de PUS$11.628.671, de los cuales resta sólo concluir la barrera fija de la obra de toma, con un costo estimado de PUS$578.704. El costo total incluye servidumbres, expropiaciones, estudios y construcción.

4. SISTEMAS DE INGENIERIA ZONA DE NILAHUE

4.1 Generalidades

La zona de Nilahue con sus 22.300 hectáreas dominadas por gravedad, constituye la mayor parte del área actualmente sin riego, cuyo desarrollo se ha recomendado para la Etapa I. Por lo tanto, allí se requerirán las obras de ingeniería que, después de las del embalse de Convento Viejo serán las más importantes y costosas del Proyecto. Estas comprenden esencialmente el canal matriz, que conduce el agua del Estero Chimbarongo a la zona, los canales principales que la transportan a todos los sectores del área y los secundarios que la distribuyen a los fundos y parcelas. Las obras de desarrollo predial que se requerirán en la zona de Nilahue se tratan en el Capítulo H.

4.2 Canal matriz

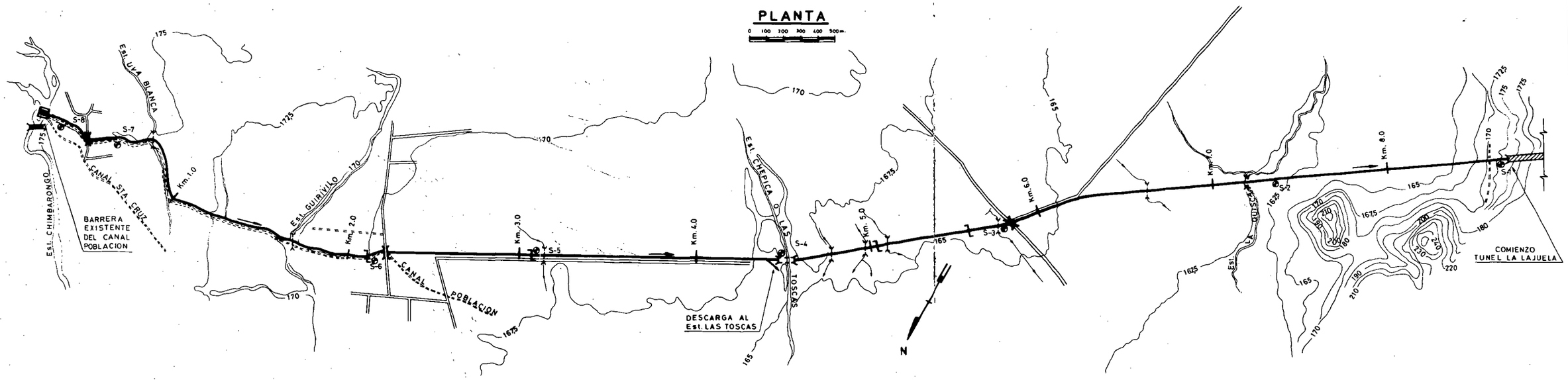
4.2.1 Descripción

El canal matriz es el que se ha recomendado para el abastecimiento de la zona de Nilahue de acuerdo con las comparaciones técnico-económicas realizadas y descriptas en el Capítulo E. Este canal (Figura J-7), utilizando la barrera existente de las bocatomas de los canales Población y Santa Cruz, parte del Estero Chimbarongo con un trazado inicial paralelo al primero de dichos canales, y posteriormente se dirige en sentido sudoeste y con un alineamiento bastante recto, hacia el cerro de La Lajuela que separa los valles de Nilahue y de Santa Cruz, cruzando el cerro por un túnel a cuya salida entrega al sistema de canales principales. La longitud total del canal es de 10,3 km, incluyendo el túnel.

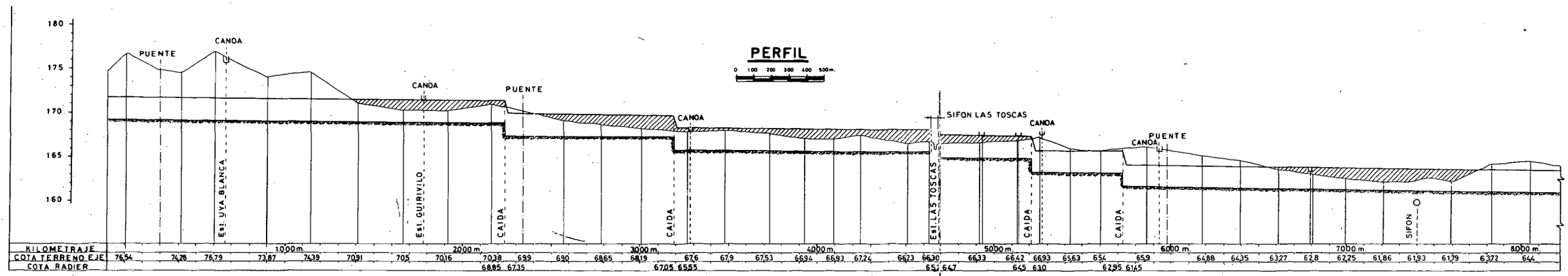
De acuerdo con los perfiles estratigráficos cuya descripción se muestra en el Anexo XIII, los suelos a lo largo del canal matriz varían entre limos arcillosos (CL) y limos de baja plasticidad (ML), estos últimos bastante susceptibles a la erosión. Por otra parte, los niveles freáticos en parte de su trayecto pueden llegar a ser bastante superficiales durante las estaciones de lluvia o de riego. Esto último es altamente inconveniente para revestimientos de hormigón, a menos que se introduzcan costosas soluciones; por otra parte, las eventuales pérdidas de agua por infiltración (si las hubiere, cosa que es dudosa, en vista de los niveles freáticos altos) no serían absolutas, ya que se recuperarían en el estero Las Toscas que riega más adelante. Por estas razones se optó por un canal en tierra con taludes 1,5 ; 1, previendo tramos protegidos con grava y enrocado en donde puedan esperarse problemas por erosión.

La barrera existente de los canales Población y Santa Cruz (Figura J-8) consiste básicamente en una serie de pilares de hormigón reforzado, 17 en total, que forman 18 vanos libres de 3,50 y 4,00 m, y que están provistos de ranuras para la colocación de tablones de cierre, con los cuales se regula el nivel de agua según lo requerido para las necesidades de captación.

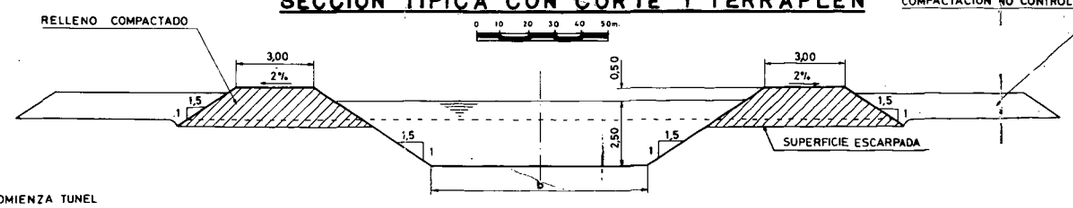
PLANTA



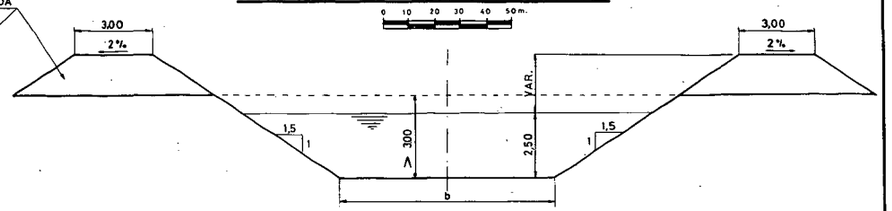
PERFIL

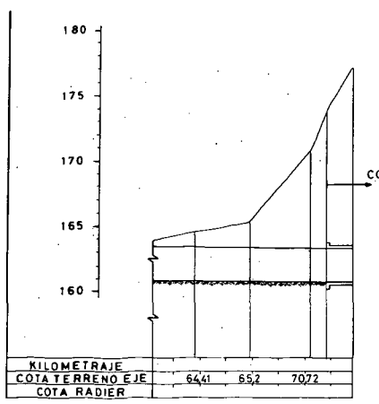


SECCION TIPICA CON CORTE Y TERRAPLEN

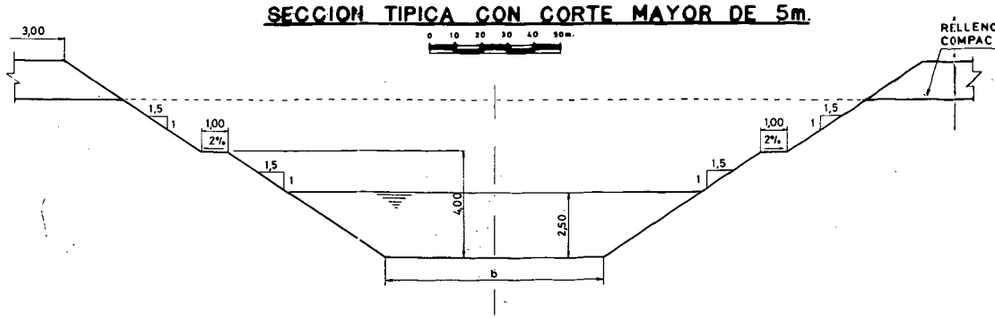


SECCION TIPICA EN CORTE





SECCION TIPICA CON CORTE MAYOR DE 5m.



SIMBOLOGIA

- CAIDA
- CANOA
- SIFON
- PUENTE
- CANAL PROYECTADO
- CANAL EXISTENTE
- BARRERA
- RELLENO COMPACTADO
- TUNEL
- BOCATOMA
- SONDEOS DE SUELO

CUADRO CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL CANAL

TRAMO	Caudal (m^3/seg)	Pend. (‰)	n Manning	b (m.)	h (m.)	A (m^2)	R (m.)	Vel. (m/seg)
Km. 0,000 - Km. 4,680	30,6	0,2	0,025	9,0	2,5	31,9	1,77	0,99
Km. 4,680 - Km. 8,958	26,3	0,2	0,025	8,3	2,5	30,1	1,74	0,90

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

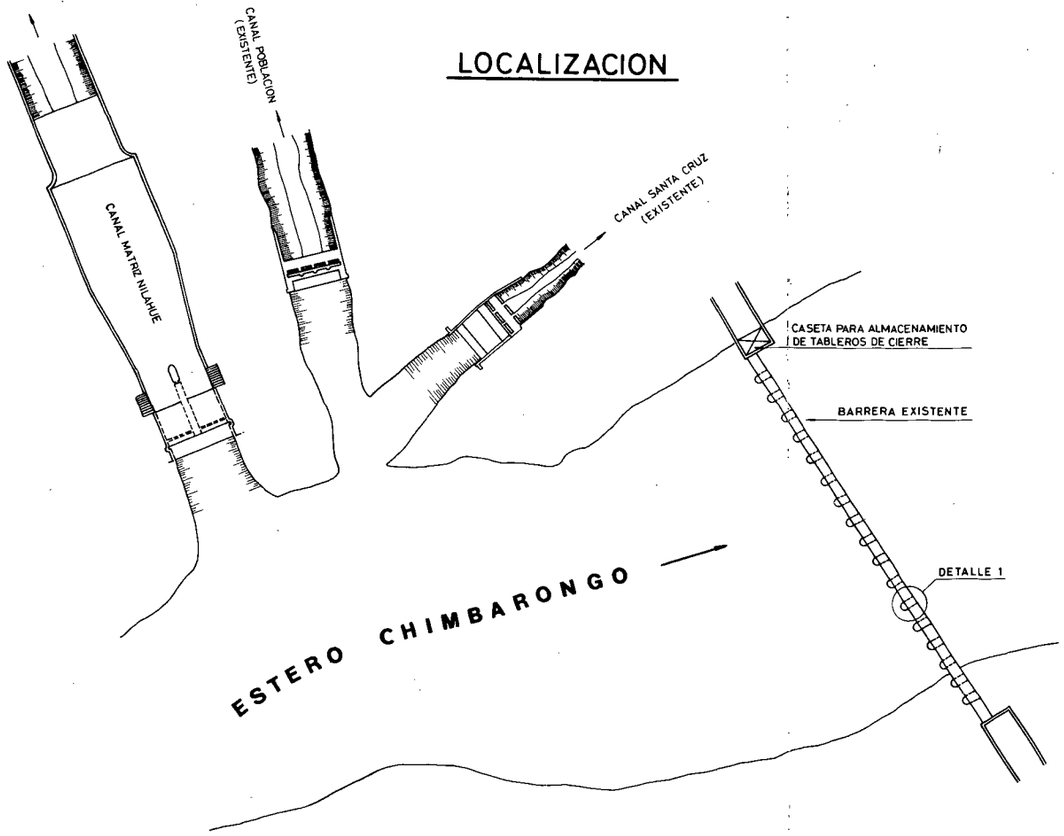
PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

CANAL MATRIZ PARA NILAHUE

PLANTA, PERFIL, SECCIONES TIPICAS

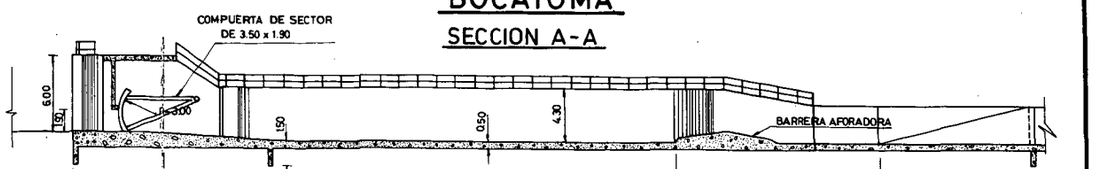
I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

LOCALIZACION

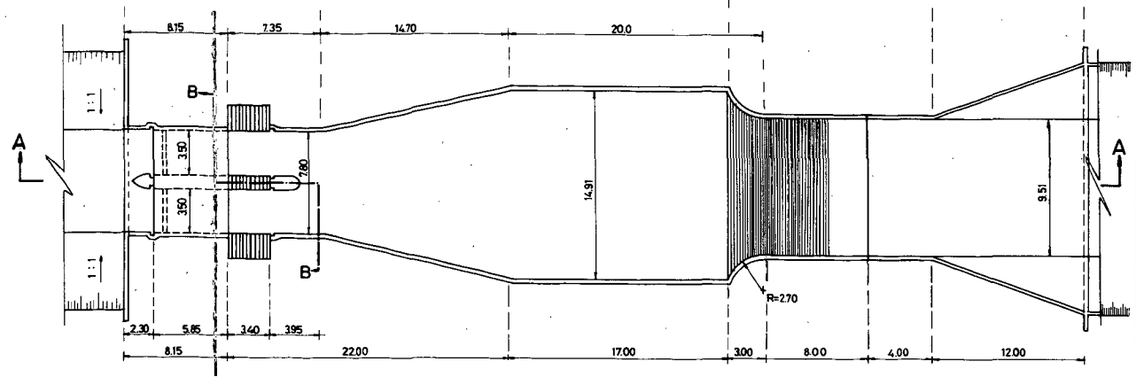


BOCATOMA

SECCION A-A

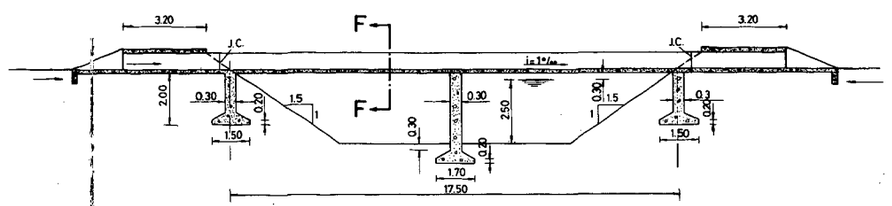


PLANTA

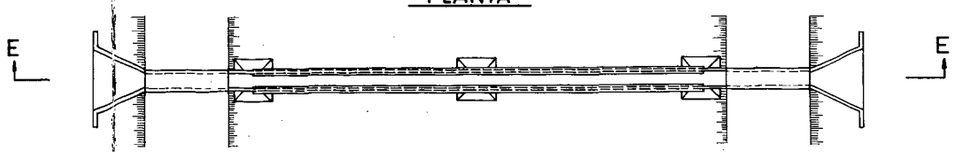


CANOAS TIPICAS

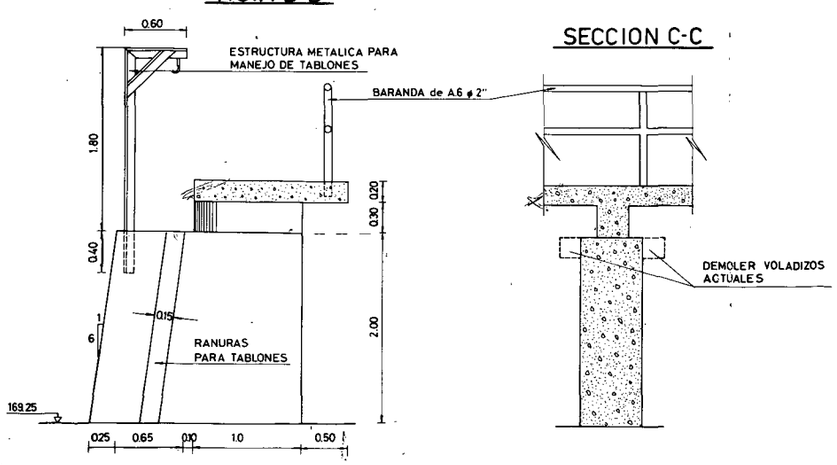
SECCION E-E



PLANTA

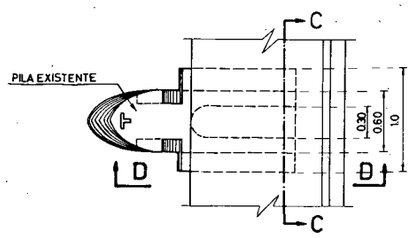


VISTA D-D

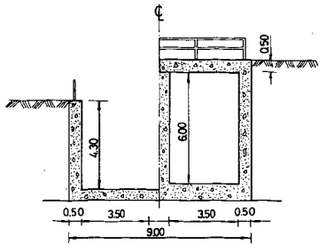


SECCION C-C

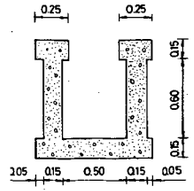
DETALLES DE LA BARRERA



DETALLE 1



SECCION B-B



SECCION F-F

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

CANAL MATRIZ NILAHUE
OBRA DE TOMA Y ESTRUCTURAS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

No fue posible obtener detalles ni planos de construcción del sistema de fundación, pero su funcionamiento ha sido completamente satisfactorio, pues la estructura lleva más de diez años de construida y no se observan indicios de erosión, socavamiento o sifonamiento. Solamente el estribo de la margen derecha cedió hace algunos años y ya fue reparado satisfactoriamente.

Aunque es una estructura que se opera en forma bastante rudimentaria, se ha considerado innecesaria la construcción de una nueva barrera, especialmente porque se han propuesto algunas mejoras que hacen más expedita su operación y le proporcionan mayor seguridad y estabilidad. Además, una vez construido el embalse, los riesgos de crecidas en el Estero Chimbarongo que puedan afectar la estructura, se reducirán notablemente. Las principales mejoras que se han propuesto para la barrera son las siguientes (Figura J-8):

- Construcción de una pasarela de hormigón para circulación y operación, soportada en los pilares existentes.
- Construcción de un pórtico metálico enfrentado a la pasarela y apoyado también en los pilares, que soporta un riel o viga doble T por el cual circula un polipasto que iza y traslada los tablones de cierre.
- Colocación de filtros de grava y enrocado aguas arriba y abajo de la barrera para aumentar la resistencia del cauce a la socavación y al sifonamiento.
- Suministro de un juego nuevo de tablones de cierre, más adecuados al nuevo sistema de operación.
- Construcción de una caseta para almacenar los tablones cuando no estén en uso.

La bocatoma propuesta está ubicada unos pocos metros aguas arriba de la de los canales Población y Santa Cruz, formando un ángulo con el estero de cerca de 90°, que no es el óptimo pero está condicionado a la ubicación del canal Población. Sin embargo, no se considera este un aspecto de importancia ya que el agua que se captará del estero tendrá poco contenido de sedimentos. La bocatoma consta básicamente de una estructura de compuertas y una barrera aforadora (Figura J-8). Las compuertas, que son dos, son de sector y tienen 3,50 m de base y 1,90 m de altura, con sistema de accionamiento manual. Tienen sello superior para asegurar un adecuado control de entrada para niveles de agua altos en el estero.

Como puede apreciarse en el perfil (Figura J-7), la zona que atraviesa el canal es bastante plana; tiene hasta el kilómetro 7,2 del canal, pendiente en el sentido de su flujo, para después empezar a remontarse en las estribaciones del Cerro La Lajuela. En el primer tramo, la pendiente del terreno es mayor que la que puede tolerar un canal en tierra con ese caudal, por lo cual se proyectaron caídas verticales de 1,50 m. La elevación del agua en la captación y la necesaria para entregar a Nilahue, permitieron proyectar el perfil del canal de modo que éste en ningún tramo estuviera completamente en terraplén, evitándose así una solución

costosa y que implica riesgos de estabilidad. En los tramos inicial y final, el canal tiene excavación relativamente profunda; en tramos con cortes mayores de 5 m se ha previsto bermas intermedias de 1 m para mejorar sus condiciones de estabilidad. Las características hidráulicas, secciones típica y demás detalles del canal matriz, aparecen en la Figura J-7. El túnel de La Lajuela tiene una longitud de 1,5 km y sus características principales se muestran en la Figura 32 del Album. Como otras estructuras de importancia merecen mencionarse el sifón de cruce bajo el estero Las Toscas; inmediatamente antes del mismo se ha previsto la descarga de 4,4 m^3/seg al estero para completar sus recursos actuales de agua de modo que pueda abastecer satisfactoriamente toda el área bajo canal que se le ha asignado en el plan de mejoramiento. Se han previsto también tres puentes para el cruce del canal matriz con carreteras existentes: las demás estructuras del canal son pequeñas canoas y sifones, para el cruce de canales y drenajes existentes. A continuación se presenta una descripción de las estructuras requeridas en el canal matriz.

- Bocatoma: barrera de los canales Población y Santa Cruz, con obras de mejora. Bocatoma con dos compuertas de sector de 3,50 x 1,90 m. Barrera aforadora.
- Puentes: 3, de hormigón armado. Luz total = 17 m, ancho 3,5, de tres tramos.
- Canoas: 15, de hormigón armado, con sección rectangular de 0,7 x 0,7 m. Luz total = 17,50 m en dos tramos.
- Caídas: 4, verticales con 1,5 m de caída neta.
- Sifones: 1, para atravesar el Estero Las Toscas, con un caudal de 27,1 m^3/seg. Tiene un diámetro de 3,4 m y un largo de 60 m. Antes del sifón se vierten al estero 4,4 m^3/seg.
- Túneles: 1, para cruzar el cerro La Lajuela. Tiene una longitud de 1.500 m, una altura de 4,6 m, ancho basal de 4,6 m y conduce 27,1 m^3/seg, con pendiente de 0,001. Tiene revestimiento de hormigón reforzado.

En la Figura J-8 están mostradas la obra de toma y las canoas de cruce. Los puentes y las caídas se han presentado en las Figuras 33 y 34, respectivamente, del Album que acompaña a este Informe.

4.2.2 Inversiones requeridas

En el Cuadro J-2 se presenta un resumen de las inversiones requeridas para el canal matriz de Nilahue

Cuadro J-2: Canal matriz de Nilahue - Inversiones requeridas (PUS$)

Mejoras en barrera de captación	27.169
Bocatoma	104.561
Excavaciones	625.620
Terraplén y rellenos	155.520
Caídas	54.089
Puentes	26.055
Canoas	23.605
Sifón Las Toscas	28.119
Túnel La Lajuela	1.413.424
Obras misceláneas	245.580
	2.703.742
Imprevistos 20%	540.749
S u b t o t a l	3.244.491
Ingeniería 10%	324.449
T o t a l	3.568.940

En el Anexo XIII se presenta el presupuesto detallado de las cantidades de obra y costos correspondientes para el canal matriz.

4.3 Sistema de canales principales

4.3.1 Introducción

En el Capítulo E se describió la evaluación de alternativas efectuadas para los distintos esquemas posibles de canales principales en la zona de Nilahue. Se llegó a la conclusión (Figura E-3) de que en el sector sur, que es el mayor, con 14.515 ha netas dominadas, el esquema llamado intermedio es el más recomendable. Para el sector Norte, con 7.785 ha, se recomendó la alternativa alta, que en costos es del mismo orden de la intermedia, pero domina un área ligeramente mayor. También se determinó que es conveniente construir los canales con la sobrecapacidad necesaria para que en etapas subsiguientes de desarrollo del Proyecto, estos puedan abastecer las áreas que requieren de bombeo.

En lo que sigue se presenta una descripción más detallada de los esquemas recomendados y de sus costos correspondientes.

4.3.2 Descripción

Los sectores ubicados al norte y al sur del Estero Nerquihue-Lolol son prácticamente independientes en lo que a sistema de canales principales respecta (Figura J-9). Su único punto en común es la estructura de entrega a la salida del túnel La Lajuela, que se muestra en la Figura J-10. A partir de esta, la mayor parte del agua destinada al sector sur se conduce a la quebrada Los Cardos para ser captada aguas abajo en el Estero Nerquihue, del cual es afluente la primera.

Para el sector norte, en cambio, el esquema alto adoptado considera que toda el agua de riego se capta a la cota de entrega del túnel y se conduce por un canal de contorno para dominar la mayor parte de su área. En el Cuadro J-3 se describen las principales características de los sistemas de canales principales para los sectores sur y norte de Nilahue. En el Cuadro J-4 se presentan las características hidráulicas de todos los canales con caudales mayores de 5 m^3/seg; para aquellos con caudales de 5 m^3/seg y menores, los cuales se dimensionaron con secciones tipificadas, estas características se presentan en la Figura 31 del Album. Finalmente, en el Cuadro J-5, se hace una enumeración de las principales estructuras requeridas en cada canal principal, por tramos. Para complementar la descripción presentada en estos cuadros, a continuación se hace una explicación general del funcionamiento y aspectos más importantes de los sistemas de canales principales para cada sector.

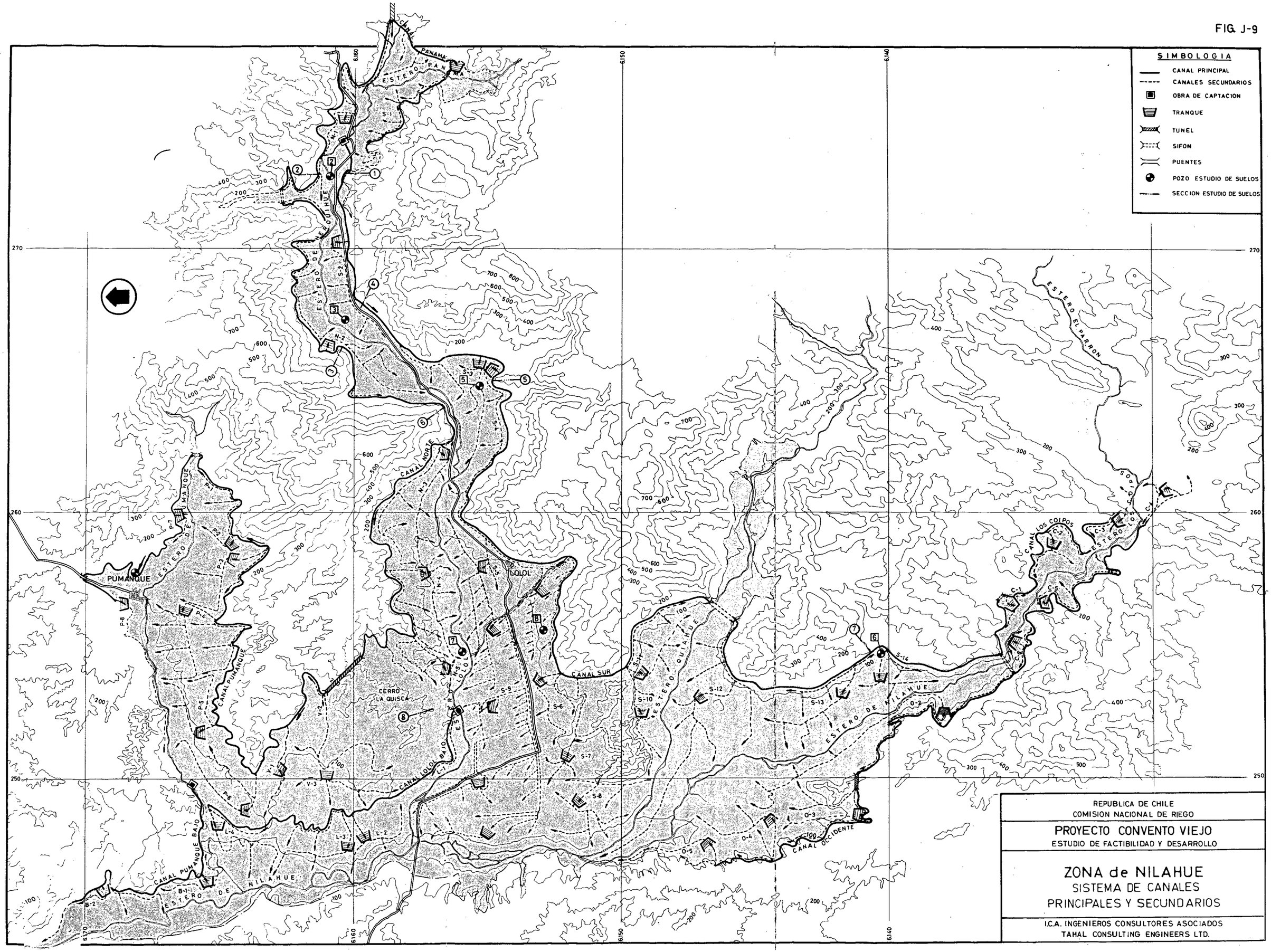
a) Sector Sur (Figura J-9)

El túnel La Lajuela entrega a la zona de Nilahue en la cota 159,4 m. A la misma elevación entrega al canal Panamá para que éste, con un trazado de contorno y pendiente mínima, abastezca toda el área que el Canal Sur no puede dominar.

El Canal Sur, que abastece la parte restante del sector, capta el agua del Estero Nerquihue unos pocos kilómetros aguas arriba de su confluencia con el Estero Callihue. El agua es entregada al estero a través de un canal, que lo conduce a la estructura de entrega del túnel La Lajuela a la quebrada Los Cardos (la cual se une con el Estero Panamá para formar el Nerquihue), por medio de un canal de 850 m de longi - tud. Debido a la pendiente del valle en esa parte, dicho canal requiere tres caídas de 4 m y una de 5,50 m (Figura J-10). Se adoptaron caídas inclinadas dentadas, que no tienen amortiguadores de energía aguas abajo sino que se prolonga bajo el nivel del cauce; la erosión se controla y estabiliza mediante enrocado y las caídas pueden adecuarse a la erosión regresiva de la quebrada.

La obra de captación del Canal Sur en el Estero Nerquihue consta de una barrera fija de hormigón con vertedero de gola y una bocatoma con dos compuertas de sector de 2,00 por 3,50 m a continuación de la cual se tiene un marcador para medida de flujo. La barrera fija es la más apropiada en este caso, pues dada la pequeñísima cuenca del Estero Nerquihue aguas arriba de esta estructura, el caudal máximo para frecuencia de 1 : 100 años es del orden de 80 m^3/seg que pasa fácilmente sobre el vertedero. La otra estructura de importancia en este canal es el sifón de

FIG. J-9



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

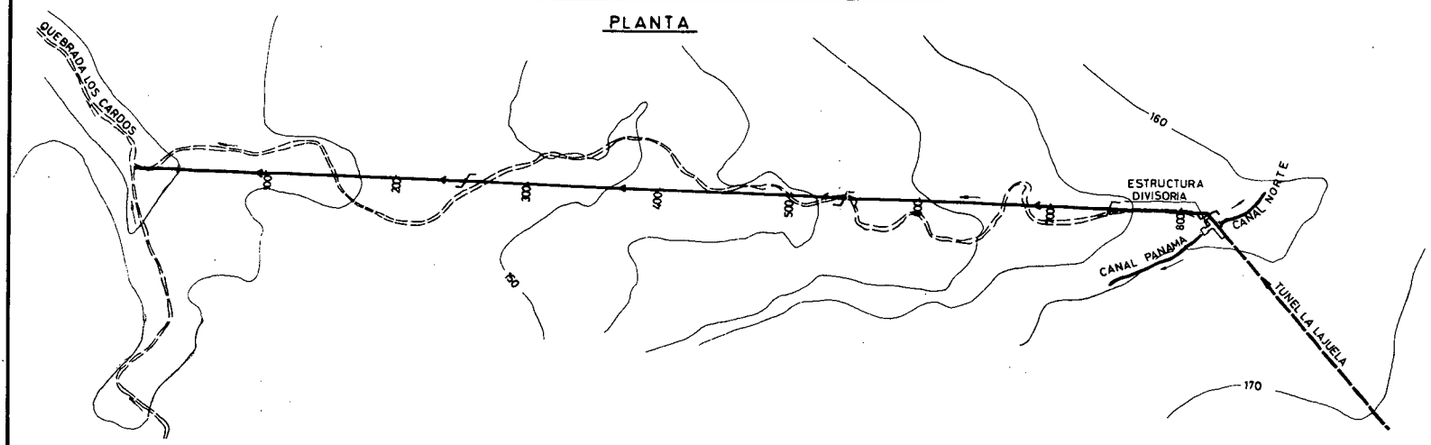
PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ZONA de NILAHUE
SISTEMA DE CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

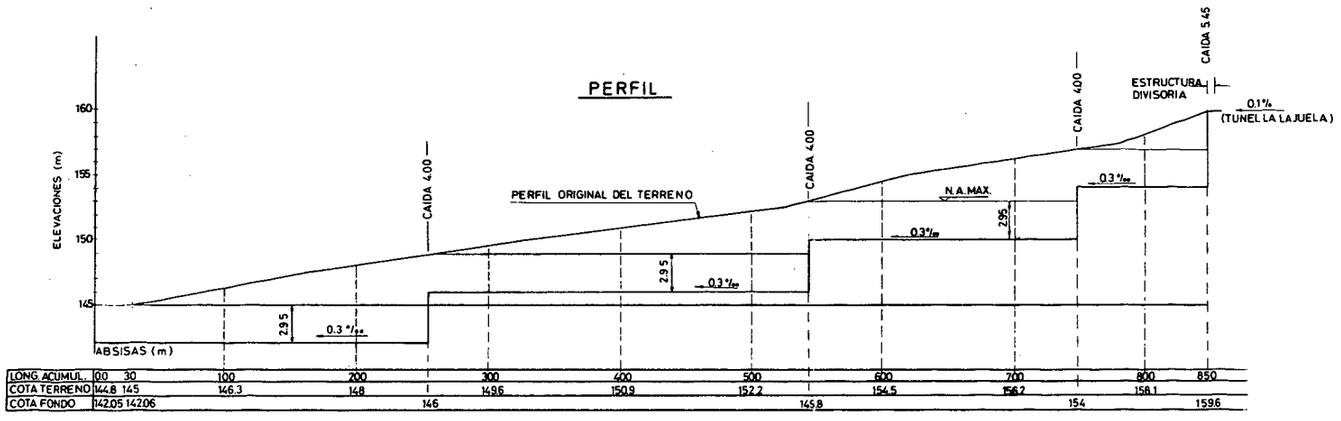
I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

CANAL DE ENTREGA A QUEBRADA LOS CARDOS

PLANTA

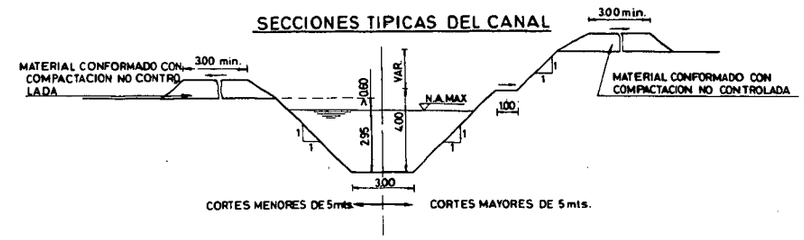


PERFIL



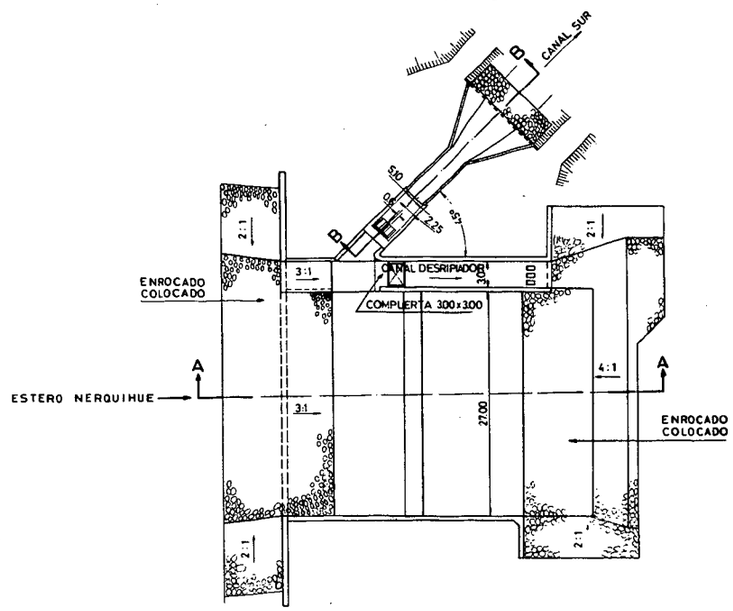
LONG. ACUMUL.	00	30	100	200	300	400	500	600	700	800	850
COTA TERRENO	144.8	145	146.3	148	148.6	150.9	152.2	154.5	156.2	158.1	159.6
COTA FONDO	142.05	142.06	146			145.8			154		

SECCIONES TIPICAS DEL CANAL

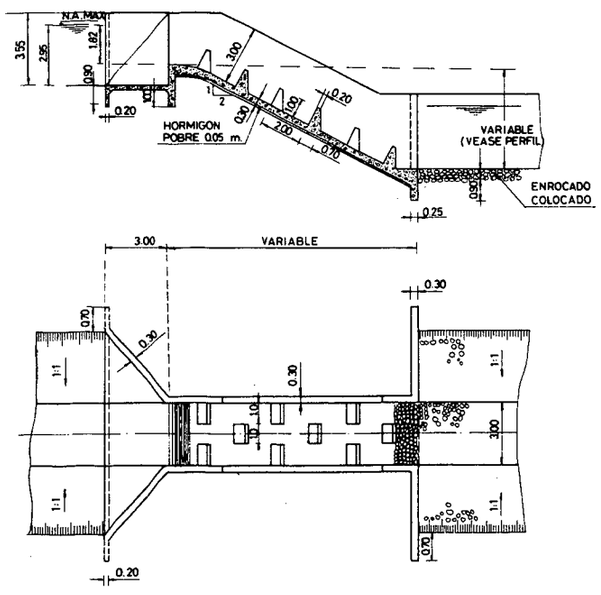


OBRA DE TOMA CANAL SUR

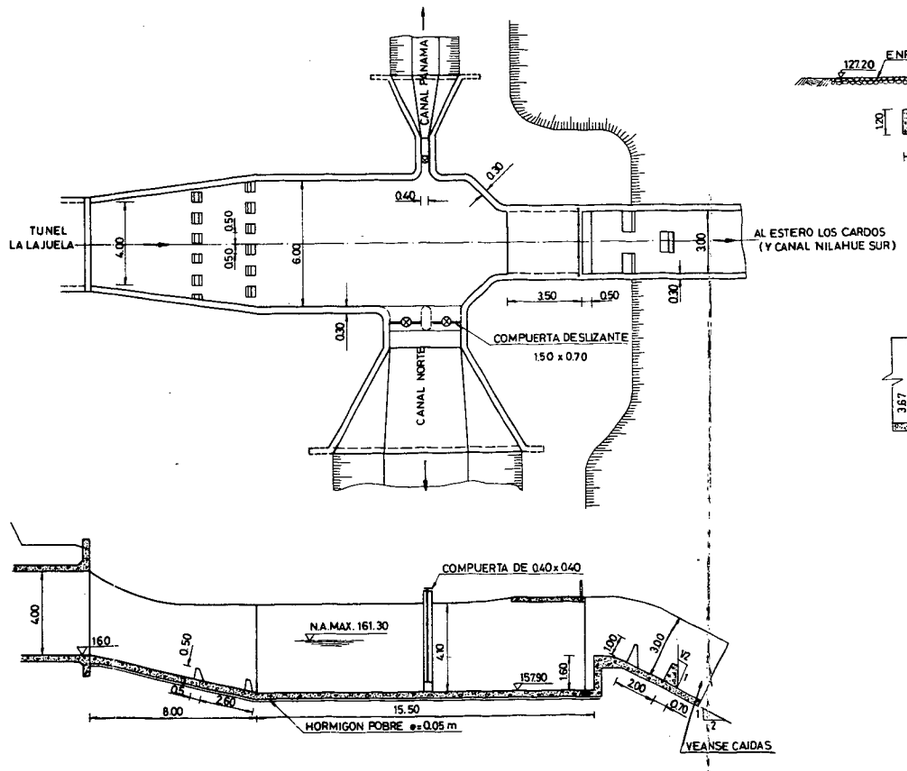
PLANTA

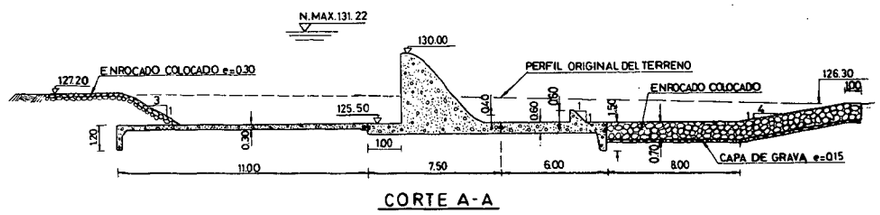


CAIDAS DENTADAS



ESTRUCTURA DIVISORIA DE CANALES NORTE Y SUR





CORTE A-A



CORTE B-B

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ZONA DE NILAHUE

ESTRUCTURA DIVISORIA - CANAL DE ENTREGA A QUEBRADA LOS CARDOS - BOCATOMA CANAL SUR

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

Cuadro J-3: Zona de Nilahue - Descripción del sistema de canales principales

Sector		Tramo	Pendiente transversal media %	Caudal requerido m^3/seg	Caudal de diseño m^3/seg	Longitudes (km)		Porcentaje de longitud revestida %	Area neta dominada por gravedad (ha)	
						Tramo	Canal		Tramo	Canal
Norte	Norte	1	22	8,4	8,4	17,2		37	430	
		2	22	7,4	7,4	14,7		34	640	
		3	23	6,3	6,3	18,6	50,5	50	1.295	2.365
	Pumanque	1	24	4,5	4,6	7,4		57	1.185	
		2	14	3,1	3,0	28,6	36,0	40	1.985	3.170
	Pumanque Bajo	1	6	0,9	1,0	11,1	11,1	14	655	655
	Lolol Bajo	1	4	2,0	2,0	7,8		9	850	
		2	3	0,9	1,0	7,4	15,2	112,8 8	745	1.595
Sur	Los Cardos	1	0	19,9	19,9	0,9	0,9	-	-	-
	Panamá	1	11	0,8	0,75	12,8	12,8	19	600	600
	Sur	1	10	19,9	19,9	36,0		22	3.895	
		2	9	14,3	14,3	7,0		12	3.450	
		3	14	10,5	10,5	17,2	60,2	34	3.125	10.470
	Coipos	1	17	2,2	2,3	12,5		12	507	
		2	16	0,75	0,75	14,0	26,5	31	508	1.015
	Occidente	1	10	3,6	3,80	20,5		9	1.400	
		2	4	1,7	1,75	6,0	26,5	126,9 23	1.030	2.430

Cuadro J-4: Zona de Nilahue - Características hidráulicas de los canales principales con caudal mayor de 5 m^3/seg

Canal	Tramo	Caudal de diseño (m^3/s)	Canales en tierra Talud = 1 : 1 n = 0.025				Canales revestidos Talud = 1 : 1 n = 0,015			
			Velocidad (m/s)	Base (m)	Lámina de agua (m)	Pendiente (‰)	Velocidad (m/s)	Base (m)	Lámina de agua (m)	Pendiente (‰)
Norte	1	8,4	0,66	4,0	2,10	0,20	0,97	3,5	1,68	0,20
	2	7,4	0,65	3,5	2,06	0,20	0,95	3,0	1,68	0,20
	3	6,3	0,68	3,0	1,90	0,25	0,99	2,7	1,51	0,25
Los Cardos	1	19,9	0,98	3,0	3,25	0,30				
Sur	1	19,9	0,82	5,7	2,83	0,20	1,20	5,5	2,17	0,20
	2	14,3	0,76	5,2	2,46	0,20	1,10	5,0	1,89	0,20
	3	10,5	0,71	4,2	2,29	0,20	1,03	4,0	1,77	0,20

Cuadro J-5: Zona de Nilahue - Estructuras de los canales principales

Canal	Tramo	Bocatomas	Sifones	Túneles N°	Túneles Longitud (m)	Alcantarillas	Puentes	Controles	Derivaciones	Caídas	Tramos rectangulares N°	Tramos rectangulares Longitud (m)	Vertederos laterales	Marcadores de medida
Norte	1	-	1	-	-	34	-	1	1	-	1	430	3	1
	2	-	-	-	-	37	-	3	3	-	1	80	3	
	3	-	-	-	-	44	-	4	4	-	-	-	4	
Pumanque	1	-	-	1	1.800	21	-	3	3	-	-	-	1	1
	2	-	3	-	-	53	-	6	6	-	-	-	6	
Pumanque bajo	1	1	2	-	-	12	1	3	3	-	-	-	2	1
Loiol Bajo	1	1	2	-	-	21	1	2	2	-	-	-	2	1
	2	-	3	-	-	11	2	1	1	-	-	-	1	
Los Cardos	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	
Panamá	1	-	1	-	-	39	3	-	-	-	-	-	3	1
Sur	1	1	-	-	-	70	3	7	7	-	-	-	7	1
	2	-	-	-	-	8	2	1	1	-	-	-	1	
	3	-	1	-	-	47	3	3	3	-	-	-	3	
Los Coipos	1	-	1	-	-	15	-	3	3	-	1	250	3	1
	2	-	-	-	-	25	-	4	4	-	-	-	3	
Occidente	1	-	1	1	500	32	-	4	4	-	-	-	4	1
	2	-	-	-	-	10	-	2	2	-	-	-	1	
T o t a l e s		3	10	2	2.300	479	15	47	47	4	3	760	47	8

cruce bajo el Estero Quiahue. Para el paso del valle de Lolol al de Quiahue, evitando un largo y complicado rodeo al cerro El Portezuelo, se tiene un tramo de cerca de 1 km y cortes fuertes de hasta 23 m, que se demostró ser más económico que la solución alternativa.

En su punto final el Canal Sur entrega al canal de Los Coipos, que continua por la misma ladera del valle de Nilahue, y al canal de Occidente, que después de su derivación cruza en sifón el valle de Nilahue para abastecer la ladera poniente del mismo. En este canal fue necesario considerar un túnel de 500 m de longitud.

b) Sector Norte (Figura J-9)

Los canales que dominan el área gravitacional del sector norte de Nilahue son: el canal Norte, el Pumanque, que es la continuación del primero en el valle de Pumanque, y los canales Lolol y Pumanque Bajo, que derivan de los esteros del mismo nombre.

El Canal Norte recibe el agua a la misma cota de salida del túnel La Lajuela y la conduce con un trazado de contorno para tratar de dominar la mayor área posible, hasta el cerro de Punta de Piedra. Su estructura más importante es el sifón de cruce bajo el Estero Callihue. El Canal Pumanque parte del punto final del Canal Norte, atraviesa el cerro de Punta de Piedra con un túnel de 1,8 km y continua también en contorno para dominar la parte alta del valle de Pumanque.

Los canales Lolol Bajo y Pumanque Bajo tienen sus captaciones en los esteros del mismo nombre y, aunque las áreas que dominan podrían ser abastecidas por los canales altos, han sido incluidos en el esquema debido a que con costos muy bajos se asegura un adecuado reuso para parte del agua que retorna del riego y de las pérdidas por infiltración en los canales. Las obras de toma de estos canales constan de una barrera ajustable, a base de pilares de hormigón reforzado, con ranuras para la colocación de tablones de cierre. Las bocatomas son pequeñas estructuras con una compuerta deslizante. Cada canal tiene su barrera aforadora.

No fue posible, debido a las condiciones topográficas, incluir un canal bajo similar para el sector norte, por lo cual se estima que para esta primera etapa del desarrollo de Nilahue se perderá agua de retorno fuera del área del Proyecto. Esta pérdida se reducirá en un futuro, cuando se incorporen al sistema las estaciones de bombas ubicadas en el bajo Nilahue y previstas en el Plan Global de desarrollo (Capítulo E).

4.3.3 Aspectos geotécnicos

Las investigaciones de suelos realizadas para el presente Informe, las ejecutadas con anterioridad por la Dirección de Riego (véase Anexo XIII), las informaciones proporcionadas por los estudios agrológicos y los resultados del estudio geomorfológico ejecutado especialmente para el presente trabajo (Anexo XIII) proporcionan una idea suficientemente clara de los aspectos geotécnicos en relación con las obras proyectadas.

Predominan en las partes menos pendientes los suelos arcillosos de baja plasticidad (CL), con características aceptables de estabilidad y resistencia a la erosión, aunque se encuentran en menor grado suelos limosos y arenosos, algunos de los cuales pueden requerir revestimiento de los canales si se quieren reducir las pérdidas por infiltración.

El estudio geomorfológico, por otra parte, distinguió en la zona tres sectores con características diferentes para los propósitos de obras de ingeniería: el primero al oriente, que enmarca los valles de Panamá, Callihue, Nerquihue y Lolol y llega hasta aproximadamente la población de Lolol, con formaciones volcánicas y/o sedimentarias en las cuales las rocas tienen buenas características de estabilidad y dureza y poco grado de meteorización. En este sector, las excavaciones y obras que se realicen en las partes rocosas no presentan problemas especiales aparte de la dureza de la roca, que dificulta la excavación.

El segundo sector, al occidente del anterior y que prácticamente abarca todas las restantes laderas montañosas de Nilahue, se refiere a frentes rocosos graníticos de origen intrusivo y que presentan marcada meteorización y alteración, muy especialmente en el sur del valle de Pumanque, el noroccidente del valle de Lolol y el occidente del valle de Nilahue. Esta meteorización de la roca ha permitido una marcada acción erosiva, que ha dado lugar a la formación de cárcavas y quebradas de corte profundo.

