

PROYECTO DE EMBALSE ANCOA

EVALUACION

EVALUACION DEL EMBALSE ANCOA

- I INTRODUCCION
- II RESUMEN Y CONCLUSIONES
- III CARACTERIZACION DE LAS CAPACIDADES DE EMBALSE QUE SE ESTUDIAN
- IV PREDISEÑO, PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS
- V BENEFICIOS DE LA GENERACION DE ENERGIA EN LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA ESE EFECTO
- VI BENEFICIOS DEL DESARROLLO AGRICOLA EN LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA ESE EFECTO
- VII PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE LA INFRA ESTRUCTURA DE RIEGO
- VIII EVALUACION ECONOMICA

I. INTRODUCCION

El embalse Ancoa es una obra cuya construcción fué iniciada por la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas en el año 1957 y que posteriormente fue suspendida en 1965. Es una presa de tierra situada en el curso alto del río del mismo nombre, a un kilómetro aguas arriba de la confluencia de éste con el estero La Sombra. Durante el período de construcción, se alcanzaron a terminar las obras de desviación, que consisten en la ataguía y el túnel de desviación, el colchón disipador de energía del vertedero, la parte inferior del núcleo del muro y el escarpe de la zona de empotramiento en el lado izquierdo.

Las crecidas del río Ancoa han amagado seriamente la parte del muro ya construída durante los años en que la obra ha estado paralizada, habiéndola sobrepasado en una oportunidad. Por este motivo la Comisión Nacional de Riego ha solicitado a CEDEC una evaluación económica de la factibilidad de terminación de la presa, con el objeto de tomar una decisión al respecto que permita definir si se continúa la construcción hasta dar al embalse una capacidad que resulte económicamente conveniente, o se abre la ataguía para dar libre paso a las aguas en crecida, poniendo término así al peligro potencial que constituye el muro inconcluso.

El presente estudio evalúa económicamente la factibilidad del embalse Ancoa en dos situaciones : como obra complementaria y como obra alternativa del canal Linares. Al considerarla como obra complementaria del canal Linares, hay que tomar en cuenta que éste no deja suelos sin regar dentro de su área de influencia y por lo tanto, el embalse Ancoa no tendría aplicación como obra de riego. En consecuencia, el único objetivo de la obra en este caso sería el reemplazo de las aguas del Melado utilizadas en la zona ubicada sobre el canal Linares con el propósito de que éstas generen energía en las centrales hidroeléctricas de Colbún, Machicura y Pehuenche.

Cuando se habla del embalse Ancoa como obra "alternativa" del canal Linares, ésto se refiere a un reemplazo parcial de éste último, puesto que los beneficios de ambos no son comparables. En este último caso se estudian distintas alternativas de capacidad del embalse, algunas con fines de riego y otras con fines de generación de energía, las cuales se encuentran caracterizadas en los capítulos que siguen.

En el presente estudio se revisa y actualiza el prediseño y los costos del embalse y de las obras de riego presentados en el estudio de prefactibilidad de la cuenca del río Maule (E.P.F). También se prediseña y costea la obra para capacidades distintas que la considerada en dicho estudio y se hacen nuevos supuestos sobre el desarrollo agrícola previsible, los que concuerdan con los realizados en la Evaluación Preliminar del

Canal Linares. Los flujos de ingresos y egresos que determinan la evaluación de las diferentes alternativas se establecen en forma global. La información básica utilizada en este estudio corresponde en general a la presentada en el E.P.F.

La determinación de la superficie agrícola que puede beneficiarse con el embalse Ancoa se realiza a partir de la información proporcionada por el modelo de simulación de la cuenca del río Maule, el cual establece los caudales demandados al río Maule en cada uno de los nudos del canal Linares. Suponiendo el reemplazo del canal Linares por el embalse Ancoa en la satisfacción de dichas demandas, es posible definir los sectores de riego que se pueden abastecer, y el porcentaje de satisfacción de las demandas para las distintas capacidades de embalse estudiadas.

Para la evaluación de las alternativas estudiadas con fines de riego se consideran los beneficios derivados de la explotación agrícola de estos terrenos, con la asignación de cultivos establecida en el estudio de prefactibilidad (E.P.F) y su caracterización productiva y económica por unidad de superficie. A diferencia de dicho estudio, la meta de desarrollo se considera lograda en 16 años a contar del año siguiente al de puesta en servicio de las obras (1985), en vez de 12 años a contar de 1980, lo que constituye un supuesto bastante prudente en cuanto al desarrollo.