Estas características, por lo general no presentan problemas para la ejecución de las obras, pero si hacen absolutamente necesario un plan de control de la erosión, para evitar que continúe degradándose la zona y peligre la estabilidad de las obras y canales que se construyan. Las obras de conservación concernientes a este problema se describen en la Sección 8 de este capítulo.

Este sector presenta, por otra parte, en varios de sus tramos un alto grado de permeabilidad. Por esta razón, se consideró que el 50% de los canales principales que atraviesan los sectores afectados, será revestido con hormigón. Es importante efectuar en la etapa de implementación una investigación detallada de estos aspectos, para determinar con más exactitud los trayectos que requieren estas soluciones especiales.

El tercer sector identificado geomorfológicamente es el de depósitos de rellenos en los valles. Estos son de textura fina a media, en el sector de rocas volcánicas y cuarzo arenosas en la parte superficial, y de arcilla o arcilla gravosa a profundidades mayores para los sectores de rocas graníticas intrusivas. Por lo general, y de acuerdo con las investigaciones de suelos efectuadas, no presentan problemas especiales desde el punto de vista de las obras que se proponen para estas zonas planas.

4.3.4 Revestimiento en los canales

Se planteó aquí, como en todo proyecto similar, el interrogante sobre la conveniencia o inconveniencia de revestir los canales principales. Para esto se contó con los siguientes antecedentes:

- De los cientos de kilómetros de canales existentes en el área del Proyecto en las Zonas I, II y III, prácticamente ninguno está revestido. Sólo en tramos muy cortos y por razones muy específicas se ha colocado revestimiento de hormigón.
- En todos estos canales existentes, muchos de ellos con varias decenas de años en operación, no se observan pruebas de un marcado deterioro que pueda atribuirse a la falta de revestimiento.
- Más de 4.000 ha de la zona de Nilahue se podrán abastecer, de acuerdo con lo previsto en el Plan Global y las evaluaciones hidrológicas, con agua procedente de los retornos de riego y de las pérdidas por infiltración en los canales, así que estas pérdidas no serán absolutas sino que se recuperarán al menos en parte, captándose nuevamente en los esteros.
- La información proporcionada por el estudio geomorfológico da pie para suponer que en vastos sectores pudiera requerirse revestimiento, para evitar problemas de erosión y pérdidas excesivas de agua en los canales.
- En los tramos de canales con pendiente transversal fuerte, los costos de canales revestidos son sólo ligeramente más elevados que los de canales en tierra, debido a la incidencia de la excavación en roca, pero en tramos bajos esta diferencia se hace considerable, aún teniendo en cuenta los más bajos costos anuales de mantenimiento que requieren los canales revestidos.
- Como se explica en el Capítulo E de este informe, en todos los casos se consideró el revestimiento con hormigón no reforzado, por sus características de durabilidad y facilidad de construcción.

Con base en los argumentos anteriores y para no gravar más los costos del sistema de canales, se optó por seguir el criterio de adoptar porcentajes de canal revestido de acuerdo con las características de los suelos que atraviesa cada canal. Estos porcentajes resultantes están indicados en el Cuadro J-3.

4.3.5 Inversiones requeridas

En el Cuadro J-6 se presenta un resumen de las inversiones necesarias para el sistema de canales principales de Nilahue. En esta suma se encuentran incluidos el 20% de imprevistos y el 10% de ingeniería.

En el Anexo XIII se presenta el presupuesto detallado de las cantidades de obras y los costos correspondientes.

Cuadro J-6: Zona de Nilahue - Resumen de las inversiones necesarias para el sistema de canales principales (PUS$)

Canal	Excavaciones	Terraplenes y rellenos	Revestimiento	Túneles	Alcantarillas	Sifones	Bocatomas	Otras Estructuras	Misceláneos	Total
Norte	2.991.916	272.477	1.925.377	-	448.132	259.586	-	323.408	128.266	6.349.162
Pumanque	402.159	128.808	898.190	1.146.317	152.939	164.455	-	28.354	57.188	2.978.410
Pumanque Bajo	65.296	18.741	56.352	-	14.462	16.812	41.333	8.275	13.027	234.298
Lolol Bajo	86.973	31.978	55.716	-	48.448	35.636	41.333	19.881	20.420	340.385
Los Cardos	69.035	1.094	-	-	-	-	-	92.975	-	163.104
Panamá	100.038	19.875	79.803	-	63.720	7.260	-	20.760	8.820	300.276
Sur	4.799.597	493.526	1.831.533	-	1.463.691	642.818	217.800	270.785	461.681	10.181.431
Los Coipos	159.709	47.483	225.736	-	114.391	67.078	-	32.381	24.833	671.611
Occidente	217.624	71.598	183.974	162.225	163.526	143.100	-	13.836	35.738	991.621
T o t a l	8.892.347	1.085.580	5.256.681	1.308.542	2.469.309	1.336.745	300.466	810.655	749.973	22.210.298

5. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LAS RINCONADAS

5.1 Antecedentes

Las cuatro rinconadas cuya inclusión se recomienda en la primera etapa de desarrollo del Proyecto, de acuerdo con las conclusiones del Capítulo F, son las siguientes:

Rinconada	Zona	Area neta (ha)
Los Maquis	I	1.155
Meneses	II	565
El Almendral	II	1.955
Los Huiques	III	1.240
	Total	4.915

En el Capítulo E se describen y analizan las alternativas para los sistemas de suministro de agua de estas rinconadas, y se seleccionan las recomendadas. La Figura E-5 muestra la localización general de los sistemas de suministro propuestos. A continuación se hace una descripción más completa de las obras necesarias.

5.2 Sistemas para el suministro de agua

En la Figura J-11 están mostrados los sistemas de abastecimiento de agua para las rinconadas de Los Maquis y Meneses, y en la J-12 para las de El Almendral y El Huique; debido a la escala y a la gran longitud de algunos canales alimentadores, parte de éstos no aparecen en dichas figuras pero pueden verse en la E-5. En el Cuadro J-7 se presentan las principales características de estos sistemas. A continuación se hace una descripción de cada uno.

5.2.1 Rinconada de Los Maquis (Figura J-11)

Esta rinconada es la única para la cuál se recomienda un sistema de alimentación enteramente gravitacional. Este consiste básicamente en aprovechar el canal existente de Lumbreras, con 8 km de longitud, el cual para este propósito requiere de una pequeña ampliacion de su sección aunque no así de sus estructuras, para conducir hasta el Estero Antivero el caudal adicional de 1,42 m^3/seg (una fracción de este caudal debe reforzar el suministro de agua a algunas áreas pequeñas diferentes de la rinconada). El canal cruza dicho estero por un sifón de 250 m, después del cual entrega al canal Antivero - Los Maquis de 34,5 km de longitud (de ellos 25,5 km de canal alimentador y 8 km de canal principal) y éste entrega a su vez 1,3 m^3/seg a la rinconada. Parte de su caudal se deriva directamente del canal al área de riego, y parte al Estero Rigolemo, del cual aguas abajo se capta directamente para el sistema secundario.

Sobre las cotas que domina el sistema de canales propuestos, existe una extensión de cerca de 150 ha con riego parcial al presente, que en el futuro, al quedar como única área dependiente del Estero Rigolemo, dispondrá de un suministro suficientemente seguro de agua, según estadísticas realizadas por IREN.

Cuadro J-7 : Rinconadas - Descripción de los sistemas de abastecimiento de agua

O b r a s		Unidad	Rinconada Los Maquis (1.155 ha)	Rinconada Meneses (565 ha)	Rinconada Almendral (1.955 ha)	Rinconada Huique (1.240 ha)
Canales de alimentación y principales						
Canales de alimentación						
- Canal nuevo	: longitud	km	25,5	--	--	--
	caudal	m^3/seg	1,3	--	--	--
- Canal mejorado	: longitud	km	8,0	--	13,6	--
	caudal final	m^3/seg	2,0	--	2,5	--
- Canales principales	: longitud	km	8,0	4,7	23,1	9,4
Estructuras						
- Alcantarillas		N°	47	6	29	8
- Puentes		N°	1	3	--	2
- Sifones		N°	1	--	1	--
- Vertederos Laterales		N°	8	--	--	--
- Canoas		N°	1	--	--	--
- Obras de Toma		N°	--	1	--	1
Estaciones de Bombeo						
Capacidad		m^3/seg	--	0,2	1,4	1,0
Altura de bombeo		m	--	23	35	32
N° de bombas			--	2	3	3
Tuberías de impulsión	: longitud	m	--	80	90	143
	: diámetro	mm	--	400	600	600
Suministro de energía						
Línea nueva	: 13,2 kV	km	--	0,8	3,0	5,0
Línea reforzada	: 13,2 kV	km	--	5,1	10,0	5,0
Capacidad subestación		kVA	--	40	600	300

5.2.2 Rinconada de Meneses (Figura J-11)

El sistema de suministro para esta área es mixto: 414 ha son servidas por gravedad y las 151 restantes, por bombeo. Para transportar los 0,75 m^3/seg que requiere la rinconada, se utilizan 6,9 km del canal existente de San Antonio, que tiene su bocatoma en el Estero Chimbarongo a unos 3 km aguas abajo del sitio de la presa, y 5,2 km del canal Canchillas, que empalma con el primero. Según verificaciones de campo, estos canales no necesitan de trabajos especiales de ampliación de su capacidad, aunque sí se recomienda una limpieza general para eliminar obstrucciones e interferencias de flujo. A partir del punto final del canal Canchillas debe construirse uno nuevo con 4,7 km de longitud, que abastece gravitacionalmente el área baja y en su abscisa 4,3 km alimente a un tranque regulador, el cual también hace eventualmente las veces de tranque nocturno. De allí una pequeña estación de bombeo eleva el agua para abastecer el área restante. La estación, del tipo intemperie, consta de dos motobombas centrífugas verticales iguales, una de ellas de reserva; su capacidad es de 0,2 m^3/seg y eleva el agua 23 metros. Es alimentada eléctricamente por una línea derivada de la principal Chépica-Aunquinco de 13,2 kV, que actualmente es monofásica y debe ser reforzada a este voltaje en sus 5,1 km actuales y prolongarse 0,8 km adicionales.

5.2.3 Rinconada de El Almendral (Figura J-12)

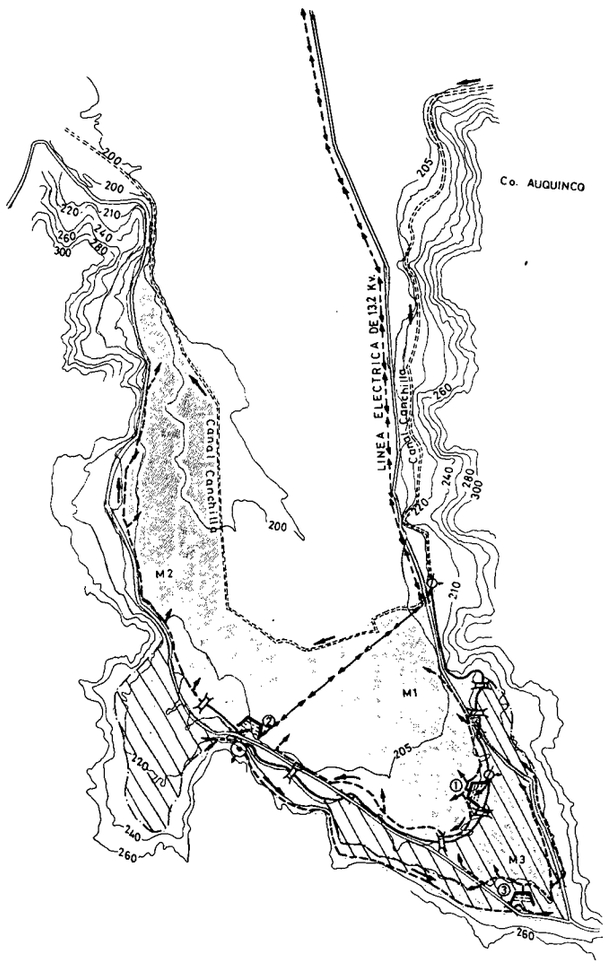
El esquema adoptado para esta área tiene las mismas características del descrito para Meneses: utilización de canales existentes y prolongación de la conducción, para dominar el área baja y alimentar la estación de bombas.

En este caso los canales utilizados son un tramo de 7 km del Pocillano y 14,8 km del Rudano o Santa Adriana, derivado del primero. Según verificaciones de campo, solamente 6,9 k, de este último requieren una pequeña ampliación para transportar los 1,8 m^3/seg adicionales necesarios y en la parte restante del mismo canal se ha recomendado una limpieza solamente. En el canal Pocillano no se encontró necesario efectuar trabajo alguno. En el km 13,3 del canal Rudano se encuentra la primera derivación para el área gravitacional y en su punto final, al pie de la Punta de Ranquilhue su caudal se divide en dos partes: 1,43 m^3/seg son descargados al pequeño embalse o tranque que abastece la estación de bombas; el caudal restante es entregado al sistema secundario, que continúa la distribución al área bajo la cota del canal, de 726 ha en total.

La estación de bombas, que eleva el caudal mencionado a 35 m para las 1.229 ha restantes, se ha previsto del tipo intemperie, con tres motobombas eléctricas centrífugas verticales de igual capacidad, dos de las cuales abastecen el caudal total y una tercera sirve como reserva. La energía es abastecida mediante una línea existente entre Chépica y La Ruda, que debe ampliarse a 13,2 kV, y una prolongación de ésta, de 3 km y el mismo voltaje.

El área abastecida por bombeo está dividida en dos sectores por la profunda depresión formada por el Estero Candelaria o Lima, que es

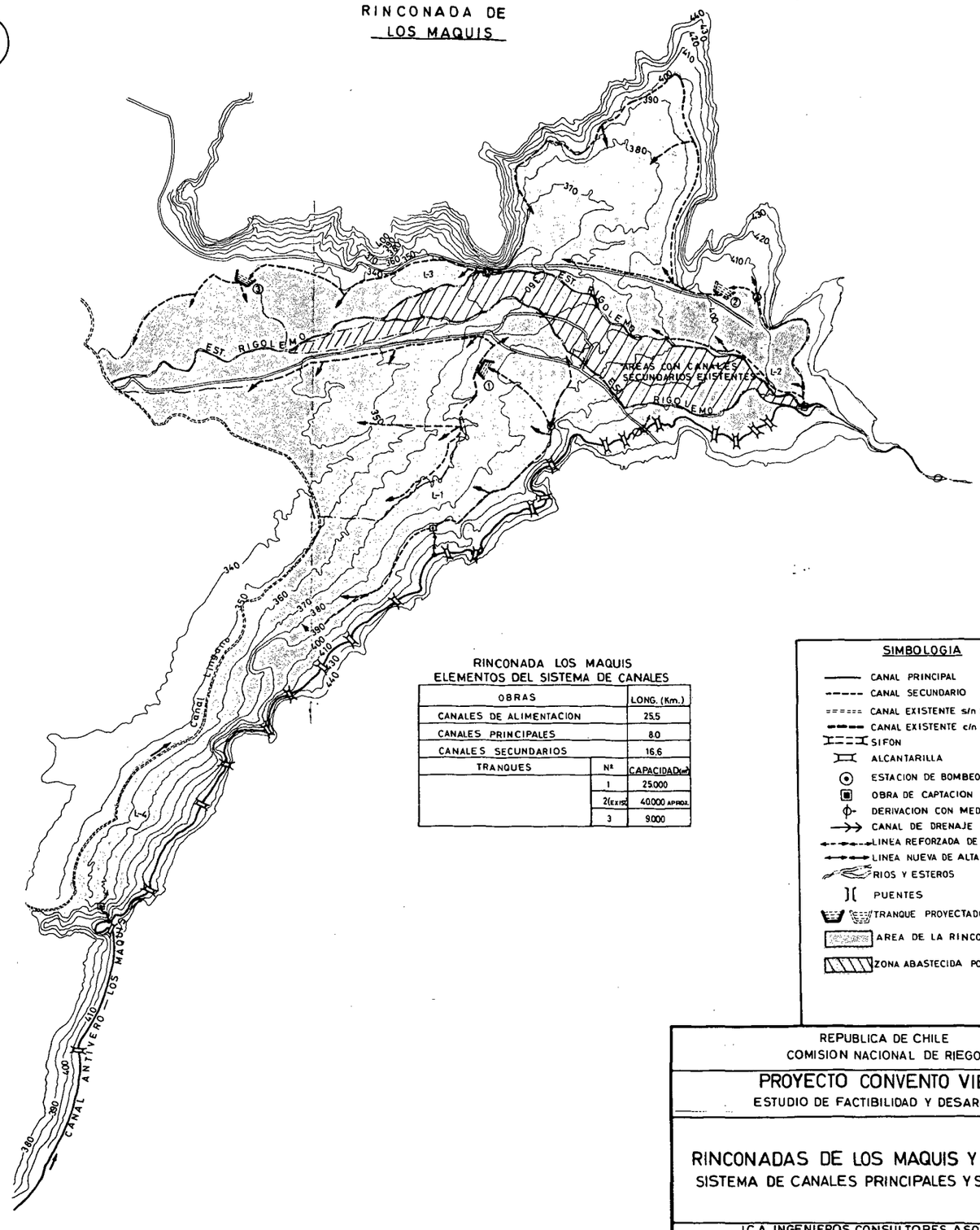
RINCONADA DE
MENESES



RINCONADA DE MENESES
ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CANALES

OBRAS		LONG.(Km.)
CANALES DE ALIMENTACION		12.1
CANALES PRINCIPALES		4.7
CANALES SECUNDARIOS		12.2
TRANQUES	Nº	CAPACIDAD(m³)
	1	23.000
	2	8.000
	3	8.500

RINCONADA DE
LOS MAQUIS



RINCONADA LOS MAQUIS
ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CANALES

OBRAS		LONG. (Km.)
CANALES DE ALIMENTACION		25.5
CANALES PRINCIPALES		8.0
CANALES SECUNDARIOS		16.6
TRANQUES	Nº	CAPACIDAD(m³)
	1	25.000
	2(EXIST.)	40.000 APROX.
	3	9.000

SIMBOLOGIA

- CANAL PRINCIPAL
- CANAL SECUNDARIO
- CANAL EXISTENTE s/n MEJORAMIENTO
- CANAL EXISTENTE c/n MEJORAMIENTO
- SIFON
- ALCANTARILLA
- ESTACION DE BOMBEO
- OBRA DE CAPTACION
- DERIVACION CON MEDIDA
- CANAL DE DRENAJE
- LINEA REFORZADA DE ALTA TENSION
- LINEA NUEVA DE ALTA TENSION
- RIOS Y ESTEROS
- PUENTES
- TRANQUE PROYECTADO Y EXISTENTE
- AREA DE LA RINCONADA
- ZONA ABASTECIDA POR BOMBEO

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

RINCONADAS DE LOS MAQUIS Y MENESES
SISTEMA DE CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

SIMBOLOGIA

- CANAL PRINCIPAL
- CANAL SECUNDARIO
- CANAL EXISTENTE s/n MEJORAMIENTO
- CANAL EXISTENTE c/n MEJORAMIENTO
- SIFON
- ALCANTARILLA
- ESTACION DE BOMBEO
- OBRA DE CAPTACION
- DERIVACION CON MEDIDA
- CANAL DE DRENAJE
- LINEA REFORZADA DE ALTA TENSION
- LINEA NUEVA DE ALTA TENSION
- RIOS Y ESTEROS
- PUENTES
- TRANQUE PROYECTADO Y EXISTENTE
- AREA DE LA RINCONADA
- ZONA ABASTECIDA POR BOMBEO

RINCONADA DE EL ALMENDRAL

RINCONADA DE EL HUIQUE

En esta área no se ha previsto tranque nocturno pues será dedicado al cultivo de Arroz.)

Para detalle del Sistema de Drenaje : vease fig. J-22

Pilla. EL Durazmalo

Ca. Los Chivatos

PTA de Ranquil

LINEA ELECTRICA DE 13.2 Kv.

CANAL RUDANO Ó STA. ADRIANA

ESTERO LIMA

ESTERO CANDELARIA

RIO HUILCANO

Ramal Canal Rudano

LA PUNTILLA

RIO TINGUIRIRICA

RINCONADA DE EL ALMENDRAL
ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CANALES

OBRAS		LONG. (Km.)
CANALES DE ALIMENTACION		27.3
CANALES PRINCIPALES		21.8
CANALES SECUNDARIOS		34.7
TRANQUES	Nº	CAPACIDAD(m³)
	1	10.000
	2	10.000
	3	20.000
	4	6.500
	5	7.600
	6	13.000
	7	6.500
	8	10.000

RINCONADA DE EL HUIQUE
ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CANALES

OBRAS		LONG. (Km.)
CANALES DE ALIMENTACION		4.0
CANALES PRINCIPALES		9.4
CANALES SECUNDARIOS		19.3
TRANQUES	Nº	CAPACIDAD(m³)
	1	11.000
	2	7.000
	3	11.000
	4	22.500
	5	24.000

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

RINCONADAS DE EL ALMENDRAL Y EL HUIQUE

SISTEMA DE CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

necesario cruzar con un sifón de 800 m de longitud y un diámetro de 0,6 metros; el sector norte tiene 724 ha y es abastecido por un canal de 14,4 km. El sector sur requiere 8,7 km de canal principal.

En 1.200 ha del área baja de esta rinconada se han previsto obras de mejoramiento del sistema de drenaje, ya que en la situación actual es casi imposible el cultivo de esa área. Las obras propuestas se describen en la Sección 8 de este Capítulo.

5.2.4 Rinconada del Huique (Figura J-12)

En esta área, también abastecida con un sistema mixto, 436 ha son servidas gravitacionalmente y la superficie restante por bombeo. Se utiliza un tramo inicial de 4 km del canal Huicano, el cual no requiere mejoramiento ni ampliación alguna. Este canal tiene su bocatoma en el Río Tinguiririca, aguas abajo del canal Las Trancas, que entrega del Estero Chimbarongo al río. A partir del km 4 del Huicano, en el cual éste se comienza a apartar del cerro, se inicia el canal principal de la rinconada, con 4,2 km, caudal de 1,5 m^3/seg y trazado en contorno que alcanza a dominar 436 ha; el límite inferior de este sector es un ramal del canal Huicano. En la abscisa 3,6 km de este canal, está prevista la entrega al tranque que sirve para la regulación y alimentación de la estación de bombas. Esta estación, de características similares a las descritas para las otras rinconadas, tiene tres unidades de bombeo y eleva 0,92 m^3/seg a 29 m de altura. La estación entrega a dos canales principales con capacidad de 0,5 m^3/seg cada uno: el norte, con una longitud 3,6 km y el sur con 1,6 km, que dominan 419 ha y 395 ha respectivamente. El suministro de energía para bombeo se consigue mediante el refuerzo a 13,2 kV de una línea de 5 km derivada de la Paniahue-Peralillo, y la prolongación de esta por otros 5 km, desde su punto final en Palmilla abajo hasta la casa de bombas.

5.3 Inversiones

En el Cuadro J-8 se presenta un resumen de las inversiones necesarias para las obras de abastecimiento de agua de las rinconadas. En el Anexo XIII, se ofrece un presupuesto más detallado de estas obras.

Cuadro J-8 : Rinconadas - Inversiones necesarias para el sistema de abastecimiento de agua (PUS$)

O b r a	Rinconada Los Maquis	Rinconada Meneses	Rinconada Almendral	Rinconada El Huique
Canales de alimentación				
Mejoramiento de canales	8.903	--	17.175	--
Construcción de canales	567.007	--	--	--
Canales principales	171.172	57.746	479.770	148.991
Estaciones de bombas				
Equipo de bombas	--	45.169	114.252	107.748
Obras civiles	--	6.536	10.691	10.691
Tuberías de impulsión	--	4.118	9.022	14.334
Tranque regulador		9.316	10.452	8.748
Suministro de energía				
Línea de transmisión	--	17.500	52.500	48.750
Subestación	--	7.500	26.000	17.500
Total	747.082	147.885	719.862	356.762
20% imprevistos	149.416	29.577	143.972	71.352
Sub-total	896.498	177.462	863.834	428.114
10% Ingeniería	89.650	17.746	86.383	42.811
Total general	986.148	195.208	950.218	470.926

6. CANALES SECUNDARIOS

6.1 Descripción

Los conceptos generales y los criterios básicos utilizados para el planeamiento y dimensionamiento de los sistemas secundarios, han sido explicados en el Capítulo E, en relación con la presentación del Plan Global de desarrollo. En lo que sigue se describen en forma más detallada los canales secundarios de las áreas consideradas para la Etapa I del desarrollo.

En la Figura J-9 se muestra la localización general de los canales secundarios y de los embalses o tranques nocturnos para la zona de Nilahue y en las Figuras J-11 y J-12 para las rinconadas. En los cuadros J-9 y J-10 se presentan las características principales de las redes secundarias en lo referente a longitudes y caudales de canales, áreas dominadas y tranques nocturnos. Se diferenciaron los canales de contorno, que no tienen estructuras de caída, y los canales que por necesidades de trazado interceptan las curvas de nivel y normalmente requieren de estructuras de caída, razón por la cual generalmente son más costosos. Los caudales indicados en los cuadros, corresponden a los de las secciones típicas mostradas en la Figura 31 del Album, siendo las secciones con las pendientes menores las que corresponden a los canales de contorno, y las de pendientes mayores, a aquellos con caídas.

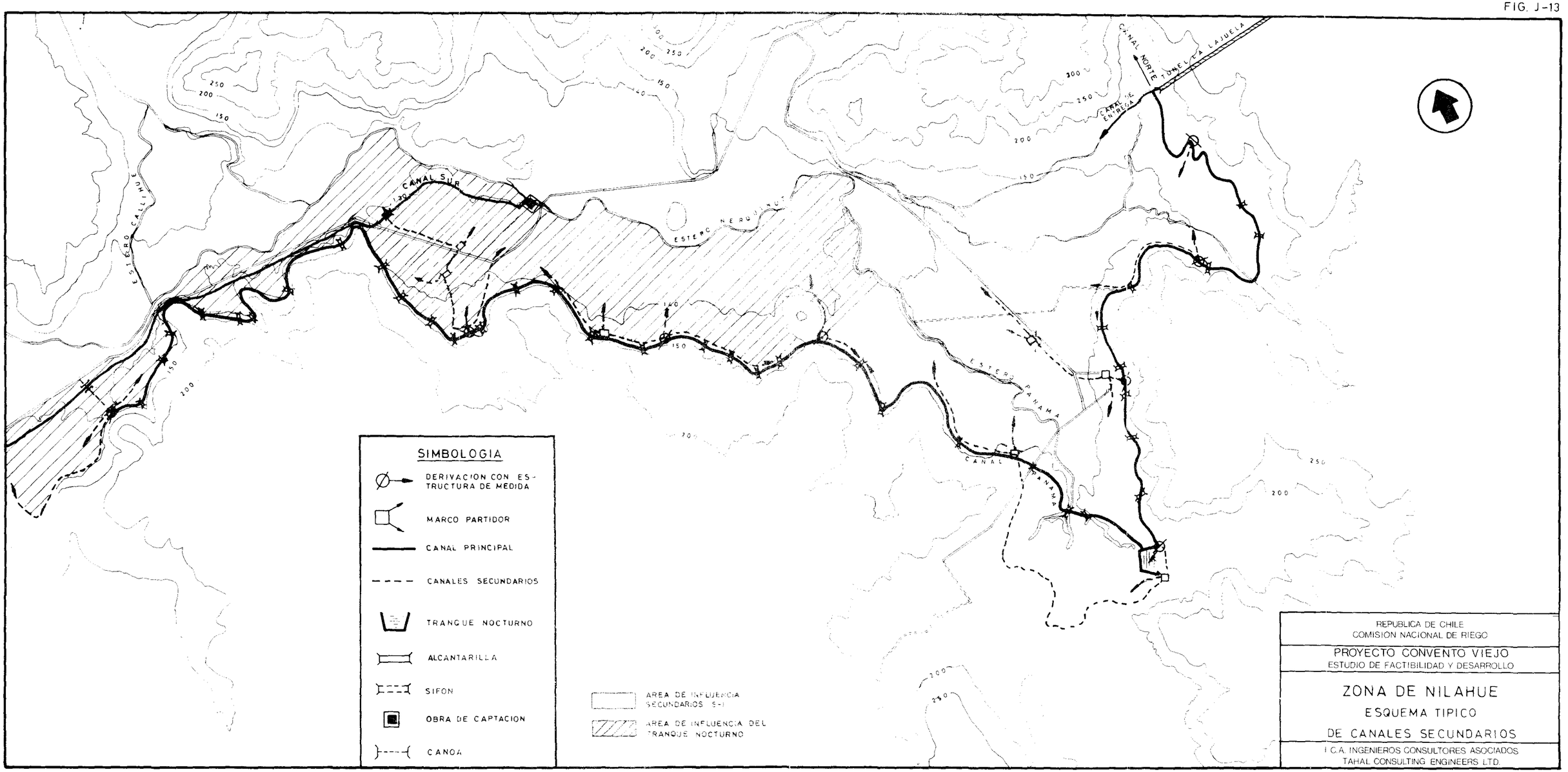
Los tranques nocturnos tienen forma y superficies que varían en cada caso de acuerdo con su localización, volumen de almacenamiento necesario y pendiente del terreno. Todos los tranques considerados para Nilahue y las rinconadas son sin desarenador, ya que se alimentarán generalmente con aguas sedimentadas del embalse Convento Viejo.

Según se explica en la Sección 6.2 más adelante,en el sistema de evaluación de cantidades y costos de los canales secundarios, se partió de las cifras por kilómetro correspondientes a cada tipo y caudal de canal, las cuales se aplicaron a la longitud total de los canales con unas mismas características. En estas cifras por kilómetro se incluyeron las referentes a estructuras típicas que se presentan con un intervalo más o menos constante: derivaciones, controles, caídas, estructuras de medida, marcos partidores, etc. Por esta razón no se presenta una cuantificación de estas estructuras, sino únicamente de aquellas que se requieren de manera esporádica y por lo tanto debieron determinarse por separado.

En el Cuadro J-11 se enumeran estas estructuras para todas las áreas nuevas bajo riego. Las alcantarillas y sifones típicos adoptados están mostrados en la Figura 32 del Album; los puentes, controles y derivaciones, en la Figura 33; las caídas y vertederos de medida, en la Figura 34 y los tranques nocturnos, marcos partidores y medidores de barrera en la Figura 35.

En la Figura J-13 se presenta con más detalle un esquema típico de distribución secundaria con todas las estructuras requeridas, diferenciando entre las áreas de influencia de los tranques y aquéllas alimenta

FIG. J-13

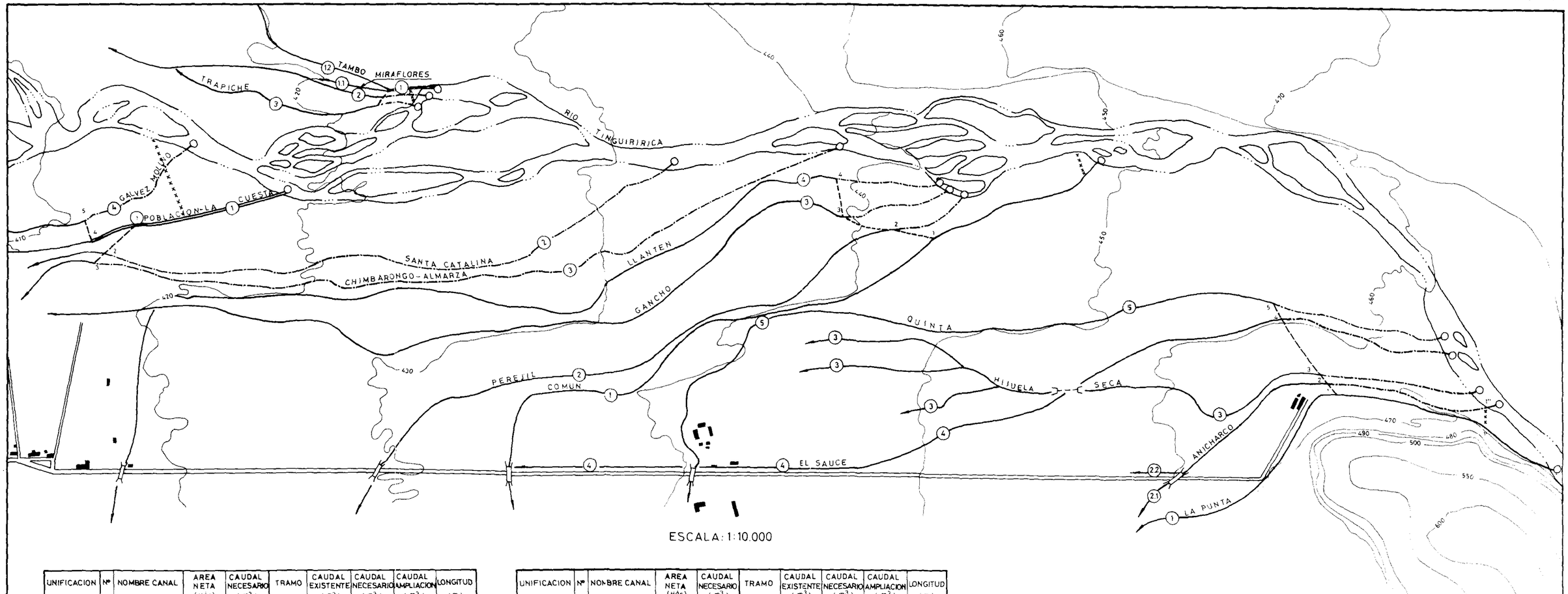


REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ZONA DE NILAHUE
ESQUEMA TIPICO
DE CANALES SECUNDARIOS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.



ESCALA: 1:10.000

UNIFICACION	Nº	NOMBRE CANAL	AREA NETA (Hás)	CAUDAL NECESARIO (m³/seg)	TRAMO	CAUDAL EXISTENTE (m³/seg)	CAUDAL NECESARIO (m³/seg)	CAUDAL AMPLIACION (m³/seg)	LONGITUD (m)
LA PUNTA	1	LA PUNTA	2.312	2.80	0 - 1	8.0	6.42	-	850
	2	ANICHARCO	669	0.81	1' - 1"	-	3.21	-	100
	3	HIJUELA SECA	125	0.15	1 - 2	-	3.62	-	820
	4	EL SAUCE	941	1.14	2 - 3	-	2.81	-	40
	5	QUINTA	1.253	1.52	3 - 4	-	2.66	-	250
TOTALES			5.300	6.42	4 - 5	-	1.57	-	90
COMUN	1	COMUN	5.002	6.06	0 - 1	13.5	8.41	-	700
	2	PEREJIL	1.102	1.34	1' - 1"	-	4.20	-	70
	3	GANCHO	35	0.04	1 - 2	-	2.35	-	130
	4	LLANTEN	802	0.97	2 - 3	-	1.01	-	100
TOTALES			6.941	8.41	3 - 4	-	0.97	-	140

UNIFICACION	Nº	NOMBRE CANAL	AREA NETA (Hás)	CAUDAL NECESARIO (m³/seg)	TRAMO	CAUDAL EXISTENTE (m³/seg)	CAUDAL NECESARIO (m³/seg)	CAUDAL AMPLIACION (m³/seg)	LONGITUD (m)
POBLACION LA CUESTA	1	POB-LA CUESTA	1.828	2.21	0 - 1	2.3	6.20	3.4	500
	2	SANTA CATALINA	390	0.47	1' - 1"	-	3.10	-	300
	3	CHIM.-ALMARZA	2.397	2.91	1 - 2	-	3.38	-	1.90
	4	GALVEZ MOLINO	519	0.63	2 - 3	-	2.91	-	30
TOTALES			5.134	6.22	4 - 5	-	0.63	-	70
MIRAFLORES TAMBO	1	MIRAFLORES TAMBO	2.189	2.65	0 1	2.70	4	1.3	200
	2	PEDENUE	356	0.43	1 1	-	2	-	100
	3	TRAPICHE	755	0.92	1 2	-	1.4	-	70
TOTALES			3.299	4.00					

SIMBOLOGIA

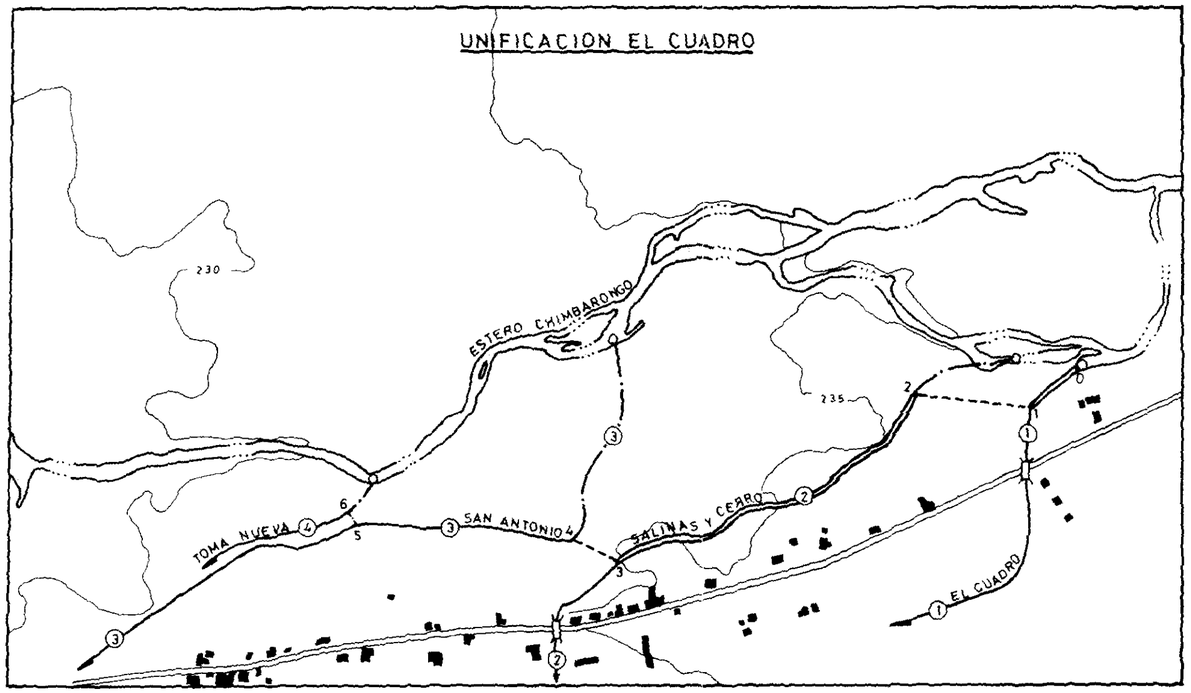
- RIO O ESTERO
- CANAL AMPLIADO
- CANAL EXISTENTE
- CANAL ELIMINADO
- CANAL PROYECTADO
- DESCARGA PROYECTADA

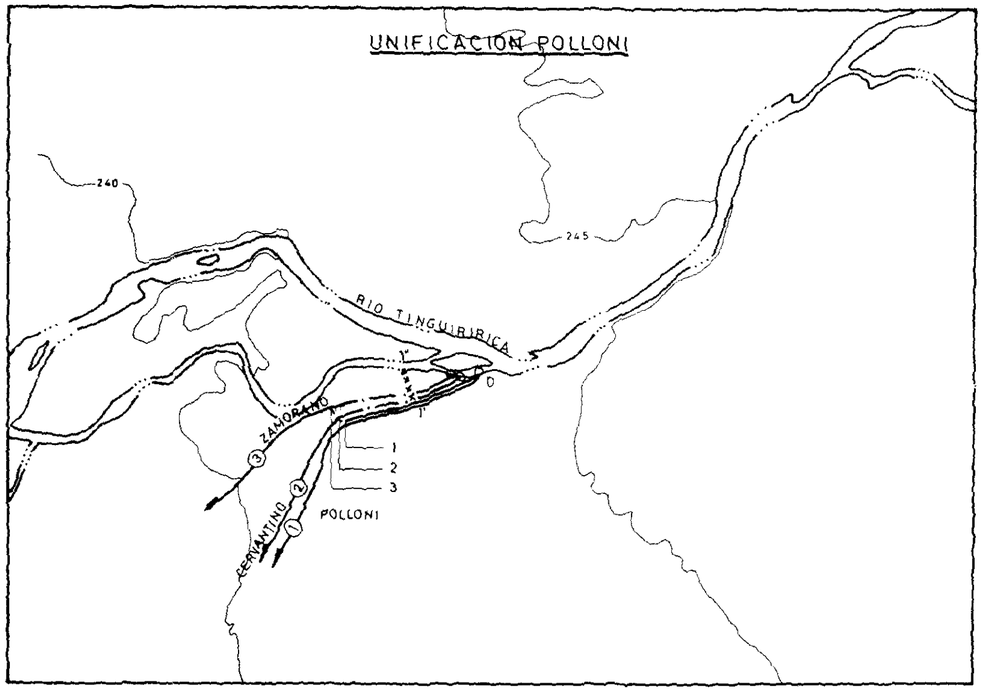
REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ESQUEMAS RECOMENDADOS PARA UNIFICACION DE BOCATOMAS-ZONA I

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.





Nº	NOMBRE CANAL	AREA NETA Hás.	CAUDAL NECESARIO m³/seg.
1	EL CUADRO	1173	1.46
2	SALINAS Y CERRO	524	0.65
3	SAN ANTONIO	1425	1.77
4	TOMA NUEVA	9	0.01
	TOTALES	3131	3.90

TRAMO	CAUDAL EXISTENTE m³/seg.	CAUDAL NECESARIO m³/seg.	CAUDAL AMPLIADO m³/seg.	LONG mt
0 - 1	20	3.9	1.9	100
1 - 2		2.43		250
2 - 3	1.3	2.43	1.13	800
3 - 4		1.78		100
4 - 5	2.2	1.78		450
5 - 6		0.01		40

ESCALA: 1:10.000

SIMBOLOGIA

- RIO O ESTERO
- CANAL AMPLIADO
- CANAL EXISTENTE
- CANAL ELIMINADO
- CANAL PROYECTADO
- DESCARGA PROYECTADA

Nº	NOMBRE CANAL	AREA NETA Hás.	CAUDAL NECESARIO m³/seg.
1	POLLONI	2.72	0.36
2	CERVANTINO	1.43	0.19
3	ZAMORANO	4.78	0.63
TOTALES		8.93	1.18

TRAMO	CAUDAL EXISTENTE m³/seg.	CAUDAL NECESARIO m³/seg.	CAUDAL AMPLIADO m³/seg.	LONG mt
0 - 1	0.38	1.18	0.8	280
1 - 1		0.6		60
1 - 2		0.82		20
2 - 3				20

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ESQUEMAS RECOMENDADOS PARA UNIFICACION DE BOCATOMAS-ZONA II

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

Cuadro J- 9 : Zona de Nilahue - Descripción de la red de canales secundarios

Sector	Canal	Longitud de canales (km) En contorno	Con caídas	Total	Area bajo riego(ha)	Caudal de diseño (m^3/seg)	Volumen tranque (m^3)
Nilahue Sur	S - 1	24,3	5,6	29,9	817	1,0	48.200
	S - 2	5,8	1,9	7,7	426	0,5	25.300
	S - 3	12,2	0,6	12,8	535	0,75	31.800
	S - 4	7,8	2,4	10,2	430	0,5	25.500
	S - 5	14,9	5,3	20,2	716	1,0	42.500
	S - 6	5,0	1,2	6,2	322	0,5	19.100
	S - 7	4,6	1,2	5,8	266	0,3	15.800
	S - 8	7,5	3,2	10,7	717	1,0	42.600
	S - 9	55,0	3,0	58,0	2.806	3,8	110.300 (1)
	S - 10	5,4	2,4	7,8	281	0,3	16.700
	S - 11	9,0	3,7	12,7	561	0,75	30.700
	S - 12	14,9	7,6	22,5	1.501	1,75	89.200
	S - 13	9,6	4,8	14,4	720	1,0	42.800
	S - 14	6,4	1,8	8,2	417	0,5	24.800
Nilahue Norte	N - 1	14,7	3,4	18,1	430	0,5	25.500
	N - 2	6,7	4,8	11,5	640	0,75	38.000
	N - 3	14,7	3,9	18,6	655	0,75	39.000
	N - 4	9,2	4,4	13,6	503	0,75	29.900
	N - 5	16,3	3,6	19,9	533	0,75	31.700
Nilahue Occidente	O - 1	3,4	-	3,4	162	0,2	-
	O - 2	24,4	1,1	25,5	1.075	1,25	63.900
	O - 3	9,3	-	9,3	342	0,5	20.300
	O - 4	8,4	2,4	10,8	507	0,75	30.100
	O - 5	6,9	-	6,9	275	0,3	16.300
Los Coipos	C - 1	1,9	-	1,9	123	0,15	7.300
	C - 2	5,6	-	5,6	220	0,3	13.100
	C - 3	5,0	-	5,0	176	0,2	10.450
	C - 4	3,6	-	3,6	144	0,2	8.600
	C - 5	6,5	-	6,5	240	0,3	14.300
	C - 6	2,7	-	2,7	119	0,15	7.100
Lolol Bajo	L - 1	3,1	-	3,1	154	0,2	-
	L - 2	4,1	1,3	5,4	451	0,5	26.800
	L - 3	9,1	1,1	10,2	547	0,75	32.500
	L - 4	8,2	1,3	9,5	413	0,5	24.540
Quebrada La Vieja	V - 1	4,8	-	4,8	279	0,3	16.600
	V - 2	1,6	-	1,6	147	0,2	-
	V - 3	11,8	2,6	14,4	699	1,0	41.500
Pumanque	P - 1	2,7	-	2,7	162	0,2	-
	P - 2	2,9	-	2,9	162	0,2	9.600
	P - 3	8,1	0,7	8,8	299	0,5	17.800
	P - 4	9,5	3,1	12,6	787	1,0	46.800
	P - 5	6,9	0,2	7,1	410	0,5	24.400
	P - 6	8,8	0,3	9,1	425	0,5	25.300
	P - 7	3,5	-	3,5	212	0,3	12.600
	P - 8	10,8	0,6	11,4	297	0,3	17.640
Pumanque Bajo	B - 1	5,0	0,3	5,3	505	0,75	30.000
	B - 2	2,2	-	2,2	210	0,3	12.500
Totales		424,8	79,8	504,6	22.818		

(1) Corresponde a la suma de 5 tranques que domina este canal.

Cuadro J-10 : Rinconadas - Descripción de la red de canales secundarios

Rinconada	Canal	Longitud de canales (km) En contorno	c/caídas	Total	Area bajo riego (ha)	Caudal inicial (m3/seg)	Capacidad tranque	
Los Maquis	L-1	5,7	3,4	9,1	470	0,5	25.000	(1)
	L-2	2,8	1,6	4,4	320	0,5	40.000	
	L-3	-	3,2	3,2	177	0,2	9.000	
	L-4	0,3	-	0,3	138	0,1	--	
Meneses	M-1	3,4	-	3,4	240	0,5	23.000	
	M-2	2,7	-	2,7	174	0,5	--	
	M-3	6,0	-	6,0	151	0,2	8.500	
El Almendral	A-1	9,7	-	9,7	726	1,0	--	
	A-2	2,7	0,40	3,1	169	0,20	10.000	
	A-3	4,2	0,40	4,6	336	0,40	20.000	
	A-4	3,4	0,8	4,2	110	0,20	6.500	
	A-5	2,6	0,2	2,8	132	0,20	7.600	
	A-6	2,7	1,1	3,8	221	0,30	13.000	
	A-7	3,6	0,1	3,7	105	0,20	6.500	
	A-8	2,8	0,1	2,9	156	0,20	10.000	
El Huique	H-1	2,5	-	2,5	198	0,20	11.000	
	H-2	4,5	0,4	4,9	238	0,30	11.000	
	H-3	6,6	-	6,6	385	0,50	22.500	
	H-4	3,8	1,5	5,3	419	0,50	24.000	

(1) Tranque existente.

Cuadro J-11 : Nilahue y Rinconadas - Número de estructuras especiales de los canales secundarios

Zona	Sector	Puentes y alcantarillas	Sifones	Tranques nocturnos	Captaciones
Nilahue	Nilahue Sur	110	1	7	
	Nilahue Norte	26	2	5	
	Nilahue Occidente	23	-	4	
	Los Coipos	9	3	6	
	Lolol Bajo	18	-	3	
	Quebrada La Vieja	9	-	2	
	Pumanque Sur	19	1	7	
	Pumanque Norte	5	-	-	
	Pumanque Bajo	6	-	2	
	Total	225	7	36	
Rinconadas	Los Maquis	5	-	2	3
	Meneses	7	-	2	-
	El Almendral	8	-	7	-
	El Huique	4	2	5	-
	Total	24	2	16	3

Cuadro J-12 : Costos por kilómetro de canal secundario en ladera (PUS$)

I t e m	Caudal del canal en m^3/seg										
	0,10	0,15	0,20	0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Expropiaciones	552	552	552	552	552	552	552	552	552	552	552
Excavaciones	136	151	211	362	702	1.123	1.661	2.137	2.605	3.080	3.203
Terraplenes	2.745	2.745	2.745	2.745	2.745	2.745	2.745	2.745	2.745	2.745	2.745
Sobretransporte	1.546	1.536	1.498	1.402	1.186	918	576	274	-	-	-
Marcos partidores	-	-	234	321	407	559	713	941	1.150	1.175	1.201
Derivaciones con compuertas	-	-	-	-	911	911	911	911	911	911	911
T o t a l e s	4.979	4.984	5.240	5.382	6.503	6.808	7.158	7.560	7.963	8.463	8.612

Cuadro J-13 : Costos por kilómetro de canal secundario con caídas (PUS$)

Pendiente terreno	I t e m	Caudal del canal en m^3/seg								
		0,10	0,15	0,20	0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
1%	Expropiaciones	552	552	552	552	552	552	552	552	552
	Movimiento tierras y caídas	5.000	5.300	5.600	6.200	7.300	8.750	10.200	11.600	13.100
	Marcos partidores	-	-	234	321	407	559	713	941	1.150
	Derivaciones con compuertas	-	-	-	-	911	911	911	911	911
	T o t a l e s	5.552	5.852	6.386	7.073	9.170	10.772	12.376	14.004	15.714
2%	Expropiaciones	552	552	552	552	552	552	552	552	552
	Movimiento tierras y caídas	5.800	6.350	6.950	8.200	10.450	13.400	16.400	19.300	22.200
	Marcos partidores	-	-	234	321	407	559	713	941	1.150
	Derivaciones con compuertas	-	-	-	-	911	911	911	911	911
	T o t a l e s	6.352	6.902	7.736	9.073	12.320	15.422	18.576	21.704	24.814
3%	Expropiaciones	552	552	552	552	552	552	552	552	552
	Movimiento tierras y caídas	8.200	9.100	9.900	11.650	15.100	19.400	23.700	28.000	32.300
	Marcos partidores	-	-	234	321	407	559	713	941	1.150
	Derivaciones con compuertas	-	-	-	-	911	911	911	911	911
	T o t a l e s	8.752	9.652	10.686	12.523	16.970	21.422	25.876	30.404	34.914

das directamente por la red principal. El área mostrada corresponde a la dominada por el canal secundario S-1 de Nilahue, y es representativa de los sectores estrechos y alargados muy frecuentes tanto en Nilahue como en las rinconadas. En estos lugares el esquema de canales debe ajustarse a la configuración topográfica y de drenaje, y las áreas de los sectores de riego son relativamente pequeñas, a diferencia de lo que ocurre en las áreas actualmente bajo canal, que son bastante planas y extensas. Sin embargo, el criterio de planeamiento del sistema de distribución mostrado se aplicó de igual manera a las zonas más planas de la nueva área bajo riego.

También para las rinconadas se han diferenciado en las Figuras J-11 y J-12 las áreas de influencia de los tranques y del sistema principal.

6.2 Presupuestos e inversiones necesarias

La longitud de los canales secundarios en las áreas nuevas a desarrollar para la primera etapa del Proyecto pasa de los 500 km. No es posible para efectos de un estudio de factibilidad, hacer el dimensionamiento de la totalidad de estos canales. El procedimiento empleado consistió en efectuar una localización detallada, en toda el área del Proyecto, de los canales y tranques nocturnos sobre planos a escala 1:10.000 y 1:20.000. Con base en los canales necesarios se realizó una tipificación por caudales y pendiente: en ladera (o de contorno) y con caídas, y se calcularon las cantidades y costos por kilómetro para cada tipo, incluyendo las estructuras típicas para cada caso; estos costos por kilómetro fueron aplicados al resto de los canales según sus características, para el cómputo de los costos totales. Las estructuras que no se podían estimar por km fueron cuantificados y presupuestadas independientemente.

En los Cuadros J-12 y J-13 se presentan los costos resultantes por kilómetro y por partidas principales, para los canales en ladera y con caídas, de acuerdo con su pendiente.

Para la determinación de costos de los tranques nocturnos, se determinaron volúmenes y costos para tranques en condiciones promedias y para diferentes capacidades de almacenamiento. En el Cuadro J-14 se presentan los costos resultantes por partidas principales.

Cuadro J-14 : Nilahue y Rinconadas - Costos de tranques nocturnos (PUS$)

	Volumen embalsado (m^3)			
Partida	10.000	15.000	22.000	48.200
Expropiación	552	663	773	2.318
Excavaciones	125	187	274	263
Escarpe	880	1.056	1.232	924
Terraplén	7.812	9.853	13.102	24.322
Estructuras accesorias	632	1.750	1.794	2.252
Total	10.000	13.509	17.355	30.079

Cuadro J-15 : Nilahue y Rinconadas - Inversiones necesarias para canales secundarios

Zona	Caudal m^3/seg	Canales en ladera (km)	Canales c/caída (km)	Costo canales en laderas (PUS$)	Costo canales c/caídas (PUS$)	Costo total (PUS$)
Nilahue	0,10	24,3	29,4	120.990	186.749	307.739
	0,15	7,8	26,6	38.875	183.593	222.468
	0,20	37,8	9,2	198.072	71.171	269.243
	0,30	77,5	7,4	417.105	67.140	484.245
	0,50	133,8	1,4	870,101	23.758	893.859
	0,75	79,7	-	542.598	-	542.598
	1,00	34,0	0,5	243.372	12.038	256.310
	1,25	8,4	-	63.504	-	63.504
	1,50	9,8	3,2	78.037	79.405	157.442
	1,75	7,3	-	61.780	-	61.780
	2,00	4,4	2,1	37.893	69.479	107.372
		424,8	79,8	2.672.327	694.234	3.366.560
Rinconadas	0,10	33,4	7,9	164.927	86.521	251.448
	0,20	23,9	3,1	125.236	44.133	169.369
	0,30	9,0	1,6	48.438	29.717	78.155
	0,50	3,6	0,6	23.411	14.862	38.273
		69,9	13,2	362.012	175.233	537.245

Cuadro J-16 : Nilahue y Rinconadas - Inversiones necesarias en tranques y estructuras especiales

Sector	Canal alimentador	Volumen embalsado m^3	Costo tranque PUS$	Costo estruct. especiales PUS$
Nilahue Sur	S-1	48.200	30.079	13.815
	S-2	25.300	19.147	7.924
	S-3	31.800	22.827	9.951
	S-4	25.500	19.282	7.998
	S-5	42.500	28.935	13.318
	S-6	19.100	15.619	5.445
	S-7	15.800	13.990	4.498
	S-8	42.600	28.967	12.124
	S-9	110.300	87.511	52.467
	S-10	16.700	14.256	5.227
	S-11	30.700	22.185	9.750
	S-12	89.200	55.929	27.920
	S-13	42.900	29.050	13.393
	S-14	24.800	18.856	7.757
Nilahue Norte	N-1	25.500	19.254	7.998
	N-2	38.000	26.383	11.904
	N-3	39.000	26.922	12.183
	N-4	29.900	21.753	9.356
	N-5	31.700	22.776	9.914
Nilahue Occid.	O-1	-	-	3.013
	O-2	63.900	41.558	19.996
	O-3	20.300	16.300	6.361
	O-4	30.100	21.867	9.431
	O-5	16.300	14.028	5.115
Los Coipes	C-1	7.300	8.916	2.080
	C-2	13.100	12.211	3.720
	C-3	10.450	10.706	2.976
	C-4	8.600	9.655	2.425
	C-5	14.300	12.892	4.058
	C-6	7.100	8.803	2.012
Lolol Bajo	B-1	-	-	2.604
	B-2	26.800	19.992	7.626
	B-3	32.500	23.230	9.250
	B-4	24.540	18.709	6.984
Quebrada La Vieja	V-1	16.600	14.199	4.718
	V-2	-	-	2.486
	V-3	41.500	28.342	11.820
Pumanque	P-1	-	-	2.739
	P-2	9.600	10.223	2.773
	P-3	17.800	14.880	5.056
	P-4	46.800	31.845	13.308
	P-5	24.400	18.629	6.933
	P-6	25.300	19.140	7.187
	P-7	12.600	11.927	3.585
	P-8	17.640	14.790	5.022
Pumanque Bajo	B-1	30.000	21.810	8.539
	B-2	12.500	11.870	3.551
Rinconada Los Maquis	L-1	25.000	18.975	3.226
	L-2	40.000	-	1.080
	L-3	9.000	9.884	
	L-4	-	-	62.626
Rinconada Meneses	M-1	23.000	17.839	1.800
	M-2	-	-	
	M-3	8.500	9.600	3.226
	Est.Bombeo	8.000	9.316	
Rinconada Almendral	A-1	-	-	
	A-2	10.000	10.452	
	A-3	20.000	16.134	
	A-4	6.500	8.464	1.080
	A-5	7.600	9.089	720
	A-6	13.000	12.157	720
	A-7	6.500	8.464	
	A-8	10.000	10.452	360
	Est.Bombeo	10.000	10.452	
Rinconada Huique	H-1	11.000	11.021	1.440
	H-2	11.000	11.021	
	H-3	22.500	17.554	7.622
	H-4	24.000	18.407	
	Est.Bombeo	7.000	8.748	

Se encontró que la variación de costos básicos totales de los tranques es aproximadamente lineal con respecto a la capacidad, y expresable por la fórmula:

Costo de tranque sin desarenador en PUS$ = Capacidad x 0,568 + 4770.

En el Cuadro J-15 se presentan los costos de los canales secundarios, y en el Cuadro J-16, los de los tranques nocturnos y estructuras especiales, tanto para Nilahue como para las rinconadas; en los cuadros anteriores no están incluidos los costos de ingeniería e imprevistos. Finalmente en el Cuadro J-17 está mostrado el resumen de las inversiones de los sistemas secundarios.

Cuadro J-17 : Nilahue y Rinconadas - Inversiones necesarias de los sistemas secundarios (PUS$)

Zona	Obra	Inversiones Parciales	Inversiones Totales
Nilahue	Canales en ladera	2.672.327	
	Canales con caídas	694.234	
	Tranques nocturnos	940.274	
	Estructuras especiales	408.323	4.715.158
Rinconadas	Canales en ladera	362.012	
	Canales con caídas	175.233	
	Tranques nocturnos	218.029	
	Estructuras especiales	83.900	839.174
	Subtotal		5.554.332
	Imprevistos 20%		1.110.866
	Subtotal		6.665.198
	Ingeniería y supervisión 10%		666.520
	Total		7.331.718

7. MEJORAMIENTO DE LAS AREAS BAJO RIEGO

7.1 Generalidades

El programa de mejoramiento de las zonas actualmente bajo riego que se propone para la Etapa I del Proyecto consiste en poner en ejecución progresivamente, mediante un plan ordenado, las medidas y obras enumeradas en el Plan Global (Capítulo E), con el objeto de lograr la racionalización del uso y manejo de los recursos hídricos en los sectores donde se vayan ejecutando los trabajos. El programa propuesto para la Etapa I abarca la totalidad de las áreas de riego actual.

Específicamente se requerirá, además de la puesta en vigencia de las medidas de carácter organizacional y administrativo detalladas en el Capítulo K, la ejecución de los siguientes programas y obras:

- Unificación de varios grupos de bocatomas
- Ejecución de obras de ingeniería para el abastecimiento de las llamadas áreas sin derechos, descritas en el Anexo VIII.
- Contrucción de estructuras de control y medida en la entrada de los canales principales, laterales o secundarios y a los sectores de riego, complementación de la red de distribución y construcción de tranques nocturnos.
- Evaluación de los derrames

A continuación se exponen en detalle los trabajos considerados, así como sus respectivos presupuestos de costos.

7.2 Unificación de bocatomas

7.2.1 Definición de metodología de estudio

El programa de unificación de bocatomas tiene por objeto, según se indicó en el Capítulo E, lograr un control más simple de los caudales derivados para riego y disminuir los costos de operación del sistema.

El estudio correspondiente se hizo inicialmente sobre los planos disponibles a escala 1 : 10.000, definiendo varias alternativas cuya validez se comprobó por medio de la visita a los sitios seleccionados en principio, complementada con la determinación de niveles, distancias y capacidades de secciones transversales de los canales existentes.

Se determinaron así, en definitiva, seis sitios de unificación, destinados a reemplazar a un total de 23 captaciones en las Zonas I y II.

De estos sitios, cinco se ubican sobre el sistema del Tinguiririca y uno sobre el Chimbarongo. Todos ellos fueron sometidos, además, a un análisis técnico-económico, comparando las ventajas y costos de cada obra considerada con las de las bocatomas individuales correspondientes.

La construcción de estas obras deberá estar a cargo de la entidad ejecutora del Proyecto.

7.2.2 Descripción de las obras propuestas

Los esquemas estudiados, junto con las soluciones propuestas y características generales de diseño, se indican en las Figuras J-14 y J-15. Las obras específicas de unificación de bocatomas tendrán que complementarse al propio tiempo con la construcción de las estructuras de control y aforo a la entrada de cada canal principal particular que se beneficie con la reagrupación.

a) Sistema del Río Tinguiririca

- Unificación La Punta, que agrupará los canales La Punta, Quicharco, Hijuela Seca, El Sauce y Quinta. Utilizará el trazado actual del canal La Punta en un tramo de 850 m, cuya capacidad es de 8,0 m^3/seg. A partir de la abscisa KO+850 se proyectaron los tramos de conexión con los canales restantes, según las características que se indican en la Figura J-14. Esta es la única unificación que exigirá la construcción de cuatro estructuras de caída en los tramos de conexión a los canales restantes.
- Unificación El Común, que agrupará los canales Común, Perejil, Gancho y Llantén. Utilizará el tramo inicial de 700 m del Canal Común, cuya capacidad actual es de 13,5 m^3/seg. De este canal se derivarán las conexiones a los otros canales, según las características que se indican en la Figura J-14.
- Unificación Población-La Cuesta, que agrupará los canales Población-La Cuesta, Galvez-Molino, Santa Catalina y Chimbarongo-Almarza. Aunque estos dos últimos canales tienen sus bocatomas aguas arriba al trazado del canal de unificación, éste dispone de cota suficiente como para poderlos alimentar sin dificultad. Las características de las obras aparecen en la Figura J-14.
- Unificación Miraflores-Tambo, que agrupará los canales Miraflores, Pedehue y Trapiche. Se utilizará el trazado actual del canal Miraflores-Tambo en un tramo de 200 m, desde donde se derivarán dos ramales de conexión al resto de los canales. Las características de las obras aparecen en la Figura J-14.
- Unificación Polloni, que agrupará los canales Polloni, Cervantino y Zamorano que escurren paralelos en sus tramos iniciales. Las obras exigirán la ampliación del tramo inicial del canal Polloni en una longitud de 280 m, desde donde se conectará a los canales restantes de la manera indicada en la Figura J-15.

b) Sistema del Estero Chimbarongo

- Unificación El Cuadro, que agrupará los canales El Cuadro, Salinas-Cerro, San Antonio y Toma Nueva. Los dos primeros tienen ya una toma común, mientras que el San Antonio descarga en la actualidad sus excesos sobre el Toma Nueva. Las obras exigirán la ampliación de dos tramos de 100 m y 800 m, para que puedan conducir cerca de 1,0 m^3/seg por encima de las capacidades actuales. La Figura J-15 indica las características de estas obras.

7.2.3 Costos de la unificación de bocatomas

Los costos de las unificaciones excluyen los correspondientes a la barrera "pie de cabra", ya que el método de captación seguirá siendo el mismo. Los costos se refieren únicamente a los trabajos de movimiento de tierras para la ampliación de los canales existentes y a la construcción de las estructuras de control, medida y descarga a la entrada de los canales principales de cada unificación. Estos costos de inversión aparecen en el Cuadro J-18.

Cuadro J-18: Costos de inversión del plan de unificación de bocatomas

Nombre unificación	Número de canales	Area neta unificada (ha)	Caudal unificado (m^3/s)	Costo de inversión (PUS$)			
				Ampliación y Constr.	Caídas	Controles y aforo	Costo total
La Punta	5	5.300	6,42	5.015	10.609	9.947	25.571
Común	4	6.941	8,41	1.213	-	11.958	13.171
Población-La Cuesta	4	5.134	6,22	5.099	-	9.732	14.831
Miraflores-Tambo	3	3.299	4,00	1.092	-	7.506	8.598
Polloni	3	893	1,18	568	-	3.666	4.234
El Cuadro	4	3.025	4,53	3.449	-	5.770	9.219
S u b t o t a l	23			16.436	10.609	48.579	75.624
Imprevistos e Ingeniería (32%)							24.200
T o t a l							99.824

7.2.4 Evaluación y justificación económica

La conveniencia económica de las diferentes unificaciones descritas más arriba se evaluó en base a la compración de los costos anuales de rehabilitación de las bocatomas separadas contra los de la obra unificada. Los primeros se obtuvieron de las respectivas contabilidades de las Asociaciones de Canalistas, mientras que los segundos se calcularon teniendo en cuenta las actividades normales registradas históricamente para esta clase de obras. El análisis incluyó los siguientes parámetros:

- Horas de maquinaria pesada (tractor de orugas con hoja topadora), para movimiento de tierras.
- Mano de obra
- Materiales de construcción (rollizos de madera, malla de alambre).
- Transporte
- Sueldo de bocatomero

Se estudiaron dos alternativas:

a) Mantener la situación actual con los costos históricos anuales de apertura, mantención y cierre correspondiente a cada bocatoma separadamente. Esto se representó por medio del traslado al valor presente de los costos anuales totales a una tasa de descuento del 9%.

b) Ejecutar las obras de unificación, cuyos costos serán los de la mantención y reconstrucción de las barreras "pie de cabra" unificadas, más los correspondientes a las inversiones de las obras previstas (Cuadro J-18). Estos costos se trasladaron, también, al valor presente, con una tasa de descuento del 9%.

La comparación de estas dos alternativas se indica en el Cuadro J-19, donde se nota que las unificaciones El Común y Polloni presentaron costos desfavorables. Específicamente, en el caso de El Común, el costo es de PUS$ 2.853. No obstante, si se tiene en cuenta que este costo significa sólo PUS$ 0,4 por ha y que hay, además, ventajas tan obvias no cuantificables en el control de los caudales, no cabe ninguna duda en recomendar su factibilidad, por lo cual también se incluyó dentro del programa de mejoramiento. El mismo razonamiento llevó a recomendar la unificación Polloni, para la cual la diferencia negativa obtenida es insignificante.

Cuadro J-19: Comparación de alternativas para unificación de bocatomas (PUS$)

Unificación	(1)	(2)	(3)	(4)	Diferencia (5)
La punta	50.811	16.389	33.754	50.143	668
Común	31.044	16.511	17.386	33.897	- 2.853
Población-La Cuesta	34.422	11.111	19.577	30.688	3.734
Miraflores-Tambo	33.056	14.444	11.349	25.793	7.263
Polloni	8.333	2.778	5.589	8.367	- 34
El Cuadro	26.500	12.356	12.169	24.525	1.975

(1): Valor total actualizado de los costos anuales de reparación y operación de las bocatomas que se unifican.

(2): Valor actualizado de los costos anuales de reparación y operación de bocatoma que se sigue utilizando en la unificación.

(3): Costo de inversión de la unificación propuesta

(4): (2) + (3) = costo total del proyecto de unificación

(5): Diferencia entre la alternativa de mantener la situación actual y la correspondiente al proyecto de unificación.

7.3 Abastecimiento a áreas sin derechos y sin recursos hídricos disponibles

7.3.1 Definición y metodología de estudio

Las áreas sin derechos y sin recursos hídricos disponibles se listan en el Anexo VIII y se muestran el la Figura A-2 y con mayor detalle en las Figuras J-16 a J-18. Todas estas áreas se abastecen actualmente por medio de derrames, salvo el sector Antivero, que si bien capta las aguas del Estero Antivero sobre las cuales tiene derechos, carece de recursos hídricos suficientes para efectuar el regadío.

Para la solución de los problemas mencionados, se siguió el mismo procedimiento inicial indicado en relación con la unificación de las bocatomas, planteando las alternativas sobre los planos disponibles. Posteriormente, cada alternativa se evaluó en base a la experiencia de los lugareños y a la situación real de cada canal involucrado, para lo cual se hizo un reconocimiento detallado de cada uno, anotando la existencia y situación de estructuras y las secciones transversales.

La ejecución de las obras propuestas deberá estar, también en este caso, a cargo de la entidad ejecutora del Proyecto.

7.3.2 Descripción de las obras propuestas

a) Sector Roma Bajo (Figura J-16)

Con 884 ha netas, esta área se podrá suplir por medio del Canal Quilapán, cuya capacidad de conducción es suficiente para regar su área actual.

El caudal necesario para alimentar el Canal Quilapán se obtendrá por medio de la ampliación de un tramo de 7,5 km del canal Polonia, entre su derivación del Canal Ugarte y el Estero Roma. Esta ampliación permitirá conducir 1,14 m^3/seg hasta el Estero Roma, donde se verterá unos metros aguas arriba de la captación del Canal Quilapán.

La solución que se propone requiere la ampliación de la capacidad de conducción del Canal Polonia en un 23% para un tramo de 6,20 km y en más del doble para el resto de su longitud (1,30 km). Será necesario también modificar las pendientes actuales con el objeto de no permitir velocidades mayores de un metro por segundo, para lo cual habrá que construir cerca de 26 estructuras de caída de 1,50 m. La pendiente promedia del canal quedará en el 4,5‰.

Debe mencionarse que, para el abastecimiento de esta área, se estudió también la alternativa de utilizar el canal Los Lingues, la cual se descartó debido a que la considerable longitud de este canal haría más difícil el control del agua. La solución de suministrar agua por el Canal Polonia se ha hecho esporádicamente en el pasado, en períodos de escasez extrema.

b) Sector Antivero 1^a y 2^a sección (Figura J-16)

Se trata de abastecer cerca de 778 ha netas que tienen derechos sobre el Estero Antivero pero carecen de seguridad de suministro, debido a que los recursos hídricos de este estero disminuyen drásticamente durante el verano. Para ello, se ha estudiado la posibilidad de aportar agua del Tinguiririca al Antivero, por medio de tres conductos diferentes, dos de ellos utilizando el Canal Cardilla y el otro, por el Canal Lumbreras. Del Canal Cardilla, se utilizará un ramal bajo existente y se deberá construir uno adicional a mayor altura. Estas soluciones se examinan seguidamente:

(1) Canal Cardilla Bajo: Deberá abastecer un sector de 368 ha netas las que se riegan actualmente por medio de los canales Valenzuela, Huape, Huape Arriba y La Isla. El canal necesitará ampliarse en un tramo de 4,5 km para transportar 0,44 m^3/seg adicionales a su capacidad actual.

(2) Canal Cardilla Alto: Deberá abastecer un sector de 220 ha netas que se riegan actualmente por medio de los canales San Vicente y El Rincón. Este tramo deberá construirse a partir de la cota 544 del actual Canal Cardilla, aproximadamente, en la abscisa K6+500. El canal se trazará a media ladera, con una pendiente longitudinal del 1,7‰, para un caudal de 0,27 m^3/seg. Tendrá una longitud total de 5,5 km y será ne-

CARACTERISTICAS DE CANALES DE ABASTECIMIENTO				
SECTOR	CANAL	LONGITUDES DE CANALES Km.		
		TOTAL	QUE REQUIERE AMPLIACION	NUEVO PROYECTADO
ROMA BAJO	POLONIA	7.5	7.5	—
ANTIVERO	CARDILLA BAJO	10.7	4.5	—
ANTIVERO	CARDILLA ALTO	11.7	—	5.5
ANTIVERO	LUMBRERAS	9.0	9.0	—

NUMERO DE ESTRUCTURAS (1)		
TIPO	SECTOR	
	ROMA BAJO	ANTIVERO
CAIDAS (2)	26	—
ALCANTARILLA	—	4
DERIVACION CON ESTRUCTURA DE MEDIDA	—	1

(1) EN ESTE CUADRO NO ESTAN CONTABILIZADAS LAS ESTRUCTURAS INCLUIDAS EN LAS OBRAS DE MEJORAMIENTO RECOMENDADAS PARA LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION, ALGUNAS DE LAS CUALES SE HAN INCLUIDO EN ESTE PLANO PARA DAR MAS CLARIDAD A LOS ESQUEMAS MOSTRADOS.

(2) DEBIDO AL PEQUENO ESPACIAMIENTO ENTRE ELLAS Y REDUCIDA ESCALA DEL PLANO NO ES POSIBLE INDICARLAS.

SECTOR ROMA BAJO
SECTOR ANTIVERO
CANAL BULLILEO
CANAL POLONIA
CANAL CARDILLA ALTO
CANAL CARDILLA BAJO
CANAL LUMBRERAS
CANAL UGARTE
ESTERO ROMA
ESTERO ANTIVERO
RIO TINGUIRIRICA
SAN FERNANDO
CHIMBARONGO

SIMBOLOGIA

- CANAL EXISTENTE QUE REQUIERE AMPLIACION
- CANAL PROYECTADO
- CANAL EXISTENTE
- OBRA DE TOMA
- DERIVACION CON ESTRUCTURA DE MEDIDA
- PUENTES
- ALCANTARILLAS
- CAIDAS
- AREA ABASTECIDA POR CANAL LUMBRERA
- AREA ABASTECIDA POR CANAL CARDILLA ALTO
- AREA ABASTECIDA POR CANAL CARDILLA BAJO
- AREA ABASTECIDA POR CANAL QUILAPAN

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ZONA I

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA A ZONAS SIN DERECHOS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

cesario construir cinco estructuras en total: una de control y aforo en la derivación del canal Cardilla, y cuatro alcantarillas a lo largo de su recorrido.

(2) Canal Lumbreras: Deberá abastecer un sector de 190 ha netas que actualmente se riegan con los canales Huape Bajo y El Olivo. Requerirá una ampliación de su cauce a lo largo de 9,0 km para transportar 0,22 m^3/seg adicionales a su capacidad actual. El mismo tramo del canal Lumbreras es considerado para el abastecimiento de la rinconada Los Maquis. (Sección 5 de este capítulo).

c) Sector Puquillay-Truncalemu (Figura J-17)

Esta área se ha dividido en dos sectores de 741 y 1.034 ha, que se abastecerán por medio de los canales Rinconada y Polloni, respectivamente. Estos canales ya han sido utilizados con este propósito en años de sequía durante los períodos más críticos, vertiendo sus caudales en el Estero Puquillay.

(1) Canal Rinconada: Con 6,8 km de longitud, sólo cuenta con un marco partidor 200 m aguas abajo de su bocatoma, con el cual se abastece la zona de Peñuelas. En las abscisas K3+800 y K4+700 hay compuertas verticales en regular estado que sirven para distribuir el agua en dos ramales. La totalidad de las alcantarillas se encontraron sobredimensionadas, por lo que no se previó ninguna ampliación. La pendiente actual del canal resultó del 9,3 $\%_o$, en promedio.

Las obras en el canal Rinconada consistirán, básicamente en la ampliación de su capacidad de conducción entre 1 y 1,5 m^3/s en un tramo de 500 m y entre 0,10 y 0,20 m^3/seg en un tramo de 1.500 m. Adicionalmente, será necesario construir 8 estructuras de caída de 1,50 m y modificar una alcantarilla cerca de Manantiales con el Estero Puquillay.

(2) Canal Polloni: Tiene 4,9 km de longitud, sin marcos partidores en su recorrido. Aunque las alcantarillas permiten aumentar el caudal sin necesidad de obras adicionales, hay también un sifón para cruzar un camino interno al sitio denominado La Gloria que limita las posibilidades de ampliación de su capacidad. La pendiente longitudinal del canal es del 4,8$\%_o$ en promedio.

Las obras en este canal consistirán en la ampliación de la capacidad de conducción del canal en unos 0,70 m^3/seg a lo largo de 600 m. Además será necesario construir un nuevo sifón que permita el paso de 1,6 m^3/seg al sector denominado La Gloria.

d) Sector Las Piedras (Figura J-17)

La solución para el suministro del agua de riego a esta área de 802 ha se estudió mediante dos alternativas: por medio del canal Santo Domingo, o por medio del mejoramiento del canal Zamorano (o Jaramillo) para reforzar los recursos del Estero Las Piedras (Las Toscas) desde don-

de se captarán las aguas para el área en cuestión. La primera de estas alternativas se descartó en vista de que ya en la actualidad la capacidad del canal Santo Domingo se está utilizando por completo, por lo que cualquier incremento exigiría obras costosas de movimiento de tierras y estructuras. La segunda alternativa se seleccionó debido a que posee secciones transversales sobredimensionadas en casi la mitad de su recorrido, tramos en los cuales no habría necesidad de ampliaciones adicionales.

La longitud total del canal, desde su bocatoma al Estero Las Piedras, es de 6,2 km con una pendiente promedia del 4,8‰ y con sólo tres marcos partidores. La mayoría de las alcantarillas no requerirán ninguna ampliación. Los últimos 500 m del canal se encuentran en muy mal estado de conservación, lo cual exigirá trabajos de limpieza y erradicación de malezas.

Las obras consistirán en la ampliación de la capacidad de conducción del canal Zamorano en unos 0,50 a 0,60 m^3/seg y en un tramo de 3,6 km de longitud. Sólo habrá necesidad de construir una alcantarilla en un camino interior (abscisa K3+500) para un caudal de 1,30 m^3/seg y siete estructuras de caída de 1,50 m para limitar las velocidades a un máximo de 1,0 m^3/seg.

e) Sector Guirivilo Bajo y Los Huachos (Figura J-18)

Esta área de 964 ha cuenta ya con un sistema de riego interno adecuado que puede suplirse por medio del canal Santa Cruz, para lo cual sólo será necesario ampliar una estructura de derivación situada en el sector de Capellanía para conducir 1,20 m^3/seg hasta el Estero Guirivilo.

f) Sector Peralillo (Figura J-18)

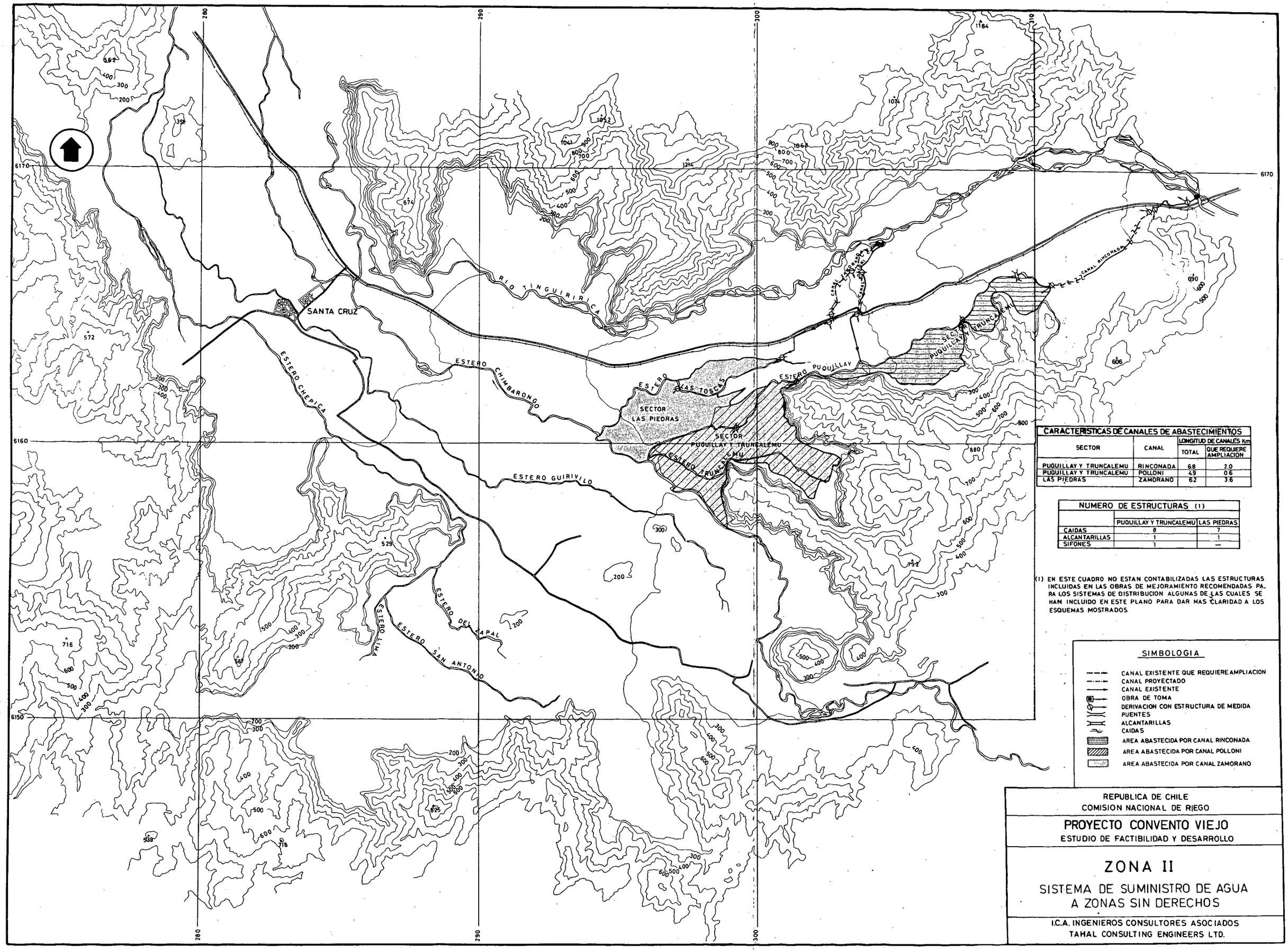
La única manera de poder suplir esta área de 757 ha es vertiendo las aguas del canal Peralillo en el estero del mismo nombre, desde el cual se captarán por medio de los canales Maitén y Sentado.

El canal Peralillo nace en el Estero Las Toscas en una bocatoma con dos compuertas de 2,35 m de ancho cada una. La longitud actual del canal, desde su obra de toma hasta donde se desviarán las aguas del estero, es de 4,0 km, con una pendiente media del 2‰ y con tres marcos partidores. Todas las alcantarillas permiten el aumento del caudal de conducción sin obras adicionales. A unos 70 m de la abscisa K4+000 existe un zajón en muy mal estado de conservación y sin alcantarillas, que desemboca directamente en el Estero Peralillo.

Las obras necesarias serán las siguientes:

- Ampliar el canal Peralillo en un tramo de 1,8 km para conducir entre 0,16 y 0,35 m^3/seg adicionales a su capacidad nominal.
- Construir una bocatoma y un canal de 70 m que conecte el Peralillo al zanjón existente, para conducir las aguas al estero.
- Limpiar la totalidad de la longitud del zanjón (1,5 km) y construir una alcantarilla en el cruce con el camino a Rinconadas ($Q = 1,1$ m^3/seg).

FIG. J-17



CARACTERISTICAS DE CANALES DE ABASTECIMIENTOS

SECTOR	CANAL	LONGITUD DE CANALES Km	
		TOTAL	QUE REQUIERE AMPLIACION
PUQUILLAY Y TRUNCALEMU	RINCONADA	6.8	2.0
PUQUILLAY Y TRUNCALEMU	POLLONI	4.9	0.6
LAS PIEDRAS	ZAMORANO	6.2	3.6

NUMERO DE ESTRUCTURAS (1)

	PUQUILLAY Y TRUNCALEMU	LAS PIEDRAS
CAIDAS	8	7
ALCANTARILLAS	1	1
SIFONES	1	—

(1) EN ESTE CUADRO NO ESTAN CONTABILIZADAS LAS ESTRUCTURAS INCLUIDAS EN LAS OBRAS DE MEJORAMIENTO RECOMENDADAS PARA LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION ALGUNAS DE LAS CUALES SE HAN INCLUIDO EN ESTE PLANO PARA DAR MAS CLARIDAD A LOS ESQUEMAS MOSTRADOS.

SIMBOLOGIA

- CANAL EXISTENTE QUE REQUIERE AMPLIACION
- CANAL PROYECTADO
- CANAL EXISTENTE
- OBRA DE TOMA
- DERIVACION CON ESTRUCTURA DE MEDIDA
- PUENTES
- ALCANTARILLAS
- CAIDAS
- AREA ABASTECIDA POR CANAL RINCONADA
- AREA ABASTECIDA POR CANAL POLLONI
- AREA ABASTECIDA POR CANAL ZAMORANO

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO

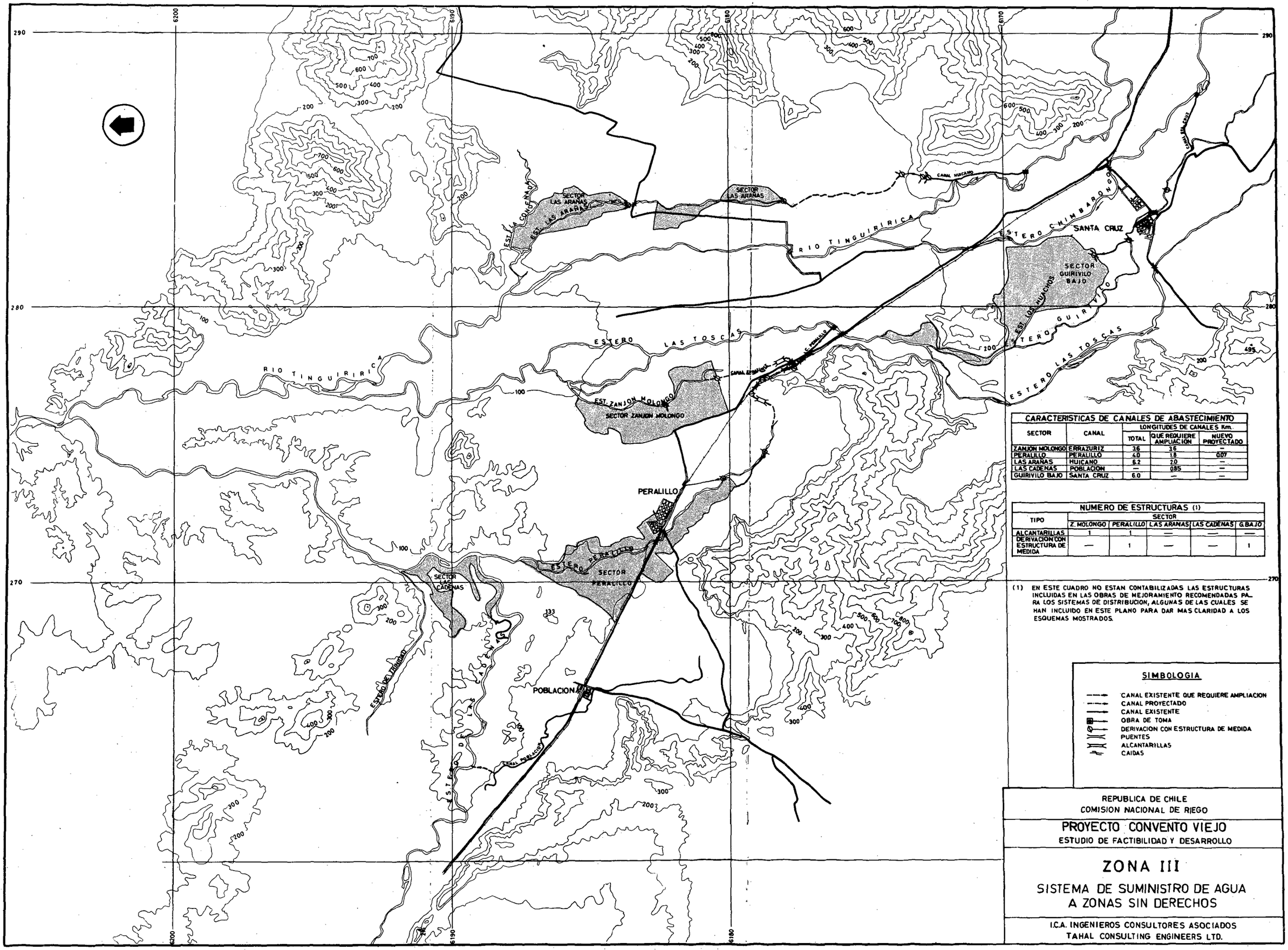
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ZONA II

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA
A ZONAS SIN DERECHOS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

FIG. J-18



CARACTERISTICAS DE CANALES DE ABASTECIMIENTO				
SECTOR	CANAL	LONGITUDES DE CANALES Km.		
		TOTAL	QUE REQUIERE AMPLIACION	NUEVO PROYECTADO
ZANJON MOLONGO	ERRAZURIZ	3.6	3.6	—
PERALILLO	PERALILLO	4.0	1.8	0.07
LAS ARAÑAS	HUICANO	6.2	2.0	—
LAS CADENAS	POBLACION	—	0.85	—
GUIRIVILO BAJO	SANTA CRUZ	6.0	—	—

NUMERO DE ESTRUCTURAS (1)					
TIPO	SECTOR				
	Z. MOLONGO	PERALILLO	LAS ARAÑAS	LAS CADENAS	G.BAJO
ALCANTARILLAS	1	1	—	—	—
DERIVACION CON ESTRUCTURA DE MEDIDA	—	1	—	—	1

(1) EN ESTE CUADRO NO ESTAN CONTABILIZADAS LAS ESTRUCTURAS INCLUIDAS EN LAS OBRAS DE MEJORAMIENTO RECOMENDADAS PARA LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION, ALGUNAS DE LAS CUALES SE HAN INCLUIDO EN ESTE PLANO PARA DAR MAS CLARIDAD A LOS ESQUEMAS MOSTRADOS.

SIMBOLOGIA

- CANAL EXISTENTE QUE REQUIERE AMPLIACION
- CANAL PROYECTADO
- CANAL EXISTENTE
- OBRA DE TOMA
- DERIVACION CON ESTRUCTURA DE MEDIDA
- PUENTES
- ALCANTARILLAS
- CAIDAS

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ZONA III

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA A ZONAS SIN DERECHOS

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

g) Sector Zanjón Molongo (Figura J-18)

Para suplir esta área de 803 ha se estudiaron dos alternativas: una de ellas, por medio del canal La Máquina, que es un ramal del Colchagua, y la otra por medio del canal Errázuriz que nace en el canal Peralillo. La primera se descartó debido a su mayor longitud, que encarecería las obras de ampliación y dificultaría el control del agua.

El canal Errázuriz se desprende en la abscisa K2+200 del Peralillo por medio de un marco partidor y recorre unos 3,6 km hasta llegar al sitio denominado Zanjón Molongo, con una sección hidráulica bastante reducida. El canal tiene un tramo revestido de 200 m y no tiene marcos partidores. La pendiente longitudinal media es de 1,3‰.

Las obras consistirán en la ampliación de toda la longitud del canal Errázuriz, incluyendo los 200 m con revestimiento, para que pueda conducir unos 0,80 m^3/seg adicionales a su capacidad actual. Además, será necesario construir una alcantarilla del tipo CT-4 en un camino interno, sobre la abscisa K0+600.

h) Sector Las Arañas (Figura J-18)

Para abastecer este sector de 566 ha la única solución posible consiste en utilizar un ramal o acequia del canal Huicano que termina en el Estero Las Arañas, sobre el cual se capatarán las aguas para el regadío.

El canal Huicano, desde su origen en el Tinguiririca hasta su confluencia con el Estero Las Arañas, es de unos 6,5 km de longitud, cuyos últimos 1.400 m tienen una sección hidráulica muy pequeña, típica de una acequia de riego. Hay tres marcos partidores y las alcantarillas no presentan problemas de capacidad. El Estero Las Arañas se encuentran prácticamente cubierto de vegatación en la mayor parte de su longitud.

Las obras consistirán en la ampliación de la capacidad del canal Huicano en los últimos 2,0 km de su longitud antes de la confluencia con el Estero Las Arañas. De este total, hay 600 m que necesitarán ampliarse a un 86% de su capacidad, mientras que el tramo de 1.400 m correspondiente a la acequia de riego, se ampliará a un 800% de su capacidad actual.

j) Sector Las Cadenas (Figura J-18)

Esta área de 324 ha no tienen derechos y se abastece en la actualidad desde el Estero Las Cadenas por medio de bombeo. La solución que se propone es el suministro por medio del canal Población, para lo cual será necesario ampliar un tramo de 850 m que llega directamente al Estero Las Cadenas, aguas arriba de Santa Ana. El caudal necesario en ese tramo será de 0,440 m^3/seg y el volumen total de excavación necesario será de unos 623 m^3.

7.3.3 Costos

Los costos del programa para el abastecimiento de estas áreas sin derechos incluyen únicamente los correspondientes al movimiento de tierras para la ampliación de los canales, así como las estructuras tales como alcantarillas, caídas, sifones y estructuras de control y medida. El Cuadro J-20 presenta los costos de inversión para el abastecimiento de todas estas áreas.

Cuadro J-20: Costos de inversión para el abastecimiento de las áreas sin derechos y sin recursos hídricos disponibles (en PUS$)

Area (1)	Canal	Ampliaciones de cauces	Estructuras	Expropiaciones y otros	Totales	Inversión por ha neta
3	Polonia	22.351	38.978	-	61.329	69,40
4y5	Cardilla Lumbrera	20.329	5.142	2.739	28.210	36,30
11	Rinconada y Polloni	14.982	14.686	-	29.668	16,70
12	Zamorano	19.130	7.867	-	26.997	33,70
14	Sta Cruz	-	638	-	638	0,70
15	Peralillo	3.115	1.937	596	5.648	7,50
16	Errázuriz	7.296	7.155	-	14.451	18,00
17	Huicano	3.697	-	-	3.697	6,50
18	Población	941	-	-	941	2,90
	Subtotal				171.579	
	Imprevistos e Ingeniería (32%)				54.905	
	Total				226.484	

(1) Números corresponden a áreas de figura A-2.

7.4 Construcción de estructuras de control y medida y tranques nocturnos

7.4.1 Definición

El programa de mejoramiento de las áreas bajo riego prevé, además de las obras mencionadas en las secciones anteriores, la construcción de los siguientes tipos de obras:

a) Estructuras de control y medida a la entrada de los canales principales.

b) Estructuras de control y medida a la entrada de los secunda - rios, los sectores de riego y los tranques nocturnos.

c) Tranques nocturnos

d) Estructuras de repartición de los sectores

Todas estas obras persiguen dos objetivos principales, a saber: ahorro de agua y distribución controlada de la misma para lograr su aprovechamiento racional y eficiente.

La construcción de los cuatro tipos de estructuras mencionadas será responsabilidad de la entidad ejecutora del Proyecto.

7.4.2 Metodología de estudio

Con el objeto de evaluar las obras necesarias de mejoramiento y sus costos respectivos, se seleccionaron cuatro canales prototipo que se consideraron representativos del resto de los canales en las zonas actualmente bajo riego. Los canales estudiados fueron (Figura J-19):

- Los Lingues, con la bocatoma sobre la ribera derecha del Tinguiririca y un área de regadío de 2.010 ha ubicadas al nororiente de San Fernando, para la Zona I.
- Llantén, con la bocatoma sobre la ribera izquierda del Tinguiririca, y un área de regadío de 883 ha al oriente del pueblo Chimbarongo, para la Zona I.
- Huape-Islano, con la bocatoma en la ribera derecha del Chimba - rongo, y un área de regadío de 827 ha al sur de Nancagua, para la Zona II.
- Palmilla, con la bocatoma en la ribera izquierda del Tinguiririca y un área de regadío de 788 ha al oriente de la aldea de Palmilla, para la Zona III.

Cada uno de estos canales se estudió suponiendo dos sistemas básicos de distribución:

- Distribución de caudales proporcionales fijos, mediante los marcos partidores tradicionales.
- Distribución de caudales regulados mediante compuertas.

El área de influencia de cada uno de estos canales se sectorizó de acuerdo con los criterios citados al respecto en el Capítulo E, y se elaboró un esquema de funcionamiento que tuvo en cuenta las obras de infraestructura existentes y las siguientes alternativas de distribución y operación:

Alternativa	Del canal principal a los sectores	En el interior de los sectores
A	Marcos partidores	Marcos partidores
B	Marcos partidores	Compuertas y aforo
C	Compuertas y aforo	Marcos partidores
D	Compuertas y aforo	Compuertas y aforo

El estudio de estas alternativas, que avaluó sus costos de inversión para el mejoramiento, así como los costos de funcionamiento y las ventajas de cada una, se hizo en base a los siguientes criterios:

a) En todas las alternativas se supuso que el caudal entrará en el canal principal regulado por una estructura de compuertas y una medida.

b) Para todas las alternativas se adoptaron las siguientes pérdidas:

- Pérdidas en el canal principal: 0,5% por km
- Pérdidas en cada sector 3%

Las conclusiones de este estudio se pueden resumir del siguiente modo:

(1) Las alternativas que utilizan marcos partidores tradicionales para distribuir el caudal desde el principal a los sectores, presentan la ventaja de que dicho sistema es conocido en el Proyecto y sus costos de operación son poco significativos. Sin embargo, el sistema presentaría la desventaja de no permitir la flexibilidad necesaria para poder entregar las tasas de riego controladas en las cabeceras de los sectores y tampoco se podrían hacer las correcciones o ajustes por concepto de los derrames que se viertan sobre el principal.

La combinación de estas estructuras a nivel del principal con marcos partidores o estructuras de control a nivel predial, no aportaría ventajas adicionales: en el primer caso el sistema de control seguiría con el mismo grado de ineficiencia actual, mientras que en el segundo la colocación de estas estructuras exigiría costos de inversión y operación mayores, así como un nivel tecnológico más sofisticado entre el personal operativo de las Comunidades de Aguas de Riego, lo cual no se considera muy factible por el momento.

(2) Las alternativas que utilizan compuertas y aforadores para distribuir el caudal desde el principal a los sectores, presentan la ventaja de poder controlar las entregas a los sectores según las tasas de riego correspondientes. Sin embargo, para la distribución del riego a nivel predial, la utili-

ESTRUCTURAS REQUERIDAS

OBRA	AREAS			
	LOS LINGUES	HUAPE-ISLANO	LLANTEN	PALMILLA
OBRAS DE CAPTACION	1	1	1	1
DERIVACIONES CON ESTRUCTURA DE MEDIDA	6	7	3	2
DERIVACIONES	5		4	3
ESTRUCTURA DE CONTROL	6	4	2	1
ALCANTARILLAS	21	4	6	8
CANOAS	5	3	3	9
MARCOS PARTIDORES	49	12	16	12

0 500 1000 1500 mts

AREA BAJO EL CANAL HUAPE-ISLANO

AREA BAJO EL CANAL LLANTEN

AREA BAJO EL CANAL LOS LINGUES

AREA BAJO EL CANAL PALMILLA

ESTERO CHIMBARONGO

RIO TINGUIRIRICA

10,4 Km

15 Km

15 Km

CARACTERISTICAS DE CANALES Y TRANQUES

AREAS	OBRA	EXISTENTES			PROYECTADOS		
		LONGITUD Km	Q MAX m³/seg	CAPACIDAD m³	LONGITUD Km	Q MAX m³/seg	CAPACIDAD m³
LOS LINGUES	C. PRINCIPAL	10,7 2,3 1,8 3,7 1,0 2,1	2,3 1,75 1,5 1,0 0,75 0,5				
	C. SECUNDARIO	2,9 3,1 5,9 8,8	0,5 0,3 0,2 0,1		0,2 2,3 3,8 5,3 5,1	0,75 0,5 0,3 0,2 0,1	
	TRANQUE 1 TRANQUE 2 TRANQUE 3 TRANQUE 4 TRANQUE 5 TRANQUE 6			21.200 26.700 4.000 9.000			19.500 9.500 9.300 12.700
HUAPE-ISLANO	C. PRINCIPAL	23,0 5,7 2,6 1,2	1,0 0,8 0,6 0,4				
	C. SECUNDARIO	0,7 0,2 1,4 3,1 2,2 6,5	0,5 0,4 0,3 0,2 0,2 0,1		0,4 0,2 1,1 3,1	0,5 0,3 0,2 0,1	
	TRANQUE 1 TRANQUE 2 TRANQUE 3			2.500			15.700 20.900 7.300
LLANTEN	C. PRINCIPAL	15,0 1,6 1,1	1,0 0,5 0,3				
	C. SECUNDARIO	2,1 2,2 3,2 4,3	0,5 0,3 0,2 0,1		1,2 1,8 1,5	0,3 0,2 0,1	
	TRANQUE 1 TRANQUE 2 TRANQUE 3 TRANQUE 4			8.500 2.000			24.000 11.400
PALMILLA	C. PRINCIPAL	1,5 2,5	0,75 0,5				
	C. SECUNDARIO	0,8 2,3 1,7 2,5 4,4	0,75 0,5 0,3 0,2 0,1		0,5 0,1 4,0	0,3 0,2 0,1	
	TRANQUE 1 TRANQUE 2						14.900 21.200

SIMBOLOGIA

- OBRAS DE CAPTACION
- ALCANTARILLAS
- MARCOS PARTIDORES
- CANAL PRINCIPAL EXISTENTE
- CANAL SECUNDARIO EXISTENTE
- CANAL SECUNDARIO PROYECTADO
- DERIVACION CON ESTRUCTURA DE MEDIDA
- CANOAS
- TRANQUES EXISTENTES
- TRANQUES PROYECTADOS
- LIMITE DE SECTORES REGADOS
- LIMITE DE AREAS
- RIO
- DERIVACIONES
- AREA REGADA CON AGUA DE TRANQUE

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

PROTOTIPOS DE MEJORAMIENTO DE AREAS BAJO RIEGO

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

zación de estas estructuras exigirían, no sólo costos de inversión y operación elevados sino también un cambio muy drástico en los niveles tecnológicos del personal de las comunidades de aguas de riego. Se piensa que la combinación de estas estructuras de control y aforo en la cabecera de los sectores junto con la colocación de marcos partidores a nivel predial presentaría la doble ventaja de controlar los sectores según tasas de riego por el personal de las Asociaciones de Canalistas y entregar a nivel predial por turnos y sin cambios muy drásticos en la estructura de las organizaciones existentes.