Los años a que se hace referencia en el proyecto corresponden a años agrícolas. El año 1985 comprende desde Mayo de 1984 a Abril de 1985.

En el capítulo II se presenta un resumen del estudio, el cual da énfasis a la presentación de resultados puesto que la relativamente corta extensión de este informe no justifica la repetición de otros aspectos del mismo. En los capítulos que siguen se presenta el desarrollo detallado de cada aspecto, incluyendo las explicaciones metodológicas que sean pertinentes.

## II RESUMEN Y CONCLUSIONES

- 1.- Caracterización de las alternativas de capacidad de embalse que se estudian.
- 2.- Prediseño, presupuesto y programa de construcción de las alternativas que se estudian.
- 3.- Beneficios de la generación de energía de las alternativas que se plantean para ese efecto.
- 4.- Beneficios del desarrollo agrícola de las alternativas que se plantean para ese efecto.
- 5.- Evaluación económica.

1.- CARACTERIZACION DE LAS ALTERNATIVAS DE CAPACIDAD DE EMBALSE QUE SE ESTUDIAN

Durante el presente estudio se identifican cinco alternativas de capacidad de embalse para ser evaluadas. Una de ellas representa la única alternativa complementaria del canal Linares y las cuatro restantes constituyen alternativas que reemplazan parcialmente a la obra anterior.

La alternativa complementaria del canal Linares tiene por objetivo liberar los recursos del canal Melado destinados al riego de los terrenos ubicados sobre el canal Linares para generar energía en las centrales Colbún - Machicura y Pehuenche. Su capacidad es la necesaria para embalsar aguas de su hoya propia por un volumen equivalente a los recursos liberados y se ha estimado en 58 millones de m<sup>3</sup>.

De las cuatro alternativas de capacidad identificadas y que sirven para reemplazar parcialmente al canal Linares, dos tienen por objeto el riego de algunos de los terrenos cuyo servicio se consulta en el proyecto de dicho canal. Las dos alternativas restantes, tienen por objeto liberar recursos para generar energía en las centrales indicadas anteriormente.

Las dos alternativas que tienen fines de riego son : embalse de 104 millones de m<sup>3</sup>, que equivale a la capacidad máxima dentro de los prediseños existentes; y embalse de 80 millones de m<sup>3</sup>, que constituye una solución de capacidad más ajustada con las necesidades de los terrenos que se pretende regar.

Las dos alternativas que tienen por objeto liberar recursos para generar energía son : embalse de 104 millones de m<sup>3</sup>, que coincide con una de las alternativas de riego, pero en este caso el nuevo volumen disponible por efecto del embalse no se destinaría a regar nuevos terrenos sino a generar energía. La segunda alternativa de este tipo consulta un embalse de 8 millones de m<sup>3</sup> y consiste en el aprovechamiento de la ataguía existente, debidamente protegida y con sus obras anexas, para que pueda operar como embalse.

2.- PREDISEÑO, PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE LAS ALTERNATIVAS QUE SE ESTUDIAN

2.1 Embalse de 104 millones de m<sup>3</sup>, con fines de riego

Consiste en una presa de 72 m. de altura, con un volumen de rellenos de 3.360.000 m<sup>3</sup>, y una relación de embalse de 31. Su costo es de US\$ 31.746.000 a precios de mercado.

Este egreso se distribuye a lo largo de cuatro años del proyecto, con un programa de construcción que abarca treinta meses, comenzando en Noviembre de 1981 (año 82 del proyecto) y terminando en Abril de 1984 (año 84 del proyecto); los estudios de ingeniería se consultan para ser realizados en el año inmediatamente anterior al comienzo de la construcción.

El valor actualizado de la obra (a 1980), al 12% de interés anual, es de US\$ 21.815.000, considerando un valor residual de US\$ 14.603.000 en el año 2010.

2.2 Embalse de 104 millones de m<sup>3</sup>, con fines de generación de energía

Las características físicas de la obra son las mismas que en el caso anterior y por lo tanto su costo también es el mismo. Debido al programa de construcción de las centrales Colbún y Machicura, es necesario retrasar en dos años el programa de construcción de Ancoa en este caso con respecto al anterior, resultando un costo actualizado (a 1980), al 12% de interés anual de US\$ 17.391.000, considerando un valor residual en el año 2010 de US\$ 15.873.000.