(3) En todas las alternativas, el tranque nocturno resultó un elemento básico para lograr los niveles de eficiencia que se proponen para el Proyecto.

Los costos de inversión y de operación para cada una de las alternativas estudiadas se presentan en el Cuadro J-21.

Cuadro J-21: Costos de las diversas alternativas (PUS$/ha)

Alternativa									
	En canal principal	Entrada a sector	Tranques	Canal Lingues	Canal Llantén	Canal Palmilla	Canal Huapelsiano	Valores promedios	Costos anuales de operación
A	Marcos	Marcos	Sin	22	26	18	28	24	1
			Con	35	67	45	57	51	1
B	Marcos	Compuertas	Sin	29	36	25	36	32	6
			Con	42	77	51	65	59	6
C	Compuertas	Marcos	Sin	22	28	19	31	25	2
			Con	36	69	45	60	53	2
D	Compuertas	Compuertas	Sin	30	38	26	39	33	8
			Con	44	79	52	67	60	8

Por las razones enumeradas anteriormente, y teniendo en cuenta también los niveles de inversiones y costos de operación, se propone la alternativa C para el programa de mejoramiento del sistema de distribución en las áreas actualmente bajo riego.

La alternativa C supone lo siguiente:

- Sectorización de los canales, tratando de lograr áreas que varíen generalmente entre 200 y 400 ha.

- Emplazamiento de estructuras de control con compuertas manuales, seguida de una estructura aforadora en la cabecera de cada sector, con el objeto de entregar los volúmenes según las tasas de riego del sector más sus pérdidas por conducción.
- Regularización de cada sector de riego por medio de un tranque nocturno que divida la distribución del agua al sector en dos zonas, con y sin regulación del tranque. En las áreas no reguladas por el embalse Convento Viejo, estos tranques deberán construirse con canales desarenadores.
- Distribución del agua de riego dentro de cada sector por medio del sistema tradicional de marcos partidores y turnos entre los propietarios, cuidando que los caudales de servicio a los predios fluctúen todos entre valores de fácil y eficiente manejo.

La Figura J-19 muestra la localización general de los cuatro canales prototipo junto con sus obras existentes y proyectadas según la alternativa C, mientras que la Figura J-20 indica los diagramas de funcionamiento y distribución planteados, teniendo en cuenta las obras de mejoramiento para la misma alternativa.

7.4.3 Descripción de las obras

a) Estructuras de control y medida a la entrada de los canales principales.

A la entrada de cada canal principal identificado en la investigación de la situación actual (Anexo VIII) se construirá una estructura de control y medida. Estas estructuras se han previsto con descarga hacia el río para los canales alimentados por el Tinguiririca y sin descarga para los canales abastecidos por los esteros Chimbarongo y Las Toscas. Las bocatomas seguirán siendo del tipo "pie de cabra" actualmente en uso. Las obras que deberán construirse comprenden una estructura de control de compuertas deslizantes, seguida de un aforador de barrera y escurrimiento crítico (Figuras 33 a 35 del Album).

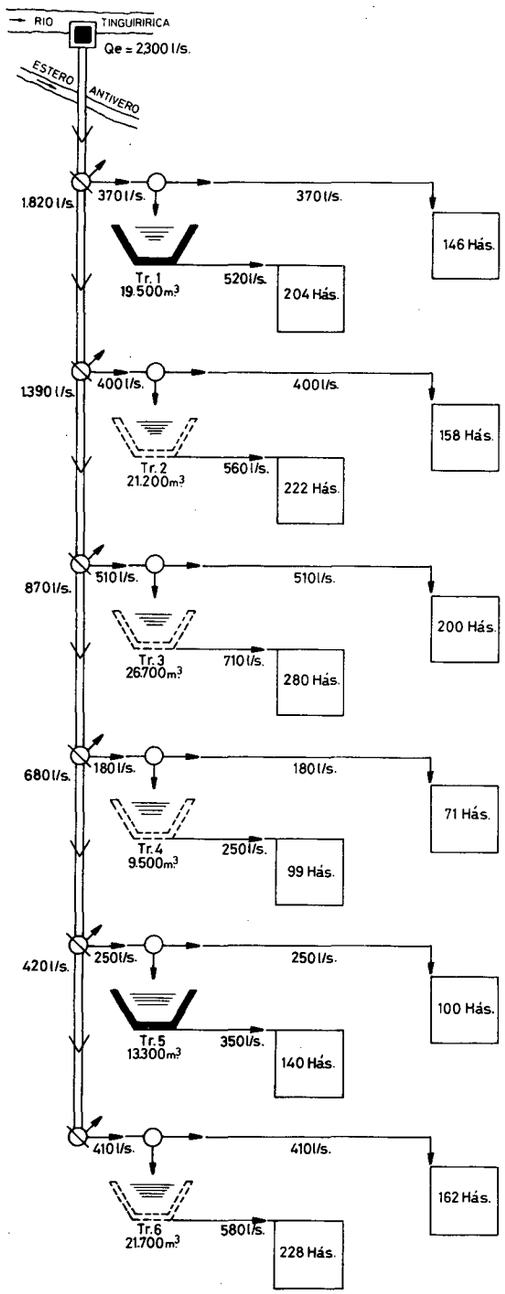
El número total de estructuras requerido pudo determinarse en forma directa por estudios de campo y gabinete, obteniéndose los resultados indicados en el Cuadro J-22.

Cuadro J-22: Número de estructuras de control y medida a la entrada de los canales principales

	Sobre Tinguiririca	Sobre Chimbarongo	Sobre Las Toscas	Total
Zona I	29	5	-	34
Zona II	19	13	8	40
Zona III	5	5	3	13
Totales	53	23	11	87

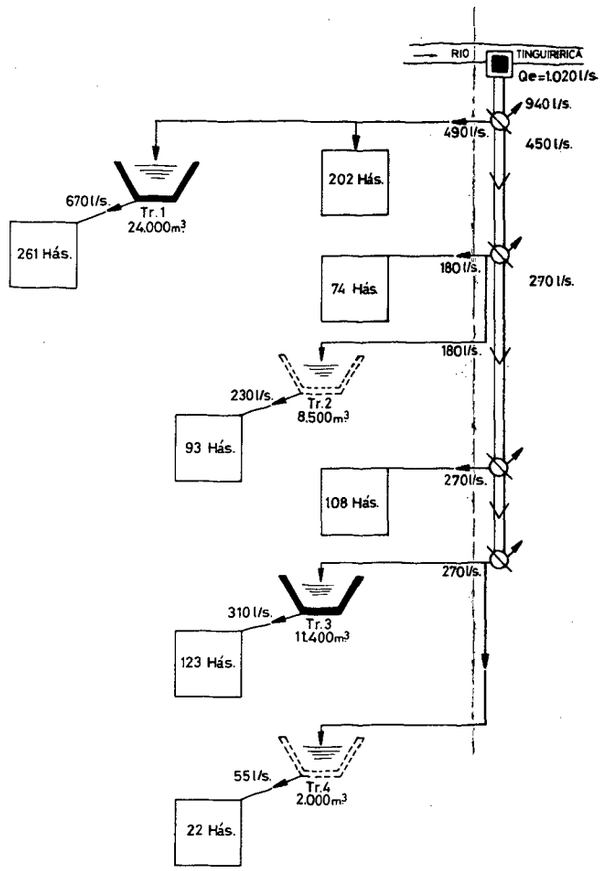
ZONA I CANAL LOS LINGUES
ESQUEMA DE DISTRIBUCION

PERDIDAS EN EL SECTOR = 3%
PERDIDAS EN EL CANAL PRINCIPAL = 0,5%/Km.



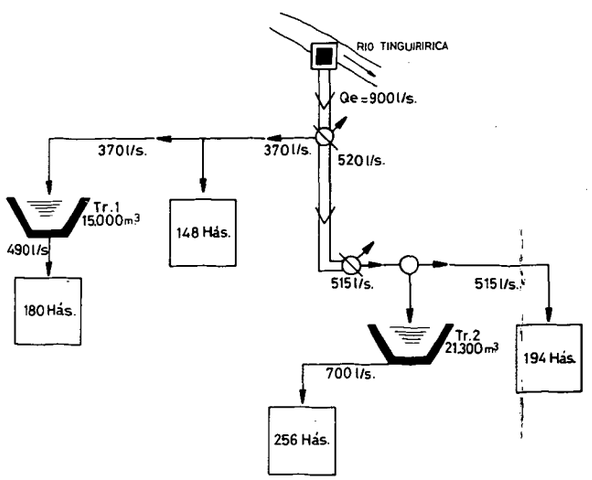
ZONA I CANAL LLANTEN
ESQUEMA DE DISTRIBUCION

PERDIDAS EN EL SECTOR = 3%
PERDIDAS EN EL CANAL PRINCIPAL = 0,5%/Km.



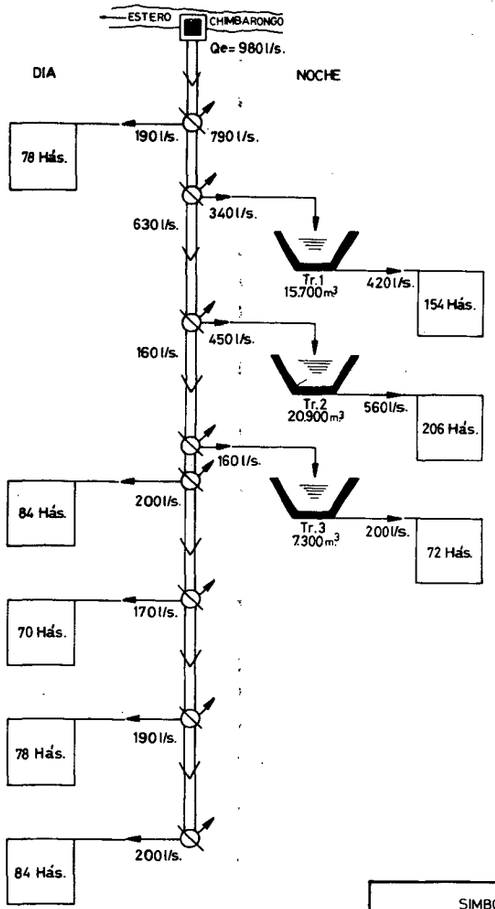
ZONA III CANAL PALMILLA
ESQUEMA DE DISTRIBUCION

PERDIDAS EN EL SECTOR = 3%
PERDIDAS EN EL CANAL PRINCIPAL = 0,5%/Km.



ZONA II CANAL HUAPE-ISLANO
ESQUEMA DE DISTRIBUCION

PERDIDAS EN EL SECTOR = 3%
PERDIDAS EN EL CANAL PRINCIPAL = 0,5%/Km.



SIMBOLOGIA

- BOCATOMA Y ESTRUCTURA DE CONTROL Y MEDIDA
- ESTRUCTURA DERIVADORA CON AFORADOR
- TRANQUES PROYECTADOS
- TRANQUES EXISTENTES
- ESTRUCTURA DERIVADORA CON COMPUERTA
- CANAL PRINCIPAL

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ESQUEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA EN LAS AREAS PROTOTIPO

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

Los costos respectivos, que se presentan en el Cuadro J-23 incluyen la estructura de hormigón, las compuertas y el aforador.

b) Estructuras de control y medida a la entrada de los canales secundarios

De acuerdo a los resultados del estudio de canales prototipo, la entrega desde los canales principales a los secundarios, sectores de riego o tranques, se hará también por medio de estructuras de toma con compuertas deslizantes, localizadas a la entrada del secundario, a las que seguirá un aforador. Este podrá ser un vertedero, cuando haya suficiente carga hidráulica, o una barrera de escurrimiento crítico, cuando haya menos carga. La lámina de operación necesaria en el canal principal para garantizar la derivación al lateral se obtendrá también por medio de una estructura de control con compuertas deslizantes. Estas estructuras vienen representadas en las Figuras 33 a 35 del álbum que acompaña al presente informe.

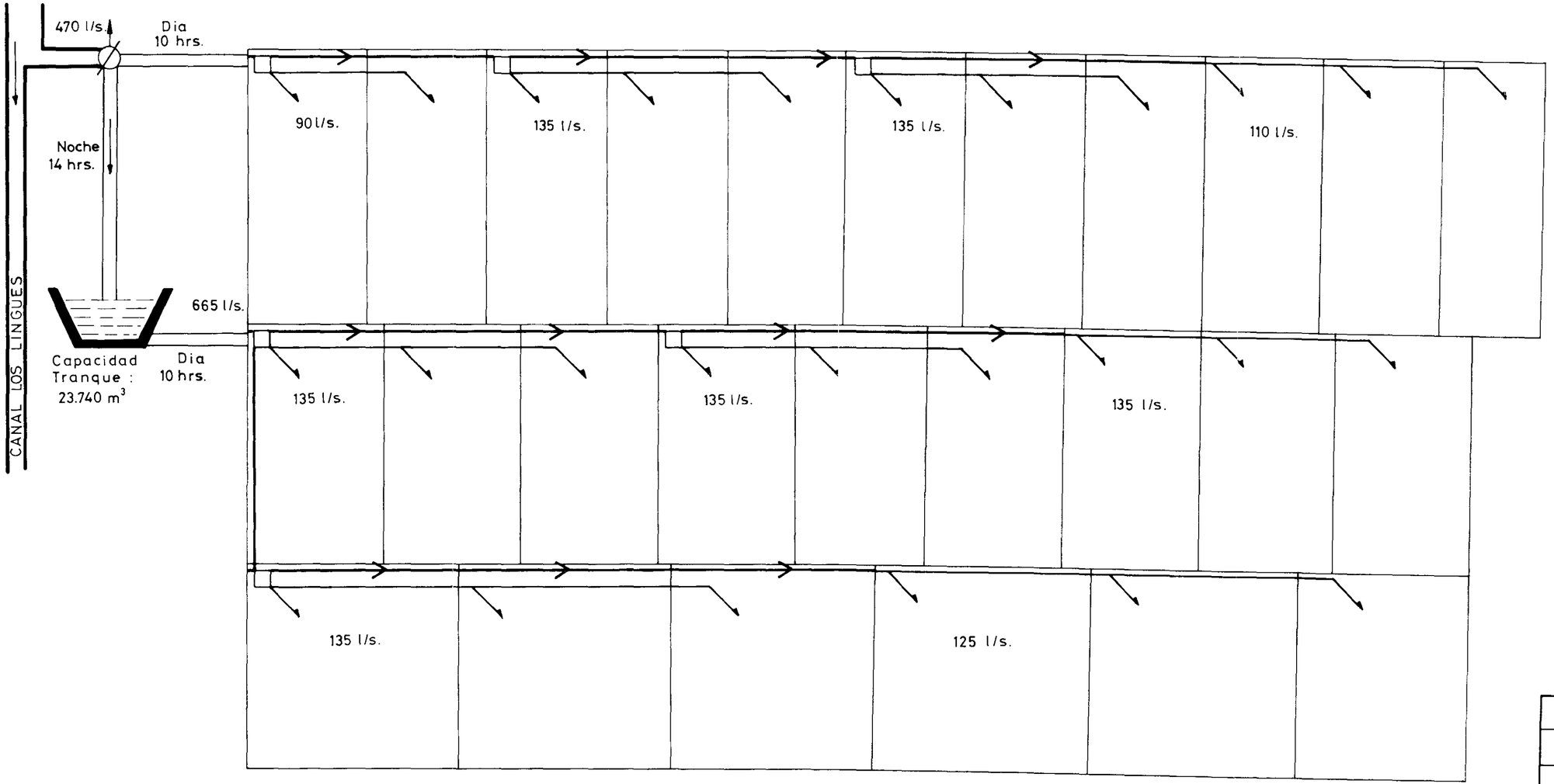
c) Tranques nocturnos

Los tranques nocturnos son pequeños embalses destinados a captar el agua de los canales durante la noche para restituirla durante el día, a fin de evitar que los caudales nocturnos se pierdan sin necesidad de regar durante la noche, con las dificultades y reducción de la eficiencia que ello implicaría. Los tranques propuestos son adicionales a los ya existentes en el área bajo riego actualmente. Los tranques tendrán la capacidad requerida para almacenamiento del caudal continuo durante 14 horas. Aunque la capacidad de cada tranque nocturno dependerá exclusivamente de las características de las áreas que regule, se estima que los tranques servirán áreas variables entre 200 y 400 ha.

Tal como se mencionó anteriormente, los tranques de la Zona I y de las áreas que no estén reguladas por el embalse, se deberán construir con canales sedimentadores previos. Los del resto de las zonas no necesitarán ninguna obra adicional, aparte de las estructuras de control. La Figura 35 del álbum indica los detalles generales de los tranques nocturnos propuestos para el programa de mejoramiento.

d) Estructuras de repartición de los sectores

Para dar una idea general de como se ha previsto la distribución del riego dentro de los sectores, se hizo un modelo del Sector 2 del Canal Los Lingues, el cual tendría una área de 380 ha, de las cuales 222 ha se regarían con un tranque nocturno de 21.200 m^3 de capacidad, mientras que las 158 ha restantes se regarían sin regulación del tranque. La Figura J-21 presenta el diagrama de distribución y funcionamiento del sector para los grupos de riego con y sin regulación del tranque. Estos grupos de riego deberán formar áreas entre 30 y 80 ha, de manera que permitan la asignación de un caudal fácilmente manejable y la rotación del riego entre sus paños internos, por turnos semanales o decenales. La derivación a cada grupo de riego se hará por medio de marcos partidores, con ranuras para colocar tablones de cierre que permitan efectuar los turnos . En el ejemplo teórico que se presenta en la Figura J-21, los



SIMBOLOGIA

- TRANQUE PROYECTADO
- MARCO PARTIDOR
- ACEQUIA DE RIEGO
- ESTRUCTURA DE DERIVACION Y MEDIDA

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA
A NIVEL DE SECTOR DE RIEGO

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

grupos de riego han sido formados por dos o tres predios de 15 ha cada uno, que se regarán en un tiempo variable entre cuatro y ocho días.

7.4.4 Costos

El costo de las estructuras previstas a la entrada de los canales principales se ha calculado a partir de los datos que aparecen en el Cuadro J-22. Las cifras así obtenidas se presentan en el Cuadro J-23.

Cuadro J-23: Costos de las estructuras de control y medida a la entrada de los canales principales (en PUS$)

	Sobre Tinguiririca	Sobre Chimbarongo	Sobre Las Toscas	Totales
Zona I	117.850	9.110	-	126.960
Zona II	69.621	36.916	16.205	122.742
Zona III	23.368	30.631	11.445	65.444
	210.839	76.657	27.650	315.146
Imprevistos e Ingeniería (32%)				100.846
C o s t o T o t a l				416.262

Los costos de las estructuras de control y medida a la entrada de los canales secundarios o los sectores de riego, así como los costos de los tranques nocturnos y los de mejoramiento del sistema de distribución se han calculado extrapolando al conjunto del área los resultados obtenidos en la Alternativa C del estudio de los canales prototipo. Estos costos unitarios se presentan en el Cuadro J-24.

Cuadro J-24: Costos unitarios de las estructuras de mejoramiento de los sistemas principales y secundarios (PUS$ por ha neta)(1)

	Sistema principal		Sistema secundario			
	Privado y reformado		Privado		Reformado	
	Canales	Tranques	Canales	Estructuras	Canales	Estructuras
Zona I	4,94	37,50	7,67	13,10	8,45	17,59
Zona II	12,23	27,00	4,42	9,07	4,90	12,81
Zona III	4,47	27,00	3,70	16,72	3,99	20,48

(1) Costo directo; no incluye imprevistos ni ingeniería.

Los costos totales del conjunto de las estructuras de mejoramiento de los sistemas principales y secundarios se presentan en el Cuadro J-25.

7.5 Evaluación de los derrames

El programa de identificación y cuantificación de los derrames que se propone para la Etapa I se comenzará en la temporada siguiente a la finalización de las obras de ingeniería de cada canal principal. Se propone que sean las Asociaciones de Canalistas quienes ejecuten estas labores, que afectarán las entregas de las tasas de riego netas a la entrada de los canales principales.

Cuadro J-25: Costos totales de las estructuras de mejoramiento de los sistemas principal y secundario (PUS$)

	Areas Netas (1) (ha)	Sistema principal			Sistema Secundario			Totales
		Canales (2)	Tranques	Subtotal	Canales	Estructuras	Subtotal	
Zona I								
Sector privado	18.326	90.550	687.250	777.800	140.550	240.050	380.600	1.158.400
Sector reformado	14.994	74.050	562.250	636.300	126.700	263.700	390.400	1.026.700
				1.414.100			771.000	2.185.100
Zona II								
Sector privado	19.730	241.300	532.700	774.000	87.200	179.000	266.200	1.040.200
Sector reformado	8.865	108.400	239.400	347.800	43.400	113.600	157.000	504.800
				1.121.800			423.200	1.545.000
Zona III								
Sector privado	13.378	59.800	361.200	421.000	49.500	223.700	273.200	694.200
Sector reformado	12.852	57.500	347.500	404.500	51.300	263.200	314.500	719.000
				825.500			587.700	1.413.200
T o t a l	88.145			3.361.400			1.781.900	5.143.300
Imprevistos e Ingeniería				1.075.600			570.200	1.645.800
T o t a l G e n e r a l				4.437.000			2.352.100	6.789.100

(1) Se descuentan las áreas rur-urbanas y rinconadas

(2) No se incluyen la bocatoma ni su estructura de control y medición

8. DRENAJE

8.1 General

Las obras de drenaje propuestas para la Etapa I de desarrollo del proyecto son la construcción de un sistema de desagues en la rinconada de El Almendral (Zona II) y la habilitación de los cauces naturales como drenajes principales en la zona de Nilahue.

Las obras de El Almendral consistirán básicamente en la construcción de los canales necesarios para evacuar las inundaciones invernales que en la actualidad impiden el desarrollo agrícola de esta área. En cambio, la habilitación de los cauces naturales de la zona de Nilahue implicará sólo la construcción de las estructuras necesarias para garantizar la futura estabilidad y operación de las vías de drenaje en los distintos sectores de riego, así como para estabilizar los cauces que en la actualidad presentan problemas de erosión por cárcavas. A continuación se detallan las obras previstas en cada una de las áreas y sus correspondientes presupuestos.

8.2 Obras requeridas en El Almendral

Esta área ubicada en la Zona II es la que presenta el problema más serio de las zonas actualmente bajo riego, debido a que todos los años se producen inundaciones que no permiten el cultivo de 1.200 ha en ninguna época. Las inundaciones se deben a la poca capacidad y pendiente longitudinal del cauce del estero Lima, que en ese sitio tiene una hoya tributaria de 137 km^2, y a la falta de drenaje natural del terreno en esa área. Los suelos del sitio son de textura mediana, aptos para una amplia gama de cultivos.

La Figura J-22 muestra el esquema de las obras propuestas para esta área que, en esencia, se pueden describir del siguiente modo:

- Construcción de 18 km de desagues, constituidos por 29 canales de mediana profundidad (0,75 m en promedio) y talud 1:1,5 que conduce el agua de los paños de riego a los secundarios o zanjones
- Construcción de 10 km de zanjones, constituidos por tres canales más profundos (1,00 a 1,30 m en promedio) y talud 1:1,5, que reciban las escorrentías de los desagues para conducirlas al estero.
- Limpieza del cauce del Estero Lima para adecuarlo lo suficiente como para poder evacuar las aguas que se depositen en el área inundada, y rectificación de 400 m del Estero Zapal. Dadas las características de las lluvias y teniendo en cuenta que toda la zona se sembrará inicialmente de arroz la limpieza del estero Lima se ha previsto para drenar la tormenta de 1:10 años.

Los costos de estas obras, calculados sobre la base de un costo unitario de PUS$ 1,42/m^3, son las siguientes:

Desagues	: 49.300 m^3	PUS$ 70.006
Zanjones	: 76.050 m^3	PUS$ 107.991
Rectificación Zapal	: 15.500 m^3	PUS$ 22.010
Total		PUS$ 200.007

8.3 Obras requeridas en la Zona de Nilahue

La evaluación de los problemas de drenaje, de las obras necesarias y de sus costos respectivos, se hizo en base a una interpretación fotogramétrica completada con inspecciones en el sitio. Posteriormente, se seleccionaron tres áreas típicas las cuales se estudiaron en detalle con el objeto de poder extrapolar la información al resto de la zona. Los resultados del análisis permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- El sistema básico de Nilahue está formado por los esteros que corren a lo largo de los valles angostos típicos de la zona. Estos valles presentan una red densa y bien definida de cauces naturales que confluyen directamente a los esteros. La mayor parte de los cauces naturales atraviesan áreas de piedmont y presentan una red muy desarrollada, con densidades variables entre 20 y 28 m lineales de cauce por hectárea. Las secciones transversales de los cauces son lo suficientemente amplias como para transportar sin desbordamientos los caudales de avenidas calculados para la frecuencia de 1:20 años. Estos caudales variaron entre 0,25 y 0,30 m^3/seg para el 80% de los casos estudiados y entre 0,9 y 1,3 m^3/seg para el 20% restante.
- En tres lugares,a saber la vertiente sur del Estero Pumanque, la vertiente norte del Estero Lolol y la vertiente occidental del Estero Nilahue (Figura J-23) los cauces naturales presentan señales claras de un proceso agudo de erosión por cárcavas. En estos lugares habrá que construir estructuras especiales que lleven al desarrollo de pendientes no erosivas en los cauces. Para ello se estudiaron dos alternativas:
  - Estructuras de caída de 1,00 m de altura, en ladrillo de arcilla cocida en conjunto con rectificación de las pendientes de los cauces, con excavaciones del orden de 1,8 a 2,4 m^3 por metro lineal.
  - Estructuras de control, consistentes en una palizada de pilotes de madera rolliza hincados a lo ancho del cauce, tal como se describe en el Anexo XIII.
- La segunda alternativa ofrece la ventaja de no requerir excavaciones, lo que supone un ahorro sustancial en los costos del Proyecto, razón por la cual ha sido preferida.

En las zonas sin problemas de erosión, los cauces naturales se dejarán tal como se encuentran en la actualidad, exceptuando una limpieza normal para eliminar la vegetación excesiva cuando la haya, como par

FIG. J-22

SIMBOLOGIA

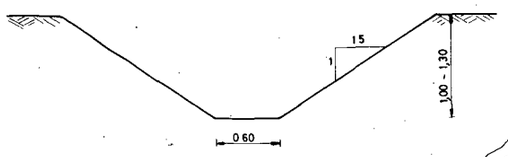
- DRENAJES
- CANALES EXISTENTES
- ESTERO
- CERCOS
- PANTANOS
- CARRETERAS
- PUEBLOS

SECCIONES TIPICAS

DESAGÜE TIPO N



ZANJON TIPO EL



REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

ESQUEMA DE DRENAJE PROPUESTO PARA EL AREA EL ALMENDRAL

I.C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

ZONA DE EROSION

ZONA DE INUNDACION

EST. PANAMA

ESTERO NERQUIHUE

ESTERO LA FORTALEZA

PUMANQUE

LOLOL

ESTERO LOLOL

ESTERO DE PUMANQUE

ESTERO DE QUIAGUE

ESTERO LOS COIPOS

EST. LOS NEGROS

ESTERO NILAHUE

EST. DE LAS CARDAS

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DESARROLLO

AREAS AFECTADAS POR PROBLEMAS DE EROSION E INUNDACION EN NILAHUE

I. C.A. INGENIEROS CONSULTORES ASOCIADOS
TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD.

te del programa normal de mantenimiento. En el peor de los casos, será necesario también ejecutar excavaciones ocasionales en tramos muy localizados, con el objeto de mejorar la conformación del canal.

Tanto para las áreas con problemas de erosión como para las que no los presentan, será necesario construir estructuras tales como alcantarillas, estructuras de entrega a zanjones y palizadas de pilotes de madera. Al estudiar las tres áreas típicas se identificaron los parámetros siguientes:

- Alcantarillas: se prevén en promedio 0,01 alcantarilla de 5,00 metros de longitud por hectárea en ambas zonas.
- Entregas: se prevén en promedio 0,02 entregas por hectárea en ambas zonas.
- Palizadas de pilotes: para las áreas con problemas de erosión por cárcavas, se prevé un promedio de seis estructuras por kilómetro de cauce, equivalentes a unas 0,15 por hectárea. Para el resto del Proyecto, se adoptó la cuarta parte, o sea una 0,04 por hectárea.

Las obras de drenaje previstas para la Etapa I en la zona de Nilahue se llevarán a cabo en paralelo con las obras de ingeniería y adecuación de tierras. Con el propósito de planificar y evaluar los costos del programa de drenajes, se estimaron las áreas con y sin problemas de erosión dentro de la extensión incluida en el plan de desarrollo de la Etapa I, con los siguientes resultados:

- Areas sin problemas de erosión: 16.830 ha
- Areas con problemas de erosión: 5.500 ha

Los costos unitarios por hectárea beneficiada, para cada una de estas áreas se calcularon (ver Anexo XIII) en:

- Areas sin problemas de erosión: PUS$ 15,80/ha
- Areas con problemas de erosión: PUS$ 43,15/ha

El costo de las obras previstas para la zona de Nilahue es, pues, el siguiente:

- Areas con problemas de erosión:	PUS$ 237.325
- Areas sin problemas de erosión:	PUS$ 265.914
Total	PUS$ 503.239

Los desagues a nivel predial de la zona de Nilahue se han incluido dentro de la planeación y los costos del programa de adecuación predial. Estos desagues verterán las escorrentías en los cauces naturales existentes.

8.4 Resumen de costos

Los costos previstos para las obras de drenaje en la Etapa I son los siguientes:

El Almendral (Zona II)	PUS$ 200.000
Nilahue	PUS$ 503.239
Subtotal	PUS$ 703.239
Imprevistos e ingeniería (32%)	PUS$ 225.036
Total costo drenaje	PUS$ 928.275

9. OPERACION Y MANTENIMIENTO

9.1 Criterios generales

9.1.1 Operación

La planeación del sistema de operación del regadío, tanto para las zonas actualmente bajo riego como para las nuevas, se hizo teniendo en cuenta los criterios definidos en el plan de mejoramiento del sistema de distribución (Sección 7 de este capítulo), así como los supuestos siguientes:

a) La operación de la presa, del embalse, de los canales matrices y de los canales principales más importantes de Nilahue quedará bajo la responsabilidad de la Dirección de Riego.

b) Las labores de asignación y control de caudales mensuales para cada canal a nivel de bocatomas y canales matrices, quedarán bajo la responsabilidad de la Junta de Vigilancia.

c) La conducción, control y distribución del agua en los canales principales de las zonas actualmente bajo riego y de los laterales de todo el Proyecto así como de los canales principales menores de Nilahue quedará bajo la responsabilidad de las Asociaciones de Canalistas.

d) La distribución y control del agua dentro de los sectores, incluyendo la operación de los tranques nocturnos y la definición de los turnos de riego, serán responsabilidad de las Comunidades de Aguas de Riego.

9.1.2 Mantenimiento

Las labores de mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje en las zonas actualmente bajo riego y en Nilahue, se planearon con base en los siguientes criterios generales:

a) El mantenimiento de la presa, canales matrices y canales principales más importantes de Nilahue y la limpieza y/o dragado de los esteros quedarán bajo la responsabilidad de la Dirección de Riego.

b) El mantenimiento de las bocatomas, canales principales de las zonas actualmente bajo riego, tranques nocturnos, canales secundarios y canales principales menores de Nilahue quedarán bajo la responsabilidad de las Asociaciones de Canalistas.

c) El mantenimiento de las acequias y desagues prediales quedará a cargo de los propietarios.

9.2 Tareas de mantenimiento a cargo de la Dirección de Riego

Las obras de infraestructura cuya operación y mantenimiento estará a cargo de la Dirección de Riego son las siguientes:

Obra	Unidad	Zonas I, II y III	Nilahue
Presa Convento Viejo			
Canales matrices	km	-	8,8
Canales principales	km	-	237
Esteros	km	184	116

La Dirección de Riego efectuará el mantenimiento de la presa de acuerdo a los procedimientos y normas adoptados para esta clase de trabajos, en los cuales dicho organismo dispone de amplia experiencia. Para el cálculo de los costos de mantenimiento se ha considerado una cifra equivalente al 2% anual del costo de inversión como es usual para este tipo de obras.

Los trabajos de mantenimiento de los canales matrices y canales principales mayores de Nilahue consistirán en el control de las malezas y remoción de los sedimentos que se depositen después de las temporadas de riego. Se recomienda hacer las labores de control de malezas anualmente, mientras que la remoción de sedimentos se hará cada dos o tres años, con palas de arrastre.

La limpieza y dragado de los esteros comprenderá las siguientes actividades principales:

- Erradicación de las malezas leñosas en las bermas de los esteros, con el objeto de permitir un acceso fácil en la mayor parte de su longitud.
- Limpieza de las malezas del cauce y arreglo de las irregularidades del fondo y de los taludes.
- Dragado del cauce de los esteros para retirar los sedimentos que se hayan depositado.

La evaluación de las necesidades de limpieza y dragado de los cauces de los esteros se hizo por medio de inspecciones de campo, las cuales se complementaron con levantamientos topográficos que identificaron varias secciones transversales de referencia.

El resumen de los esteros estudiados durante la temporada 1976-1977, y para los cuales se proponen programas específicos de mantenimiento, aparece en el Cuadro J-26.

Cuadro J-26 : Esteros para los cuales se propone un programa específico de mantenimiento

Estero	Long.total (km)	Control malezas (km)	Limpieza (km)	Dragado (km)
Zonas I, II y III				
- Las Toscas	36	36	20	5
- Chépica	16	16	12	6
- Guirivilo	33	33	25	8
- San Antonio	9	9	9	-
- Lima	11	11	-	9
- Pudimávida	15	15	10	-
- Las Arañas	7	7	-	7
- La Condenada	6	6	6	-
- Peralillo	18	18	12	-
- Antivero	33	33	12	-
	184	184	106	35
Nilahue				
- Nilahue	56	56	25	-
- Pumanque	18	18	10	-
- Quiahue	25	25	15	-
- Lolol	17	17	12	-
	116	116	62	-

Se estima necesario hacer la limpieza de los esteros cada dos años, mientras que el dragado deberá hacerse cada tres a cuatro años en los tramos donde se identifiquen problemas de desbordamiento producidos por secciones transversales reducidas.

9.3 Tareas de mantenimiento a cargo de las Asociaciones

9.3.1 Tipos de labores previstas

Las obras de infraestructura cuya operación y mantenimiento estarán a cargo de las Asociaciones de Canalistas son las siguientes:

Obra	Unidad	Zonas I, II y III	Nilahue
Bocatomas	N°	81	-
Canales > 2 m^3/seg	km	114	4
Canales < 2 m^3/seg	km	816	502
Tranques nocturnos	N°	270	47
Estaciones de bombeo	N°	3	-
Estructuras de control sobre canales principales (1)	N°	87	47

(1) Las estructuras a la entrada de los sectores se calculan únicamente como una inversión global.

Teniendo en cuenta los criterios señalados en los párrafos anteriores, se propone un plan básico de mantenimiento que deberá ser ejecutado por las Asociaciones de Canalistas inicialmente con recursos tradicionales y maquinaria alquilada, aunque es posible que algunas Asociaciones, las más organizadas, logren adquirir inicialmente la maquinaria de menor valor de inversión.

Las labores a cargo de las Asociaciones comprenderán:

- Control de las malezas leñosas en las bermas de los canales existentes y futuros con el objeto de tener acceso permanente.
- Control de las malezas en el talud y fondo de los canales existentes y futuros, antes de la temporada de riego.
- Mantenimiento y reparación de las estructuras "pie de cabra" y de los tramos de aducción de los canales.
- Limpieza y mantenimiento de los tranques nocturnos y de las estructuras de control existentes a lo largo de los canales.

9.3.2 Control de malezas leñosas en las bermas de los canales

Este es uno de los aspectos más importantes del programa de operación y mantenimiento, debido a que en la actualidad los canales existentes están completamente enmalezados a lo largo de sus bermas, situación que es necesario corregir con el objeto de garantizar el fácil acceso al canal, que permita la operación e inspección efectiva del sistema. La erradicación de las malezas en las bermas de los canales se podrá hacer con maquinaria complementada con mano de obra, o por medio de la aplicación de herbicidas, técnica que ya se ha experimentado en el país con resultados satisfactorios (Fontaine G.1967).

El primer método prevé la utilización de maquinaria pesada con hoja topadora que arranque la maleza, arrumándola a lo largo de la zona de servidumbre del canal. Posteriormente, el trabajo de destronque y quema deberá terminarse a mano, una vez que se haya secado la maleza.

El método alternativo que se propone para la erradicación y control de las maleza lo constituye la aplicación de herbicidas que resulta particularmente conveniente en el área del Proyecto, donde no todos los canales tienen una zona de servidumbre lo suficientemente amplia como para permitir la operación de maquinaria pesada. Se recomienda utilizar herbicidas de baja volatilidad (Arbustox Special, U46 Brush Killer, 480 LV etc.) dosificados al 0,5% en promedio. Los resultados más satisfactorios se obtendrán haciendo las aplicaciones durante el verano, entre mediados de diciembre y marzo.

La aplicación se hará de acuerdo a las facilidades de acceso de cada canal: en aquéllos donde se haya previsto un acceso lateral, el herbicida se deberá aplicar por medio de un pulverizador de alta presión, utilizando tanques de 100 a 200 litros de capacidad, como mínimo. Donde sólo haya un sendero o huella, se podrá utilizar un tanque de unos 50 a 70 litros montado sobre un chassis de carretilla de una rueda, operando el sistema con bomba de palanca. Otra posibilidad es la utilización de bombas fumigadoras de espalda.

El programa de erradicación de malezas leñosas se deberá acometer con bastante intensidad durante los dos primeros años, hasta lograr un grado de control satisfactorio. Posteriormente las aplicaciones de herbicidas podrán espaciarse a cada dos años.

9.3.3 Control de malezas en el talud y fondo de los canales

El control de estas malezas se podrá seguir haciendo con el método tradicional, a mano, o bien se podrá utilizar un brazo excavador adaptable al tomafuerzas del tractor agrícola (tipo Mc Connel PA5 y PA6 ó similar), cuyo gran rendimiento y efectividad lo hace más conveniente, presentando la ventaja adicional de permitir al mismo tiempo la extracción de los sedimentos livianos.

La aplicación de herbicidas disueltos en agua no se recomienda, debido a que el agua no se vierte en los canales con la suficiente anterioridad como para permitir un buen grado de control previamente a aplicarla a los paños de riego, lo cual constituye un riesgo muy elevado para los cultivos.

9.3.4 Mantenimientos de bocatomas

Estas labores serán básicamente las mismas que se hacen en la actualidad y comprenden la reparación o reconstrucción a mano de las estructuras "pie de cabra", y la apertura, limpieza y cierre del tramo de aducción.

9.3.5 Tranques nocturnos y estructuras de control

La limpieza de los tranques nocturnos consistirá básicamente en la remoción de los sedimentos. Esta limpieza se hará cuando los sedimentos ocupen entre el 20 y el 25% del volumen útil de los tranques, cosa que ocurrirá con más frecuencia en las zonas sin regulación del embalse. Se prevé, en consecuencia, que la limpieza se hará cada dos o

tres años en estas zonas y cada cuatro o seis en las zonas reguladas por el embalse. Se deberá utilizar maquinaria pesada, secando el tranque previamente, y extrayendo los sedimentos con palas de arrastre. En caso de que sea necesario arrumar los sedimentos hasta la distancia de operación de la pala, esto deberá hacerse con tractor de orugas y hoja topadora.

Las estructuras de control requerirán una inspección permanente que mantenga los mecanismos de las compuertas en buen estado y detecte cualquier deterioro en la estructura con el objeto de efectuar las reparaciones a tiempo.

9.4 Necesidades de personal

9.4.1 Dirección de Riego

La ejecución normal de los programas de operación y mantenimiento en un área tan extensa como la incluida en la Etapa I del Proyecto exigirá que la Dirección de Riego establezca cuatro centros de operación y mantenimiento en las localidades que cuenten con mayores recursos y que alcancen a atender ciertas áreas de influencia. De este modo, se proponen los siguientes centros de operación y mantenimiento:

- Convento Viejo, para la operación y mantenimiento de la presa y del embalse
- San Fernando, para la Zona I y la parte oriental de la Zona II
- Santa Cruz, para la Zona III y la parte occidental de la Zona II
- Lolol, para la Zona de Nilahue

Cada centro contará con un ingeniero, un conductor y uno o dos torneros.

9.4.2 Junta de Vigilancia

Debido al carácter estrictamente fiscalizador de esta entidad y a la estrecha vinculación que debe guardar con la Dirección de Aguas en la repartición de las cuotas hídricas por tasas de riego, la Junta de Vigilancia deberá contar con un personal directivo mínimo de un ingeniero y un abogado. La Junta deberá asimismo disponer de un local con la dotación administrativa y de gabinete suficiente como para poder llevar el registro de los datos de los recursos que le tocará controlar. Además, la Junta deberá contar, a nivel operativo, con un mínimo de cuatro supervisores para la fiscalización de los caudales en las bocatomas, tres de ellos para las zonas actualmente bajo canal, y uno para Nilahue.

9.4.3 Asociaciones de Canalistas

Será necesario que las Asociaciones de Canalistas integren sus recursos humanos en las zonas del Proyecto, con el objeto de reunir el personal suficiente para operar adecuadamente el sistema de distribución. Debe tenerse en cuenta que el Plan de Mejoramiento esbozado en la Sección 7 de este capítulo exigirá la operación rutinaria de estructuras

de control y el registro de caudales, labores que deben ser ejecutadas por personal idóneo, con suficiente entrenamiento en esta clase de actividades.

Se recomienda formar cuadrillas de tomeros, integradas por un jefe de distribución y tres operadores, que atiendan uno o varios canales, cuyas áreas de riego fluctúen entre 10.000 y 15.000 ha. En estas condiciones, cada tomero tendría a su cargo entre 3.300 y 5.000 ha, lo que equivaldría a mover o controlar unas 6 compuertas diarias. La distancia promedio que tendría que recorrer cada tomero al día, sería de unos 28 a 32 km, suponiendo que regrese a su punto de partida. De esta manera, las zonas bajo canal necesitarán entre 6 y 9 cuadrillas, mientras que Nilahue necesitará únicamente dos.

Se requerirán, además, tres operadores para cada una de las estaciones de bombas previstas para las rinconadas de Meneses, El Almendral y El Huique que se incluyen el programa de desarrollo de la Etapa I.

9.4.4 Resumen

El Cuadro J-27 detalla el personal necesario de la Junta de Vigilancia, las Asociaciones de Canalistas y la Dirección de Riego, para operación y mantenimiento en la Etapa I del Proyecto, así como los costos mensuales correspondiente por concepto de salarios.

Cuadro J-27 : Necesidades de personal para el programa de operación y mantención

Descripción	N°	Sueldo y leyes sociales (PUS$)	Total costo mensual salarios (PUS$)
Junta de Vigilancia			
Ingenieros	1	1.000	1.000
Abogados	1	1.000	1.000
Supervisores	4	400	1.600
Conductores	1	120	120
Personal administrativo	2	200	400
			4.120
Asociaciones de Canalistas			
Tomeros	30	150	4.500
Operadores de bombas	9	200	1.800
			6.300
Dirección de Riego			
Ingenieros	4	1.000	4.000
Conductores	4	120	480
Tomeros	6	200	1.200
Operadores equipo(1)	5	300	1.500
			7.180

(1) En el supuesto que se adquirirá maquinaria pesada.

9.5 Necesidades de equipo

9.5.1 Dirección de Riego

Las necesidades de mantenimiento del sistema a cargo de la Dirección de Riego, exigirá el uso de maquinaria pesada, la cual se podrá adquirir desde los primeros años del desarrollo, o bien se podrá alquilar de contratistas particulares, según las circunstancias. La maquinaria pesada que deberá adquirirse o arrendarse para las labores de mantenimiento en el proyecto, será, como mínimo, la que se lista en el Cuadro J-28, junto con sus costos respectivos.

Cuadro J-28 : Lista de la maquinaria de la Dirección de Riego para operación y mantenimiento

Máquina	N°	Costo unitario (1) (PUS$)	Costo total (PUS$)
Paladragas 1,5 yd^3	1	242.000	242.000
Paladragas de 0,75 yd^3	1	153.000	153.000
Motoniveladora 120 HP	1	102.000	102.000
Cargador frontal con llantas	1	70.000	70.000
Tractor orugas y hoja topadora 140 HP	2	134.000	268.000
Camiones de Tolva 6 m^3	4	30.000	120.000
			955.000

(1) Incluyendo el IVA

El Cuadro J-29 detalla el equipo básico de oficina que se requerirá para los centros de operación y mantenimiento de la Dirección de Riego, señalando asimismo su costo estimado.

Cuadro J-29 : Equipos básicos de oficina de la Dirección de Riego para los centros de operación y mantenimiento

Implemento	Costo (PUS$)
Máquinas de escribir, calculadoras, sumadoras, etc.	3.000
Mobiliario	2.100
Varios	475
	5.575
N°total oficinas: 4	
Total equipos oficina: 4 x 5.575 =	22.300

9.5.2 Asociaciones de Canalistas

Los equipos para operar y mantener el sistema, a nivel de Junta de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas, se detallan en el Cuadro J-30.

Cuadro J-30 : Equipos necesarios para O & M a nivel de Junta de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas

Equipo	Unidades	Precio unitario (PUS$)	Costo total (PUS$)
Motocicletas	10	1.100	11.000
Bicicletas	20	300	600
Camionetas 3/4 ton	5	12.400	62.000
Equipos radio VHF	10	1.500	15.000
Total			88.600

Los trabajos de mantenimiento a cargo de las Asociaciones de Canalistas que exijan el uso de maquinaria pesada, se harán con contratistas particulares, por lo menos durante los primeros años del desarrollo. A medida que las Asociaciones se reorganicen para conformar instituciones administrativas y financieramente más sólidas, irán adquiriendo su maquinaria propia necesaria para el mantenimiento de sus respectivos sistemas.

9.6 Costos del programa de operación y mantenimiento

9.6.1 Costos de personal, oficinas, transportes

Los costos anuales de operación comprenderán los sueldos de los ingenieros, supervisores, conductores y tomeros de la Dirección de Riego, la Junta de Vigilancia y las Asociaciones de Canalistas, así como los gastos de movilización, y costos varios para oficinas (arriendo, luz, teléfono, papelería, etc.). El Cuadro J-31 resume estos costos con base en las consideraciones discutidas anteriormente.

Cuadro J-31 : Costos anuales de operación del sistema (PUS$)

Dirección de Riego	
Salarios personal 7.180 x 12	86.160
Viáticos: 400 días a PUS$ 6/día	2.400
Transportes 40.000 km a US$ 0,15/km	6.000
Oficinas 4 x 6.000	24.000
	118.560
Junta de Vigilancia	
Salarios personal: 4.120 x 12	49.440
Viáticos: 120 días a PUS$ 6/día	720
Transportes: 10.000 km a PUS$ 0,15/km	1.500
Oficinas	6.000
	57.660
Asociación de Canalistas	
Salarios personal: 6.300 x 12	75.600
Transportes: 20.000 km a PUS$ 0,15/km	3.000
	78.600
Subtotal	254.820
Imprevistos (10%)	25.482
Costo total anual	280.302

9.6.2 Costos anuales de bombeo en las rinconadas

Los cálculos de los costos anuales de bombeo en las rinconadas se hicieron de acuerdo a las siguientes tarifas:

- PUS$ 0,065/kWh entre las 17 y 22 hrs
- PUS$ 0,023/kWh entre las 22 y 17 hrs
- PUS$ 0,029/potencia instalada/año.

Los estudios efectuados en las áreas de riego como parte del presente trabajo indican que el 92% de la energía se pagará a razón de PUS$ 0,023/kWh, mientras que el 8% se pagará a PUS$ 0,065/kWh. Los costos anuales así obtenidos son los siguientes:

Rinconada	Area neta bajo bombeo (ha)	Costo anual de energía (PUS$)
Meneses	151	5.570
Almendral	1.229	69.163
Huique	804	41.265
Subtotal		115.998
Imprevistos (10%)		11.602
Costo total anual		127.600

9.6.3 Presa Convento Viejo

La operación y mantenimiento anual de la presa se calculó en el 2% de la inversión total, excluyendo expropiaciones y variantes, cifra que se considera representativa con base en la experiencia en obras similares. Por consiguiente:

0,02 x PUS$ 18.365.926 = PUS$ 367.319

9.6.4 Costos de mantenimiento

a) Bocatomas

Debido a que no se cambiará el método de captación, los costos de mantenimiento y reparación de las estructuras "pie de cabra" seguirán siendo fundamentalmente los mismos que se evaluaron por medio de la encuesta en el campo. El costo utilizado en los cálculos de este informe representa un promedio ponderado de los 23 casos estudiados, así:

- Para las bocatomas del sistema Tinguiririca : PUS$ 0,85/ha
- Para las bocatomas del sistema Chimbarongo : PUS$ 0,55/ha

De este modo, el costo anual promedio de mantención y reparación de bocatomas será de PUS$ 50.727 para el sistema Tinguirica y de PUS$ 17.020 para el Chimbarongo, todo sobre la base de 81 bocatomas, o sea un total de PUS$ 67.747/año. Agregando un 10% por concepto de imprevistos, se obtiene un costo total anual de mantenimiento de las bocatomas de PUS$ 74.520.

b) Control de malezas

Para las leñosas (zarzamoras), se calculó en base a un costo de PUS$ 2,50/lt de herbicida, con rendimientos de 2,0 lt/km y 4,0 jornales/km. De este modo resulta:

- Costo del herbicida: 2,0 lt x PUS$ 2,50 = PUS$ 5,00
- Mano de obra: 4,0 jornales x PUS$ 3,68 = PUS$ 14,72

Total por km PUS$ 19,20

El cuadro siguiente presenta los costos anuales correspondientes al programa de erradicación de malezas leñosas:

Canales Zonas I, II y III: 930 km x 19,20	PUS$	17.856
Esteros Zonas I, II y III: 184 km x 19,20		3.540
Canales Nilahue : 502 km x 19,20		9.638
Esteros Nilahue : 116 km x 19,20		2.220
Subtotal	PUS$	33.254
Imprevistos (10%)		3.325
Costo total anual	PUS$	36.579

Para las malezas de los taludes y fondos de los canales, se adoptaron los mismos patrones obtenidos por la encuesta que se efectuó al efecto sobre el terreno, suponiendo que se continuará haciéndolo a mano o con brazo excavador adaptable al toma fuerzas del tractor agrícola. El cálculo se hizo sobre la base de 10 m de canal por hectárea, con lo cual el costo de limpia por kilómetro resultó ser de PUS$ 70.