2.3 Embalse de 80 millones de m<sup>3</sup>, con fines de riego.

Consiste en una presa de 67 m. de altura, con un volumen de rellenos de 2.940.000 m<sup>3</sup> y una relación de embalse de 27. Su costo es de US\$ 28.282.000 a precios de mercado.

Este egreso se distribuye a lo largo de cuatro años del proyecto, con un programa de construcción que abarca treinta meses, comenzando en Noviembre de 1981 (año 82 del proyecto) y terminando en Abril de 1984 (año 84 del proyecto). Los estudios de ingeniería, igual que en los casos anteriores, se realizan en el año anterior al comienzo de la construcción.

El valor actualizado de la obra (a 1980), al 12% de interés anual, es de US\$ 19.415.000, considerando un valor residual de \$ 13.010.000 en el año 2010.



2.4 Embalse de 58 millones de m<sup>3</sup>, con fines de generación de energía

Consiste en una presa de 60 m. de altura, con un volumen de rellenos de 2.425.000 m<sup>3</sup> y una relación de embalse de 24. Su costo es de US\$ 23.895.000 a precios de mercado.

Este egreso se distribuye a lo largo de cuatro años del proyecto, con un programa de construcción que abarca treinta meses, comenzando en Noviembre de 1983 ( año 84 del proyecto ) y terminando en Abril de 1986 ( año 86 del proyecto ).

El valor actualizado de la obra ( a 1980 ), al 12% de interés anual, es de US\$ 12.951.000, considerando un valor residual en el año 2010 de US\$ 11.947.000.

2.5 Embalse de 8 millones de m<sup>3</sup>, con fines de generación de energía

Consiste en una presa de 27 m. de altura y con un volumen adicional de rellenos de 34.800 m<sup>3</sup>. Su costo es de US\$ 4.706.000, a precios de mercado.

Este egreso se distribuye a lo largo de tres años del proyecto, con un programa de construcción que abarca dieciocho meses, comenzando en Noviembre de 1984 ( año 85 del proyecto ) y terminando en Abril de 1986 ( año 86 del proyecto ).

El valor actualizado de la obra ( a 1980 ), al 12% de interés anual, es de US\$ 2.399.000 considerando un valor residual en el año 2010 de US\$ 2.353.000.

3.- BENEFICIOS DE LA GENERACION DE ENERGIA DE LAS ALTERNATIVAS QUE SE PLANTEAN PARA ESE EFECTO

Se calcula la energía que pueden generar las centrales Colbún-Machicura, y posteriormente Pehuenche, con cada una de las alternativas de capacidad que se plantean para liberar recursos que permitan generar energía. Los resultados del cálculo son los siguientes :

Para la alternativa de 104 millones de m<sup>3</sup> :

Energía anual generada en Colbún y Machicura: 44.751.450 (KWH/año)  
 Energía anual generada en Pehuenche : 42.971.980 (KWH/año)  
 Energía anual total : 87.723.430 (KWH/año)

Para la alternativa de 58 millones de m<sup>3</sup> :

Energía anual generada en Colbún y Machicura: 22.391.053 (KWH/año)  
 Energía anual generada en Pehuenche : 21.500.325 (KWH/año)  
 Energía anual total : 43.891.378 (KWH/año)

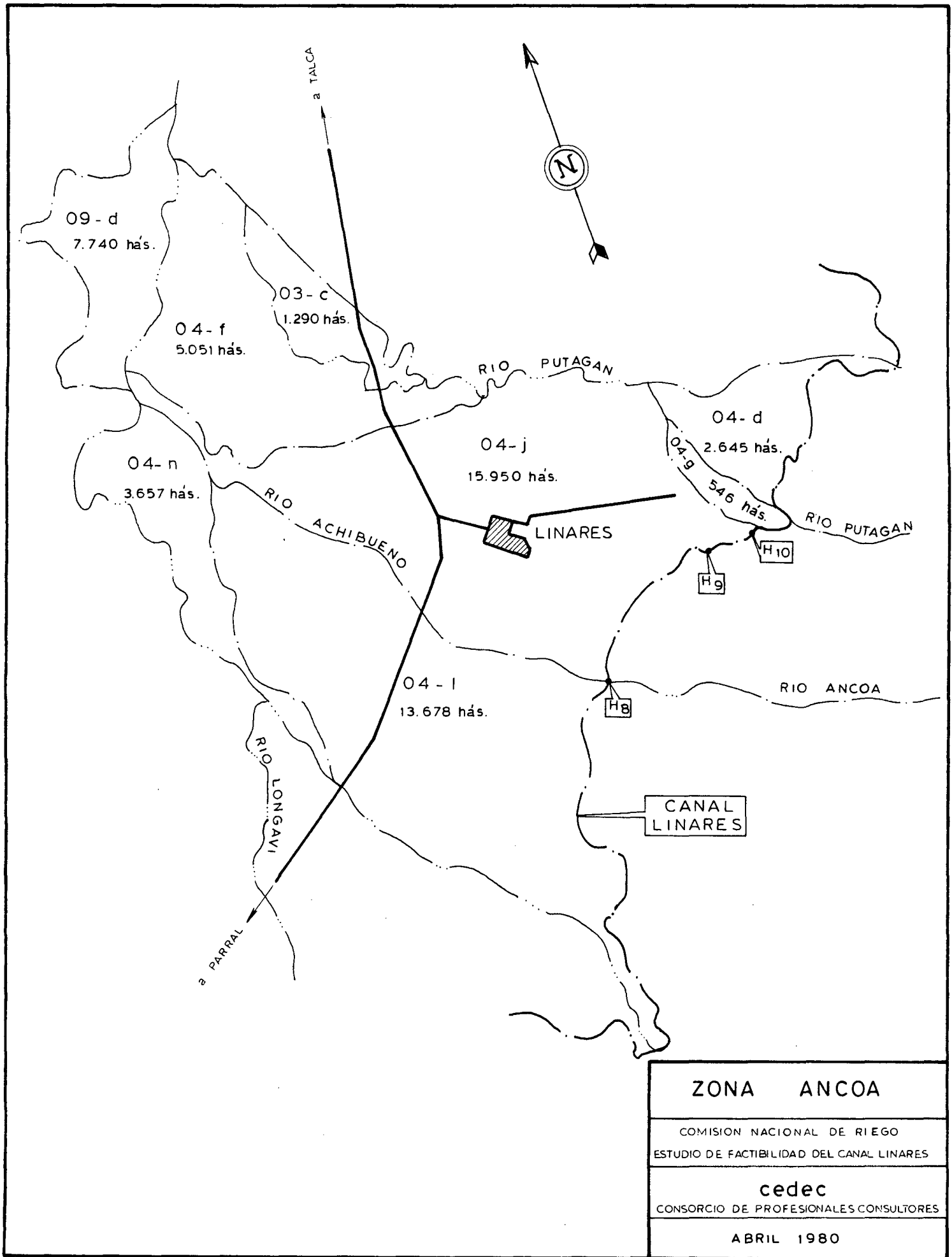
Para la alternativa de 8 millones de m<sup>3</sup> :

Energía anual generada en Colbún y Machicura: 3.442.340 (KWH/año)  
 Energía anual generada en Pehuenche : 3.305.840 (KWH/año)  
 Energía anual total : 6.748.180 (KWH/año)

Tomando en cuenta la variación que se estima tendrá, año a año, el valor de la energía, resulta un ingreso, para cada una de las tres alternativas estudiadas, que es el siguiente:

Ingresos en US\$ Miles

Año del Proyecto	Capacidad de 104 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		Capacidad de 58 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		Capacidad de 8 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	
	P. Merc.	P. Soc.	P. Merc.	P. Soc.	P. Merc.	P. Soc.
1987	1.284	1.146	643	573	99	88
1988	1.310	1.168	656	584	101	90
1989	1.336	1.190	669	596	103	92
1990	2.674	2.386	1.337	1.194	206	184
1991	2.727	2.430	1.364	1.216	210	187
1992	2.782	2.483	1.392	1.242	214	191
1993	2.837	2.526	1.419	1.264	218	194
1994	2.894	2.579	1.448	1.290	223	198
1995 a 2010	2.951	2.632	1.476	1.317	228	202
Ingreso total actualizado ( a 1980) al 12%	9.405	8.387	4.704	4.196	726	644