Por consiguiente:

- Para las Zonas I, II y III: 930 km x PUS$ 70	PUS$	65.100
- Para Nilahue : 414 km x PUS$ 70		28.980
Subtotal	PUS$	94.080
Imprevistos (10%)		9.408
Costo total anual	PUS$	103.488

c) Mantenimiento de tranques nocturnos y estructuras de control

Se recomienda efectuar la limpieza de los tranques con palas-draga o retroexcavadoras de contratistas particulares durante los primeros años.

Se prevé que la limpieza de los tranques se hará cuando los sedimentos ocupen entre el 20 y 25% de la capacidad útil del tranque. Por consiguiente, suponiendo un volumen promedio de 4.000 m^3 por tranque, se obtienen los siguientes costos de limpieza:

- Para las zonas sin regulación del embalse (una limpieza cada 2 años):

$$\frac{4.000\ m^3 \times (PUS\$\ 1{,}30 + 0{,}44/3)}{2} = PUS\$\ 2.894/tranque$$

Sobre la base de 180 tranques, el costo anual será de:

180 x 2.894 = PUS$ 520.920.

- Para las zonas con regulación del embalse (1 limpieza cada 4 años):

$$\frac{4.000\ m^3 \times (PUS\$\ 1{,}30 + 0{,}44/3)}{4} = PUS\$\ 1.446/tranque$$

Sobre la base de 137 tranques, el costo anual será:

137 x 1.446 = PUS$ 198.102

Subtotal	PUS$ 719.022
Imprevistos (10%)	PUS$ 71.902
Costo total anual	PUS$ 790.924

El costo anual para el mantenimiento de las estructuras de control y medida a la entrada de los canales principales y secundarios, se calculó como el 0,5% de la inversión inicial, a falta de mayores datos concretos. De este modo, el costo anual será:

		(PUS$)
- Para las Zonas I, II y III:	PUS$ 3.768.362 x 0,005=	18.840
- Para Nilahue :	PUS$ 4.986.000 x 0,005=	24.930
Subtotal	PUS$	43.770
Imprevistos (10%)		4.377
Costo total anual	PUS$	48.147

d) Costos de la limpieza y dragado de esteros

Los costos de limpieza y dragado de esteros se han calculado en base a los rendimientos de maquinaria pesada, tales como palas draga de orugas de 1,5 Yd^3 de capacidad.

El dragado de los esteros se ha previsto únicamente para las áreas con problemas de reducción de secciones, por el azolvamiento gradual de los cauces respectivos, y se ha calculado un movimiento de tierras promedio de 12,0 m^3 por metro lineal. Las labores de limpieza serán capaces de mover, además de las plantas, raíces y otras irregularidades de los taludes y fondos de los cauces, en cantidades de 1,0 m^3 por metro lineal.

Los rendimientos de una pala-draga de 1,5 Yd^3 de capacidad son los siguientes:

- 72.000 m^3/año con un turno de 1.200 hr/año de operación
- 120.000 m^3/año con dos turnos y 2.000 hr/año de operación.

Con estos niveles de producción los rendimientos anuales de cada pala-draga en la limpieza y dragado de los esteros serán:

	Con un turno	Con dos turnos
Limpieza - km/año	72	120
Dragado - km/año	24	40

Los costos totales correspondientes a la limpieza y dragado de los esteros se calcularon en base a los niveles de producción anteriormente mencionados y a los costos unitarios del Anexo XIII, así:

- Limpieza de canales y esteros : PUS$ 0,16/m^2, suponiendo unos 10 m^2/m.l. de estero.
- Dragado de canales y esteros : PUS$ 2,13/m^2

El Cuadro J-32 presenta los resultados de estas actividades para los esteros del área del Proyecto.

Cuadro J-32 : Costos anuales de limpieza y dragado de esteros

Estero	Limpieza (cada 2 años) Longitud (km)	Limpieza (cada 2 años) Costo total (PUS$)	Dragado (cada 3 años) Longitud (km)	Dragado (cada 3 años) Costo total (PUS$)
Zonas I, II y III				
Las Toscas	20	32.000	5	60.000
Chépica	12	19.200	6	72.000
Guirivilo	25	40.000	8	96.000
San Antonio	9	14.400	-	-
Lima	-	-	9	108.000
Pudimávida	10	16.000	-	-
Las Arañas	-	-	7	84.000
La Condenada	6	9.600	-	-
Peralillo	12	19.200	-	-
Antivero	12	19.200	-	-
Totales	106	169.600	35	420.000

Costo limpieza por año	PUS$ 84.400/año
Costo dragado por año	PUS$ 140.000/año
Subtotal	PUS$ 224.400/año
Imprevistos (10%)	PUS$ 22.440
Costo total anual Zonas I, II, III	PUS$ 246.840

Estero	Limpieza longitud (km)	Costo total (cada 2 años) (PUS$)
Nilahue		
Nilahue	25	40.000
Pumanque	10	16.000
Quiahue	15	24.000
Lolol	22	35.200
	62	115.200

Costo de limpieza por año	:	PUS$ 57.600
Imprevistos (10%)	:	5.760
Costo total anual Nilahue	:	PUS$ 63.360
Total general	:	PUS$ 310.200

9.6.5 Resumen de costos anuales de operación y mantenimiento

A continuación se resumen los costos anuales de operación y mantenimiento de la Etapa I del Proyecto.

Operación		
a) Presa y embalse (O & M)	PUS$	367.319
b) Personal, oficinas, transportes, etc.		280.302
c) Costo energía del bombeo en rinconadas		127.600
	PUS$	775.221
Mantenimiento		
a) Bocatomas	PUS$	74.520
b) Control malezas leñosas		36.579
c) Limpieza canales, malezas, etc.		103.488
d) Tranques nocturnos		790.924
e) Estructuras sistema secundario		48.147
f) Limpieza y dragado de esteros		310.200
	PUS$	1.363.858
Total general	PUS$	2.139.079/año.

Capítulo K

ORGANIZACION

I N D I C E

		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	MARCO ORGANIZATIVO PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO	3
2.1	Enfoque general	3
2.2	Participación de los agricultores	4
2.3	Entidades participantes	5
2.4	Atribuciones y funciones de la Dirección del Proyecto	6
2.5	Resumen	8
3.	IMPLEMENTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	10
4.	ASISTENCIA TECNICA	13
4.1	Generalidades	13
4.2	Elaboración de planes de desarrollo e inversiones a nivel predial	13
4.3	Extensión agrícola y pecuaria	14
4.4	Promoción de las organizaciones y empresas de servicios	16
4.5	Organización y financiamiento de la asistencia técnica	17
4.6	Estimación presupuestaria de los requerimientos	18
5.	CREDITO	21
5.1	Generalidades	21
5.2	Crédito para inversiones	22
5.3	Crédito para capital de trabajo	23
5.4	Diferentes aspectos relacionados al crédito	23
6.	ASIGNACION Y DISTRIBUCION DEL AGUA Y TARIFADO	26
6.1	Introducción	26
6.2	Sistemas de distribución por derecho de agua	27
6.3	Sistemas de distribución basado en tarifas volumétricas	29
7.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO	30
7.1	General	30
7.2	Dirección de Riego	30
7.3	Juntas de Vigilancia	31
7.4	Asociaciones de Canalistas	31
7.5	Sectores de riego	32

C U A D R O S

K-1	Número de predios de 5 ha y más según estratos de tamaño Etapa I.	19
K-2	Area neta por zona y estrato de propiedad, en predios de 5 ha y más - Etapa I	19

K. O R G A N I Z A C I O N

1. INTRODUCCION

El Proyecto Convento Viejo tiene por objetivo principal el desarrollo agropecuario. Ahora bien, dado que las formas más fáciles de ampliación del área regada y su tecnificación ya están agotadas, el Proyecto requiere inversiones relativamente cuantiosas para ampliar e intensificar la producción agrícola, según se ha señalado en el plan de desarrollo propuesto. Estas elevadas inversiones se pueden justificar únicamente si se aprovechan a corto plazo en un proceso de desarrollo agrícola acelerado, que produzca una transformación rápida y a gran escala del sistema de producción.

En todo proyecto de desarrollo de la agricultura bajo riego cabe diferenciar generalmente dos fases básicas, a saber:

- La fase de desarrollo, que se caracteriza por cambios en el sistema de producción.
- La fase de operación, que se refiere a los aspectos rutinarios de producción, una vez cumplidos los cambios.

Ambas etapas son consecutivas, aunque en general suele existir cierto traslape entre ellas. En el caso del Proyecto Convento Viejo, el traslape sería mayor que el usual, ya que se trata de una zona que, en buena parte de su área, cuenta con infraestructura de riego hace más de un siglo, y tiene una agricultura relativamente avanzada. Las intervenciones en el plan de desarrollo propuesto para el área actualmente bajo canal, se han programado tomando en cuenta el elevado nivel del agricultor tradicional en la zona del Proyecto, de tal manera que la agricultura pueda llegar en un tiempo relativamente corto a un proceso rutinario de producción de nivel más elevado y más tecnificado. En el área de nuevo riego la distinción entre las dos fases es más significativa. Sin embargo, la proximidad y experiencia de una amplia área ya desarrollada debe inducir un proceso acelerado de cambio en el área de nuevo riego, con el resultado de que ésta pueda entrar en producción rutinaria en un plazo relativamente corto.

El éxito en la implementación de un proyecto de desarrollo de esa envergadura y sobre todo el éxito en la fase de operación rutinaria, dependen en forma decisiva de la estructura organizativa que se adopte con tales fines. La organización que se propone para el Proyecto Convento Viejo para llevarlo a su nivel programado, además de ofrecer un sistema coherente y viable en sí, toma en cuenta la política del Gobierno de mínima intervención estatal y máxima participación y responsabilidad de los beneficiarios del desarrollo tan pronto como sea posible.

La organización propuesta se basa, además, en las siguientes premisas:

- La reciente creación de la Comisión Nacional de Riego, con plena responsabilidad y autoridad para la planificación e implementación de proyectos de riego.

- La existencia de un área amplia con una agricultura relativamente desarrollada y agricultores exitosos, los cuales paralelamente a la actuación de los organismos ejecutores del Proyecto, podrán ir integrando la Unidad Operativa del Distrito para la fase de operación rutinaria.
- No obstante lo dicho en el inciso anterior, y sea cual fuere la organización futura del Proyecto, debe considerarse que un alto porcentaje del área fue sometido a la reforma agraria, introduciendo en el área un nuevo tipo de agricultor, el cual raras veces tiene experiencia y mentalidad empresarial y además carece de capital y de garantías suficientes para obtener créditos que le permitan manejar en forma económica y técnica el proceso de producción y conseguir los beneficios programados.

Para transformar al agricultor reformado en forma acelerada en productor empresarial y equiparar su nivel al del agricultor tradicional, se requerirá una intervención más intensiva en los próximos años del desarrollo.

Con base en el estudio de la situación en el área del Proyecto y sus necesidades y tomando en cuenta la experiencia adquirida en proyectos similares, así como la política general del Gobierno en estas materias, se plantean en el presente capítulo los esquemas recomendados para la promoción del desarrollo. Se estima que las intervenciones más importantes que se requieren para este fin son cuatro, a saber:

- Construcción de obras, tanto las de mejoramiento como las de riego de nuevas áreas.
- Asistencia técnica integral, o sea tanto para el plan de inversiones y desarrollo como para aspectos agrotécnicos y aplicación del riego.
- Créditos para la producción rutinaria y créditos especiales para programas específicos.
- Reestructuración del régimen de asignación y distribución del agua.

Para el logro de un desarrollo agrícola rápido y de alta rentabilidad se requiere no sólo que cada una de estas tareas se cumpla a un nivel adecuado, sino también que se lleven a cabo en forma estrechamente sincronizada. Esto requiere de una organización para el desarrollo que sea autoritativa y con mando único.

La Sección 2 de este capítulo describe la organización propuesta para el desarrollo del Proyecto, mientras que las secciones 3 a 6 discuten los principios recomendados para la realización de las cuatro tareas principales arriba mencionadas. La Sección 7 trata de la organización para el manejo del sistema de riego.

2. MARCO ORGANIZATIVO PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO

2.1 Enfoque general

Para llevar a cabo un Proyecto de esta índole y magnitud cabe considerar muy numerosas modalidades de organización, basadas en diferentes enfoques y principios. Sin embargo, estos esquemas pueden reducirse todas ellas a uno u otro de los siguientes esquemas básicos destinados a asegurar la ejecución del Proyecto.

a) A través de un organismo creado especialmente por el Gobierno con esta finalidad.

b) A través de uno o más organismos estatales existentes, actuando cada uno en forma independiente.

c) Por medio de un organismo estatal existente, designado por el Gobierno para dirigir y coordinar el trabajo de las demás instituciones pertinentes.

d) Por una organización de desarrollo regional

e) Como una variante de los esquemas anteriores, podría considerarse alguna forma de participación de los usuarios.

f) Por los usuarios en forma exclusiva

De estas alternativas, la f), o sea la de que la ejecución sea llevada a cabo por los usuarios mismos, puede descartarse de inmediato, ya que en las condiciones actuales resultaría impracticable en un proyecto de tan grande envergadura y complejidad como el de Convento Viejo. No obstante, debe tenerse presente el propósito de las autoridades de transferir con el tiempo la administración y manejo del Proyecto a los propios usuarios, por lo cual conviene considerar desde un principio alguna forma de participación de los agricultores, según se explica más adelante.

Tampoco la modalidad d), de confiar la ejecución del Proyecto a una organización de desarrollo regional puede considerarse practicable en la actualidad. No existen por ahora organismos de este tipo en el área del Proyecto, si bien se ha dado últimamente un primer paso en ese sentido, al establecerse el Consejo de Desarrollo e Inversiones de Colchagua (CODECOL). Esta es una institución carente aún de experiencia, que hasta ahora sólo ha emprendido un proyecto modesto de desarrollo de un pequeño parque industrial, por lo que sería prematuro pretender que ella se haga cargo de un proyecto de tal magnitud, aunque convendría estimular a esta organización, y a otras entidades que representan los intereses regionales, a participar activamente en el esfuerzo de desarrollo.

Otra posibilidad mencionada más arriba (modalidad b) es la de una acción independiente de diversos ministerios o entidades estatales, cada uno de los cuales ejecutaría las tareas requeridas para el Proyecto que pertenecieran a su respectivo campo de acción, con fondos asignados para ello por el Ministerio de Hacienda. Este método ha sido ensayado en otros países, pero las más de las veces no ha tenido éxito. En ausen-

cia de una dirección concertada, cada organismo tiende a actuar con arreglo a sus propias prioridades, que no necesariamente concuerdan con las del Proyecto específico considerado. Esta divergencia de esfuerzos causa el estancamiento gradual del Proyecto e induce al Ministerio de Hacienda a cercenarle el presupuesto, hasta que finalmente el Proyecto queda inconcluso, sin que ningún organismo lo considere asunto propio y se esfuerce por llevarlo a buen término.

La conclusión obvia de lo dicho es que para que un proyecto tenga éxito, es imprescindible que alguna entidad tenga responsabilidad directa de llevar a término los objetivos del Proyecto en forma integral y no como actividades independientes. La modalidad aparentemente más promisoria en este sentido es la a), que consiste en confiar la ejecución del Proyecto a una entidad especialmente creada al efecto. Sin embargo, esta alternativa no se recomienda en el caso presente por las razones siguientes:

- Las diversas atribuciones requeridas para ejecutar el Proyecto ya están asignadas a organismos existentes, de modo que se requeriría legislación especial para poder constituir la entidad proyectal y traspasarle las atribuciones pertinentes.
- La creación de una nueva entidad sería contraria a la política de organización del Gobierno, de no iniciar ninguna nueva intervención estatal como ello no sea absolutamente indispensable.

Esto deja como alternativa más adecuada a las circunstancias del Proyecto la c), con una posible participación de los usuarios según la variante mencionada en e).

Lo que se recomienda, entonces, es encargar de la ejecución del Proyecto a una organización integrada por los diferentes ministerios u organismos pertinentes, los cuales actuarían en forma concertada bajo la dirección y coordinación de una entidad rectora específica, investida de la responsabilidad global de llevar el Proyecto a buen término. La entidad rectora deberá ser la Comisión Nacional de Riego (CNR). En efecto, según el Decreto Ley 1172 del 4 de septiembre de 1975, este organismo tiene, entre otras funciones, la responsabilidad, de "supervigilar, coordinar y completar la acción de los diversos organismos públicos y privados que intervienen en la construcción de obras de riego, destinación y explotación de esas obras".

2.2 Participación de los agricultores

La participación de los agricultores en el sistema organizativo del Proyecto constituye, según se ha dicho, un objetivo importante, al que debe prestarse atención desde un principio. Tal participación, orientada a transferir eventualmente a los usuarios todas o una parte de las funciones de administración del Proyecto, concuerda con los objetivos generales del Gobierno de reducir gradualmente la intervención del Estado en todos aquellos campos en que ellos sea factible. Por otra parte, los agricultores del área del Proyecto tienen en general clara conciencia de sus necesidades y saben manejar sus propios asuntos. Existe, además, una tradición de participación directa de los interesados en los

asuntos de interés general, tanto en forma individual como en grupos. Ejemplo de ello se tiene en las Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia, que desempeñan sus funciones respectivas en forma efectiva hace ya muchos años.

La participación de los agricultores en el Proyecto tendría en las etapas iniciales varias ventajas adicionales.

- Permitiría una mejor comprensión de las necesidades de los agricultores por parte de los funcionarios estatales.
- Crearía un mecanismo por medio del cual los funcionarios del Proyecto podrían explicar su posición a los agricultores.
- Reduciría la reticencia usual de los agricultores frente a las autoridades.
- Proporcionaría a los agricultores un período de preparación, durante el cual podrían familiarizarse gradualmente con los problemas de administración del sistema, a fin de poder hacerse cargo del mismo con el tiempo.

La participación de los agricultores podría lograrse constituyendo un cuerpo tentativamente designado aquí como "Unidad Operativa del Distrito", de carácter privado, que tendría inicialmente una función consultiva con respecto a la entidad rectora del Proyecto, pero que se iría desvinculando paulatinamente del sector público, a medida que fuera adquiriendo madurez, con miras a hacerse cargo con el tiempo de la administración del Proyecto.

2.3 Entidades participantes

Según lo dicho, participarían en la ejecución del Proyecto las entidades existentes que desempeñan funciones necesarias para el buen desarrollo del mismo. Estas entidades se listan a continuación, señalando las funciones que incumbirían a cada una a los efectos de ejecución del Proyecto.

- Comisión Nacional de Riego: planificación, dirección y control de todas las actividades del Proyecto (inclusive control presupuestario), así como provisión de los servicios requeridos que no incumban a ningún otro organismo.
- Dirección de Riego: diseño y construcción de las obras de riego; operación y mantención de las mismas hasta que sean transferidas a los usuarios (se exceptuarían de ello las grandes obras como la presa y los canales matrices, de cuya operación y mantención, seguiría ocupándose la Dirección de Riego).
- Dirección General de Aguas: asignación de derechos de aguas; creación de asociaciones para la distribución de agua; preparación de las bases jurídicas para la organización encargada del manejo general de recursos hídricos.
- Servicio Agrícola y Ganadero: orientación y supervisión de los servicios privados de extensión; organización de asociaciones

de pequeños productores para la adquisición de insumos, la comercialización de productos y la obtención de servicios de mecanización.

- Instituto Nacional de Capacitación: capacitación de los agricultores, del personal de diversos organismos y de quienes deban proporcionar servicios a los agricultores en el área del Proyecto.
- Banco del Estado de Chile y banca privada: concesión de créditos a corto, mediano y largo plazo, a agricultores, cooperativas y personas naturales y jurídicas, con miras al desarrollo de la agricultura.
- Corporación de Reforma Agraria (o quien la reemplace en lo futuro): terminación del proceso de asignación de tierras.

Los gerentes de estas entidades en la región se constituirían en Comisión Coordinadora a nivel regional, presidida por el representante de la Comisión Nacional de Riego. A nivel nacional, la coordinación entre las entidades participantes se lograría por contactos directos entre la Comisión Nacional de Riego y los niveles superiores de decisión de cada organismo.

Otras entidades, además de las antes mencionadas, como por ejemplo el INDAP, el ICIRA, así como organismos regionales, podrían ser invitados a participar, aportando su contribución al éxito del Proyecto, aunque no considerándolos parte integrante del mismo, sino más bien como elementos colaterales. Su aporte podría ser útil en diversas circunstancias, pero su participación plena complicaría considerablemente la coordinación y llevaría a una dispersión de los esfuerzos. En este sentido se considera preferible concentrar cada tipo de actividad en un sólo organismo, en lugar de tratar de coordinar a todo el vasto sector de las instituciones agropecuarias existentes.

Cabe aclarar que el cumplimiento de las actividades no tiene necesariamente que hacerse por funcionarios públicos. Así, el diseño de obras, su construcción, asistencia técnica, etc, pueden realizarse por contratos. Es indispensable, sin embargo, que la entidad responsable de cada actividad contratada oriente, controle y supervise el cumplimiento de la misma, bajo la orientación y supervisión de la Dirección del Proyecto.

2.4 Atribuciones y funciones de la Dirección del Proyecto

Para que la Dirección del Proyecto, como parte de la Comisión Nacional de Riego, pueda cumplir eficazmente su cometido, requerirá de ciertas atribuciones y métodos que otorguen fuerza real a sus facultades legales, permitiéndole promover el Proyecto Convento Viejo en forma dinámica y enérgica. Los puntos principales requeridos son:

a) Control presupuestario efectivo

b) Planes de operaciones, multianuales y anuales, de aplicación obligatoria para todos los organismos participantes.

c) Convenios específicos con los organismos participantes acerca de la ejecución de sus respectivas tareas.

d) Instalación de la sede de la Dirección del Proyecto y de las oficinas proyectales de las entidades participantes dentro del área del Proyecto o en sus cercanías inmediatas.

A continuación se examina cada uno de estos puntos con mayor detalles.

a) Control presupuestario

La Dirección del Proyecto debe estar facultada para asignar a los diversos organismos participantes los fondos necesarios de acuerdo a los objetivos y programas anuales del Proyecto y tomando en cuenta los problemas que surjan durante el año. En consecuencia, deben crearse mecanismos administrativos que permitan asignar al Proyecto Convento Viejo una suma anual global para su ulterior distribución entre los organismos pertinentes. Esto constituye tal vez la herramienta más efectiva a disposición de un organismo que deba coordinar a entidades fiscales. Además, todos los presupuestos asignados al Proyecto, sea cual fuere su origen, deberán ser canalizados a través de la Dirección del Proyecto, la cual gozará así de un control presupuestario efectivo.

b) Plan de operación

Los planes multianuales y anuales constituyen las líneas directrices que especifican cuáles tareas deben ejecutarse en el Proyecto, qué organismo se encarga de cada una y cuándo debe ejecutarla. Los planes, para ser efectivos, deben ser de aplicación obligatoria para todos los organismos participantes. La obligatoriedad se logra mediante el control presupuestario ejercido por la Dirección del Proyecto. Los planes de operaciones deben tener objetivos claros y, en la medida de lo posible, cuantitativos. El fijar objetivos cuantitativos permitirá a la Dirección del Proyecto medir el adelanto logrado en cada campo y efectuar los ajustes oportunos en caso necesario.

c) Convenios con los organismos participantes

Como complemento del control presupuestario se considera aconsejable que cada una de las entidades participantes suscriba un convenio con la Comisión Nacional de Riego en relación a la ejecución del Proyecto. Alternativamente y/o adicionalmente, podría otorgarse una fuerza legal acrecentada a los acuerdos tomados por el Consejo de la Comisión Nacional de Riego, integrado por los ministros de los cuales dependen casi todas las entidades involucradas.

d) Instalación de las oficinas en la región

El propósito obvio que sirve el establecimiento de la sede de la Dirección del Proyecto en el área misma del Proyecto o en

sus vecindades inmediatas, es el de asegurar una mejor comprensión de los problemas de la región y al mismo tiempo facilitar la comunicación con los agricultores, empresas privadas y entidades diversas que allí actúen. Lo mismo se aplica a las oficinas locales, encargadas de los asuntos del Proyecto, en cada una de las entidades participantes. Lógicamente, es preferible que las oficinas de la Dirección del Proyecto y demás entidades estén todas en una misma localidad y, de ser posible, a proximidad una de otra o incluso bajo un mismo techo, lo que facilitaría grandemente la comunicación entre ellas.

Las funciones a ser desarrolladas directamente por la Dirección del Proyecto, ya sea con sus propios funcionarios o bien a través de contratos con empresas privadas apropiadas, son las siguientes:

- Planificación y supervisión
- Confección de presupuestos y administración
- Apoyo a la producción

Las dos primeras funciones derivan directamente de lo expresado más arriba con aspectos a coordinación de las tareas del Proyecto y control presupuestario. En cuanto a los aspectos de apoyo a la producción, y más específicamente los de asistencia técnica y crédito, estos se tratan en las secciones 4 y 5 de este capítulo con mayor amplitud.

Una función adicional de gran importancia que ejercerá la Dirección del Proyecto en forma indirecta es la preparación de los organismos propios de los agricultores para hacerse cargo eventualmente de la administración del Proyecto. Conviene a este efecto que la Dirección del Proyecto celebre reuniones a intervalos regulares con la representación de los agricultores ("Unidad Operativa del Distrito"), para intercambiar información sobre el desarrollo de las actividades y discutir los problemas que vayan surgiendo. A estas reuniones deberían asistir los jefes de todos los servicios pertinentes y los representantes de las entidades participantes.

2.5 Resumen

Se resumen a continuación las recomendaciones formuladas más arriba.

1) La Comisión Nacional de Riego (CNR) debe tener la responsabilidad general de la ejecución del Proyecto. La ejecución en sí correrá a cargo de entidades fiscales o privadas apropiadas, bajo la supervisión de la CNR.
2) La CNR establecerá una división especial (la Dirección del Proyecto) que se encargará de las tareas relacionadas con el Proyecto.
3) La CNR coordinará a nivel nacional las actuaciones de las entidades fiscales participantes en el Proyecto, en forma directa con los niveles de decisión superiores de las mismas.

4) La coordinación a nivel regional se logrará por medio de una Comisión Coordinadora, integrada por los gerentes regionales de las entidades participantes, presididos por el gerente de la Dirección del Proyecto.

5) La CNR controlará, a través de la Dirección del Proyecto, todos los presupuestos asignados al Proyecto y suscribirá convenios con las entidades fiscales participantes para reglamentar sus respectivas actuaciones.

6) La Dirección preparará a un organismo representativo de los agricultores (Unidad operativa del Distrito) para que éste se haga cargo eventualmente de la administración del Proyecto.

7) La Dirección del Proyecto tendrá su sede en la región, al igual que las divisiones proyectales de las entidades participantes.

8) La Dirección del Proyecto elaborará planes de operaciones anuales y multianuales, cuya ejecución será obligatoria para todas las entidades fiscales participantes.

3. IMPLEMENTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

El programa de desarrollo del Proyecto contempla la construcción y el mejoramiento de obras de riego y de adecuación predial, tanto en el área de riego actual como en las áreas de nuevo riego. La implementación oportuna de todas las obras es imprescindible para que el Proyecto pueda disponer del agua necesaria para el riego y por ende alcanzar sus objetivos. Por otra parte, las inversiones requeridas para estas obras son muy considerables, aún a nivel nacional, por lo que se requiere un esfuerzo especial para lograr que sean ejecutadas a su debido tiempo y en forma técnicamente correcta. De ahí que deba prestarse particular consideración a los aspectos organizativos involucrados en la implementación de la infraestructura de riego. Estos aspectos se examinan a continuación.

Las obras a ser construidas se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Obras principales, tales como el embalse, las obras de trasvase y los canales matrices y principales.
- Obras secundarias, tales como canales de distribución, tranques nocturnos y estructuras de control y medida.
- Obras de adecuación predial, tales como nivelación y emparejamiento del terreno y construcción de acequias intraprediales.

En conformidad con la política del Gobierno de no realizar inversiones de índole eminentemente privada, se propone que el Proyecto construya sólo las obras que tienen carácter de infraestructura común, es decir las incluidas en los dos primeros grupos, a exclusión de las del tercer grupo, cuya ejecución correspondería a los propietarios de los predios respectivos. En consecuencia, las obras que deberían ser construidas por el Proyecto incluiría la presa, las obras de trasvase, los sistemas matrices y principales y los canales secundarios que sirven a grupos de agricultores, hasta la toma predial.

La recomendación referente a la ejecución de los sistemas secundarios por el Proyecto se basa en la experiencia, tanto de Chile como de otros países, según la cual no cabe esperar que inversiones de esta magnitud se efectúen dentro de plazos muy ajustados, si dependen de la acción común de grupos de agricultores con intereses diferentes. En efecto, una vez iniciada la racionalización del sistema en el área del Proyecto, será indispensable completarla con un sistema de suministro confiable a nivel de canales secundarios, para facilitar al agricultor el manejo de recursos hídricos restringidos. Teniendo en cuenta que las obras deberán efectuarse en corto tiempo, los agricultores no tendrán la capacidad técnica ni organizativa para ejecutarlas por sí mismos. Por otra parte existen problemas jurídicos y administrativos que requieren soluciones apropiadas. Así, por ejemplo, la construcción de tranques nocturnos comunes implicaría utilización de terrenos a veces regados actualmente; asimismo, existen en el área actualmente regada por cada canal, predios cuyo suministro de agua es satisfactorio, por lo cual los propietarios de estos predios no estarían interesados en la construcción de obras de mejoramiento.

Se debe anotar que el hecho de que el Proyecto se responsabilice por la construcción de los sistemas secundarios no determina automáticamente quién y cómo se pagará por las obras y quién operará el sistema. Según se señala más adelante en este capítulo, se recomienda que la Dirección de Aguas, a través de la Junta de Vigilancia, entregue (y cobre) el agua en la cabecera de los canales principales y que la operación y mantenimiento del sistema a nivel de canales principales y secundarios esté a cargo de las Asociaciones de Canalistas.

En lo que se refiere a la recuperación de la inversión, existen básicamente dos posibilidades.

a) Que se haga de la misma forma que se aplicará a la recuperación de los costos de los sistemas principales.

b) Que se considere como crédito a los miembros de la Asociación.

La elección de una u otra de estas posibilidades incumbe a las autoridades encargadas de fijar la política de desarrollo del país.

En cuanto a las obras de adecuación predial, se propone, según se ha dicho, que las realicen los propios agricultores, ya sea en forma individual o bien organizándose en grupos, para superar más fácilmente los problemas que tales trabajos implican. Sin embargo, no cabe esperar que la adecuación predial se lleve a cabo oportunamente y en la escala requerida sin intervención alguna por parte de las autoridades del Proyecto. Para estimular a los agricultores en la ejecución de la adecuación predial o el mejoramiento de sus sistemas en áreas de riego actual, se propone establecer mecanismos que logren que ellos:

- Tengan clara conciencia de la necesidad de ejecutar los trabajos de adecuación predial en razón de las restricciones que se aplicarán al suministro de agua.
- Estén conscientes de las ventajas y beneficios que significará para ellos la ejecución de las obras.
- Dispongan de los medios necesarios para ejecutar el programa de adecuación predial previsto.

El esquema propuesto consiste, por lo tanto, en facilitar al agricultor diseños, asistencia técnica y créditos especiales para adecuación predial, simultáneamente con la aplicación de las restricciones en la entrega de agua. Aceptando que los pequeños agricultores del sector reformado tienen una capacidad más limitada, y en vista de que eficiencia en el uso del agua afecta no solamente la producción del predio en cuestión sino también la superficie total que se puede regar, se propone que el diseño y la asistencia técnica sean gratuitos para estos agricultores y que el crédito se les otorgue en condiciones favorables, tal como se señala en las secciones siguientes de este capítulo.

La ejecución de los trabajos de adecuación predial se encargaría a contratistas aprobados por la Dirección del Proyecto, Estos serían contratados por los agricultores en forma individual o bien a través de

las asociaciones. Cabe suponer que en los casos en que se opte por contratación a través de la asociación para un área mayor, se reducirán los costos y los plazos de implementación y, además, será más fácil asegurar una ejecución de nivel técnico adecuado.

4. ASISTENCIA TECNICA

4.1 Generalidades

La importancia de la asistencia técnica dentro del proceso de producción agrícola es reconocida tan unánimemente que se obvia aquí la discusión sobre este tema. Sin embargo, es menos unánime el concepto de como esa asistencia debe ser otorgada.

Entre los enfoques aplicados pueden discernirse dos, a saber, el "paternalista" y el así llamado "catalítico", que constituyen uno la antítesis del otro. Según el enfoque paternalista, la institución encargada del desarrollo asume prácticamente todas las decisiones a través de la red de extensión, colocando de esta manera al agricultor en una situación más similar a la de un peón asalariado que a la de un empresario agrícola. Es así que el organismo promotor se ve embarcado en una acción masiva y permanente, con los consecuentes costos involucrados en ello.

Por otra parte, el enfoque catalítico aboga por el desarrollo de la aptitud empresarial del agricultor, mediante la catalización de su propia iniciativa. Para desarrollar la capacidad empresarial del agricultor es preciso que el proceso de producción, y con él la toma de decisiones, sean de la sola responsabilidad del agricultor, sin intervención de ninguna entidad, oficial o privada. De esta manera se asegura un proceso de producción más natural y racional, amén de los ahorros que se registran al evitarse la necesidad de una intervención masiva por parte del ente promotor del desarrollo. Aunque la fructificación de este enfoque pueda parecer más lenta en un principio, los logros del mismo son, en última instancia más sólidos y permanentes.

Por estas razones se recomienda adoptar el enfoque catalítico, que por otra parte se ajusta mejor a los programas vigentes en el campo de la asistencia técnica.

La asistencia técnica abarca distintas actividades destinadas a apoyar al agricultor durante el proceso de implantación, puesta en marcha y operación corriente del Proyecto.

Tres son las actividades principales que, conjuntamente con el crédito tratado por separado más adelante, constituyen, a criterio del Consultor, el paquete mínimo de apoyo al agricultor requerido para obtener del Proyecto los beneficios esperados, a saber: elaboración de planes de desarrollo y de inversiones a nivel predial, extensión agrícola y pecuaria, y promoción de organizaciones y empresas para la prestación de servicios. A continuación se consideran en detalle estos tres campos de acción.

4.2 Elaboración de planes de desarrollo e inversiones a nivel predial

El plan propuesto para el desarrollo del Proyecto incluye un programa agropecuario que especifica en forma global los cultivos y rotaciones recomendadas para las diferentes zonas del Proyecto, en función de las características edafoclimáticas de cada una. La aplicación de estos lineamientos generales a nivel de explotación individual requiere un pro-

ceso de planificación detallada para cada predio, proceso que tendrá los siguientes objetivos:

a) Establecer en forma detallada el programa de producción de cada predio de acuerdo a sus particularidades específicas y a las preferencias del agricultor y definir según esto el equipo e instalaciones requeridas así como el monto de las inversiones necesarias y los trabajos que deberán efectuarse.

b) Servir de base para el diseño de las obras de adecuación predial.

c) Servir de base para la obtención de créditos para los fines de adecuación predial, inversiones agropecuarias y capital de trabajo.

Los aspectos agrícolas del plan, tales como metas de producción, fechas y tipos de labores, etc, deberán ser actualizados periódicamente según las circunstancias, lo que constituye parte integrante del asesoramiento otorgado por el servicio de extensión.

La integración entre la planificación agropecuaria del predio y la adecuación predial reviste fundamental importancia para lograr que las obras de adecuación sean compatibles con los cultivos previstos, que se obtengan eficiencias de riego aceptables, y que los excedentes de agua (de riego y lluvias) puedan ser evacuados apropiadamente.

Dado que las obras de adecuación predial tienen una incidencia que trasciende el ámbito del predio aislado e influyen en predios vecinos o bien en áreas públicas, será interés de las autoridades reservarse el derecho de poder influir en la planificación de las mismas. De esta forma podrá lograrse un uso más racional del agua, a la par que podrán ser evitados problemas relacionados a la evacuación descontrolada de excedentes hídricos. Es esta la razón por la cual también se considera que los créditos otorgados para estas operaciones deberán gozar de condiciones favorables especiales.

4.3 Extensión agrícola y pecuaria

La extensión debe estar orientada a colmar la brecha existente entre los niveles actuales de rendimientos e ingresos y los que se aspira a alcanzar a través del plan de desarrollo propuesto. La labor de extensión debe perseguir este objetivo en forma gradual y sistemática, concentrando sus esfuerzos en la aplicación de aquellas prácticas agrotécnicas básicas que surtan un máximo de efecto, pero que al mismo tiempo sean lo suficientemente sencillas como para que el agricultor medio pueda aplicarlas sin necesidad de un apoyo logístico complejo o una excesiva tecnificación. La extensión debe, pues, centrar sus esfuerzos en la introducción de cambios simples, que tengan el mayor impacto posibles en términos de beneficios económicos, y que puedan aplicarse en una escala grande, a fin de diseminarse en un período relativamente corto en el conjunto de la población agrícola.

Las relaciones entre el agricultor y el agente de extensión tropiezan muchas veces con una falta de confianza por parte del primero. Los agentes de extensión deberán superar a toda costa este obstáculo, primero tratando de ganarse la confianza de un pequeño grupo de agricultores y luego logrando la buena voluntad y cooperación de algunos "agentes de cambio" dentro de este grupo. Una vez establecido un clima de confianza mutua, la labor de extensión podrá concentrarse en un mejoramiento gradual de los cultivos claves y de las actividades críticas. Toda actividad llevada a cabo con éxito durante algunos años se convierte en una práctica habitual, de modo que ya no se requieren incentivos para inducir al agricultor a seguir aplicándola. Puede pasarse entonces a otra actividad hasta que ella también sea adoptada como cosa de rutina por los agricultores y así sucesivamente, hasta lograr que se adopte el ciclo completo de prácticas culturales requeridas.

Una labor de extensión desarrollada por personal capacitado y dedicado, con metas y programas de trabajo netamente definidas, acaba por crear un clima de confianza, en el cual el agricultor exige los cambios en lugar de que éstos le sean impuestos contra su voluntad. En una palabra, se crea así en el agricultor una motivación hacia los objetivos del desarrollo, traducidos en términos de metas a corto plazo y expresados en forma que le resulte comprensible.

La metodología propuesta para las tareas de extensión se basa en los siguientes principios generales:

a) La capacidad de los agricultores deberá tener el carácter de un adiestramiento práctico, porque el sistema magistral ha demostrado ser de escaso efecto en estos casos.

b) Deberán tomarse en cuenta las limitaciones del agricultor para asimilar innovaciones y la dificultad en proporcionarle servicios de apoyo. De ahí que se considere más efectiva la concentración de actividades en unas pocas innovaciones críticas, relativamente fáciles de adoptar y que puedan dar resultados a corto plazo.

c) Las recomendaciones que se pretenda transmitir al agricultor deberán ser suficientemente seguras y económicamente rentables. Lo primero significa que el agricultor no debe correr ningún riesgo, respecto de prácticas no suficientemente aprobadas. En el aspecto económico, la utilidad que el agricultor derive de las innovaciones no debe ser sólo marginal; la decisión de adelantar una determinada campaña enfocada a un rubro específico deberá obedecer a un análisis económico de su efecto.

Junto a estos principios básicos, merecen formularse algunas consideraciones de interés que complementan el tema:

- El trabajo de campo requiere de un apoyo logístico indispensable para cumplir sus objetivos, apoyo que no siempre se provee en la forma más efectiva y funcional. Así, por ejemplo, el personal técnico necesita medios de movilización y equipos mínimos de muestreo y observación, comunicaciones y consulta, que deben presupuestarse debidamente.

- Es necesario reducir al mínimo posible el número de personas que tengan contacto directo con el agricultor. Como norma general, cuanto más pequeño sea su predio y mayor su grado de atraso, menor cantidad de asistentes deben visitarlo.
- El personal de extensión deberá poder apoyarse en un centro de experimentación aplicada, donde se adelantarán los ensayos que sean necesarios y se impartirá cierto grado de capacitación al personal técnico.
- Se considera necesaria la implementación de un programa de extensión para la aplicación del riego a nivel predial, como requisito indispensable para obtener las eficiencias programadas, que permitan tanto uniformidad de producción en el predio como también ahorro de los recursos hídricos disponibles a nivel de predio y de Proyecto y reducción de los problemas de drenaje. Esta clase de extensión tendrá, también, las dos líneas de acción ya mencionadas: capacitación de personal y labor de ex - tensión directa.

  La capacitación se orientará al personal técnico que deba llegar al agricultor, mediante el planteamiento de normas de fácil transmisión, complementadas y/o basadas en programas de trabajo bien definidas.

  La extensión directa se hará con el personal técnico debidamente capacitado, que deberá transmitir sus conocimientos a los agricultores en forma simple y clara, tanto para los medianos productores, como para los reformados.

4.4 Promoción de las organizaciones y empresas de servicios

Un objetivo complementario del sistema de asistencia técnica del Proyecto debe ser el de promover las organizaciones dedicadas a la prestación de servicios.

El objetivo de estas organizaciones y empresas es el de ayudar a obtener servicios que, de otro modo, resultarían antieconómicos o desventajosos. Ello se aplica por ejemplo al caso de la maquinaria agrícola: dado que para predios pequeños la adquisición de un tractor y equipos resulta antieconómica, la prestación de servicios de maquinaria por organizaciones de productores en forma rotativa a sus respectivos integrantes ofrece una solución efectiva. Otra solución consiste en la prestación del mismo servicio por una empresa privada especializada.

Otro caso se refiere a la comercialización de la producción. Según ha sido posible constatar en la encuesta realizada durante el estudio, la comercialización a través de cooperativas de agricultores es uno de los canales preferidos por los productores. Ello se debe naturalmente a que la cooperativa u organización de ventas de los agricultores, al manejar volúmenes de producción de una magnitud muy superior a la de cada agricultor aislado, posee una fuerza de negociación mucho mayor, logrando así mejores condiciones de venta. Las cooperativas existentes en la zona concentran ya a un gran número de agricultores y constituyen una buena base para proporcionar este tipo de servicio. La comerciali-

zación a través de empresas privadas especializadas y provistas de los equipos e instalaciones apropiados (vehículos, frigoríficos, etc) constituye también una solución satisfactoria para la prestación de este servicio.

Lo dicho se aplica en la misma medida a otros servicios de diversa índole, tales como suministro de insumos de producción, transporte, ejecución de trabajos de mantención en canales secundarios, etc, todos los cuales pueden ser proporcionados por empresas privadas o por organizaciones de productores. Estas últimas pueden ser de tipo cooperativo o bien del tipo de las asociaciones de canalistas existentes en el área. En cualquier caso es necesario promover la creación y/o ampliación, tanto de empresas privadas como de organizaciones de productores, que puedan prestar eficazmente los servicios de apoyo requeridos en el área.

4.5 Organización y financiamiento de la asistencia técnica

En conformidad con la política del Gobierno de transferir al sector privado diferentes actividades que antes realizaban entidades fiscales, se propone un esquema según el cual los servicios de asistencia técnica serían proporcionados por empresas consultoras particulares, que se especializarían en este campo. Se considera que si se cumplen ciertos requisitos de organización y financiamiento, el esquema propuesto puede funcionar en forma eficaz, aportando una contribución valiosa al éxito del Proyecto.

El aumento de la productividad y del valor de la producción que se espera lograr merced al Proyecto es rápido y de magnitud considerable. Uno de los requisitos básicos para poder alcanzar este objetivo es que la asistencia técnica esté bien coordinada con las metas del Proyecto y con el avance de su desarrollo físico y, además que se proporcione a los agricultores en tiempo oportuno. Para lograr que así se haga, se debe asegurar que la actividad de asistencia técnica sea orientada, controlada y supervisada por la Dirección del Proyecto. Esto implica que la Dirección del Proyecto controle el número y calidad de las empresas, establezca periódicamente objetivos, prioridades y programas, asigne responsabilidades a las empresas, supervise de cerca la marcha del trabajo y avalúe oportunamente los resultados. Es muy probable que para cumplir dichas tareas, la Dirección del Proyecto deba recurrir, por lo menos en los primeros años, a un servicio de consultoría especializada en el manejo y organización de programas de asistencia técnica.

Otro aspecto de importancia primordial está relacionado con la aceptación del servicio de parte del agricultor. Se estima que la mayoría de los agricultores, y especialmente los del sector reformado, carecen de capacidad para pagar el servicio y, lo que es más importante, no están convencidos de su necesidad y valor, según parecen confirmarlo los resultados de encuestas efectuadas sobre el terreno. Por otro lado es importante anotar que en el caso del Proyecto Convento Viejo, el agricultor que no cuente con asistencia técnica no sólo carecerá del apoyo tecnológico para mejorar su producción sino que verá limitado gravemente su acceso al crédito para inversiones y para adquisición de insumos.

Considerando lo anterior se recomienda que para las primeras etapas de desarrollo del Proyecto, este servicio se preste en forma gratuita a los agricultores pequeños y del sector reformado. Sólo cuando la asistencia técnica pueda mostrar éxitos claros como resultado de su labor, será conveniente empezar a cobrar por dicho servicio a todos los agricultores.

Lo expuesto más arriba se refiere únicamente a los dos primeros aspectos de la asistencia técnica, a saber: planificación a nivel predial y extensión. Por lo que se refiere al tercer aspecto, es decir la promoción de organizaciones y empresas encargadas de prestar servicios de apoyo, conviene que la propia Dirección del Proyecto tome a su cargo esta función, a través de su personal encargado de las tareas de supervisión del sistema de asistencia técnica.

4.6 Estimación presupuestaria de los requerimientos

Se considera que los propietarios de los predios inferiores a 5 ha deberán ser atendidos, como hasta el presente, por el INDAP. Para el resto de los propietarios se han estimado, en forma general, las necesidades de asistencia técnica en términos de personal técnico y profesional. Para ello se han adoptado dos índices: para predios hasta 25 ha se estima que se requerirá 1 técnico agrícola por cada 600 ha; para predios mayores, 1 técnico agrícola por cada 900 ha. Asimismo se ha supuesto que se requerirá un profesional por cada 5 técnicos. En el Cuadro K-1 se presenta el número de agricultores según estratos de propiedad y en el Cuadro K-2 el número de hectáreas netas, también por estratos. En base a los datos de estos cuadros se tienen:

Predios de 5,1 a 25 ha	Profesionales	Técnicos Agrícolas
Area: 58.520 ha		
N° de técnicos 58.520 : 600 =		97
Agricultores: 4.252		
N° de agricultores por técnico 4.250:97=43		
N° de profesionales: 97 : 5	19	
Predios de más de 25 ha		
Area: 56.750 ha		
N°de técnicos 56.750 : 900 =		63
Agricultores: 768		
N° de agricultores por técnico 768:63=12		
N° de profesionales: 63 : 5	12	
Total de profesionales	31	
Total de técnicos		160

Cuadro K-1 : Número de predios de 5 ha y más según estratos de tamaño - Etapa I

Estrato	Zona I	Zona II	Zona III	Nilahue	Total
5,1 - 25 ha					
- No reformado	318	326	245	141	1.030
- Reformado	1.258	812	1.008	144	3.222
25,1 - 50 ha	126	130	43	47	346
Más de 50 ha	115	133	72	102	422
T o t a l	1.817	1.401	1.368	434	5.020

Cuadro K-2 : Area neta por zona y estrato de propiedad, en predios de 5 ha y más - Etapa I (ha)

Estrato	Zona I	Zona II	Zona III	Nilahue	Total
5,1 - 25 ha					
- No reformado	4.311	4.349	3.398	1.346	13.404
- Reformado	16.160	10.372	13.877	4.713	45.122
25,1 - 50 ha	3.949	4.349	1.415	1.122	10.835
Más de 50 ha	10.055	12.045	8.780	15.039	45.919
T o t a l	34.475	31.115	27.470	22.220	115.280

Suponiendo un salario de $20.000 por hombre mes profesional y $10.000 por hombre-mes técnico, el costo de salarios de este rubro sería:

31 hombre-mes x $20.000 =	$ 620.000
160 hombre-mes x $10.000 =	1.600.000
Total mensual de salarios	$2.220.000

Por año, esta suma sería: $2.220.000 x 12 = $26.640.000

Por ha, el costo anual sería: 26.640.000 : 115.280 = $231

A la tasa de cambio de $19,04 por dólar = 231 : 19,04 = PUS$12,13

El costo anual por hectárea en concepto de salarios de la asistencia técnica sería, para la fase de operación completa de la Etapa I de PUS$12,13. Debido a que se ha supuesto que el servicio sería otorgado por empresas privadas, este valor debe multiplicarse por un coeficiente, a fin de cubrir los gastos generales y de administración, transporte y utilidades más los gastos de operaciones especiales (demostraciones, etc). Si se supone que este coeficiente es igual a 2, se tiene que el costo anual por hectárea es de 24,26 ≈ 25 dólares, que es la cifra utilizada en la evaluación económica.

Cabe señalar que este costo no incluye el diseño y supervisión de las obras de adecuación predial, el cual está contemplado en el presupuesto de los sistemas prediales en el rubro de "ingeniería" (Capítulo H).

5. CREDITO

5.1 Generalidades

Para que el Proyecto Convento Viejo pueda desarrollarse conforme a los planes propuestos en este informe es imprescindible que los productores puedan disponer de créditos de un monto adecuado y en tiempo oportuno para las necesidades de sus explotaciones. De hecho el crédito, conjuntamente con la asistencia técnica son los mecanismos más importantes que deberán ponerse en juego para promover el desarrollo agropecuario del área del Proyecto y el consiguiente aumento de su producción.

La importancia del crédito como factor de desarrollo es hoy generalmente reconocida y ha sido demostrada por numerosos estudios y análisis publicados en los últimos años. Merece destacarse a este respecto un estudio reciente del USAID(1) en Chile, según el cual los agricultores que hacen uso del crédito obtienen beneficios por hectárea superiores en un 75 a 90% a los alcanzados por agricultores que no lo utilizan. El estudio señala, asimismo, que a mayor monto de préstamos corresponde generalmente un mayor beneficio por hectárea.

El desarrollo del Proyecto requerirá montos apreciables de crédito (Capítulo N) en tres grandes rubros básicamente, a saber:

a) Inversiones en puesta en riego. Este rubro incluye todas las inversiones en la adecuación predial, ya sean modificaciones y/o mejoramiento de sistemas actuales de riego, drenaje y preparación de la tierra, ya en la implementación de nuevos sistemas; el detalle de estas inversiones se presenta en el Capítulo H. En algunos casos estas inversiones podrían incluir también obras comunes.

b) Inversiones agrícolas. Estas incluyen maquinaria agrícola, bodegas y otras construcciones, adquisición de ganado, instalaciones ganaderas, plantación de huertos frutales y viñedos, etc.

c) Insumos anuales. Estos créditos cubren las necesidades de financiamiento de los insumos para cultivos anuales así como para ganadería y frutales en producción.