<b>ZONA ANCOA</b>
COMISION NACIONAL DE RIEGO ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL CANAL LINARES
<b>cedec</b> CONSORCIO DE PROFESIONALES CONSULTORES
ABRIL 1980

4.- BENEFICIOS DEL DESARROLLO AGRICOLA DE LAS ALTERNATIVAS QUE SE PLANTEAN PARA ESE EFECTO

En el presente estudio se han planteado dos alternativas de capacidad de embalse destinadas exclusivamente al riego de nuevos terrenos. Se ha estimado, con la ayuda del modelo de simulación hidrológica formulado para el estudio de prefactibilidad, que ambas riegan una superficie de terrenos que, en conjunto, se ha denominado "zona Ancoa". Dicha zona está formada por los siguientes sectores de riego ( de acuerdo a la nomenclatura utilizada en EPF ) : 03-c, 04-d, 04-f, 04-g, 04-j, 04-l, 04-n y 09-d. La "zona Ancoa" comprende un total de 50.558 há, de las cuales actualmente se riegan 36.356 há y, el saldo, 14.202 há, permanecen de secano. La distribución de superficies por tipo de explotación, en riego y secano, en situación actual, es la siguiente para la zona :

	Situación actual			
	Riego há netas	Secano há netas	Total há netas	%
Cultivos anuales	17.383	1.278	18.661	36,91
Engorda y crianza	17.177	12.179	29.356	58,06
Viña	1.156	745	1.901	3,76
Forestales	640	-	640	1,27
Totales	36.356	14.202	50.558	100,00

La asignación de superficies que corresponden al pleno desarrollo de los sectores señalados, es la siguiente :

	Pleno desarrollo	
	Riego há netas	%
Cultivos anuales	31.432	62,17
Lechería	1.175	2,32
Engorda y crianza	17.231	34,08
Forestales	720	1,43
Total	50.558	100,00

En general, los beneficios agrícolas se determinan como incremento con respecto a la proyección de la situación actual. A los ingresos operacionales anuales correspondientes al plan de desarrollo que se inicia en 1985, al entrar en operación el embalse, se les resta los ingresos operacionales de la situación actual proyectada. Al mismo tiempo se establecen los mayores egresos correspondientes a la situación de desarrollo con respecto a la situación actual en los siguientes ítem:

- Capital operacional
- Inversiones agrícolas y gastos previos a la estabilización de la producción en rubros multianuales.
- Asistencia técnica
- Tecnificación del riego
- Mejoramiento de red de riego, puesta en riego y construcción de nueva red.
- Operación y mantenimiento de la red de riego.

En esta forma, el valor actualizado a 1980, al 12% de descuento anual, del beneficio agrícola a precios de mercado para las dos alternativas de capacidad de embalse que se plantean en el presente estudio, con el fin de regar nuevos terrenos, es el siguiente:

embalse de 104 millones de m3:	US\$ 9.518.000
embalse de 80 millones de m3:	US\$ 8.489.000

#### 5.- EVALUACION ECONOMICA

Se hace la evaluación económica de todas las alternativas planteadas a precios de mercado, considerando una tasa de descuento decreciente que se estabiliza en 12% a contar de 1982. Además, se aplican otras dos series de tasas, con fines de análisis de sensibilidad. Las tres series utilizadas son las siguientes:

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
a)	14%	12%	10%	10%	id	id	id
b)	16%	12%	12%	id	id	id	id
c)	16%	16%	16%	14%	14%	14%	12%

El último valor se mantiene constante hasta el año 2010.

Para determinar la tasa interna de retorno, se evalúa ( a 1980 ) en cada caso para varios valores adicionales de la tasa de descuento.

Se efectúa un análisis de sensibilidad de los resultados a variaciones de + 15% en los precios y en los gastos agrícolas, así como en los costos de las obras. Dicho análisis se realiza, para las alternativas principales, y sólo en el caso de actualización con la serie b) de tasas.

La evaluación a precios sociales se realiza actualizando a 1980, con una tasa de descuento de 12%, y sólo para el caso de las alternativas planteadas con fines de riego. Ella se hace a partir de los valores determinados a precios de mercado : para los ingresos y egresos agrícolas se estima un coeficiente de conversión promedio para cada tipo de explotaciones, aplicando los criterios vigentes de ODEPLAN, en la misma forma que para el estudio denominado Evaluación Preliminar de la Factibilidad del canal Linares, para las obras se emplea el coeficiente de 0,942.