En la actualidad existen diversas líneas de crédito destinadas específicamente al sector agropecuario. Sin embargo hay que tomar en cuenta a este respecto tres puntos importantes, a saber:

---

(1) Small farmers of the Central Irrigated Agricultural Region of Chile Agricultural Year 1974 - 1975; American Technical Assistance Corporation, April 1976.

- El monto de crédito adicional que se requerirá a raíz del desarrollo del Proyecto será muy apreciable, como se detalla más adelante.
- Las condiciones de las líneas de crédito existentes (o sea requisitos previos, trámites, plazos e intereses) no son los más adecuados para las necesidades del Proyecto, especialmente en cuanto se refiere a adecuación predial y a agricultores del sector reformado.
- Las líneas existentes no permiten a la Dirección del Proyecto imponer condiciones (como por ejemplo supeditar el crédito al uso de la asistencia técnica) o promover actividades especiales de acuerdo con el plan de desarrollo.

En vista de lo anterior se propone establecer, con base en el crédito externo para el Proyecto, líneas especiales de crédito para todas las inversiones relacionadas con la puesta en riego, así como para las necesidades específicas de los agricultores del sector reformado.

5.2 Crédito para inversiones

Según la estimación presentada en el Capítulo N, el monto total del crédito requerido para inversiones de los agricultores sería de unos PUS$41,02 millones.

Los programas actuales de crédito no son los más apropiados para financiar inversiones especialmente en adecuación de tierras y sobre todo cuando se trata de agricultores de capacidad limitada. Ello se debe a que los trámites de aprobación son tediosos y complejos, los plazos de amortización demasiado breves, la tasa de interés elevada y la disponibilidad de fondos limitada. Por lo tanto, es de extrema importancia que se cuente con líneas especiales para el Proyecto Convento Viejo, dedicadas específicamente al financiamiento de inversiones. Estos créditos deberán poseer ciertas características, a saber:

- Trámites sencillos para la obtención del préstamo, obviando toto trámite burocrático superfluo.
- El crédito se otorgará de acuerdo con un plan multianual de inversiones preparado por la asistencia técnica. Una vez aprobado el crédito, la entrega anual de fondos no requerirá la repetición de los trámites básicos.
- El período de reembolso de los préstamos deberá ser proporcional a la vida útil de la inversión, por ejemplo plazos totales (incluyendo períodos de gracia) de 20 años para adecuación predial, 10 para frutales y 8 para ganadería.
- Deberá otorgarse un período de gracia razonable. Se recomiendan 5 años para adecuación predial, 3 o 4 años para frutales según la especie y 3 para ganadería.
- Para las obras de adecuación predial, la tasa de interés deberá ser especialmente baja, ya que deberá incentivarse las inversiones en este rubro, dado que tienen influencia en el sis-

tema de riego en su totalidad. Obras apropiadas de adecuación predial conducirán a un uso más racional del agua y por ende a una mayor eficiencia del sistema público. Se recomienda una tasa máxima de interés del 8%.

5.3 Crédito para capital de trabajo

El monto promedio anual de los costos de producción durante los primeros cinco años será de unos PUS$40 millones; entre el 5° y el 12° año, el promedio anual será de PUS$64 millones, y en la etapa de estabilización, de PUS$80 millones anuales. Si se supone que los requerimientos de crédito serían de un 75% del monto total de los costos de producción, las sumas correspondientes a los tres períodos arriba mencionados serían de PUS$30, 48 y 60 millones respectivamente.

En el caso del crédito para capital de trabajo también se estima necesario asignar recursos para líneas de crédito especiales, por lo menos para agricultores pequeños y del sector reformado, que se otorgarían en condiciones más cómodas.

Entre los requisitos exigibles para el otorgamiento de crédito proveniente de estos fondos especiales deberán figurar dos en particular:

- El uso de asistencia técnica
- La realización de la adecuación predial

Actualmente los créditos agrícolas para insumos deben reembolsarse, por regla general, muy poco después de la cosecha. Transcurrido ese plazo, los agricultores deben pagar intereses con multa por mora. Sin embargo debiera tenerse en cuenta a este respecto que la venta de la producción inmediatamente después de la cosecha suele significar precios bajos, mientras que la conservación de los productos en espera de mejores precios más adelante supone en general un costo de almacenamiento. En ambos casos, ello gravita negativamente sobre la transacción. Además, los compradores de los productos no cancelan al momento de la entrega sino a 30, 60 o 90 días plazo, de modo que el agricultor no cuenta con los recursos para pagar la deuda en forma oportuna. Si no se modifican las modalidades actualmente vigentes para el pago de los productos, se deberá por lo menos introducir cambios en las condiciones en que se otorgan los créditos bancarios, fijando plazos de devolución apropiados a las circunstancias reales, para evitar el pago de intereses con multa por mora.

5.4 Diferentes aspectos relacionados al crédito

A continuación se plantean brevemente algunas recomendaciones de diversa índole, relacionadas con el crédito, tanto para inversiones como para capital de trabajo.

a) Los créditos especiales (cuyos fondos provendrían del préstamo internacional para el Proyecto) serán otorgados por el Banco del Estado y por la banca privada, quienes deberían tener una refinanciación del Banco Central. Debe anotarse que en la actualidad casi todo el crédito agrícola en la zona proviene del Banco del Estado pero una vez establecido el mecanismo de refinanciamiento para la banca privada, se espera que ésta actúe ágilmente en la colocación de préstamos.

b) La falta de agencias y sucursales en la región, y la concentración de casi todas las existentes en San Fernando, Santa Cruz y Peralillo, constituyen un serio obstáculo para el uso del crédito. El hecho de que el agricultor deba desplazarse, unido al horario limitado de atención al público en los bancos (de las nueve a las catorce horas, cinco días a la semana), constituyen probablemente un impedimento serio para los agricultores. Al irse ampliando e intensificando la producción agropecuaria del área del Proyecto, convendrá insistir ante las gerencias de los bancos para que abran más agencias y sucursales bancarias en la parte occidental del área, especialmente en Nilahue.

c) Encuestas efectuadas entre los agricultores indican que éstos no están al tanto de las líneas y fuentes de crédito existentes. Conviene que la Dirección del Proyecto realice campañas de promoción y asimismo proporcione información adecuada al personal de asistencia técnica para que éste a su vez la transmita a los agricultores siempre que sea posible.

   Como se dejara dicho en el análisis relativo a la implementación del Proyecto, la administración de éste deberá promover en forma activa el crédito en todos los frentes. Esto supone no sólo divulgar las posibilidades de crédito estos los agricultores, sino también proporcionarles asistencia en la obtención de los préstamos.

d) Los créditos especiales para el Proyecto deberán ser usados por la Dirección del Proyecto como instrumento de promoción y orientación del desarrollo. Por ejemplo, la colocación de créditos para adecuación predial deberá promoverse de acuerdo con las áreas señaladas como prioritarias por el plan de operaciones anual. Esta labor deberá hacerse con la ayuda de la asistencia técnica y de los bancos.

e) Es indispensable contemplar en la reglamentación de los créditos una solución al problema de aquellos agricultores del sector reformado en las áreas de nuevo riego que, por no contar con título individual, todavía no pueden ofrecer el terreno como garantía.

f) Uno de los medios más importantes para agilizar la concesión de crédito y su manejo consiste en otorgar préstamos a grupos organizados de agricultores. En este sentido las cooperativas constituyen un medio excelente para canalizar los créditos a los agricultores, con un riesgo mínimo y con procedimientos administrativos simplificados, pues ellas mismas pueden

administrar los préstamos. El conocimiento directo que tienen de los agricultores, junto con el control que ejercen sobre una parte considerable de la comercialización, reduce el riesgo de deudores morosos. En la actualidad existen tres cooperativas en el área, con casi 3.000 miembros. Debido a que hay en el área del Proyecto alrededor de 10.500 agricultores en todos los estratos de tamaño de los predios, una parte apreciable de ellos parecen estar ya organizados en cooperativas. No existe, pues, necesidad de crear otras nuevas, a menos que los agricultores muestren alguna iniciativa en tal sentido, pero es menester estimular y proporcionar asistencia a las que ahora existen, para que aumenten el número de sus miembros.

Otros grupos, como, por ejemplo, las asociaciones de canalistas, ya se encuentran legalmente constituidos y son, por tanto, posibles usuarios de crédito sin mayor trámite. Se puede aprovechar esta circunstancia estimulando a las asociaciones de canalistas a que obtengan préstamos a ser reasignados entre sus miembros para mejorar el sistema de distribución.

6. ASIGNACION Y DISTRIBUCION DEL AGUA Y TARIFADO

6.1 Introducción

Es evidente que el área del Proyecto Convento Viejo el agua seguirá siendo en lo futuro un recurso limitado, aún después de la construcción de la presa y demás obras programadas. La situación de abundancia relativa, que existirá durante unos pocos años inmediatamente después de concluirse la construcción de la presa, será de corta duración y se dará sólo en parte del área, por lo cual, no modificará la situación básica de limitación de las disponibilidades hídricas.

En tales condiciones es indispensable establecer mecanismos apropiados para asignar y distribuir el agua a los miles de agricultores del área en una forma tal que todas puedan beneficiarse de ella dentro de los límites impuestos por las disponibilidades de agua.

El régimen de asignación y distribución debe reunir en lo posible cuatro condiciones:

- Ser equitativo para todos los usuarios que derivan su abastecimiento del sistema Convento Viejo.
- Promover el uso eficiente del agua para aprovechar al máximo los limitados recursos disponibles.
- Ser factible desde el punto de vista operativo
- Ajustarse a la política general del Gobierno en estas materias.

El mecanismo tradicionalmente usado en Chile para gobernar la distribución de recursos de agua limitados, y que funciona al presente en el área de riego actual, es el sistema de derechos de agua, que consiste en distribuir el caudal disponible entre los usuarios en forma proporcional al número de "acciones" o "derechos de agua" que cada uno posee, dejando los caudales que eventualmente puedan sobrar para los regantes sin derechos reconocidos (riego eventual).

Otro método que en principio podría regir la distribución del agua consiste en cobrar por su uso una suma proporcional al volumen consumido, hasta cierto límite por encima del cual se aplica una tarifa mucho más elevada, que tiende a desincentivar el uso excesivo de agua. El sistema de tarifado del agua no se ha aplicado hasta ahora en Chile, salvo en un sólo caso y en forma indirecta, cobrando un canon proporcional al área regada y tipo de cultivo y no al consumo real. No obstante, un sistema de cobro proporcional al consumo, aún con tarifas preventivas para uso excesivo, no basta por sí solo para regular de un modo eficiente la distribución de recursos de agua limitados, especialmente en tiempos de escasez. Es de señalar, sin embargo, que el Gobierno tiene la intención de aplicar un sistema de tarifas, aunque no a los usuarios individuales (véase más adelante) sino a las asociaciones de canalistas. Por medio de un sistema de precios escalonados se estimulará un manejo interno más eficiente de la distribución a los usuarios individuales.

La recomendación planteada por el presente estudio consiste en seguir usando el sistema de derechos, aunque introduciendo reajustes en el mismo, y al propio tiempo introducir y perfeccionar gradualmente el sistema de cobro por agua, lo que podría reducir la importancia del sistema de derechos y eventualmente reemplazarlo por completo.

6.2 Sistemas de distribución por derechos de agua

Los principios del sistema de derechos se describen en detalle en el Anexo XIV. Estos derechos está definidos como partes alícuotas del caudal de flujo libre. La distribución entre los usuarios se hace en forma proporcional a los derechos, lo que tiene especial importancia cuando el caudal se reduce y el río entra en régimen de turno.

El análisis de los derechos de aprovechamiento actualmente vigentes en las áreas bajo riego indica que su repartición no es racional ni equitativa (Capítulo H). Así, predios contiguos y de iguales características no disfrutan de iguales derechos; algunas áreas sólo reciben agua cuando existen caudales sobrantes; otras sólo pueden aprovechar los derrames de áreas vecinas, sin derechos reconocidos. Esta situación compleja es el resultado de un largo proceso de desarrollo del riego y asignación de derechos que ha tenido lugar en la zona durante muchas décadas. La reasignación de los derechos de agua en forma equitativa entre los agricultores en función del área regable en cada predio, la aptitud de sus suelos y la rotación de cultivos prevista en el plan agrícola, permitiría regar áreas más amplias con el mismo volumen total. La ley permite a la Dirección de Aguas reasignar los derechos en caso de que un área se proponga para racionalización de los recursos disponibles (Anexo XIV).

Cuando se considera el problema de los derechos resulta conveniente dividir el área en dos partes:

a) La sección no dominada por el embalse, que comprende básicamente el tramo superior del valle del Tinguiririca hasta la desembocadura del Canal Las Trancas, así como otras áreas pequeñas de la Zona I, regadas por otras fuentes.

b) La sección dominada por el embalse, que comprende el resto del área del Proyecto.

Las áreas de la sección no denominada seguirán utilizando agua procedente de derivaciones directas de caudales no regulados del río. Sin embargo, es importante notar que estas áreas se beneficiarán también con el embalse, ya que a diferencia de la situación actual, no tendrán que dejar en el Tinguiririca, en épocas de escasez, los caudales necesarios para el riego del área del Tinguiririca Bajo, sino que estos caudales serán abastecidos por el embalse, una vez puesto en operación.

La característica básica de estas áreas del sector alto es que lo que determina su disponibilidad de agua son los caudales instantáneos del río. Por lo tanto, los derechos modificados en esta área seguirán siendo fijados en términos de partes alícuotas del caudal del río, pero

con un límite máximo de determinado número de litros/segundo por hectárea para cada mes. La reasignación de derechos se hará de acuerdo a la superficie de los predios, tipo de suelos y plan de cultivos previsto.

La sección dominada por el embalse tiene características completamente diferentes, en el sentido de que existe un alto grado de substitución entre el consumo en un mes y otro, de tal manera que el agua que no se usa en un mes puede usarse en los siguientes. En estas condiciones conviene abandonar la fórmula existente de parte alícuotas y adoptar una fórmula de cuotas totales por temporada (en m^3/ha). Esto daría al agricultor mayor flexibilidad en el uso del agua a lo largo de la temporada agrícola. Las cuotas se definirían de acuerdo con el tipo de suelo y la superficie del predio.

Cabe recalcar que este sistema de derechos, tanto en la sección no regulada como en la regulada, parte de la premisa de que es necesario aprovechar toda el agua que fluye, tanto de día como de noche, ya que ambos sectores operarán las 24 horas del día. Ello exige aprovechar de alguna manera los caudales nocturnos, pues de lo contrario el agricultor se expone a perder buena parte del agua que le corresponde de acuerdo a sus derechos. Este objetivo puede lograrse regando durante la noche o bien recurriendo a tranques nocturnos. Ahora bien, la práctica usual del área es de regar sólo durante unas diez horas por día. El modificar esta práctica no sería fácil, ni tampoco aconsejable ya que la eficiencia del riego nocturno es apreciablemente más baja. Por lo tanto, la solución más realista en las circunstancias del caso consiste en construir tranques nocturnos.

Otro aspecto operativo importante que conviene considerar es el del uso de derrames. Como se explica en el Anexo III y en el Capítulo H, la utilización de los derrames es parte integrante del sistema, por lo cual la asignación de derechos y la operación del sistema deben tomar en cuenta este aspecto. Para ello es indispensable realizar mediciones durante un período largo, con el fin de establecer los coeficientes correspondientes a cada canal.

La reasignación de los derechos de agua debe partir de los cálculos de requerimientos de agua presentados en este informe. Sin embargo, se debe contemplar un proceso relativamente largo de ajustes. Estos ajustes habrán de basarse en:

a) La comprobación y modificación de las estimaciones del uso-consumo aquí calculadas, de acuerdo con la realidad del campo.

b) Las normas de eficiencia que se decida aplicar.

Se recomienda fijar en un principio una norma de 45%, aumentándola a 50% a medida que se avance en la implementación de la Etapa I.

En vista de los ajustes que se deberán efectuar, se recomienda establecer derechos temporales, que se irán modificando periódicamente (por ejemplo cada dos años) hasta establecer los derechos definitivos.

El esquema propuesto de derechos volumétricos requiere la medición del agua. Como se explica más adelante, la política de la Comisión Nacional de Riego consiste en entregar el agua en la cabecera de los canales principales, dejando la distribución entre los predios a las asociaciones de canalistas. Según se indica en el Capítulo J se contemplan estructuras de control volumétrico en las entradas a los canales principales y también para cada sector, en la entrada a su canal secundario; la distribución del agua entre los agricultores a nivel de sector se hará en forma proporcional por medio del marcos partidores. Ello no excluye la posibilidad de que los agricultores instalen medidores, sea a nivel predio o a nivel sector.

6.3 Sistema de distribución basada en tarifas volumétricas

La ventaja principal que tiene un sistema de tarifado volumétrico sobre el sistema de repartición proporcional del caudal basada en derechos es que permite mayor flexibilidad. Básicamente no limitaría al agricultor a usar un volumen fijo impuesto administrativamente, aunque lo incentivaría a ahorrar agua. Sin embargo, este sistema tiene la desventaja de que en el caso de ser la demanda de agua de los agricultores mayor que las disponibilidades, sería necesario aplicar adicionalmente medidas de restricción, lo que complicaría altamente el sistema.

La Comisión Nacional de Riego tiene la intención de introducir el sistema de tarifado volumétrico del agua a nivel de la entrega a las asociaciones. De esta forma se evitaría el problema de tratar con miles de agricultores. Se supone que a medida que el monto de las cuotas a pagar por concepto de agua vaya siendo más significativo, los mismos agricultores dentro de cada asociación pasarán a medir el agua a nivel predio o sector, con el fin de distribuir el pago entre ellos en base al uso real.

Esta política se considera apropiada. Sin embargo, es evidente que su implementación deberá hacerse gradualmente, a lo largo de un período prolongado. Es de anotar también que para lograr una utilización eficiente del agua es indispensable que los agricultores tengan un claro conocimiento de la relación producción - agua; la adquisición de este conocimiento es sin duda un proceso largo. Por estas razones se recomienda introducir la modalidad de cobro en proporción al volumen consumido, pero a un nivel relativamente bajo, sin abandonar el sistema de derechos e ir ajustando la tarifa de cobro con el tiempo.

7. OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO

7.1 General

En lo que sigue se plantea el esquema organizativo propuesto para la operación y mantención del sistema de riego. La idea básica del esquema es que los propios usuarios asuman la mayor parte de la responsabilidad del manejo del sistema, mientras que la Dirección de Riego se limitaría a operar y mantener la presa y los sistemas matrices, entregando el agua a las asociaciones de canalistas a la entrada de los canales principales. El criterio adoptado se basa tanto en la organización tradicional existente en el área como en la política del gobierno en estas materias. Se considera que el esquema propuesto es aplicable a un plazo relativamente corto en vista de las condiciones que prevalecen en el Proyecto y la experiencia que ya se ha acumulado a través de una operación prolongada del sistema por los propios usuarios.

La operación y mantenimiento de los canales principales y la distribución del agua entre los usuarios en proporción a sus respectivos derechos de agua corresponde actualmente - y seguirá correspondiendo en lo futuro según el esquema propuesto - a las Asociaciones de Canalistas. Análogamente, la repartición del caudal de un río entre los diferentes canales que aprovechan sus aguas es - y seguirá siendo según lo propuesto - responsabilidad de las Juntas de Vigilancia(1). Conviene, sin embargo, efectuar algunos cambios en las modalidades de actuación de las Juntas y Asociaciones e introducir una supervisión general de los asuntos de operación y mantención, según se detallla a continuación.

7.2 Dirección de Riego

En lo referente a los elementos principales del sistema, es decir la presa con las obras conexas (vertedero, tomas, etc.) canales de trasvase y canales matrices, se recomienda que la Dirección de Riego se encargue por si misma de su operación y mantención, en vista de la especialización y cuidado particulares que se requerirán para la ejecución de estas tareas. La Dirección de Riego podría efectuar las labores por si misma o por intermedio de contratistas. Después de unos años de operación satisfactoria de estas obras y una vez fijadas normas y pautas de operación y mantención, podrá reconsiderarse la situación, con miras a transferir eventualmente a los propios usuarios las tareas antes mencionadas.

Dadas la magnitud e importancia del Proyecto y la contribución que efectuará al sector agrícola y a los agricultores de la región, el Gobierno tendrá un interés muy especial en el buen funcionamiento del sistema. Por lo tanto , se recomienda que la Dirección de Riego ejerza también, una función de supervisión general de todo el sistema, tanto en asuntos de operación como de mantención. En lo referente a esta última, en particular, conviene que efectúe inspecciones periódicas de todo el sistema para supervisar la correcta ejecución de las labores de mantención. En caso de observarse deficiencias, la Dirección del Proyecto deberá estar facultada para exigir a los usuarios la ejecución de

(1) Detalles sobre la estructura y condición jurídica de las Juntas de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas se presentan en el Anexo XIV.

las labores necesarias o bien emprenderlas por su cuenta, cargando el costo a los usuarios.

7.3 Juntas de Vigilancia

Existen al presente en el área de riego actual del Proyecto Convento Viejo cuatro Juntas de Vigilancia, a saber:

- Río Tinguiririca
- Estero Antivero
- Estero Chimbarongo
- Estero Las Toscas

La estrecha interdependencia que existirá entre las fuentes de suministro de los diferentes sectores del Proyecto una vez entre en servicio el Embalse Convento Viejo hará necesario introducir un manejo integrado de los recursos. En consecuencia se recomienda constituir una Junta de Vigilancia única para el conjunto del área del Proyecto, fusionando las cuatro existentes en una sola, la cual tendría a su cargo el manejo de todos los recursos de agua de la cuenca y su distribución a los usuarios y asimismo se ocuparía de los aspectos de drenaje en toda el área. Al constituirse toda la cuenca en una sola entidad a los efectos de riego, se simplificará la reasignación de los derechos, pues de lo contrario sería necesario señalar una fuente de suministro específica para cada predio. Las Asociaciones de Canalistas seguirían teniendo las mismas funciones que al presente, pero quedarían agrupadas todas ellas bajo la Junta de Vigilancia unificada.

Merece señalarse que una vez constituida la Junta unificada, sería posible eventualmente ampliar su campo de acción a otras actividades, como por ejemplo la provisión o contratación de servicios de interés general, si así lo desearan los usuarios. La decisión al respecto corresponderá lógicamente a los propios usuarios, pero en todo caso ésta es una posibilidad interesante que merecerá ser considerada.

7.4 Asociaciones de Canalistas

Las tareas de mantención revisten gran imporntacia para el buen funcionamiento de los canales y obras de distribución. Además, una mantención adecuada prolonga la vida útil de las instalaciones y reduce a la larga los costos. Las Asociaciones de Canalistas tienen la responsabilidad de las tareas de mantención, de las cuales se encargan actualmente los propios usuarios. Estos pueden dedicar muy poco tiempo a dichas actividades, emplean sólo a un personal reducido, a tiempo parcial, y no disponen de maquinaria especializada. No se efectúan inspecciones regulares, razón por la cual los problemas no se descubren con antelación, sino sólo cuando aparecen en toda su gravedad, encareciéndose así notablemente el costo de reparación. Además, los usuarios no están al tanto de las técnicas más sofisticadas de mantención que podrían aplicarse para mejorar los resultados y reducir los costos.

Para asegurar el buen funcionamiento de los sistemas de canales principales en lo futuro, conviene pues, que las Asociaciones de Canalistas cuenten con los servicios de personal profesional que se haga cargo de las tareas de la operación y mantención. Aunque las Asociaciones seguirán teniendo la responsabilidad de tomar las decisiones y emitir instrucciones apropiadas, el personal especializado de mantención deberá inspeccionar las instalaciones regularmente, planear los trabajos según las necesidades y ejecutar las labores a normas técnicas aceptadas.

Ahora bien, gran parte de las Asociaciones de Canalistas, en su actual forma de organización, no estarían en condiciones de contratar, cada una por sí sola, personal permanente para atender a sus necesidades en estos campos. Por consiguiente conviene estimularlas a agruparse en Asociaciones de Canalistas de mayor amplitud, de tal manera que la totalidad del área del Proyecto quede subdividida en unas 6 u 8 asociaciones grandes, en cada una de las cuales las labores a realizar tendrían iguales o similares características. Una agrupación de este tipo gozaría de las llamadas "economías de escala". Así por ejemplo, la contratación de un ingeniero de mantención para una pequeña Asociación de Canalistas resultaría antieconómica, pero se justificaría en el caso de una agrupación de varias de ellas.

Se estima que la reagrupación de las Asociaciones podría lograrse por vías de persuación, sin imposición directa por parte de las autoridades. En todo caso, antes de hacer entrega de las obras a los usuarios, la Dirección del Proyecto deberá cerciorarse de que éstos estén organizados en una forma tal que les permita mantenerlas cabalmente.

7.5 Sectores de riego

La mantención de los canales y la operación rutinaria de las instalaciones de distribución por parte de las Asociaciones de Canalistas se limitan a los canales principales, hasta la entrega de agua a los sectores, que constituyen la base del sistema. Cada sector agrupa a cierto número de agricultores, cuyos predios ocupan en conjunto unas 200 a 400 hectáreas, dominadas por un tranque nocturno común. La mantención del sistema de distribución a nivel sector y su operación están a cargo de los propios agricultores y seguirán estándolo en lo futuro, según el esquema propuesto. Sin embargo, si un grupo de agricultores reunidos en un sector así le prefiriesen, podrían transferir la mantención y operación al personal profesional de la Asociación de Canalistas, una vez que llegasen a un acuerdo técnico y administrativo al respecto.

Capítulo L

PROGRAMA DE IMPLEMENTACION

I N D I C E

		Página
1.	GENERALIDADES	1
2.	IMPLEMENTACION DEL PLAN AGROPECUARIO	2
3.	IMPLEMENTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO	5
4.	IMPLEMENTACION DEL MEJORAMIENTO Y RACIONALIZACION DEL SISTEMA ACTUAL DE DISTRIBUCION	8

F I G U R A S

		Después de página
L-1	Esquema de transformación e incorporación de áreas agrícolas y pecuarias	4
L-2	Programa de desarrollo de infraestructura de riego	5
L-3	Implementación de mejoramiento y racionalización 13.000 ha	9

L. PROGRAMA DE IMPLEMENTACION

1. GENERALIDADES

En este capítulo se presenta en forma general el programa de implementación del Proyecto, basado en el plan de desarrollo propuesto en los diferentes capítulos del Informe. En los diagramas incluidos, los años no se han indicado con fechas concretas, ya que éstas dependerán del avance de las negociaciones para obtener financiamiento interno y externo, y de las decisiones definitivas sobre prioridad del Proyecto por parte del Gobierno. Se cree factible que las negociaciones y la toma de decisiones puedan concluirse en el curso del año 1978, que sería entonces el año 1, fijándose la iniciación del Proyecto para fines de dicho año o principios de 1979.

La preparación para la implementación de un proyecto de tal envergadura como el de Convento Viejo es prolongada, especialmente en la parte organizativa. Por lo tanto sería preferible adelantar aspectos organizativos vinculados a la implementación del Proyecto antes de la iniciación formal del mismo. Igualmente sería aconsejable adelantar planes de construcción para los elementos críticos de la infraestructura de riego y en especial para la presa de Convento Viejo.

La implementación del desarrollo agrícola y la ejecución de la infraestructura de riego se ha adaptado al ritmo de progreso posible en cada sector. El factor crítico para lograr un cambio sustancial en la agricultura existente y llevar a cabo la introducción de riego en el sector de secano es la construcción de la presa de Convento Viejo, que se ha programado para estar en plena operación desde el año 6 del Proyecto. La construcción de los demás elementos de infraestructura de riego no es crítica y su ritmo de ejecución se ha adaptado al ritmo de transformación propuesto para el sector agrícola. Los elementos principales de la programación agrícola y de ingeniería se presentan en este capítulo.

El factor decisivo para la disponibilidad de agua en el Proyecto es la eficiencia del riego a nivel predial. Con el fin de mejorar la baja eficiencia actual, se propone efectuar el mejoramiento del sistema de distribución existente y una adecuación predial, que se logrará a través de la reestructuración del sistema de riego en el predio, complementada con una nivelación parcial y emparejamiento del terreno. El esquema para la transformación del sistema de distribución actual y para la adecuación predial se presenta en la última sección de este capítulo.

2. IMPLEMENTACION DEL PLAN AGROPECUARIO

Para efectos de su implentación, el programa agrícola y pecuario de la Etapa I se ha relacionado a la entrada en servicio de la presa de Convento Viejo, evento este que condiciona el grado de mejoramiento posible de obtener en las áreas de riego actual y la posibilidad de incorporar áreas de secano a la agricultura de riego. Según esto, se designa como Fase A del desarrollo agrícola a las actividades que se realizarán con anterioridad al incremento del suministro de agua para riego, y Fase B, a las que se realicen con posterioridad al incremento del suministro.

A continuación se exponen las actividades agrícolas y pecuarias principales que incluirá cada fase.

Fase A: Las actividades durante esta fase se centran en aquellos elementos del mejoramiento de la situación actual que pueden realizarse sin incrementar el suministro de agua actual. Por lo tanto esta fase se refiere principalmente a la siguiente: difusión y aplicación práctica de conocimientos agrotécnicos y empresariales; mejoramiento de la organización y de los servicios de apoyo a la producción, tales como crédito, comercialización y capacitación de la mano de obra, que permitan la aplicación oportuna y suficiente de los insumos apropiados y un adecuado manejo y disposición de los productos; e introducción de prácticas que conduzcan a un mejor aprovechamiento del agua de riego.

A fin de ganar tiempo en programas de alta rentabilidad y tardío rendimiento como los frutales, se propone iniciar las actividades de mejoramiento de rendimientos en las plantaciones existentes y también la implantación de los nuevos frutales a partir del año 2 del Proyecto, dejando sólo un tiempo prudencial para la puesta en marcha de estas actividades.

Obviamente las nuevas plantaciones de frutales y viñas sólo podrán establecerse en predios que cuenten con seguridad de riego y en los cuales se haya realizado previamente la adecuación predial. Por lo tanto la iniciación de nuevas plantaciones en la Zona de Nilahue sólo podrá tener lugar durante la Fase B del desarrollo agrícola.

Se prevé que el programa de mejoramiento de rendimientos de los frutales y viñas existentes abarcará un período de 10 años, es decir, que se prolongará hasta el año 11 del Proyecto. En cuanto a las nuevas plantaciones, se propone iniciarlas en el año 2 del Proyecto, llevándolas a cabo a un ritmo de 650 ha por año, en la Fase A, y ocupando necesariamente áreas actualmente dedicadas a cultivos anuales.

Respecto a los cultivos anuales durante la Fase A, se prevé que estos avanzarán desde sus rendimientos actuales hasta el nivel de rendimientos denominado intermedio, es decir, hasta el potencial del Proyecto sin incremento del suministro de agua. El área

de cultivos anuales irá disminuyendo a razón de 650 ha por año, debido a la implementación de los nuevos frutales y viñas, según lo antes mencionado.

Dado que las áreas de pastos ocupan la última prioridad en la asignación predial de recursos de agua cuando estos escasean, no puede pensarse razonablemente en lograr durante la Fase A un incremento de alguna significación en los rendimientos de la ganadería. No obstante, aún durante esta fase deberá prestarse a los productores pecuarios la misma asistencia para el mejoramiento de sus explotaciones que la otorgada para el adelanto de los cultivos. De no hacerse así, se causará un retraso en el ritmo de desarrollo de la actividad, cuyos avances son de por sí lentos, especialmente en cuanto respecta a la rama lechera.

En las áreas de nuevo riego, tanto en las rinconadas (contabilizadas dentro de las áreas de riego actual como pastos naturales) como en la Zona de Nilahue, se incrementará en lo posible, durante este la Fase A, el laboreo de las tierras mediante cultivos invernales.

Fase B: Durante esta segunda fase, que se inicia a partir del incremento en el suministro de agua para riego, el programa agrícola y pecuario entra en su mayor actividad, ya que no sólo se consolida el mejoramiento y ampliación del área de frutales y viñas en las zonas de riego actual, lo mismo que el mejoramiento y transformación de los cultivos anuales y de la ganadería en dichas zonas, sino que también se incorporan al riego las áreas actualmente de secano.

En cuanto respecta a frutales y viñas, continúa en la Fase B el incremento de rendimientos de las plantaciones existentes hasta los niveles proyectados para ellos, que son distintos de los niveles proyectados para las nuevas plantaciones. Prosigue, asimismo, la implantación de nuevas áreas en las zonas de riego actual, y se inicia la implantación de las áreas de nuevo riego, incluidas las rinconadas. Se inicia la producción y se incrementan los rendimientos de las nuevas plantaciones hasta su nivel proyectado. Se efectúa la renovación de las plantaciones de viñas y frutales existentes y de las nuevas plantaciones, al finalizar la vida útil asignada a cada especie.

Durante la Fase B, las áreas de cultivos anuales en las zonas de riego actual se irán transformando de su composición actual a la composición propuesta en un lapso de 6 años, durante los cuales igualmente se irá pasando en un período de tres años del nivel de rendimientos intermedio al nivel de rendimientos proyectado para cada cultivo. En la Zona de Nilahue se incorporarán áreas a cultivos anuales bajo riego, a razón de más de 2.500 ha por año, completando la entrada de áreas entre el año 6 y el año 11 del Proyecto.

Respecto a la ganadería, será precisamente durante esta fase cuando se inicia el incremento de rendimientos hecho posible por un aumento en la capacidad de carga de las praderas, aumento que está supeditado a su vez a un adecuado suministro de agua para riego. Igualmente, como resultado de las actividades preparatorias ejecutadas durante la Fase A, especialmente de selección y de más adecuado suministro de alimentos, será posible incorporar a la producción de leche un 40% de número total de vacas, que en la actualidad no se destinan a tal producción.

Se prevé igualmente que en un lapso de 6 años se transformarán las áreas ganaderas de sus condiciones actuales a las condiciones proyectadas, pero se estima que el logro de los rendimientos previstos requerirá a cada área u explotación un período gradual de mejoramiento de 8 años.

De otra parte, mientras que en las áreas de riego actual habrá una disminución del área total dedicada a la ganadería, en el área de Nilahue, en cambio se introducirá la ganadería de leche, y se abandonará finalmente la explotación en ovejería al disponerse de riego.

El incremento de las áreas de frutales y de cultivos anuales previsto para las diversas áreas del Proyecto tendrá finalmente que resultar de una correspondiente disminución de las áreas de empastadas o de vegetación natural actuales.

La transformación de las áreas existentes y la introducción del nuevo riego se presentan en la Figura L-1.

PROYECTO CONVENTO VIEJO
ETAPA I

ESQUEMA DE TRANSFORMACION E INCORPORACION DE AREAS AGRICOLAS Y PECUARIAS

RESUMEN DE AREAS	AÑOS 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	← FASE A →					← FASE B →														
						PUESTA EN SERVICIO DEL EMBALSE														
FRUTALES Y VIÑAS																				
FRUTALES EXISTENTES (9305 ha.)																				
INCORPORACION NUEVAS PLANTACIONES		+650	+650	+650	+650	+1.025	+1.025	+1.025	+1.025	+1.025	+950									
TOTAL FRUTALES	9305	9955	10.605	11.205	11.905	12.930	13.955	14.980	16.005	17.030	17.980	17.980	→							
CULTIVOS ANUALES																				
COMPOSICION ACTUAL (52.625 ha.)		-650	-650	-650	-650	-8.730	-8730	-8.730	-8.730	-8.730	-6.375									
COMPOSICION PROYECTADA						+11.000	+11.000	+11.000	+11.000	+11.000	+11.895									
TOTAL CULTIVOS ANUALES	52.625	51.975	51.325	50.675	50.025	52.295	54.565	56.835	59.105	61.375	66.895	+66.895	→							
GANADERIA																				
COMPOSICION ACTUAL (53.350 ha.)						-8.295	-8.295	-8.295	-8.295	-8.295	-11.875									
COMPOSICION PROYECTADA						+5000	+5.000	+5.000	+5.000	+5.405	+30.405									
TOTAL GANADERIA	53.350	53.350	53.350	53.350	53.350	50.055	46.760	43.465	40.170	36.875	+5000	+5405	→							
TOTAL	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	115.280	→							

——— AREA SIN CAMBIOS ——→ AREA EN AUMENTO ←—— AREA EN REDUCCION

3. IMPLEMENTACION DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

Se presenta a continuación el programa propuesto para la construcción de las obras de ingeniería, así como para el desarrollo a nivel predial en la primera etapa del Proyecto. Se ha buscado adaptar el ritmo de este programa a la capacidad física de desarrollo de las áreas y al criterio de la óptima utilización de las inversiones realizadas.

Normalmente las obras de adecuación predial y el desarrollo agrícola marchan más lentamente que la construcción de las obras civiles principales, así que si se quiere lograr un programa optimizado, los elementos divisibles de estas últimas, deben acondicionar su ritmo al de las primeras, evitándose de este modo demoras excesivas entre la construcción de una obra y su utilización y beneficio eficientes. Para lograr esto último es preciso además, que las actividades de organización asistencia técnica y crédito se dirijan también en forma coordinada hacia las metas comunes del desarrollo de cada sector.

Tanto la presa de Convento Viejo como el canal matriz de Nilahue deben considerarse como elementos indivisibles del sistema de ingeniería. Para la primera se demostró (Capítulo D), que para satisfacer las necesidades de agua, se requerirá de su volumen total previsto ya desde las primeras fases del Proyecto y también se verificó que no se justificaría económicamente el construirla por etapas (Capítulo M).

El canal matriz de Nilahue, que por otra parte no es una obra de muy alto costo, debe construirse en su totalidad para iniciar el abastecimiento de esta zona. Los demás elementos del sistema de ingeniería: canales principales, canales secundarios y también las obras de desarrollo predial son fraccionables y por lo tanto ajustables al grado de desarrollo que se requiera en un momento dado.

En la Figura L-2 se presenta el programa de construcción para las obras de la primera etapa.

Los diseños de las obras principales tales como el embalse, y los canales matrices y principales pueden programarse para ser concluidos en tiempos relativamente cortos. Los de las obras que deben construirse al ritmo de los desarrollos agrícolas y predial, y por lo tanto supeditados a sus contingencias y variaciones, deben ejecutarse coordinadamente y al ritmo de estos frentes.

Las licitaciones para obras civiles de envergadura normalmente de carácter internacional, requieren al menos un año, seis meses para la presentación y otros seis para adjudicación y firma del contrato. Para obras continuadas, prácticamente se establece una relación constante entre licataciones y construcciones fraccionadas. Para aquellos casos en los que se contemple el suministro e instalación de equipos de bombeo o de transmisión y transformación eléctrica, debe considerarse un lapso de seis a ocho meses para su fabricación y transporte, teniendo en cuenta que son equipos de mediana capacidad y algunos deben importarse. En vista de que el año agrícola comienza en Chile en el segundo

semestre del año, se buscó programar las obras de modo que queden concluidas dentro del primer semestre, y así queden habilitadas para el siguiente año agrícola.

- Como actividad inicial se tiene la terminación del embalse Convento Viejo y sus obras complementarias. Como esta es la obra básica sin la cual no es posible poner en marcha el resto del Proyecto, y su tiempo de construcción es comparativamente largo, tiene la primera prioridad para su iniciación. De esto tiene conciencia la Dirección de Riego, que ya está dando los pasos para la terminación y revisión de los diseños de las obras aún no construidas del embalse. Es meta fácilmente alcanzable, aún con el estado actual de los diseños, programar las actividades para que sea licitada la construcción de las obras una vez se ponga en marcha el Proyecto y se pueda iniciar la construcción en el segundo año. Se ha estimado en cuatro años su tiempo de construcción.

- El canal matriz de Nilahue, por su reducida longitud y la simplicidad de sus obras, no ofrece dificultad alguna para estar terminado tan pronto como se pueda disponer de agua del embalse.

- La adecuación predial marca la pauta y el ritmo de desarrollo del área del Proyecto. La construcción de canales principales y secundarios en las áreas de nuevo riego y la mayor parte de las obras de mejoramiento en aquellas bajo riego, deben contener su proceso para evitar inversiones ociosas; por otra parte las labores de desarrollo agrícola no pueden realizarse a plenitud sino una vez está lista la parte predial. Para la zona de Nilahue se ha considerado factible la adecuación predial de 3.700 ha anualmente. En las rinconadas como caso especial, debido a lo reducido de las áreas, es suficiente una implementación de 2.000 ha anuales. En las áreas bajo riego, con 90.625 ha, los trabajos a nivel predial contemplan diferentes grados de adecuación, desde pequeñas actividades complementarias, hasta implementaciones completas. Por esta razón se ha estimado posible considerar un ritmo de desarrollo de aproximadamente 13.000 ha por año en promedio.

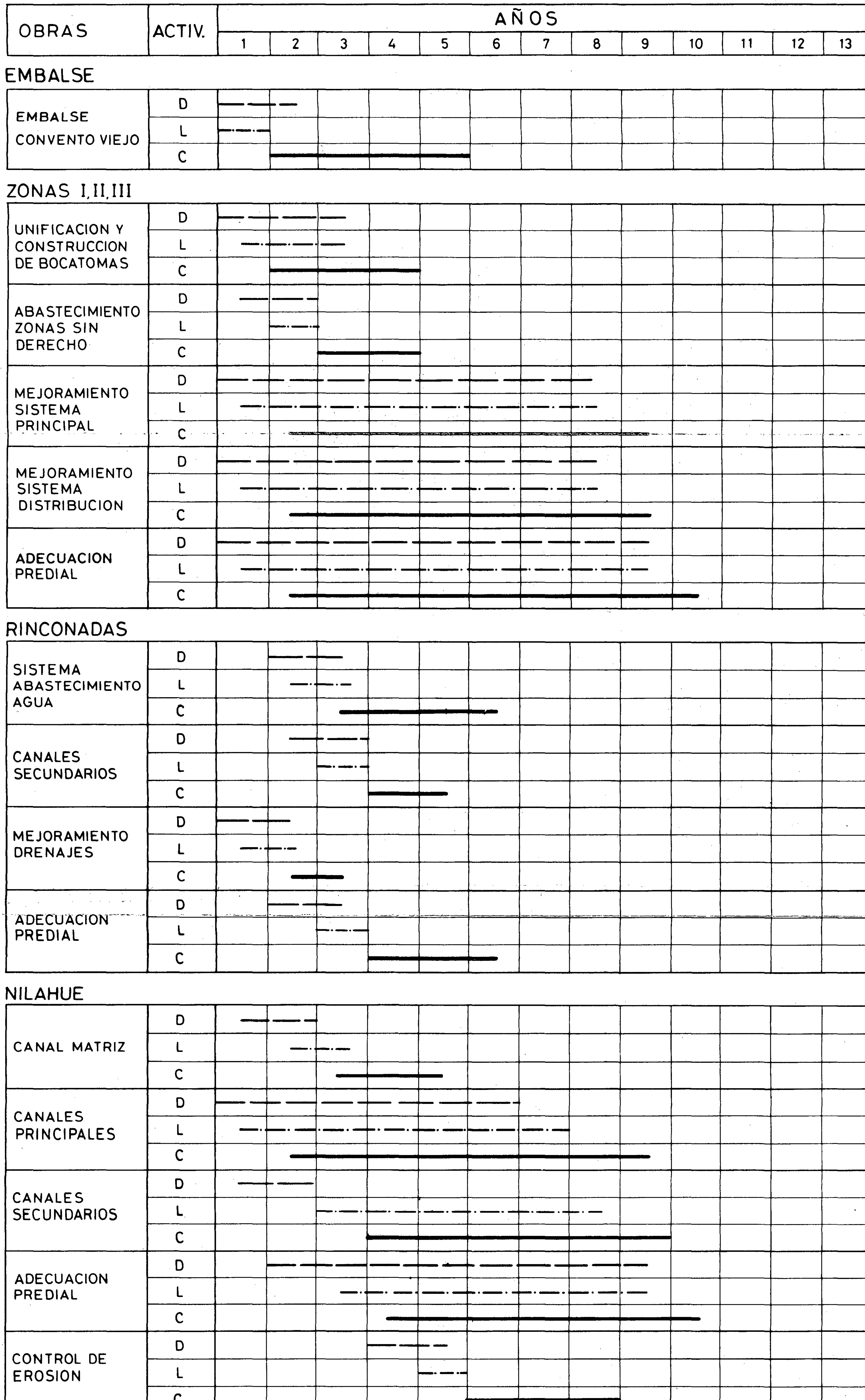
- La red de canales principales de Nilahue tiene cerca de 240 Km de longitud y dominará 22.300 ha. En las rinconadas, 45 Km de principales abastecerán 4.915 ha.

  Su programa de construcción debe ajustarse a las necesidades de los canales secundarios, cerca de 500 km de Nilahue y 80 km en las rinconadas, los cuales deben alimentar las áreas que se van adecuando a nivel predial.

- La unificación y construcción de bocatomas en los canales existentes se han previsto para la fase inicial del plan de mejoramiento y aunque son obras de valor relativamente bajo, se consideran de gran importancia psicológica, ya que ayudarán a concretar en las asociaciones de canalistas el concepto de que, a partir de cierto momento, el suministro de agua será sólo el

ETAPA I

PROGRAMA DE DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO



D: DISEÑO L: LICITACION C: CONSTRUCCION

FIG. L-2

estrictamente requerido y un mal uso o distribución del agua producirán deficiencias en parte de sus áreas, a menos de realizarse las obras que se recomiendan para regulación, control y distribución de agua.

- Las obras de abastecimiento para las áreas actualmente sin derechos y con deficiencias de agua también están programadas en las fases iniciales del plan de mejoramiento, pues uno de los principales objetivos de este plan es que no quedan áreas sin abastecimiento seguro o suficiente de agua; además en estas áreas la relación beneficio-costo será más alta, en vista de que se espera un mayor incremento de los beneficios, y los costos de las obras de suministro son muy reducidos.

- El plan general de mejoramiento, que abarca las 90.625 ha del área, se ha dividido en dos actividades: la del sistema principal y la del sistema de distribución, que deben realizarse en paralelo, la segunda detrás de la primera y dejando las áreas listas para su adecuación predial; esta última se ha considerado con un año de desfase con respecto a las dos primeras. Las obras previstas para el mejoramiento son pequeñas estructuras y canales diseminados por toda el área, que hacen necesario planear varios frentes menores de trabajo, para poder cumplir con la meta de mejorar cerca de 13.000 ha por año, considerada bien posible. Debe hacerse una programación detallada de las áreas a mejorar cada año, dando prioridad a aquéllas con deficiencias de agua y sin derechos. Para las áreas sin derechos en las que se proponen obras de abastecimiento de agua, deben coordinarse estas actividades con las de mejoramiento, para que no haya interferencias ni duplicación de los trabajos.

4. IMPLEMENTACION DEL MEJORAMIENTO Y RACIONALIZACION DEL SISTEMA ACTUAL DE DISTRIBUCION

Uno de los elementos críticos del plan propuesto es la racionalización de los recursos hídricos disponibles con especial atención al área actualmente bajo canal, a través de un mejoramiento del sistema de distribución existente y una más eficiente aplicación de agua a nivel predial.

La programación que se propone para la ejecución de los trabajos de mejoramiento se basa en la premisa de que el proyecto costeará las obras de unificación de bocatomas, la construcción de estructuras de control y medida, tanto a la entrada de los canales principales como en la cabecera de los sectores, la construcción de tranques nocturnos, el mejoramiento de la red de distribución a nivel sector hasta la entrega de agua a nivel predial, y la construcción de las obras para el suministro a las áreas sin derechos.

La adecuación predial se efectuará directamente por el agricultor mediante la utilización de líneas atractivas de crédito. El agricultor, asesorado por firmas consultoras, presentará a las autoridades el plan de adecuación predial dentro del concepto general del desarrollo propuesto. Una vez aprobado el programa,el agricultor dispondrá de los fondos necesarios a través de un crédito y se encargará directamente de implementar la adecuación en su parcela.

El modelo propuesto para racionalización del sistema de distribución actual implica modificaciones en la estructura actual de las Asociaciones de Canalistas, para que puedan cumplir sus futuras funciones, asegurando una operación y mantenimiento eficiente de los canales y estructuras que cada una tenga bajo su control y velando por la entrega de agua según las tasas fijadas.

Es evidente que el proceso de reorganización de las asociaciones no se logrará muy fácilmente: de hecho, exigirá la aplicación de medidas de carácter "coercitivo", tales como el control, en la entrada de los canales, de los caudales restringidos según las tasas de riego, en paralelo con la aplicación de estímulos, bajo la forma de concesión de créditos fáciles para la ejecución de obras y asesoría para el planeamiento y contratación de trabajos de ingeniería.

Se estima que la entidad coordinadora del Proyecto deberá dejar transcurrir un tiempo mínimo de dos años entre el momento en que se construyan las obras de control y medida a la entrada de cada canal y se empiece a hacer efectivo el suministro estricto por áreas reales y tasas de riego. De este modo, las asociaciones dispondrán de un plazo mínimo para lograr la reestructuración necesaria.

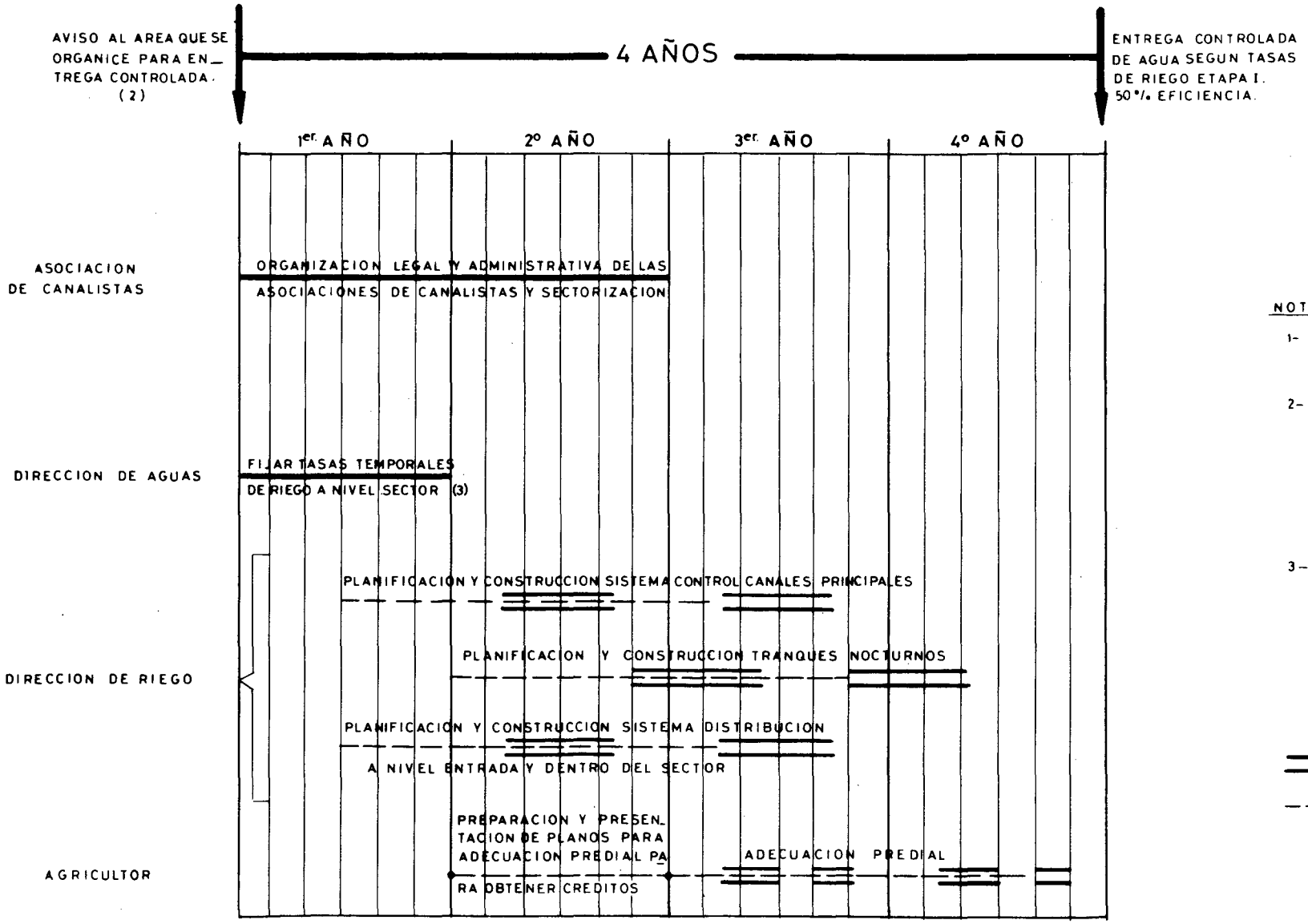
Las obras se deberán programar preferentemente en bloques de alrededor de 13.000 ha por año, lo cual afectará a un promedio de 4 a 7 asociaciones de canalistas.

Se considera que un lapso de 4 años sería prudente para introducir en un área de alrededor de 13.000 ha el suministro controlado de agua y que este tiempo es suficiente, tanto para las acciones legales y jurídicas necesarias, como también para la preparación de planos y la ejecución de las obras respectivas.

La programación de los cursos de acción y de las obras, planteadas en base a los antecedentes mencionados y según las entidades ejecutoras se presenta en la Figura L-3 para un sector típico de 13.000 ha.

IMPLEMENTACION DE MEJORAMIENTO Y RACIONALIZACION

13.000 ha.



NOTA:

1- EL PROGRAMA CONSIDERO UN AREA DE DESARROLLO ANUAL DE ALREDEDOR DE 13.000 ha.

2- SE TOMA EN CUENTA QUE EL GOBIERNO FIJO TASAS DE RIEGO NORMATIVAS A NIVEL PROYECTO Y TOMO LAS MEDIDAS ADMINISTRATIVAS PARA SU EJECUCION (CAMBIO DE DERECHOS ACTUALES) ANTES QUE SE EMPIECE EL DESARROLLO ACTUAL.

3- LAS TASAS DE RIEGO SON TEMPORALES Y SUJETAS A MODIFICACIONES EN EL FUTURO DE ACUERDO A LA EFICIENCIA ADOPTADA Y RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DE CAMPO SOBRE APLICACION DE TASAS DE RIEGO.

CONSTRUCCION

PLANIFICACION

FIG. L-3

Cuarta Parte

ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

Cuarta Parte

ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

Capítulo M

EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

I N D I C E

		Página
1.	PLANTEAMIENTO BASICO	1
2.	METODOLOGIA Y DATOS BASICOS	2
2.1	Unidad monetaria	2
2.2	Precios	3
2.3	Beneficios	9
2.4	Costos	10
2.5	Situación "sin proyecto"	10
2.6	Tasa social de descuento	10
2.7	Indicadores de la factibilidad económica	11
2.8	Indicadores del impacto social	12
3.	EVALUACION DE LA ETAPA I	13
3.1	La Etapa I en su conjunto	13
3.2	Evaluación del "Efecto del Agua"	25
3.3	Evaluación económica de las rinconadas	28
3.4	Evaluación del desarrollo de la Zona de Nilahue	29
4.	COMPARACION ENTRE NILAHUE Y ALCONES	34
4.1	Introducción	34
4.2	Costos y beneficios de Alcones	34
4.3	Resultados	35
5.	EVALUACION DEL PLAN GLOBAL	37
5.1	Introducción	37
5.2	Beneficios	37
5.3	Costos	37
5.4	Situación "sin proyecto"	40
5.5	Resultados	40

C U A D R O S

		Página
M-1	Precios utilizados para la evaluación económica	5
M-2	Valor de la producción en pleno desarrollo por cultivo por hectárea	8
M-3	Etapa I - Valor de la producción por cultivo en pleno desarrollo	14
M-4	Etapa I - Inversiones en obras	16
M-5	Etapa I - Valor de la producción en la situación actual	18
M-6	Etapa I - Flujos de costos y beneficios	19
M-7	Etapa I - Pruebas de sensibilidad - Flujos de beneficios y costos	21
M-8	Etapa I - Resultados de las pruebas de sensibilidad	22
M-9	Etapa I - Flujos de beneficios y costos: Componentes extranjero y nacional	23
M-10	Etapa I - Número de agricultores beneficiarios	24
M-11	Etapa I - Requerimientos de mano de obra agropecuaria	25
M-12	Flujo de costos y beneficios del "Proyecto sin embalse" comparado con el de la Etapa I	27
M-13	Comparación entre el Proyecto de la Etapa I y el "Proyecto sin embalse"	28
M-14	Evaluación económica de las rinconadas	30
M-15	Nilahue - Etapa I - Valor de la producción por cultivo en pleno desarrollo	31
M-16	Nilahue (Etapa I) - Valor de la producción en la situación actual	32
M-17	Nilahue - Etapa I - Flujos de costos y beneficios	33
M-18	Comparación entre Nilahue y Alcones - Flujos de costos y beneficios	36
M-19	Plan Global - Valor de la producción por cultivo en pleno desarrollo	38
M-20	Plan Global - Costo de obras a realizar	41
M-21	Plan Global - Flujo de costos y beneficios	42

M. EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

1. PLANTEAMIENTO BASICO

El Proyecto Convento Viejo tiene por objetivo generar beneficios relacionados con el aumento de la producción agropecuaria, como resulta do de un conjunto de inversiones e intervenciones en una superficie que comprende tanto áreas de riego actual como otras que actualmente no lo tienen. El Proyecto consiste en mejorar un área de unas 90.000 ha (netas) actualmente bajo canal, a través de una mayor seguridad y mejor distribución del suministro de agua para riego, así como en posibilitar a largo plazo el riego de un área nueva de aproximadamente 58.000 ha (netas), de las cuales unas 27.000 se incluyen en la Etapa I del Proyecto. Por otra parte, se considera necesario establecer, reorganizar o ampliar los servicios de apoyo tales como asistencia técnica y crédito, sin los cuales no se podrá lograr la tecnificación de la producción.

La decisión que se debe tomar a raíz del presente estudio se refiere a la implementación del Proyecto de la Etapa I, mientras que la decisión sobre la Etapa II puede posponerse por 8 a 10 años. Por lo tanto, el presente capítulo se concentra en el estudio de la justificación de la Etapa I. Sin embargo, se presenta también una evaluación del Plan Global, aunque esta no sea pertinente para la toma de ninguna decisión inmediata.

En vista de lo anterior se estableció el siguiente esquema de evaluaciones:

a) Evaluación de la Etapa I

Básicamente se ha evaluado la contribución a la economía nacional del Proyecto de la Etapa I en su conjunto de áreas e inversiones. Esto se ha hecho tanto para los valores más probables de beneficios y costos, como para algunas suposiciones más pesimistas (pruebas de sensibilidad).

Adicionalmente se presenta una evaluación cuyo fin es el de verificar más estrictamente la justificación de las cuantiosas inversiones que se requerirán para los nuevos sistemas principales y sobre todo el embalse. Esta evaluación, que pretende aislar el "efecto del agua", parte de la hipótesis de que gran parte de los beneficios de la Etapa I se podrían lograr con sólo asistencia técnica y obras de mejoramiento, aunque en una superficie menor, o sea la que se podría regar con seguridad sin el embalse y sin las obras costosas de las áreas de nuevo riego. Se ha comparado, entonces, el Proyecto de la Etapa I en su conjunto, con un proyecto hipotético denominado "Proyecto sin embalse", que lograría los mismos niveles de productividad que los previstos en el plan propuesto. Esta evaluación permitirá justificar el embalse y el resto de las obras grandes.

El hecho de que la Etapa I en su conjunto sea económicamente factible no excluye la posibilidad de que comprenda áreas o

componentes cuyo desarrollo no sea factible. Con el fin de verificar la justificación de los componentes principales se ha evaluado marginalmente el desarrollo de las rinconadas por un lado y el de la Zona de Nilahue por otro.

b) Comparación entre las zonas de Alcones y Nilahue

La decisión de desarrollar el Proyecto en dos etapas implica el elegir entre la zona de Nilahue y la de Alcones como componente alternativos de la Etapa I (Capítulo F). Con el fin de verificar la justificación económica de la recomendación hecha a favor de Nilahue, se ha procedido a comparar entre estas dos alternativas.

c) Evaluación global-histórica

Al objeto de formar una idea del impacto global del Proyecto, se han considerado los costos y beneficios de éste desde su inicio hasta la conclusión del desarrollo del plan global. Cabe reiterar que esta evaluación no se debe utilizar en la toma de decisiones respecto al desarrollo del Proyecto, ya que no se requiere actualmente ningún compromiso para la Etapa II.

2. METODOLOGIA Y DATOS BASICOS

2.1 Unidad monetaria

La evaluación del Proyecto se hace desde el punto de vista de toda la sociedad. Tal evaluación (que se denomina aquí indistintamente "económica" o "social") busca, por lo tanto, establecer la contribución del proyecto al bienestar común, valuado en términos monetarios.

La unidad monetaria básica usada en los análisis del presente capítulo es el peso chileno de 30 de abril de 1977. Sin embargo, siguiendo el procedimiento común aplicado en Chile a raíz del proceso de inflación, los valores han sido expresados en dólares de acuerdo con la tasa oficial de cambio vigente en abril 1977 (o sea $ 19.04 por US$ 1). Se debe recalcar que los valores resultantes no representan realmente dólares de los EE.UU. sino moneda local expresada en dólares según la tasa oficial de cambio. Con el fin de evitar confusión [1] entre esta unidad monetaria y divisas reales, en el presente informe se ha designado a la primera con el símbolo PUS$ (pesos expresados en dólares).

---

[1] Tal confusión se originaría por el hecho de que el precio social de la divisa es mayor que la tasa oficial de cambio (ver más adelante).

2.2 Precios

2.2.1 Generalidades

Dos sistemas de precios han sido utilizados en el presente estudio:

a) Precios financieros (o del mercado), aplicables a los análisis financieros tales como las necesidades presupuestales y de crédito, los ingresos y gastos de los agricultores, etc. Cabe destacar el hecho que los precios financieros utilizados en el presente estudio no son necesariamente los vigentes en el mercado, ya que éstos no siempre representan a los que se esperan para el futuro; tal es el caso de los precios agrícolas al productor (Anexo XI) o de los costos unitarios de ingeniería (Capítulo C y Anexo XII).

b) Precios económicos (o "sociales" o "precios sombra"), los cuales han sido utilizados en el presente capítulo. Estos son los precios que representan los valores reales para la economía nacional de los productos y factores que intervienen en los costos y beneficios del proyecto. Los elementos considerados en el presente estudio para convertir los costos y beneficios en precios financieros a precios sociales son: impuestos (IVA y aranceles) y precios sombra de la divisa y de la mano de obra no especializada; a continuación se presentan los datos básicos y los procedimientos usados para la conversión.

2.2.2 Parámetros nacionales

Con este término se designa a los precios sociales de factores básicos, precios que se deben utilizar indistintamente en todos los proyectos a evaluar. Se trata de los precios de la divisa y de la mano de obra no especializada. Los valores que se adoptaron son los recomendados por ODEPLAN para evaluaciones de este tipo.

El precio económico de la divisa se fijó de acuerdo con las indicaciones de ODEPLAN en $ 26,2 por US$ 1 o sea en 38% por encima de la tasa oficial de cambio ($ 19.04).

Para la mano de obra no calificada se adoptó un valor de $ 35.- por jornal, lo que representa un 50% del precio del mercado vigente en la región en abril 1977.

2.2.3 Impuestos indirectos

Los precios económicos no deben incluir el Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA) de 20%, ni tampoco los aranceles sobre la importación. Por lo tanto en los casos donde los precios económicos fueron estimados a partir de los precios del mercado (ver más adelante) se restaron dichos impuestos.

2.2.4 Precios de los productos

En base al análisis de mercado (véase Anexo XV) se dividieron los productos en tres grupos, a saber:

- Sustitutos de importación
- Productos de exportación
- Productos que no afectan el comercio exterior.

A continuación se resumen los criterios utilizados para el cálculo de los precios económicos y se indican los precios adoptados; para mayor detalle de las estimaciones véase el Anexo XV.

a) Sustitutos de importación

Como precio económico de estos productos se adoptó el precio previsto CIF Chile. Se supuso que el costo de transporte desde el puerto hasta los centros de consumo es igual al del transporte desde el área del Proyecto a tales centros, razón por la cual se estimó que el precio CIF representa el precio en puerta de finca. En general se utilizaron las proyecciones del Banco Mundial de los precios FOB a 1985. Al precio FOB se agregó el costo de flete y seguro para llegar al precio CIF. Los precios CIF en US$ fueron convertidos a pesos utilizando el precio sombra de la divisa ($ 26.2 por dólar) y luego se expresaron en PUS$ de acuerdo con la tasa oficial de cambio ($ 19.04).

b) Productos de exportación

Dado que estos productos no son básicos y que por lo tanto no existen proyecciones de sus precios, los precios FOB se estimaron en base a los precios registrados en los últimos tiempos y a informaciones y proyecciones de exportadores. Los precios FOB fueron convertidos a precios en puerta de finca considerando los costos desde la cosecha hasta el puerto, tales como clasificación, empaque, flete, embarque, comisiones, etc.

c) Productos que no afectan el comercio exterior

Para estos productos se estimaron los precios del mercado local; en algunos casos se adoptaron los precios vigentes y en otros, como el de la manzana para el mercado local, se estimó una baja en el precio debido al futuro aumento de la producción.

El Cuadro M-1 resume los precios económicos adoptados para la evaluación económica.

Cuadro M-1 : Precios utilizados para la evaluación económica (por ton)

Producto	en US$	en PUS$ (1)
1. Sustitutos de importación		
Maíz	146.0	201.48
Arroz	267.0	368.45
Trigo	207.0	286.66
Maravilla	322.0	444.36
Remolacha	38.5	53.13
Tabaco	1.600.0	2.208.0
Carne (vivo)	700.0	966.0
Leche	0.15/lt	0.21/lt
2. Productos de exportación		
Manzana	150.0	207.0
Uva de mesa	315.0	434.7
Cebolla	110.0	151.8
3. Productos que no afectan el comercio exterior		
Manzana (mercado local)		25.0
Uva de mesa (mercado local)		50.0
Uva de vino		65.0
Tomate		68.0

(1) En el caso de los sustitutos de importación y de productos de exportación, el precio en US$ fue multiplicado por 1.38 que es la relación entre el precio sombra del dólar y la tasa oficial.

2.2.5 Valuación de los insumos

Como base para la estimación del costo de los insumos agrícolas a precios económicos se han utilizado los costos estimados a precios del mercado de abril de 1977 (Anexo XI).

A los efectos de la evaluación económica, los costos en precios financieros han sido transformados a costos económicos utilizando los precios sombra de la mano de obra no especializada ($ 870/mes frente a $ 1.750/mes que es el precio financiero), y la tasa de cambio social para los componentes importados ($ 26,20/US$ frente a $ 19.04/US$ que es la tasa de cambio oficial vigente en abril de 1977) y se han restado el IVA y los aranceles sobre componentes importados.

Estas transformaciones se han efectuado sobre los valores totales de cada insumo por separado.

Los aranceles que se aplican a los insumos importados se detallan a continuación; para todos los aranceles se ha tomado en cuenta el recargo de 3% por concepto de gastos de aduana (registro de importación)

Fertilizantes	13% + 3% = 16%
Pesticidas	20% + 3% = 23%
Semillas	10% + 3% = 13%
Tractores, vehículos	20% + 3% = 23%
Implementos agrícolas	24% + 3% = 27%
Combustibles y lubricantes	10% + 3% = 13%

Para calcular un arancel promedio para la maquinaria agrícola se ha utilizado la siguiente ponderación:

Tractores, vehículos	70% (arancel 23%)
Implementos	10% (arancel 27%)
Combustibles y lubricantes	20% (arancel 13%)

De ahí resulta un arancel promedio de 21,4%.

El monto de los aranceles se ha restado del valor del respectivo componente importado para cada insumo. A continuación se detallan los porcentajes de importación estimados para cada uno de los diferentes insumos:

Fertilizantes

- Urea	100% importación
- Superfosfato triple	100% importación
- Salitre sódico	100% local
- Salitre potásico	100% local

Semillas	50%	importación
Pesticidas	80%	importación
Maquinaria agrícola	56,5%	importación (del costo total de la hora-tractor)

El valor del IVA es del 20%.

A fin de ilustrar el procedimiento utilizado para la transformación de los costos de insumos en precios financieros a costos en precios económicos se presenta a continuación el cálculo referente a pesticidas.

Pesticidas

- Componente importación	80%	
- Componente local	20%	
- Arancel sobre la importación	20%	
- Registro de importación	3%	
- Arancel total	23%	
- IVA	20%	
- Tasa de cambio oficial		$ 19.04
- Tasa de cambio social		$ 26.20

- V = costo en precios financieros expresados en $
- V'= costo en precios económicos expresados en $

El cálculo del precio económico, en $, es el siguiente:

$$\text{Componente importado} : \frac{V \times 0.8}{19.04 \times 1{,}2 \times 1{,}23} \times 26.20 = V' \text{ imp}$$

$$\text{Componente nacional} : \frac{V \times 0.2}{1.2} = V' \text{ nac}$$

Costo total : V' = V' imp + V' nac

Para efectos de la presentación, el costo anterior se convirtió en su equivalente en PUS$ dividiéndolo por la tasa de $ 19.04 x US$ 1.

En el Cuadro M-2 se señalan los valores brutos y costos de producción por ha por cultivo en precios financieros y económicos.

2.2.6 Valuación de las inversiones en obras

Con el fin de convertir los valores de las inversiones en obras en precios financieros a precios económicos se han aislado cuatro componentes del valor financiero de las inversiones,a saber:

Cuadro M-2: Valor de la producción en pleno desarrollo por cultivo por hectárea (en PUS$)

Cultivo	A precios financieros			A precios económicos		
	V.B.P.(1)	C.P.(1)	V.N.P.	V.B.P.	C.P.	V.N.P.
Cultivos anuales						
Maíz suelos A	1.138,7	642,6	496,1	1.309,6	419,4	890,2
Maíz precoz A	1.051,2	591,9	459,3	1.208,9	397,7	811,2
Maíz suelos B	1.138,7	652,3	486,4	1.309,6	434,4	875,2
Frejol suelos A	1.049,9	671,2	378,7	1.208,7	453,7	755,0
Frejol suelos C	924,0	659,1	264,9	1.063,6	452,9	610,7
Arroz rotación	1.762,1	873,4	888,7	2.026,5	571,8	1.454,7
Arroz monocultivo	1.601,9	854,5	747,4	1.842,3	582,2	1.260,1
Trigo suelos A	993,7	557,0	436,7	1.142,6	370,2	772,4
Trigo suelos C	869,5	524,7	344,8	999,8	354,9	644,9
Maravilla	805,9	545,7	260,2	1.112,2	387,9	724,3
Remolacha	2.078,8	1.471,1	607,7	2.391,0	933,6	1.457,4
Tabaco	2.534,8	1.797,5	737,3	4.195,2	849,5	3.345,7
Tomate	3.256,3	1.706,4	1.549,9	2.715,0	862,9	1.852,1
Cebolla	2.750,0	970,9	1.779,1	3.795,0	586,4	3.208,6
Frutales						
Manzano	4.529,8	1.694,3	2.835,5	6.071	1.467	4.604
Limonero	3.800	1.686,7	2.113,3	4.260	927	3.333
Uva de mesa	4.545,3	1.204,8	3.340,5	6.101	736	5.365
Uva vinífera	3.119,7	1.707,7	1.412,0	2.600	760	1.840
Ganadería						
Ganado de carne	588,0	321,2	266,8	672,2	115	561,2
Ganado de leche	1.452,0	688	764,0	1.670	351	1.319,0

V.B.P.: Valor bruto de la producción
C.P. : Costos de producción
V.N.P.: Valor neto de la producción

(1) El precio de la producción destinada al mercado local incluye el IVA, que se considera también como costo de producción; para el caso de la producción destinada a la exportación, el precio no incluye IVA y se considera reintegro del IVA incluido en el costo de los insumos correspondientes a la parte exportada de la producción.

a) Componente de importación

b) Componente de materiales nacionales

c) Componente de mano de obra no especializada

d) Componentes que no requieren ajustes (mano de obra especializada, servicios profesionales, etc.)

Este análisis de los costos se hizo para la mayoría de las obras, obteniéndose los siguientes valores aproximados: 40, 30, 10 y 20% para los componentes a, b, c y d, respectivamente.

Al componente de importación se le hicieron las correcciones referentes al precio sombra de la divisa y a los impuestos (18% de arancel y 20% de IVA). Al componente de materiales se le restó el IVA. El costo financiero de la mano de obra no especializada se bajó en un 50%, de acuerdo con el precio social de la misma en relación al precio del mercado.

El cálculo de ajuste es el siguiente:

Componente (a): $0.40 \times \frac{26.2}{19.04 \times 1.2 \times 1.18} = 0.40 \times 0.97 = 0.39$

Componente (b): $0.30 \times \frac{1}{1.2} = 0.30 \times 0.83 = 0.25$

Componente (c): $0.10 \times 0.5 = 0.05$

Componente (d): $0.20 \times 1.0 = 0.20$

Total 0.89

Redondeando el valor, se adoptó un coeficiente de corrección del 90% que se aplicó a los costos de todas las inversiones en obras en precios financieros para convertirlos a costos en precios económicos.

2.3 Beneficios

Los beneficios que se atribuyeron al proyecto en las evaluaciones presentadas en este capítulo son los que se provendrán del aumento de la producción agropecuaria tal como se proyectó en los capítulos C y G.

Como beneficio se define el valor neto de la producción (V.N.P.), vale decir, el valor bruto de la producción (V.B.P.) menos los costos corrientes de la misma (C.P.), todo valuado en precios económicos.

Se debe mencionar que los beneficios energéticos del proyecto relacionados con la generación de energía en la presa de Rapel no se han incluído en la evaluación. Esto se debe a que este efecto del proyecto no representa un objetivo principal de las obras a construir (a diferencia del canal Teno-Chimbarongo ya construído) y a que se adoptó un criterio conservador para la justificación del Proyecto; algunas observaciones y estimaciones relacionadas con el beneficio energético se comentan más adelante en la Sección 5 de este capítulo.

2.4 Costos

Los costos del proyecto comprenden:

a) Inversiones en obras y en adecuación predial

b) Inversiones agrícolas en implantación de frutales (incluyendo los costos anuales hasta llegar a producción) y en el desarrollo ganadero. No se incluyeron inversiones tales como maquinaria agrícola, ya que éstas están representadas por el costo del servicio, el cual ha sido incluído en los costos de producción.

c) Costos de operación y mantenimiento del sistema de riego

d) Costo del servicio de asistencia técnica agrícola (ya que la que corresponde a diseños y supervisión de la adecuación predial está incluída en el costo del sistema predial.

Se debe anotar que se consideran todas las inversiones y costos, sea del sector público, sea de particulares, ya que en cualquier caso representan un costo real para la economía nacional.

2.5 Situación "sin proyecto"

A fin de identificar los beneficios netos atribuibles al proyecto propuesto se debe considerar como costo alternativo de la tierra y de los sistemas existentes el valor neto de la producción "sin proyecto". Este último no es necesariamente igual al de la situación actual y efectivamente, como se detalla más adelante, se estimó para la situación "sin proyecto" un incremento del valor de la producción. Sin embargo, es evidente que "sin proyecto" casi todo el valor de la producción seguiría originándose en el área del riego actual, sin alcanzar valores muy superiores a los actuales.

2.6 Tasa social de descuento

Como en el caso de cualquier inversión y sobre todo en proyectos de esta naturaleza, los beneficios y costos del proyecto se generarán a lo largo de un período prolongado, lo que implica la necesidad de aplicar la técnica del descuento para convertir los flujos a su valor presente; esto requiere evidentemente determinar la tasa social de descuento.

El valor de la tasa de retorno social del capital adoptado por ODEPLAN es de 17% anual. Sin embargo, se considera que la tasa que sería la más adecuada para el descuento de los flujos de costos y beneficios futuros es menor de 17% aunque queda fuera del alcance del presente estudio determinarla.

Las razones por las cuales se considera la tasa del 17% demasiada elevada son varias de las cuales las principales son las siguientes:

a) El precio social del capital estimado en 17% corresponde a condiciones que muy probablemente no se mantendrán en el futuro. Más concretamente se puede esperar que el ahorro y la inversión nacional se incrementen y que las oportunidades marginales de inversión sean cada vez de menor retorno. Se debe tomar en cuenta en este contexto el hecho de que las inversiones se realizarán durante un período no menor de 10 años y que los beneficios se materializarán durante un período mucho mayor.

b) La tasa real de interés en los mercados financieros internacionales es sin lugar a duda mucho menor del 17% y probablemente no alcanza ni la mitad de este valor.

   Esta tasa de interés del mercado financiero mundial representa el costo marginal, sea directo o de oportunidad, del capital en divisas. El precio social del capital para la economía nacional sería mayor que dicha tasa sólo en la medida en que el precio social relativo de la divisa aumentara en el futuro. Por lo tanto para que se justificase un precio de capital de 17% se debería suponer una devaluación real del orden del 9% anual en el futuro, lo que no parece realista.

Además, cabe suponer que a medida que se vayan superando los problemas económicos más agudos, en la forma en que ello ha venido ocurriendo en los últimos dos o tres años, la importancia relativa que se atribuirá al futuro será cada vez mayor, lo que significaría una tasa más baja de descuento.

En vista de lo anterior, y con el fin de no imponer estimaciones de "parámetros nacionales" que no se hayan estudiado debidamente para el presente trabajo, se utilizarán dos valores alternativos de tasa de descuento, que son el 9% y el 17%. El amplio margen dejado entre estos dos valores permitirá apreciar el efecto de optar por cualquiera de estos valores por otro intermedio.

2.7 Indicadores de la factibilidad económica

El indicador básico de la factibilidad económica que se utiliza en la evaluación es el valor presente neto del flujo de costos y beneficios. Este es también el indicador adecuado para la comparación entre alternativas.

Sin embargo, debido a que el valor de la tasa social de descuento está sujeto a diferentes apreciaciones, se presenta también la tasa interna de retorno. Se debe anotar que este indicador no es pertinente para comparación entre alternativas sino sólo para las evaluaciones encaminadas a responde "si o no" es factible.

Dada la importancia de la contribución del proyecto a la balanza de pagos se utilizó, para el caso de la evaluación de la Etapa I en su conjunto, otro indicador que se podría llamar el costo interno de la divisa. Ello consiste en calcular los recursos locales requeridos (medi-

dos en pesos) para la "producción" de US$1 (neto de gastos en divisas) sea por medio de sustitución de importación o por exportación.

Si este costo es menor que el precio social de la divisa ($26,2), el proyecto es rentable; este costo indica también hasta donde se puede bajar la estimación del precio social de la divisa sin que el proyecto deje de ser factible.

Cabe notar que los tres indicadores son completamente consistentes, en el sentido de que si el Proyecto resulta económicamente factible según un indicador, se mostraría factible también según los otros dos. La diferencia está solamente en el enfoque de la presentación: mientras que el valor presente neto es el que muestra el valor del Proyecto para un juego determinado de precios, la tasa interna de retorno y el costo interno de la divisa buscan los valores de la tasa de descuento y del precio de la divisa, respectivamente,que darían un valor presente neto de cero.

2.8 Indicadores del impacto social

El impacto social del Proyecto se indicará en el número de beneficiarios directos, con énfasis en los grupos menos favorecidos. Esto se hará analizando el número de agricultores a beneficiarse con el Proyecto, y entre elllos los agricultores pequeños, así como el empleo que generará el Proyecto.

3. EVALUACION DE LA ETAPA I

3.1 La Etapa I en su conjunto

3.1.1 Introducción

La evaluación de la Etapa I en su conjunto pretende establecer si se justifica su implementación, frente a la alternativa de no desarrollarla. Adoptando este enfoque, orientado a la toma de decisiones con respecto a acciones a ejecutar, se han tomado en cuenta en la evaluación solamente las inversiones por hacer y sus beneficios, considerando las inversiones pasadas como hechos irreversibles ("sunk-costs").

El Proyecto de la Etapa I comprende de 117.840 ha netas distribuidas así:

Zona I, II y III	95.540	ha
Zona de Nilahue	22.300	ha
Total	117.840	ha

El conjunto de obras contemplado en la Etapa I incluye el embalse de Convento Viejo, el mejoramiento de las obras en el área de riego actual, el suministro de agua a las rinconadas, un canal matriz para Nilahue y todas las obras para el riego de esta zona, y las obras de adecuación predial en toda la superficie de la Etapa I. Asimismo, se contempla la provisión de asistencia técnica en toda el área.

3.1.2 Beneficios

Los beneficios esperados del Proyecto de la Etapa I se originarían en el desarrollo agrícola de su área. Sin embargo, como se explica en los Capítulos C y G, 2.560 ha de las 117.840 corresponden a predios menores de 2,0 ha, cuyo carácter no es eminentemente agrícola y que en muchos casos no representan empresas agrícolas. Como margen de seguridad no se consideró esta área dentro de la proyección de los beneficios, de tal manera que el área para efectos del cálculo de beneficios es sólo de 115.280 ha, distribuidas así:

Areas actualmente bajo canal	88.145	ha
Rinconadas	4.915	ha
Subtotal Zonas I, II y III	93.060	ha
Zona de Nilahue	22.220	ha
Total	115.280	ha

El valor neto de la producción en el área de la Etapa I alcanzará en pleno desarrollo PUS$159,6 millones según se detalla en el Cuadro M-3. Se estima que la etapa de plena producción se alcanzará en el año 17.

Cuadro M-3: Etapa I - Valor de la producción por cultivo en pleno desarrollo

Cultivo	Area (ha netas)	V.B.P. (en millones de PUS$)	C.P.(1)	V.N.P.
Cultivos anuales				
Maíz	29.545(2)	39,30	12,77	26,53
Arroz	13.105	24,71	7,60	17,11
Frejol	8.460	9,42	3,83	5,59
Trigo	6.865	6,93	2,44	4,49
Maravilla	2.620	2,91	1,02	1,89
Remolacha	2.720	6,50	2,54	3,96
Tabaco	1.300	5,45	1,10	4,35
Hortalizas	2.280	7,42	1,65	5,77
Subtotal	66.895	102,64	32,95	69,69
Frutales				
Manzano	4.455	27,04	6,54	20,50
Limonero	2.295	9,77	2,13	7,64
Uva de mesa	2.500	15,25	1,84	13,41
Uva vinífera	8.730	22,69	6,63	16,06
Subtotal	17.980	74,75	17,14	57,61
Ganadería				
Ganado de carne	10.342	6,99	1,20	5,79
Ganado de leche	20.063	33,50	7,04	26,46
Subtotal	30.405	40,49	8,24	32,25
T o t a l	115.280	217,88	58,33	159,55

V.B.P.: Valor bruto de la producción
C.P. : Costos de producción
V.N.P.: Valor neto de la producción

(1) No incluye la amortización de la inversión en los primeros años.

(2) Excluyendo 510 ha correspondientes a maíz precoz, que se cultiva con trigo en una rotación de doble cultivo al año.

El incremento gradual del valor de la producción hasta su nivel de "pleno desarrollo" se estimó de acuerdo con el programa de implementación (Capítulos J y L) y está determinado por el avance de obras, el ritmo de incorporación de áreas, la implementación del plan de cultivos y el aumento de rendimientos.

Considerando que la terminación de la construcción del embalse se programa para el año 5, se supuso que entrará en servicio en el año 6, aunque es posible que esto ocurra ya en el año 5. El proceso de incorporación de áreas nuevas al riego y de aumento de rendimientos hasta su nivel proyectado tendrá una duración estimada de 11 años, lo que da pie para suponer que se consolidará en el año 17. Es evidente que la suposición de plena producción como situación constante es una simplificación de la realidad que se ha adoptado para efectos de la presentación.

Para los años 1 a 5 se supuso el mismo flujo de beneficios que se adoptó para la situación "sin proyecto" (Véase párrafo 3.1.8 más adelante), aunque en realidad es de esperar que la asistencia técnica del Proyecto tenga un impacto importante aún antes de la terminación de la presa.

El flujo estimado de beneficios aparece en el Cuadro M-6, junto con los flujos de costos.

3.1.3 Inversiones agrícolas

Las inversiones agrícolas consideradas en el flujo de costos incluyen los costos de la implantación de frutales y los de desarrollo pecuario. Las inversiones en frutales incluyen todos los costos de los primeros tres años; se consideraron en el flujo todas las renovaciones tanto la de frutales ya existentes como la de los nuevos. Los costos de la inversión en el desarrollo ganadero incluyen todas las instalaciones y la compra de ganado; para este último ítem se consideró sólo el aumento neto requerido a nivel proyecto y no el total de compras, ya que este se compensará en parte con ventas por agricultores del área.

El calendario de estas inversiones se ha fijado en conformidad con el plan agrícola, considerando la vida útil específica de cada inversión.

El flujo de estas inversiones se incluye en el Cuadro M-6. Mayores detalles al respecto se presentan en el Anexo XV.

3.1.4 Inversiones en obras

El costo total de las inversiones de la Etapa I en precios financieros es de PUS$108,1 millones equivalentes PUS$97,2 millones en precios económicos; el desglose de las inversiones se presentó en el Cuadro M-4.

El flujo de inversiones en obras, basado en el cronograma de implementación presentado en el Capítulo I, se incluye en el Cuadro M-6.

Cuadro M-4: Etapa I - Inversiones en obras (En miles de PUS$)

Inversiones a realizar	Costo a precios financieros	Costo a precios económicos
Embalse Convento Viejo	34.357,0	30.921,3
Mejoramiento de áreas de riego actual		
Unificación bocatomas	99,8	
Construcción bocatomas	416,3	
Abastecimiento a áreas sin derechos	226,5	
Mejoramiento sistema principal	4.437,0	
Mejoramiento sistema distribución	2.352,1	
Adecuación predial	20.706,1	
Subtotal	28.237,8	25.414,0
Rinconadas		
Obras de abastecimiento - rinconadas	2.564,9	
Canales secundarios - rinconadas	1.107,0	
Adecuación predial	1.017,4	
Drenaje	200,0	
Subtotal	4.889,3	4.400,4
Nilahue		
Canal matriz	3.568,9	
Canales principales	22.210,3	
Canales secundarios	6.224,0	
Adecuación predial	7.918,6	
Drenaje	664,3	
Subtotal	40.586,1	36.527,5
T o t a l Etapa I	108.070,2	97.263,2

3.1.5 Operación y mantención

A los efectos de la evaluación económica, los costos anuales de operación y mantención de los sistemas en las áreas de nuevo riego se han calculado a razón del 2% del monto de las inversiones realizadas.

En las zonas I, II y III se ha considerado solamente el costo adicional por encima del costo actual de operación y mantención.

Los valores resultantes son de PUS$32/ha/año para las áreas de nuevo riego y de PUS$18/ha/año (adicionales al costo actual) para las zonas I, II y III. Para el caso de las rinconadas se agregó a lo anterior el costo de la energía para el bombeo

3.1.6 Asistencia técnica

En base a lo estimado a el Capítulo K se aplicó un costo de PUS$25 por ha. Se supuso que este servicio comienza a funcionar en el primer año en el área de riego actual, sin esperar a que se ponga la presa en servicio.

3.1.7 Beneficios "sin proyecto".

Estos beneficios provendrían casi exclusivamente del área de riego actual, ya que la reproductividad en el área de secano es muy baja.

Las fluctuaciones en la disponibilidad de agua para riego en la situación actual se reflejan en cambios significativos en el valor de la producción de un año a otro, especialmente en años de sequía. Sin embargo, en vista de la disponibilidad limitada de datos históricos que sirvan para establecer una correlación confiable entre caudales y producción, y dado que en el análisis puede permitirse una sobreestimación del valor actual de la producción, se ha adoptado como representativo de la situación actual un "año normal". Partiendo de los datos correspondientes a un año normal, que se han extraído del Capítulo A y del Anexo VII, se presenta en el Cuadro M-5 la estimación del valor anual de la producción actual a precios económicos, que alcanza PUS$42,3 millones aproximadamente por año.

Se ha supuesto que el V.N.P. "sin proyecto" aumentaría con el tiempo en relación a su nivel actual. Esto se atribuye en parte a frutales implantados en los últimos años, los cuales a la fecha no han llegado todavía a plena producción, y en parte a una tendencia supuesta de aumento de los rendimientos en los cultivos anuales. Para efectos del análisis se estima que el valor neto de la producción sin proyecto llegaría a estabilizarce en el año 11 a un nivel de PUS$54,0 millones, o sea un 28% por encima del nivel actual y se ha supuesto que el ritmo de aumento sería más alto al principio que al final.

3.1.8 Indicadores de la factibilidad económica

El Cuadro M-6 resume los flujos de costos y beneficios de la Etapa I.

Cuadro M-5: Etapa I - Valor de la producción en la situación actual

Cultivo	Area (ha netas)	V.B.P. (En millones de PUS$)	C.P.	V.N.P.
Cultivos anuales				
Maíz	11.905	9,11	3,60	5,51
Frejol	6.895	5,00	2,28	2,72
Arroz	5.800	8,12	2,40	5,72
Trigo riego	12.455	8,54	4,33	4,21
Trigo secano	6.410	2,93	1,78	1,15
Maravilla	4.925	2,74	1,10	1,64
Remolacha	1.235	2,30	0,90	1,40
Papas	2.000	2,19	1,66	0,53
Tabaco	1.000	2,76	0,84	1,92
Subtotal	52.625	43,69	18,89	24,80
Frutales				
Manzano	2.510	6,19	2,64	3,55
Limonero	1.255	2,63	1,02	1,61
Viña de secano	545	0,25	0,15	0,10
Viña de riego	4.995	4,55	2,64	1,91
Subtotal	9.305	13,62	6,45	7,17
Pecuaria				
Ovejería	15.105	0,52	0,03	0,49
Leche y carne	38.245	13,40	3,52	9,88
Subtotal	53.350	13,92	3,55	10,37
T o t a l	115.280	71,23	28,89	42,34

V.B.P.: Valor bruto de la producción

C.P. : Costos de producción

V.N.P.: Valor neto de la producción

Cuadro M-6: Etapa I - Flujos de costos y beneficios

(En millones de PUS$)

Año	V.N.P.	Inversiones agrícolas	Inversiones en obras	O & M y extensión	V.N.P. sin proyecto	B.N.
1	42,3	0,2	-	2,4	42,3	- 2,6
2	43,7	1,6	10,1	3,6	43,7	-15,3
3	45,2	1,8	16,4	3,8	45,2	-22,0
4	46,6	2,0	20,7	4,2	46,6	-26,9
5	48,0	3,7	16,2	4,7	48,0	-24,6
6	56,4	3,9	8,6	5,3	49,0	-10,4
7	65,8	4,1	8,4	5,4	50,1	- 2,2
8	75,2	4,2	8,4	5,7	51,1	5,8
9	84,6	4,2	6,6	5,9	52,0	15,9
10	94,0	4,3	1,9	6,1	53,0	28,7
11	103,4	2,5	-		54,0	40,8
12	112,8	1,1	-			51,6
13	122,2	0,8	-			61,3
14	131,6	0,6	-			70,9
15	140,9	1,2	-			79,6
16	150,2	4,2	-			85,9
17-40	159,5	2,7	-			96,7

Valor presente neto:

a 9% 302,9

a 17% 44,5

Tasa interna de retorno 22,5%

V.N.P.: Valor neto de la producción

B.N. : Beneficio neto

El valor presente neto de los beneficios netos de la Etapa I, descontados al 9% y al 17% resultó ser de PUS$302,9 millones y PUS$44,5 millones respectivamente, lo que comprueba su factibilidad económica.

La tasa interna de retorno es de 22,5% aproximadamente.

Con el fin de analizar la sensibilidad de los resultados a suposiciones más pesimistas que las adoptadas como las más probables, se efectuaron tres pruebas que consisten en los siguientes cambios en el flujo básico:

Prueba A: El V.N.P. del Proyecto no alcanzaría en plena producción (año 17) sino un 80% de lo previsto en la evaluación básica.

Prueba B: El proceso de desarrollo agrícola se demoraría 5 años más de lo previsto, de tal manera que la producción de pleno desarrollo sólo se alcanzaría en el año 22; para efectos de esta prueba el flujo de inversiones y costos no fue modificado.

Prueba C: Los costos de inversiones en obras serían mayores en un 20% que los originalmente estimados.

Los flujos correspondientes a estas pruebas se presenta en el Cuadro M-7.

El valor presente neto y la tasa interna de retorno correspondientes a estas pruebas se presentan en el Cuadro M-8, comparándolos con los resultados de la evaluación básica. Estos resultados demuestran que aún en condiciones bastante desfavorables, el Proyecto sigue siendo económicamente factible.

El Cuadro M-9 presenta los flujos de beneficios y costos discriminados en componentes local y extranjero. Dividiendo el valor presente del flujo del componente nacional de costos menos beneficios (en pesos) por el valor presente de componente extranjero del flujo de beneficios menos costos (en US$) se obtiene que el costo interno de la divisa (calculada con tasa de descuento de 17%) es de $13,6 por US$, lo que representa una tasa menor en casi un 50% del precio social de la divisa. Este resultado corresponde a los siguientes valores presentes:

Componente nacional - costo neto	$896,2 millones
Componente extranjero - beneficio neto	US$ 66,1 millones

La concordancia de este cálculo con el del valor presente neto del Proyecto en PUS$, presentado anteriormente, se puede comprobar así:

$$\frac{66,1 \times 26,2 - 896,2}{19,04} = \text{PUS\$43,9 millones}$$

valor que es casi igual al PUS$44,5 millones calculado anteriormente en forma directa. La leve diferencia se debe principalmente a redondeos en los cálculos.

Cuadro M-7: Etapa I - Pruebas de sensibilidad - Flujos de beneficios y costos (En PUS$ millones)

Prueba A							Prueba B						Prueba C					
Año	V.N.P.	Inver Agric	Obras	O & M y ext	Sin proyecto	B.N.	Año	V.N.P.	Inver Agric	Obras	O & M y ext.	Sin proyecto	B.N.	Año	V.N.P.	Inver agric	Obras	O & M y ext.	Sin proyecto	B.N.
1	42,3	0,2	-	2,4	42,3	- 2,6	1	42,3	0,2	-	2,4	42,3	- 2,6	1	42,3	0,2	-	2,4	42,3	- 2,6
2	43,7	1,6	10,1	3,6	43,7	-15,3	2	43,7	1,6	10,1	3,6	43,7	-15.3	2	43,7	1,6	12,1	3,6	43,7	-17,3
3	45,2	1,8	16,4	3,8	45,2	-22,0	3	45,2	1,8	16,4	3,8	45,2	-22,0	3	45,2	1,8	19,7	3,8	45,2	-25,3
4	46,6	2,0	20,7	4,2	46,6	-26,9	4	46,6	2,0	20,7	4,2	46,6	-26,9	4	46,6	2,0	24,8	4,2	46,6	-31,0
5	48,0	3,7	16,2	4,7	48,0	-24,6	5	48,0	3,7	16,2	4,7	48,0	-24,6	5	48,0	3,7	19,4	4,7	48,0	-27,8
6	54,6	3,9	8,6	5,3	49,0	-12,2	6	54,6	3,9	8,6	5,3	49,0	-12,2	6	56,4	3,9	10,3	5,3	49,0	-12,1
7	61,2	4,1	8,4	5,4	50,1	- 6,8	7	61,2	4,1	8,4	5,4	50,1	- 6,8	7	65,8	4,1	10,1	5,4	50,1	- 3,9
8	67,8	4,2	8,4	5,7	51,1	- 1,6	8	67,8	4,2	8,4	5,7	51,1	- 1,6	8	75,2	4,2	10,1	5,7	51,1	4,1
9	74,4	4,2	6,6	5,9	52,0	5,7	9	74,4	4,2	6,6	5,9	52,0	5,7	9	84,6	4,2	7.9	5,9	52,0	14.6
10	81,0	4,3	1,9	6,1	53,0	15,7	10	81,0	4,3	1,9	6,1	53,0	15,7	10	94,0	4,3	2,3	6,1	53,0	28,3
11	87,6	2,5	-		54,0	25,0	11	87,6	2,5	-		54,0	25,0	11	103,4	2,5	-		54,0	40,8
12	94,2	1,1	-			33,0	12	94,2	1,1	-			33,0	12	112,8	1,1.	-			51,6
13	100,8	0,8	-			39,9	13	100,8	0,8	-			39,9	13	122,2	0,8	-			61,3
14	107,5	0,6	-			46,8	14	107,4	0,6	-			46,7	14	131,6	0,6	-			70,9
15	114,2	1,2	-			52,9	15	113,9	1,2	-			52,6	15	140,9	1,2	-			79,6
16	120,9	4,2	-			56,6	16	120,4	4,2	-			56,1	16	150,2	4,2	-			85.9
17a40	127,6	2,7	-			64,8	17	126,9	2,7	-			64,1	17a40	159,5	2,7	-			96,7
							18	133,4		-			70,6							
							19	139,9		-			77,1							
							20	146,4		-			83,6							
							21	152,9		-			90,1							
							22a40	159,5		-			96,7							

Valor presente neto
a 9% 165,8
a 17% 4,1
Tasa interna de retorno = 17,5%

Valor presente neto
a 9% 223,3
a 17% 20,6
Tasa interna de retorno = 18,6%

Valor presente neto
a 9% 290,1
a 17% 35,2
Tasa interna de retorno = 21%

Cuadro M-8: Etapa I - Resultados de las pruebas de sensibilidad

I t e m	Valor presente neto (en millones de PUS$)		Tasa interna de retorno
	Al 9%	Al 17%	
Evaluación básica	302,9	44,5	22,5%
Prueba A	165,8	4,1	17,5%
Prueba B	223,3	20,6	18,6%
Prueba C	290,1	35,2	21,0%

Cuadro M-9: Etapa I - Flujos de beneficios y costos : Componentes extranjero y nacional

	Componente extranjero en millones de US$							Componente nacional en millones de $ chilenos						
Año	V.B.P. +	C.P. -	Inver. Agric. -	Obras -	O & M y ext. -	V.B.P. - C.P. sin proyecto -	Beneficio neto	V.B.P. -	C.P. +	Inver. agric. +	Obras +	O & M y ext. +	V.B.P. - C.P. sin proyecto +	Costo neto
1	44	10,5	0,1	-	-	33,5	- 0,1	203,7	275,1	1,9	-	45,7	- 71,4	47,5
2	45,5	10,9	0,6	3,6	0,2	34,6	- 4,4	209,4	284,7	15,2	102,6	64,9	- 75,3	182,7
3	47	11,2	0,7	5,7	0,3	35,8	- 6,7	217,1	293,2	17,1	161,9	66,8	- 76,1	245,8
4	48,4	11,6	0,7	7,2	0,3	36,8	- 8,2	224,7	302,7	19,0	204,0	75,0	- 78,0	298,0
5	49,9	11,9	1,3	5,7	0,4	38,0	- 7,4	230,4	311,3	35,2	160,9	80,7	- 80,9	276,8
6	57,0	13,0	1,4	3,0	0,5	38,6	- 0,5	262,8	340,8	37,1	85,5	80,6	- 80,0	201,2
7	64,1	13,8	1,5	2,9	0,5	39,2	6,2	297,0	360,8	39,0	82,7	94,0	- 79,2	200,3
8	71,2	14,5	1,5	2,9	0,6	39,8	11,9	329,4	380,8	40,0	82,7	97,1	- 78,3	192,9
9	78,3	15,3	1,5	2,3		40,4	18,2	361,8	400,8	40,0	65,2	100,3	- 77,4	167,1
10	85,4	16,1	1,6	0,7		41,0	25,4	394,1	420,8	40,9	18,5	104,7	- 76,5	114,3
11	92,5	16,8	0,9	-		41,6	32,6	428,4	440,8	23,8	-	105,5	- 75,6	66,1
12	99,6	17,6	0,4	-		42,1	38,9	460,8	460,8	10,5	-		- 74,7	41,3
13	106,6	18,3	0,3	-			45,3	493,1	479,8	7,6	-			25,1
14	113,7	19,0	0,2	-			51,8	525,5	498,9	5,7	-			9,9
15	120,6	19,8	0,4	-			57,7	557,9	517,9	11,4	-			2,2
16	127,6	20,5	1,5	-			62,9	590,2	536,0	40,0	-			16,6
17a40	134,5	21,2	1,0	-			69,6	622,6	555,0	25,7	-			- 11,1

Valor presente neto (a 17%) = 66,1

Valor presente neto (a 17%) = 896,2

3.1.9 Indicadores del impacto social

a) Agricultores beneficiarios

El número total de predios comprendidos en el área que se beneficiará con el Proyecto de la Etapa I será de unos 9.245, de los cuales 5.655 corresponden a predios mayores de 2 ha, según se detalla en el Cuadro M-10. Suponiendo un promedio de 5 personas por familia, se deduce que los beneficiarios representan el 25% de la población de la provincia si se consideran todos los predios, el 15% si se consideran como beneficiarios sólo los mayores de 2 ha y el 13% si se toman en cuenta como futuros beneficiarios sólo los predios de 2 a 25 ha.

Cuadro M-10: Etapa I - Número de agricultores beneficiarios

Area del predio	Zonas I, II y III	Nilahue[1]	Total
Hasta 2 ha	3.506	84	3.590
2 a 5 ha	643	56	699
5 a 25 ha	3.967	243	4.210
25 y más	619	127	746
T o t a l	8.735	510	9.245
Total sin menores de 2 ha	5.229	426	5.655
Total entre 2 y 25 ha	4.610	299	2.909

(1) Se estimó en 85% del total la parte de esa áres incluida en la Etapa I.

b) Empleo

El número total de jornadas que se emplearán en labores agropecuarias directas en pleno desarrollo de la Etapa I se estima en 5,0 millones, frente 2,8 en la situación actual, según lo presentado en el Cuadro M-11. Si se considera que en las condiciones de la zona un empleo agrícola es de unos 150 días de trabajo al año, el aumento de 2,2 millones de jornadas equivale a unos 14.700 trabajadores. Agregando a este valor un 10% que correspondería a trabajadores en servicios directos a la producción (operadores de tractores, etc), se llega a la cifra de 16.200 trabajadores, lo que puede considerarse como una estimación mínima.