Los resultados de la evaluación se resumen en el cuadro siguiente. En él se indica el valor actualizado a 1980, con la serie b) de tasas de descuento, a precios de mercado, y sociales cuando se trata de alternativas con fines de riego, de :

- Beneficios agrícolas ( incluyendo el egreso por mejoramiento, construcción y operación de la red de riego ), cuando se trata de alternativas que tiene ese objeto.
- Obras matrices ( construcción, mantención y operación ).
- Beneficios debido a la generación de energía, cuando se trata de alternativas que tienen ese objeto.

## M I L E S D E U S \$

SOLUCION	PRECIOS DE MERCADO (serie b) de tasas) P.SOCIALES (Tasa 12%						
	Benef. Agríc.	Benef.Gen. energía	Obras matr.	Benef. Neto	TIR (%)	Beneficio neto	TIR (%)
Emb.104 millones de m <sup>3</sup> (fines de riego)	9.190	-	-21.259	-12.069	8	- 9.085	9
Emb.104 millones de m <sup>3</sup> (fines de gen.energía)	-	9.081	-16.802	- 7.721	6,5	- 7.718	6,1
Emb.80 millones de m <sup>3</sup>	8.196	-	-18.913	-10.717	8,5	- 6.802	9,8
Emb.58 millones de m <sup>3</sup>	-	4.542	-12.616	- 8.074	3,8	- 7.828	3,6
Emb. 8 millones de m <sup>3</sup>	-	701	- 2.338	- 1.637	2,6	- 1.576	2,3

En cuanto a la sensibilidad de estos resultados, se comprueba que no son sensibles a las variaciones de tasas de actualización. Los resultados tampoco son afectados por las variaciones consideradas de costos de obras, pero en cambio sí son afectadas por las variaciones de precios de productos e insumos agrícolas.

A base de los indicadores de evaluación utilizados y de los criterios y supuestos usados para definir los flujos de ingresos - egresos de las alternativas consideradas, se concluye que no es recomendable la construcción de ninguna de las cinco alternativas de capacidad estudiadas.

III. CARACTERIZACION DE LAS CAPACIDADES DE EMBALSE  
QUE SE ESTUDIAN.

1. Como Obra Complementaria del  
Canal Linares
2. Como obra alternativa del  
Canal Linares



El presente capítulo trata de la caracterización de las distintas soluciones de proyecto, o capacidades de embalse estudiadas para cubrir toda la gama de posibilidades factibles en las dos situaciones consideradas, vale decir, como obra complementaria y como obra alternativa del canal Linares.

1.- El embalse Ancoa como obra complementaria del canal Linares.

Como se vio anteriormente, el canal Linares riega íntegramente los suelos ubicados dentro de su área de influencia, tanto aquellos situados bajo su cota de riego como los que se encuentran sobre ella. Estos últimos los beneficia indirectamente al liberar otros recursos de agua, cuya cota de origen permite servir los terrenos altos. Además, el canal Linares permite que los recursos del Melado destinados al riego de los terrenos bajo su cota de riego sean utilizados en la generación de energía en las centrales hidroeléctricas del sistema Colbún y posteriormente devueltos para el riego a través del canal. No ocurre lo mismo con los recursos del Melado utilizados en el riego de los suelos ubicados sobre el canal Linares, los cuales no pueden ser utilizados para generar energía porque no existe la forma para devolverlos a la cota adecuada para el riego.

En consecuencia, no existe utilización posible del embalse Ancoa para fines de riego en el caso que se construya el canal Linares; son obras excluyentes entre sí para estos fines. Sin embargo, la construcción de este embalse permite liberar los recursos altos del Melado para generar energía constituyéndose, en esta forma, en una obra complementaria del canal Linares.