Este número corresponde a 25% de la fuerza de trabajo de la provincia de Colchagua proyectada a 1990 con tasa anual de crecimiento de 2%. Dicho empleo adicional es 2,6 veces mayor que el número actual de desempleados en la provincia y 2 veces del número de desempleados a 1985 si persistiera la tasa actual de desempleo.

Cuadro M-11: Etapa I - Requerimientos de mano de obra agropecuaria[1]

Actividad	Presente			Futuro	
	Area (ha)		Jornadas	Area riego (ha)	Jornadas (en miles)
	Riego	Secano			
Frutales y viñas	8.600	705	805,1	17.980	2.170,1
Cultivos anuales y hortícolas[2]	46.215	6.410	1.369,9	66.895	2.052,5
Ganadería	38.245	15.105	625,5	30.405	844,2
T o t a l	93.060	22.220	2.800,5	115.280	5.066,8

(1) Se refiere solamente al área comercial (predios mayores de 2 ha)

(2) Incluye trabajos de implantación y mantención de pradera en el caso de situación propuesta; por tanto para esta misma situación, ganadería sólo incluye manejo de ganado.

3.2 Evaluación del "Efecto del Agua"

3.2.1 Introducción

Como se mencionó al principio del presente capítulo, el objetivo de esta evaluación es el de aplicar un criterio más estricto para evaluar el mérito económico de las cuantiosas inversiones que se requieren para el embalse y las obras en las áreas de nuevo riego, principalmente Nilahue. Para efectos de este análisis se estimó cual sería la superficie dentro del área actualmente bajo canal que se podría regar con seguridad de 85% sin construir el embalse y se supuso además que el desarrollo de tal área se podría realizar con obras de mejoramiento y con asistio técnica, alcanzándose en esta área niveles de productividad iguales a lo que se estiman para el Proyecto propuesto. Es de notar, sin embargo, que a pesar de la aparente lógica, tal suposición es poco realista dentro de las condiciones vigentes en Chile.

Basándose en estos criterios se estructuró un flujo hipotético de beneficios y costos del "proyecto sin embalse", con el cual se comparó el flujo de beneficios de la Etapa I discutido anteriormente. La diferencia entre los dos flujos representa supuestamente los beneficios claramente atribuibles a la inversión en la creación de nuevas fuentes de agua y en su condición y distribución, así como el desarrollo agrícola que ello acarrearía.

A continuación se plantean los criterios adoptados para la estimación del flujo de costos y beneficios del "proyecto sin embalse".

3.2.2 Beneficios y costos sin embalse

Utilizando el modelo hidrológico de simulación, se comprobó que la superficie máxima que se podría regar con seguridad de 85% de no contarse con el embalse (y suponiendo el mismo plan de cultivos establecido para el plan propuesto) sería de unas 62.800 ha netas en las Zonas I, II y III, comparadas con las 117.840 ha que se pretende regar en la Etapa I.

Aplicando la misma proporción (de 0,533) al V.N.P. de la Etapa I en su pleno desarrollo (PUS$159,5 millones), se obtiene que el V.N.P. del "proyecto sin embalse" sería de unos PUS$85,0 millones. Se ha supuesto por lo tanto que el valor neto de la producción en el área total del Proyecto de la Etapa I en caso de que no se construyera el embalse, llegaría a PUS$85,0 millones, más PUS$4,3 millones que provendrían del resto del área que no se desarrollaría por falta de agua.

Para los primeros 5 años se ha supuesto que V.N.P. sería igual al adoptado para la Etapa I, ya que en estos años no se notaría de todas maneras el efecto del embalse. Se ha supuesto que la fase de plena producción se alcanzaría en el año 15 (en vez del año 17 en la Etapa I) y se han calculado los beneficios entre el año 6 y el 17 por interpolación.

Las inversiones de ingeniería contempladas en el "proyecto sin embalse" consistirían en las mismas de mejoramiento y adecuación predial que se proponen para la Etapa I en las áreas de riego actual, pero para la extensión menor.

Las inversiones agrícolas se estimaron en un 25% de las consideradas en la Etapa I, o sea menos de lo que correspondería según la proporción de las áreas, ya que se trata de una extensión en la cual el porcentaje de frutales y ganadería existentes es mayor que en el conjunto del área de la Etapa I y por lo tanto requiere menos inversiones.

Los costos de operación y mantención y de asistencia técnica se estimaron según los criterios anteriormente expuestos, sólo que para una superficie más reducida.

3.2.3 Comparación entre la Etapa I y el "proyecto sin embalse"

El Cuadro M-12 presenta el flujo de costos y beneficios estimado para el "proyecto sin embalse" y el flujo de beneficios netos de la Etapa I [1]. También se presenta el flujo residual, o sea el beneficio neto de la Etapa I menos el del "proyecto sin embalse".

El Cuadro M-13 muestra los resultados de la comparación en términos de valor presente neto.

---

(1) Por tratarse de comparación entre dos alternativas para la misma área, no se consideró en ambos casos el valor de la producción "sin proyecto" que constituye una tercera alternativa.

Cuadro M-12: Flujo de costos y beneficios del "Proyecto sin embalse" comparado con el de la Etapa I (en millones de PUS$)

Año	"Proyecto sin embalse"					Etapa I Beneficio neto (1) (2)	Etapa I menos "Proyecto sin embalse
	V.N.P.	Inver. Agric.	Obras	O & M y ext.	B.N.(1)		
1	42,3	-	-	0,5	41,8	39,7	- 2,1
2	43,7	0,4	1,1	1,0	41,2	28,4	-12,8
3	45,2	0,5	2,5	2,0	40,2	23,2	-17,0
4	46,6	0,5	2,8	2,1	41,2	19,7	-21,5
5	48,0	0,9	2,6	2,2	42,3	23,4	-18,9
6	52,1	1,0	2,7	2,3	46,1	38,6	- 7,5
7	56,2	1,0	2,7	2,4	50,1	47,9	- 2,2
8	60,3	1,1	2,6	2,5	54,1	56,9	2,8
9	64,4	1,1	2,1	2,5	58,7	67,9	9,2
10	68,5	1,1	0,8	2,6	64,0	81,7	17,7
11	72,6	0,6	-		69,4	94,8	25,4
12	76,7	0,3	-		73,8	105,6	31,8
13	80,9	0,2	-		78,1	115,3	37,2
14	85,1	0,2	-		82,3	124,9	42,6
15	89,3	0,7	-		86,0	133,6	47,6
16			-			139,9	53,9
17-40			-			150,7	64,7

(1) En este flujo no se restó el V.N.P. "sin proyecto"

(2) Véase Cuadro M-6

Cuadro M-13: Comparación entre el Proyecto de la Etapa I y el "Proyecto sin embalse" (en millones de PUS$)

Alternativa	Valor presente neto	
	Al 9%	Al 17%
Etapa I (1)	840,6	328,5
Proyecto "sin embalse (1)	655,6	307,9
Diferencia a favor de la Etapa I	184,0	20,6

(1) Sin considerar el valor neto de la producción "sin proyecto"

La tasa interna de retorno del flujo residual es de 20,2% aproximadamente.

3.3 Evaluación económica de las rinconadas

A continuación se presenta un análisis económico de la factilidad económica de las llamadas rinconadas, o sea las áreas sin riego adjuntas a las de riego actual, que se propone incorporar al riego dentro de la Etapa I (Capítulos E y J).

Para el efecto de este cálculo fueron consideradas todas las inversiones específicas de cada rinconada, con los respectivos costos anuales de operación y mantención y costos de energía para bombeo. No se cargó ningún costo de la presa, ya que este no se efectuaría por la inclusión o exclusión de las rinconadas.

El valor neto de la producción "sin proyecto" en estas áreas fue calculado en 80 dólares/ha, o sea el 50% del valor actual del rendimiento neto de un área de pasto bajo canal en las zonas I, II y III. Fue considerado también un costo anual de US$25/ha de extensión agrícola (igual al adoptado para toda el área del Proyecto).

El beneficio se ha calculado sobre la base de cultivos anuales solamente, lo que arroja un valor inferior al promedio obtenido para las áreas de las Zonas I, II y III. Para cada rinconada se ha calculado el valor presente neto a una tasa de interés del 17%, considerando un horizonte de tiempo de 40 años.

Para este análisis se ha supuesto que las inversiones de cada rinconada se realizan en un sólo año (año cero para el flujo correspondiente a cada rinconada) y que el área se incorpora al riego en el año siguiente (año 1) aumentándose los beneficios hasta estabilizarse en el año 5.

Las evaluaciones se presentan en el Cuadro M-14 según el cual el desarrollo de todas las riconadas es factible. Cabe recalcar, sin embargo, que estas evaluaciones tienen solo un carácter indicativo, de modo que habrá que realizar una evaluación más detallada en la etapa de diseño de cada rinconada.

3.4 Evaluación del desarrollo de la Zona de Nilahue

3.4.1 Introducción

La Zona de Nilahue constituye el componente más importante del desarrollo de nuevo riego dentro de la Etapa I y el que requiere las inversiones más elevadas por hectárea. En lo que sigue se evalúa marginalmente el desarrollo de esta zona, considerando solamente las inversiones y beneficios directos del mismo.

3.4.2 Beneficios

El valor neto de la producción para la zona de Nilahue, de acuerdo con el plan agrícola, alcanza en plena producción un nivel de PUS$31,5 millones, según lo detallado en el Cuadro M-15.

El aumento de la producción comenzaría en el año 6 con la incorporación de las primeras áreas al riego; la etapa de plena producción se alcanzaría en el año 17.

3.4.3 Costos

Las inversiones en obras directamente relacionadas con el desarrollo de Nilahue suman (a precios económicos) PUS$36,5 millones según lo detallado anteriormente en el Cuadro M-4.

Cabe notar que los canales principales de Nilahue se diseñaron con la capacidad necesaria para una superficie mayor de la que se regará en la Etapa I, vale decir para las 26.200 ha que se regarían en la Etapa II. Al mismo tiempo no fueron considerados los beneficios relacionados con este sobrecosto, lo que constituye un margen de seguridad para la evaluación. El flujo de las inversiones se ha calculado según el programa de implementación. Las inversiones agrícolas y los costos anuales han sido estimados de acuerdo con el plan agrícola y con los criterios anteriormente expuestos.

3.4.4 Situación "sin proyecto"

Casi la totalidad del área de Nilahue está en condiciones de secano y solamente se riega extensiones pequeñas que suman unas 700 ha. El valor neto de la producción "sin proyecto" se estimó en su nivel actual de PUS$1,8 millones, según lo detallado en el Cuadro M-16.

Cuadro M-14: Evaluación económica de las rinconadas (en miles de PUS$)

	Rinconada Almendral Area neta: 1.955 ha		Rinconada Huiques Area neta: 1.240 ha		Rinconada Meneses Area neta: 565 ha		Rinconada Los Maquis Area neta: 1.155 ha	
	Valor por año	Valor presente a 17%	Valor por año	Valor presente a 17%	Valor por año	Valor presente a 17%	Valor por año	Valor presente a 17%
A. Valor neto de producción								
Año 1	1.368,0		1.039,0		473,0		968,0	
2	1.740,0		1.103,0		503,0		1.028,0	
3	1,838,0		1.166,0		531,0		1.086,0	
4	1.935,0		1.228,0		559,0		1,143,0	
5 - 40	2.033,0		1.290,0		588,0		1.201,0	
Total		11.210,7		7.112,4		3.240,9		6.623,2
B. Inversiones								
Sistema de riego		1.189,3		631,3		286,0		1.198,8
Adecuación predial		364,2		231,0		105,2		215,2
Drenaje		180,0		-		-		-
Total		1.733,5		862,3		391,2		1.414,0
C. Costos anuales								
O & M (2% de inver)	35,0	205,2		112,5		51,0		184,5
Energía	91,3	536,0		319,8		43,2		-
Extensión agrícola	48,9	286,9		182,0		82,9		169,5
Total	175,2	1.028,1		614,3		177,1		354,0
D. Uso actual	156,4	918,2		582,4		265,4		542,5
Valor presente neto= A-(B+C+D)		7.530,9		5.053,4		2.407,2		4.312,7

Cuadro M-15: Nilahue - Etapa I - Valor de la producción por cultivo en pleno desarrollo

Cultivo	Area (ha netas)	V.B.P.	C.P.[1] (en millones de	V.N.P. PUS$
Cultivos anuales				
Maíz	7.140	9,35	2,99	6,36
Arroz	4.000	7,37	2,33	5,04
Frejol	2.730	3,19	1,24	1,95
Trigo	900	0,90	0,32	0,58
Hortalizas	1.280	4,17	0,93	3,24
Subtotal	16.050	24,98	7,81	17,17
Frutales				
Manzano	655	3,98	0,96	3,02
Limonero	525	2,24	0,49	1,75
Uva de mesa	570	3,48	0,42	3,06
Uva vinífera	1.230	3,20	0,94	2,26
Subtotal	2.980	12,90	2,81	10,09
Pecuaria				
Leche	3.190	5,33	1,12	4,21
T o t a l	22.220	43,21	11,74	31,47

(1) No incluye la amortización de las inversiones en los primeros años.

Cuadro M-16: Nilahue (Etapa I) - Valor de la producción en la situación actual

	Area neta (ha)	V.B.P. (en	C.P. miles de	V.N.P. PUS$)
Trigo	6.410	2.930	1.777	1.153
Pastos	15.105	337,6	30,2	307,4
Limonero	160	335,3	129,4	205,9
Uva de secano	545	248,0	150,0	98,0
T o t a l	22.220	3.850,9	2.086,6	1.764,3

3.4.5 Factibilidad económica

El Cuadro M-17 resume los flujos de beneficios y costos de Nilahue.

El valor presente neto del flujo es de PUS$90,7 millones si se usa una tasa de descuento del 9% y PUS$ 16,3 millones si se usa el 17%. Ello significa que la evaluación marginal de la factibilidad económica del desarrollo de Nilahue arroja un resultado positivo.

Es interesante notar, que no habiéndose considerado el embalse en los costos de esta evaluación marginal de Nilahue, el valor presente del beneficio neto de Nilahue a 9% (PUS$ 90,7 millones) sería más que suficiente para justificar la construcción del embalse sólo para Nilahue, ya que el valor presente del costo del embalse es de PUS$27,8 millones. No es así si se usa el 17%, ya que el valor presente del costo del embalse es de PUS$20,3 millones frente a PUS$16,3 millones de beneficio; en este caso se requiere también de los beneficios adicionales en las Zonas I, II y III para justificar la construcción del embalse.

Cuadro M-17: Nilahue - Etapa I - Flujos de costos y beneficios

(En millones de PUS$)

Año	V.N.P.	Inversiones agrícolas	Inversiones en obras	O & M y extensión	V.N.P. sin proyecto	B.N.
1	1,8	-	-	-	1,8	-
2	1,8	-	1,3	-		-1,3
3	1,8	-	3,4	-		-3,4
4	1,8	-	6,0	-		-6,0
5	1,8	1,0	5,9	0,2		-7,1
6	3,3	1,1	5,1	0,6		-5,3
7	5,9	1,2	5,1	0,8		-3,0
8	8,5	1,3	5,1	0,9		-0,6
9	11,1	1,3	3,9	1,1		3,0
10	13,7	1,3	0,7	1,2		8,7
11	16,3	0,4	-	1,3		12,8
12	18,9	0,2	-			15,6
13	21,5	0,1	-			18,3
14	24,1	0,1	-			20,9
15	26,7	0,7	-			22,9
16	29,3	0,9	-			25,3
17-40	31,5	0,6	-			27,8

Valor presente neto:

a 9% 90,7

a 17% 16,3

4. COMPARACION ENTRE NILAHUE Y ALCONES

4.1 Introducción

En lo que sigue se presenta la justificación económica de la decisión, expuesta en el Capítulo F, de incluir dentro de la Etapa I de desarrollo la zona de Nilahue y no la de Alcones.

Para efectos de este análisis se acepta de antemano que la Etapa I incluya de todas formas la construcción de la presa y el desarrollo de las Zonas I, II y III. Aceptando también que la Etapa I no puede incluir el desarrollo de las zonas de Alcones y Nilahue a la vez, se concentra el análisis en comparar entre el desarrollo de estas dos zonas, considerando sólo los costos y beneficios correspondientes directamente a cada zona.

La alternativa de Nilahue que se considera para este análisis es la que se ha evaluado en la sección anterior de este capítulo, mientras que el flujo de costos y beneficios de Alcones se ha estimado según lo planteado a continuación. Para efectos de este análisis se ha considerado la alternativa de Alcones con toda su área final (26.290 ha netas), aunque si se hubiera decidido desarrollarla en la Etapa I, probablemente se hubiera reducido el área incluida en la Etapa I en forma parecida a lo que se recomendó para Nilahue. Esta suposición favorece el cálculo de los beneficios netos de la alternativa de Alcones.

4.2 Costos y beneficios de Alcones

Las inversiones para Alcones comprenden el canal matriz, el canal Yaquil-Cañetén, y los sistemas de riego en el interior de la zona, desde el nivel principal hasta el predial, incluyendo también sistemas de bombeo. La inversión total en precios económicos ascendería a PUS$50,9 millones (frente a PUS$55,7 millones a precios financieros) según lo detallado más adelante en el Cuadro M-20.

En caso de desarrollarse Alcones dentro de la Etapa I, se comenzaría a regar las primeras áreas en el año 6, al quedar concluídas las obras del embalse y de los canales de conducción.

En pleno desarrollo (año 17) se alcanzaría, según el plan agrícola, un valor neto de la producción de PUS$26,7 millones, que corresponde a 26.220 ha netas[1].

El V.N.P. sin proyecto de esta zona es muy bajo y se estima en PUS$0,6 millones.

---

(1) La diferencia de 70 ha entre esta área y la total de la zona corresponde a predios menores de 2,0 ha.

4.3 Resultados

El Cuadro M-18 presenta los flujos de costos y beneficios de Alcones como alternativa para la Etapa I, junto con el flujo de beneficio neto de Nilahue extraído del Cuadro M-17.

Los valores presentes netos de los beneficios de ambas alternativas son los siguientes (en PUS$ millones).

	Al 9%	Al 17%
Nilahue	90,7	16,3
Alcones	62,1	1,7

Esta comparación corrobora la recomendación de preferir Nilahue a Alcones en el plan de desarrollo de la Etapa I, dejando el desarrollo de Alcones para una etapa posterior.

Cuadro M-18: Comparación entre Nilahue y Alcones - Flujos de costos y beneficios (en millones de PUS$)

Año	Alternativa de Alcones						Nilahue (1)
	V.N.P.	Inver agric	Obras	O & M y ext	V.N.P. sin proyecto	B.N.	B.N.
1	0,6	-	-	-	0,6	-	-
2	0,6	-	6,5	-		-6,5	-1,3
3	0,6	-	8,6	-		-8,6	-3,4
4	0,6	-	9,1	-		-9,1	-6,0
5	0,6	1,5	8,5	0,3		-10,3	-7,1
6	2,9	1,4	5,0	1,0		-5,1	-5,3
7	5,1	1,5	5,4	1,3		-3,7	-3,0
8	7,3	1,4	4,1	1,5		-0,3	-0,6
9	9,5	1,5	2,4	1,8		3,2	3,0
10	11,7	1,5	1,4	2,0		6,2	8,7
11	13,9	0,7	-	2,1		10,5	12,8
12	16,1	0,2	-			13,2	15,6
13	18,3	0,1	-			15,5	18,3
14	20,4		-			17,6	20,9
15	22,5		-			19,7	22,9
16	24,6		-			21,8	25,3
17-40	26,7		-			23,9	27,8
Valor presente neto:							
a 9%						62,1	90,7
a 17%						1,7	16,3

(1) Cuadro M-17

5. EVALUACION DEL PLAN GLOBAL

5.1 Introducción

Esta evaluación va encaminada a establecer el mérito económico total, en términos de valor presente neto y tasa interna de retorno, del conjunto del Proyecto desde su inicio hasta el cumplimiento del desarrollo del Plan Global. El proyecto global comprende, por lo tanto, las obras ya realizadas, así como la Etapa I propuesta en el presente estudio y la Etapa II. Para los efectos de este análisis se ha supuesto que la ejecución de las obras de la Etapa II comenzaría en el año 11.

Según se señalaba anteriormente, la evaluación aquí considerada tiene un carácter un tanto académico, ya que a diferencia de las tratadas en las secciones 3 y 4 del presente capítulo, ésta no es pertinente para la toma de decisiones respecto al desarrollo del Proyecto.

El Proyecto, con sus obras ya realizadas, genera dos tipos de beneficios. Uno, a través del sector agrícola como resultado del aumento de la producción y otro, a través del sector energético, como resultado del agua adicional que se aportaría a la central de Rapel. Aunque el primero representa el objetivo principal del Proyecto y el motivo de las inversiones, el segundo no se debe pasar por alto.

Por motivos pragmáticos y con un criterio conservador, el análisis completo se hará solamente con los beneficios agrícolas. Sin embargo se discutirán los beneficios referentes al sector energético y se estimará su orden de magnitud.

5.2 Beneficios

Del área total de Plan Global, de 148.030 ha, se atribuyen beneficios a un área de 145.390 ha, que corresponde a los predios mayores de 2,0 ha. El valor neto de la producción en esta área se estima para la etapa de plena producción en PUS$191 millones, según lo detallado en el Cuadro M-19.

El flujo de los beneficios hasta llegar a la plena producción se calculó agregando al flujo ya calculado de la Etapa I, el que correspondería a la Etapa II; para esta última se estimó que las primeras áreas se regarían en el año 15 y que el nivel de producción se estabilizaría en el año 25.

5.3 Costos

Las inversiones en obras cargadas al Plan Global comprenden las ya realizadas, las de la Etapa I y las estimadas para la Etapa II.

Las inversiones ya ejecutadas son las siguientes:

a) Obras en el embalse de Convento Viejo.

   Suman en total 7,6 millones de PUS$ (en precios financieros) y se distribuyen así:

Cuadro M-19: Plan Global - Valor de la producción por cultivo en pleno desarrollo

Cultivo	Area (ha netas)	V.B.P. (en millones de PUS$)	C.P.(1)	V.N.P.
Cultivos anuales				
Maíz	36.790	47,68	15,40	32,28
Arroz	13.105	24,71	7,60	17,11
Frejol	12.465	13,95	5,65	8,30
Trigo	9.530	9,60	3,39	6,21
Maravilla	2.815	3,13	1,09	2,04
Remolacha	2.720	6,50	2,54	3,96
Tabaco	1.300	5,45	1,10	4,35
Hortalizas	3.500	11,39	2,54	8,85
Subtotal	82.225	122,41	39,31	83,10
Frutales				
Manzano	4.980	30,23	7,30	22,93
Limonero	2,520	10,73	2,34	8,39
Uva de mesa	2.500	15,25	1,84	13,41
Uva Vinífera	10.000	26,00	7,60	18,40
Subtotal	20.000	82,21	19,08	63,13
Ganadería				
de carne	16.092	10,88	1,85	9,03
de leche	27.073	45,21	9,50	35,71
Subtotal	43.165	56,09	11,35	44,74
T o t a l	145.390	260,71	69,74	190,97

(1) No incluye la amortización de la inversión en los primeros años.

	Millones de PUS$
Expropiaciones	0,8
Muro principal	3,4
Obra de toma y desviación	2,3
Infraestructura de ferrocarril	1,1
T o t a l	7,6

Su costo en precios económicos se estima en PUS$6,8 millones.

La mayor parte de estas obras fue realizada en el período 1969-1973. A los efectos de la evaluación, los valores anteriores han sido convertidos a su valor futuro para el punto 0 del Proyecto actual, o sea 1977, utilizando una tasa de 17%(1).

b) Canal Teno Chimbarongo

Fue construido por la ENDESA entre 1972 y 1975. Este canal es de doble propósito: abastecimiento de volúmenes de agua adicionales al embalse Convento Viejo para fines de riego, e incremento de los aportes al embalse de Rapel, situado aguas abajo, para fines de generación de energía en la central hidro - eléctrica de la ENDESA. El canal tiene una capacidad total de 65 m^3/seg. La capacidad asegurada para fines de riego es de 40 m^3/seg, habiéndose ampliado su capacidad a la cifra indicada para satisfacer las necesidades de la ENDESA.

Ahora bien, en la actualidad los beneficios del canal para los propósitos de riego son mínimos. En cambio la ENDESA ha utilizado y seguirá utilizando los caudales del canal hasta que el embalse de Convento Viejo entre en servicio y se amplíen las áreas bajo riego.

En vista de lo anterior se decidió cargar al Proyecto agrícola la proporción de 40/65 (o sea 61,5%) del costo del canal, pero integrando este valor al flujo de las inversiones solamente cuando el embalse entre en funcionamiento. Cabe anotar que lo anterior representa solamente una suposición para efectos del presente análisis y de ninguna manera constituye una recomendación de la fórmula según la cual se debe repartir el costo entre las entidades (Dirección de Riego y ENDESA).

La inversión total en el canal Teno-Chimbarongo en precios financieros es de PUS$11,6 millones, la que se convierte en PUS$10,4 millones a precios económicos; la cifra cargada al Proyecto agrícola es, por ende, de PUS$6,4 millones, considerada como costo en el año 6.

Las inversiones en obras de la Etapa I, presentadas en detalle en la Sección 3 de este capítulo, suman en precios económicos PUS$97,7 millones.

Las obras requeridas para la Etapa II comprenden la conducción de agua a Alcones y las obras de riego dentro de esta zona, la construcción del canal de transvase del Tinguiririca a Convento Viejo, y las obras de riego de las áreas adicionales de Nilahue. El costo total de la Etapa II, a precios económicos, ascendería a PUS$58,6 millones según lo detallado en el Cuadro M-20, lo que da un total de inversiones a realizar en obras de PUS$155,9 millones.

Suponiendo que la construcción de las obras de la Etapa II comenzará en el año 11, la etapa de plena producción se alcanzaría en el año 25, ya que las primeras áreas de Alcones se regarían en el año 15.

Las inversiones agrícolas y los costos anuales de operación y mantención y asistencia técnica se han estimado también para la Etapa II, agregándolos al flujo de la Etapa I.

5.4 Situación "sin proyecto"

Dado que las áreas de la Etapa II se explotan actualmente en forma muy extensiva, se ha estimado el valor neto de la producción de estas áreas en PUS$0,7, cifra que se ha agregado al flujo estimado para la Etapa I.

5.5 Resultados

El Cuadro M-21 presenta los flujos de costos y beneficios

El valor presente neto al 9% es de PUS$342,2 millones; al 17% alcanza PUS$29,4 millones

La tasa interna de retorno es de 19,7% aproximadamente.

Es de notar que el hecho de que el valor presente neto a 17% sea menor que el calculado para la Etapa I (PUS$44,5 millones) no indica necesariamente que el valor presente del flujo de la Etapa II sea negativo; esto se debe a que en la presente evaluación del Plan Global se incluyen también las inversiones ya hechas y efectivamente, si se agrega al valor arriba citado el valor presente de las obras realizadas incluidas en el flujo, se llega (con 17%) a un valor presente del Proyecto a realizar de PUS$48,3 millones.

Cuadro M-20: Plan Global - Costo de obras a realizar
(en millones de PUS$)

I t e m	Costo a precios financieros	Costo a precios económicos
1. Total Etapa I[1]	108.070,2	97.263,2
2. Etapa II		
2.1 Alcones[2]		
Canal matriz	8.787,9	
Canal Yaquil-Cañetén	20.359,0	
Canales principales	7.477,0	
Sistemas de bombeo	5.194,9	
Canales secundarios	6.835,4	
Adecuación predial	7.992,2	
Total Alcones	56.646,4	50.981,8
2.2 Nilahue (Etapa II)		
Sistemas de bombeo	2.887,6	
Canales secundarios	897,0	
Adecuación predial	1.185,6	
Total Nilahue (Etapa II)	4.970,2	4.473,2
2.3 Transvase Tinguiririca-Convento Viejo	3.500,3	3.150,3
Total Etapa II	65.116,9	58.605,2
3. Gran total	173.187,1	155.868,4

(1) Véase detalle en el Cuadro M-4

(2) Incluyendo las obras para 1.605 ha netas de rinconadas adjuntas a las zonas II y III, que se regarían con el canal Yaquil-Cañetén y que fueron por lo tanto considerando como parte de Alcones.

Cuadro M-21: Plan Global - Flujo de costos y beneficios

(en millones de PUS$)

Año	V.N.P.	Inver agric	Inversiones en obras				O & M y ext	V.N.P. sin proyecto	B.N.
			Realizadas	Etapa I	Etapa II	Total			
1	43,0	0,2	18,0(1)	-	-	18,0	2,4	43,0	-20,6
2	44,4	1,6	-	10,1	-	10,1	3,6	44,4	-15,3
3	45,9	1,8	-	16,4	-	16,4	3,8	45,9	-22,0
4	47,3	2,0	-	20,7	-	30,7	4,2	47,3	-26,9
5	48,7	3,7	-	16,2	-	16,2	4,7	48,7	-24,6
6	57,1	3,9	6,4(2)	8,6	-	15,0	5,3	49,7	-16,8
7	66,5	4,1	-	8,4	-	8,4	5,4	50,8	- 2,2
8	75,9	4,2	-	8,4	-	8,4	5,7	51,8	5,8
9	85,3	4,2	-	6,6	-	6,6	5,9	52,7	15,9
10	94,7	4,3	-	1,9	-	1,9	6,1	53,7	28,7
11	104,1	2,5	-	-	6,5	6,5	6,1	54,7	34,3
12	113,5	1,1	-	-	9,5	9,5	6,1		42,1
13	122,9	0,8	-	-	11,3	11,3	6,1		50,0
14	132,3	0,6	-	-	11,4	11,4	6,1		59,5
15	144,3	3,3	-	-	6,3	6,3	7,4		72,6
16	157,1	6,3	-	-	5,7	5,7	7,7		82,7
17	169,8	4,8	-	-	4,1	4,1	7,9		98,3
18	174,2	4,8	-	-	2,4	2,4	8,3		104,0
19	177,6	4,3	-	-	1,4	1,4	8,5		108,7
20	179,9	4,3	-	-	-	-			112,4
21	182,1	3,7	-	-	-	-			115,2
22	184,3	2,7	-	-	-	-			118,4
23	186,5		-	-	-	-			120,6
24	188,7		-	-	-	-			122,8
25-40	191		-	-	-	-			125,1

Valor presente neto:

a 9% 342,2

a 17% 29,4

Tasa interna de retorno 19,7%

(1) Corresponde a las inversiones ya hechas en el embalse

(2) Corresponde al costo del canal Teno-Chimbarongo cargado al Proyecto de riego.

Capítulo N

REQUERIMIENTOS DE PRESUPUESTO Y CREDITO

I N D I C E

		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REQUERIMIENTOS DE PRESUPUESTOS	1
3.	REQUERIMIENTOS DE CREDITO	3
4.	BASE PROPUESTA PARA SOLICITUD DE CREDITO INTERNACIONAL	5

C U A D R O S

N-1	Requerimientos de presupuesto para la implementación de la Etapa I	2
N-2	Etapa I - Estimación de requerimientos de créditos para inversiones	4
N-3	Requerimientos de financiación externa	6

Cuadro N-1 : Requerimientos de presupuesto para la implementación de la Etapa I (en millones de PUS$)

Item	Total	Año 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Obras de ingeniería (1)											
Embalse	34,4	-	8	10,0	10,0	6,4	-	-	-	-	-
Sistemas principales	33,5	-	1,8	5,2	7,4	5,6	3,8	3,8	3,8	2,1	-
Sistemas secundarios	9,7	-	0,1	0,3	2,0	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	-
Drenaje	0,8	-	0,1	0,1	-	-	0,2	0,2	0,2	-	-
Subtotal	78,4		10,0	15,6	19,4	13,7	5,4	5,4	5,4	3,5	-
2. Equipo de mantención	1,0	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,1	-	-
3. Asistencia técnica	13,9	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7
4. Créditos especiales											
Adecuación predial	18,3	-	1,1	2,3	3,0	3,0	3,0	2,4	2,0	1,5	-
Otras inversiones	12,3		0,8	0,8	0,8	1,6	2,0	1,9	1,6	1,4	1,4
Subtotal	30,6		1,9	3,1	3,8	4,6	5,0	4,3	3,6	2,9	1,4
5. Programas especiales	3,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3
Total	127,0	1,1	13,2	20,1	24,7	20,2	12,6	12,0	11,2	8,5	3,4

(1) Véase detalles en los Capítulos J, L y M.

el cual se aplicó a una superficie gradualmente creciente hasta un máximo de 60.000 ha, que corresponde dentro del área de la Etapa I a los predios de 2 a 25 ha (incluyendo el sector reformado). El costo total durante 10 años se estima en esta forma en PUS$ 12,5 millones.

La asistencia técnica para adecuación predial, o sea el diseño y la supervisión de las obras se estimó en 10% del costo incluyendo imprevistos (Capítulo H), lo que da un costo promedio por ha de PUS$ 22,9. Para el desarrollo de las 60.000 ha, el costo total resultante es de PUS$ 1,4 millones.

Los fondos para el crédito especial para inversiones se estimaron con base en los datos presentados en la Sección 3 de este capítulo, incluyendo el requerimiento total de crédito para inversiones prediales y el 51% (que representa el porcentaje de predios de 2 a 25 ha) del crédito total requerido para inversiones agrícolas. Los fondos requeridos para el crédito especial de estos dos puntos suman unos PUS$ 29,7 millones. A este valor se debe agregar unos PUS$ 0,9 millones para crédito a las organizaciones de regantes, con miras a la adquisición de maquinaria de mantención, lo que eleva el monto total de fondos del crédito especial para inversiones de particulares a PUS$ 30,6 millones.

El presupuesto para programas especiales (incluyendo el estudio de factibilidad para la Etapa I) se estima en PUS$ 3,1 millones.

El presupuesto total de los diversos renglones arriba mencionados asciende, pues, a PUS$ 127 millones. El detalle de las cifras mencionadas y el cronograma estimado de desembolso se presentan en el Cuadro N-1.

3. REQUERIMIENTOS DE CREDITO

Estos requerimientos han sido calculados para todo el Proyecto, incluyendo los créditos para inversiones y para costos anuales.

El Cuadro N-2 presenta el cálculo de las necesidades de crédito para inversiones en los primeros 10 años de la Etapa I del Proyecto. Este cálculo se basa en el monto estimado de las inversiones, el porcentaje de éstas que requeriría crédito (90% para adecuación predial y 80% para el resto), la proyección del reembolso del crédito, y una estimación de los costos de administración del crédito.

El monto total requerido llegaría hasta el año 10 a PUS$ 41 millones, aumentando en forma gradual, tal como se aprecia en el cuadro. De esta suma total, el 45% y el 33% aproximadamente, corresponden a adecuación predial y a frutales respectivamente.

El promedio anual de costos de producción, previsto para el Proyecto durante los primeros cinco años es de 40 millones de PUS$; del 6° al 12°año el promedio anual será de 64 millones de PUS$ y en la etapa de estabilización, de 80 millones de PUS$ anuales. Si se supone que los requerimientos de crédito serían de un 75% de los montos totales de costos de producción, las sumas correspondientes a los tres períodos arriba

Cuadro N-2 : Etapa I - Estimación de requerimientos de créditos para inversiones (en millones de PUS$, en precios de abril/77 de acuerdo con tasa de cambio de $ 19,04 por dólar)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
I Adecuación predial	Inversiones											
	Riego actual	1,20	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	1,30	20,7
	Rinconadas				0,25	0,50	0,25					1,0
	Nilahue				0,65	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,75	7,9
	Total	1,20	2,60	3,50	4,40	4,15	3,90	3,90	3,90	3,90	2,05	29,6
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (90%)	1,08	2,34	3,15	3,96	3,74	3,51	3,51	3,51	3,51	1,85	26,65
	Recuperac.Crédito (1)	0,08	0,27	0,52	0,84	1,14	1,47	1,83	2,23	2,52		10,90
II Frutales	Inversiones											
	Zonas I, II y III	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	6,36	23,32
	Nilahue					0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	2,78	7,43
	Total	2,12	2,12	2,12	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	9,14	30,75
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (80%)	1,70	1,70	1,70	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	7,31	24,61
	Recuperac.Crédito (2)	0,17	0,34	0,51	0,75	1,21	1,67	2,13	2,69	3,74		13,21
III Pecuarias	Inversiones											
	Zonas I, II y III					1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	9,48
	Nilahue					0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	2,58
	Total					2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	12,06
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (80%)					1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	9,66
	Recuperac.Crédito (3)					0,16	0,32	0,48	0,90	1,32	1,74	4,92
IV Otras Inversiones	Inversiones						1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (80%)						0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	4,00
	Recuperac.Crédito (4)						0,08	0,16	0,24	0,45	0,66	1,59
V Total Crédito	Requerimiento Crédito	2,78	4,04	4,85	8,01	8,59	8,36	8,36	8,36	11,57	64,92	
	Costos Administrat.	0,07	0,17	0,29	0,49	0,71	0,92	1,12	1,33	1,62	6,72	
	Subtotal	2,85	4,21	5,14	8,50	9,30	9,28	9,48	9,69	13,19	71,64	
	Recuperac. Crédito	0,25	0,61	1,03	1,75	2,75	3,78	5,10	6,69	8,66	30,62	
	Requerimiento Neto	2,60	3,60	4,11	6,75	6,55	5,50	4,38	3,00	4,53	41,02	
	Requerimiento neto acumul.	2,60	6,20	10,31	17,06	23,61	29,11	33,49	36,49	41,02		

(1) Condiciones Crédito: 5 años de gracia, 15 años plazo, 8% interés

(2) Condiciones Crédito: 4 años de gracia, 6 años de plazo, 10% interés

(3) Condiciones Crédito: 3 años de gracia, 5 años de plazo, 10% interes

(4) Condiciones de crédito: 3 años de gracia, 5 años de plazo, 10% interés

mencionados serían de 30, 48 y 60 millones de PUS$ respectivamente. Cabe notar que estos valores incluyen los actualmente disponibles, ya que representan el requerimiento total.

4. BASE PROPUESTA PARA SOLICITUD DE CREDITO INTERNACIONAL

En vista de la intención de la Comisión Nacional de Riego de solicitar crédito de un organismo internacional (como el BIRF o el BID), una vez aprobado el Proyecto a nivel nacional, se presenta en el Cuadro N-3 una base para tal solicitud. Para este fin se consideraron los mismos ítems contemplados en la Sección 2 de este capítulo y en el Cuadro N-1. Suponiendo que el componente de financiación externa alcanzara el 40%, el monto estimado de crédito externo para el desarrollo del Proyecto sería de unos PUS$ 50,8 millones; si se adoptara un porcentaje de financiación del 50%, el monto sería de PUS$ 63,5 millones. En caso de considerarse también un componente de financiación externa en los programas de crédito para costos corrientes de producción de pequeños agricultores, se agregaría a lo anterior unos PUS$ 10 millones (con un coeficiente de financiación externa de 40%).

Cuadro N-3 : Requerimientos de financiación externa

Item	Inversión total (millones de PUS$)	Financiación externa (millones de US$)
1. Obras de ingeniería		
- embalse	34,4	13,76
- sistemas principales	33,5	13,40
- sistemas secundarios	9,7	3,88
- drenaje	0,8	0,32
Subtotal	78,4	31,36
2. Equipo de mantención	1,0	0,40
3. Asistencia técnica	13,9	5,56
4. Créditos especiales		
- adecuación predial	18,3	7,32
- otras inversiones	12,3	4,92
Subtotal	30,6	12,24
5. Programas especiales	3,1	1,24
Total general	127,0	50,80

I N D I C E

		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REQUERIMIENTOS DE PRESUPUESTOS	1
3.	REQUERIMIENTOS DE CREDITO	3
4.	BASE PROPUESTA PARA SOLICITUD DE CREDITO INTERNACIONAL	5

C U A D R O S

N-1	Requerimientos de presupuesto para la implementación de la Etapa I	2
N-2	Etapa I - Estimación de requerimientos de créditos para inversiones	4
N-3	Requerimientos de financiación externa	6

N. REQUERIMIENTOS DE PRESUPUESTO Y DE CREDITO PARA LA ETAPA I (1)

1. INTRODUCCION

El presente capítulo tiene por objeto estimar los presupuestos de inversión que se requerirán por parte del Gobierno, así como los montos que serán necesarios para créditos a agricultores; se incluye también una base propuesta para una solicitud de crédito, con miras a su eventual presentación a un organismo internacional de financiamiento (por ejemplo el BIRF o el BID).

2. REQUERIMIENTOS DE PRESUPUESTO

Los presupuestos que requerirá el Gobierno para la implementación de la Etapa I incluirán los siguientes ítems:

a) La inversión en los sistemas de ingeniería, con la excepción de la adecuación predial, que realizarán los propios agricultores.

b) La inversión en la adquisición de maquinaria para la mantención de las obras matrices que estarían a cargo de la Dirección de Riego.

c) El presupuesto requerido para la asistencia técnica a agricultores del sector reformado y los pequeños agricultores, la cual sería gratuita; esto incluye tanto la asistencia técnica agrícola como el diseño y supervisión de la adecuación predial.

d) Los fondos para el crédito especial que se recomienda en el capítulo K, o sea para la adecuación predial de toda el área y para inversiones agrícolas de los agricultores pequeños y del sector reformado. Además, se necesitará crédito especial para la maquinaria de mantención que requieran las asociaciones de canalistas y/o juntas de vigilancia.

e) Los fondos para programas especiales tales como investigaciones hidrológicas (incluyendo equipo), adiestramiento de personal, estudios adicionales (incluyendo el estudio de factibilidad de la Etapa II), asistencia técnica extranjera, etc.

Las inversiones en obras extraprediales descritas y valuadas en el capítulo J tienen un costo total de PUS$ 78,4 millones. Esta inversión se realizará durante 8 años (años 2 al 9 del proyecto) según lo indicado en el Cuadro N-1.

El costo del equipo requerido para la mantención de las obras matrices que estarán a cargo de la Dirección de Riego se estima en PUS$ 1,0 millones.

El presupuesto de asistencia técnica agrícola gratuita se estimó para un período de 10 años a razón de un costo de PUS$ 25 por hectárea,

(1) Todos los valores presentados en este capítulo son en precios financieros.

Cuadro N-1 : Requerimientos de presupuesto para la implementación de la Etapa I (en millones de PUS$)

Item	Total	Año 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Obras de ingeniería (1)											
Embalse	34,4	-	8	10,0	10,0	6,4	-	-	-	-	-
Sistemas principales	33,5	-	1,8	5,2	7,4	5,6	3,8	3,8	3,8	2,1	-
Sistemas secundarios	9,7	-	0,1	0,3	2,0	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	-
Drenaje	0,8	-	0,1	0,1	-	-	0,2	0,2	0,2	-	-
Subtotal	78,4		10,0	15,6	19,4	13,7	5,4	5,4	5,4	3,5	-
2. Equipo de mantención	1,0	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,1	-	-
3. Asistencia técnica	13,9	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7
4. Créditos especiales											
Adecuación predial	18,3	-	1,1	2,3	3,0	3,0	3,0	2,4	2,0	1,5	-
Otras inversiones	12,3		0,8	0,8	0,8	1,6	2,0	1,9	1,6	1,4	1,4
Subtotal	30,6		1,9	3,1	3,8	4,6	5,0	4,3	3,6	2,9	1,4
5. Programas especiales	3,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3
Total	127,0	1,1	13,2	20,1	24,7	20,2	12,6	12,0	11,2	8,5	3,4

(1) Véase detalles en los Capítulos J, L y M.

el cual se aplicó a una superficie gradualmente creciente hasta un máximo de 60.000 ha, que corresponde dentro del área de la Etapa I a los predios de 2 a 25 ha (incluyendo el sector reformado), El costo total durante 10 años se estima en esta forma en PUS$ 12,5 millones.

La asistencia técnica para adecuación predial, o sea el diseño y la supervisión de las obras se estimó en 10% del costo incluyendo imprevistos (Capítulo H), lo que da un costo promedio por ha de PUS$ 22,9. Para el desarrollo de las 60.000 ha, el costo total resultante es de PUS$ 1,4 millones.

Los fondos para el crédito especial para inversiones se estimaron con base en los datos presentados en la Sección 3 de este capítulo, incluyendo el requerimiento total de crédito para inversiones prediales y el 51% (que representa el porcentaje de predios de 2 a 25 ha) del crédito total requerido para inversiones agrícolas. Los fondos requeridos para el crédito especial de estos dos puntos suman unos PUS$ 29,7 millones. A este valor se debe agregar unos PUS$ 0,9 millones para crédito a las organizaciones de regantes, con miras a la adquisición de maquinaria de mantención, lo que eleva el monto total de fondos del crédito especial para inversiones de particulares a PUS$ 30,6 millones.

El presupuesto para programas especiales (incluyendo el estudio de factibilidad para la Etapa I) se estima en PUS$ 3,1 millones.

El presupuesto total de los diversos renglones arriba mencionados asciende, pués, a PUS$ 127 millones. El detalle de las cifras mencionadas y el cronograma estimado de desembolso se presentan en el Cuadro N-1.

3. REQUERIMIENTOS DE CREDITO

Estos requerimientos han sido calculados para todo el Proyecto, incluyendo los créditos para inversiones y para costos anuales.

El Cuadro N-2 presenta el cálculo de las necesidades de crédito para inversiones en los primeros 10 años de la Etapa I del Proyecto. Este cálculo se basa en el monto estimado de las inversiones, el porcentaje de éstas que requeriría crédito (90% para adecuación predial y 80% para el resto), la proyección del reembolso del crédito, y una estimación de los costos de administración del crédito.

El monto total requerido llegaría hasta el año 10 a PUS$ 41 millones, aumentando en forma gradual, tal como se aprecia en el cuadro. De esta suma total, el 45% y el 33% aproximadamente, corresponden a adecuación predial y a frutales respectivamente.

El promedio anual de costos de producción, previsto para el Proyecto durante los primeros cinco años es de 40 millones de PUS$; del 6° al 12°año el promedio anual será de 64 millones de PUS$ y en la etapa de estabilización, de 80 millones de PUS$ anuales. Si se supone que los requerimientos de crédito serían de un 75% de los montos totales de costos de producción, las sumas correspondientes a los tres períodos arriba

Cuadro N-2 : Etapa I - Estimación de requerimientos de créditos para inversiones (en millones de PUS$, en precios de abril/77 de acuerdo con tasa de cambio de $ 19,04 por dólar)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
I Adecuación predial	Inversiones											
	Riego actual	1,20	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	1,30		20,7
	Rinconadas			0,25	0,50	0,25						1,0
	Nilahue			0,65	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,75		7,9
	Total	1,20	2,60	3,50	4,40	4,15	3,90	3,90	3,90	2,05		29,6
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (90%)	1,08	2,34	3,15	3,96	3,74	3,51	3,51	3,51	1,85		26,65
	Recuperac.Crédito (1)	0,08	0,27	0,52	0,84	1,14	1,47	1,83	2,23	2,52		10,90
II Frutales	Inversiones											
	Zonas I, II y III	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	6,36		23,32
	Nilahue				0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	2,78		7,43
	Total	2,12	2,12	2,12	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	9,14		30,75
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (80%)	1,70	1,70	1,70	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	7,31		24,61
	Recuperac.Crédito (2)	0,17	0,34	0,51	0,75	1,21	1,67	2,13	2,69	3,74		13,21
III Pecuarias	Inversiones											
	Zonas I, II y III					1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	9,48
	Nilahue					0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	2,58
	Total					2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	12,06
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (80%)					1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	9,66
	Recuperac.Crédito (3)					0,16	0,32	0,48	0,90	1,32	1,74	4,92
V Otras Inversiones	Inversiones						1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00
	Crédito:											
	Requerim.Crédito (80%)						0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	4,00
	Recuperac.Crédito (4)						0,08	0,16	0,24	0,45	0,66	1,59
V Total Crédito	Requerimiento Crédito	2,78	4,04	4,85	8,01	8,59	8,36	8,36	8,36	11,57		64,92
	Costos Administrat.	0,07	0,17	0,29	0,49	0,71	0,92	1,12	1,33	1,62		6,72
	Subtotal	2,85	4,21	5,14	8,50	9,30	9,28	9,48	9,69	13,19		71,64
	Recuperac. Crédito	0,25	0,61	1,03	1,75	2,75	3,78	5,10	6,69	8,66		30,62
	Requerimiento Neto	2,60	3,60	4,11	6,75	6,55	5,50	4,38	3,00	4,53		41,02
	Requerimiento neto acumul.	2,60	6,20	10,31	17,06	23,61	29,11	33,49	36,49	41,02		

(1) Condiciones Crédito: 5 años de gracia, 15 años plazo, 8% interés

(2) Condiciones Crédito: 4 años de gracia, 6 años de plazo, 10% interés

Condiciones Crédito: 3 años de gracia, 5 años de plazo, 10% interes

(4) Condiciones de crédito: 3 años de gracia, 5 años de plazo, 10% interés

mencionados serían de 30, 48 y 60 millones de PUS$ respectivamente. Cabe notar que estos valores incluyen los actualmente disponibles, ya que representan el requerimiento total.

4. BASE PROPUESTA PARA SOLICITUD DE CREDITO INTERNACIONAL

En vista de la intención de la Comisión Nacional de Riego de solicitar crédito de un organismo internacional (como el BIRF o el BID), una vez aprobado el Proyecto a nivel nacional, se presenta en el Cuadro N-3 una base para tal solicitud. Para este fin se consideraron los mismos ítems contemplados en la Sección 2 de este capítulo y en el Cuadro N-1. Suponiendo que el componente de financiación externa alcanzara el 40%, el monto estimado de crédito externo para el desarrollo del Proyecto sería de unos PUS$ 50,8 millones; si se adoptara un porcentaje de financiación del 50%, el monto sería de PUS$ 63,5 millones. En caso de considerarse también un componente de financiación externa en los programas de crédito para costos corrientes de producción de pequeños agricultores, se agregaría a lo anterior unos PUS$ 10 millones (con un coeficiente de financiación externa de 40%).

Cuadro N-3 : Requerimientos de financiación externa

Item	Inversión total (millones de PUS$)	Financiación externa (millones de US$)
1. Obras de ingeniería		
- embalse	34,4	13,76
- sistemas principales	33,5	13,40
- sistemas secundarios	9,7	3,88
- drenaje	0,8	0,32
Subtotal	78,4	31,36
2. Equipo de mantención	1,0	0,40
3. Asistencia técnica	13,9	5,56
4. Créditos especiales		
- adecuación predial	18,3	7,32
- otras inversiones	12,3	4,92
Subtotal	30,6	12,24
5. Programas especiales	3,1	1,24
Total general	127,0	50,80