Para determinar la capacidad de embalse que se requiere en este caso, se procede a revisar el listado de salida del programa de simulación correspondiente a las demandas al Melado con eficiencia actual de la zona ubicada sobre el canal Linares, denominadas "QCME Caudal Canal Melado E=32", el cual aparece en el cuadro N° III-1. Haciendo la suma anual de las demandas medias mensuales de los treinta y cuatro años de la estadística, se observa que el año crítico es el 1949/50, con una demanda total de 21,86 m<sup>3</sup>/s-mes. Esto representa un volumen de embalse de :

$$V = 21,86 \times 2.628.000 = 57.448.080 \approx 58.000.000 \text{ m}^3$$

Siendo 2.628.000 el número de segundos del mes promedio.

Por lo tanto, se dimensiona esta alternativa para una capacidad de embalse de  $58 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

El resultado anterior se ve confirmado por la estadística histórica de caudales del canal Melado en Bocatoma, considerando que a la zona alta le corresponde aproximadamente un 25% del total de las aguas captadas (ver Cuadro N° III-2). De acuerdo a dicha estadística, la capacidad de embalse definida anteriormente sólo se ve sobrepasada en los años 62-63 y 68-69.

Para estimar los beneficios de la obra, se toman los caudales medios que aparecen en el cuadro N° III-2 y que representan la situación en que se excluyen los caudales de los meses en que el embalse Colbún está rebalsando, la cual es aplicable a las centrales Colbún y Machicura, y la situación en la que no se excluyen dichos caudales, la cual es aplicable a la central Pehuenche. Los resultados son los siguientes:

25% del caudal promedio, excluyendo los rebalses de Colbún = 1,485 m<sup>3</sup>/s

25% del caudal promedio, sin excluir los rebalses de Colbún = 1,65 m<sup>3</sup>/s

para ser aplicados a la fórmula :

$E = 8,5 \times Q \times H \times 24 \times D$  (KwH/mes), en que

E = energía generada mensualmente en KwH

8,5 = factor de conversión que depende del rendimiento de la central

Q = caudal medio mensual generable en m<sup>3</sup>/s

H = altura media de caída

24 = N° de horas del día

D = N° de días del mes

Aplicando la fórmula anterior se obtiene lo siguiente:

Energía generada en Colbún y Machicura = E<sub>1</sub>  
Energía generada en Pehuenches = E<sub>2</sub>

$E_1 = 8,5 \times 1,485 \times 202,5 \times 24 \times 365 = 22.391.053$  (KwH/año)

$E_2 = 8,5 \times 1,65 \times 175 \times 24 \times 365 = 21.500.325$  (KwH/año)

$E_1 + E_2 = 43.891.378$  (KwH/año)

## 2. El embalse Ancoa como obra alternativa del canal Linares

Como se dice anteriormente, el embalse Ancoa no es propiamente una solución alternativa del canal Linares, sino tan solo lo reemplaza en forma parcial, debido a la enorme diferencia de posibilidades de ambas obras. Para ponerlos en términos de comparación, aunque ésta no es rigurosa, se puede decir que el embalse Ancoa, considerando su capacidad máxima de diseño, hace disponible para el riego un volumen máximo de 39,57 m<sup>3</sup>/s-mes anualmente, en tanto que el canal Linares, abastece en el año de demanda máxima 275 m<sup>3</sup>/s-mes.

No obstante lo anterior, el presente estudio establece la factibilidad económica del embalse Ancoa como obra alternativa del canal Linares, con las restricciones señaladas anteriormente. Por lo tanto, no se trata propiamente de una comparación entre ambas obras, sino tan solo de establecer los parámetros económicos de la primera de ellas, con el objeto de facilitar una toma de decisiones al momento en que la construcción del embalse Colbún, por parte de Endesa, obliga al sector riego a adoptar una definición con respecto a la construcción del canal Linares.

Con el objeto indicado anteriormente, se han identificado diversas soluciones para la capacidad del embalse, en las que se considera su utilización tanto para fines de riego como para generación de energía.

En las alternativas con fines de riego, el embalse se llena con aguas de su hoya propia, las que son destinadas a incrementar el riego que se realiza actualmente con las aguas del canal Melado. Se tiene así un aumento de la superficie regada, la cual genera los beneficios agrícolas que constituyen el flujo de ingresos en la evaluación.

En las alternativas con fines de energía, en cambio, el riego permanece igual que en la actualidad puesto que las aguas de la hoya propia del embalse, que se regulan en él, se destinan a reemplazar los recursos del canal Melado empleados en el riego actual, permitiendo de esa manera su liberación para el riego, porque al no existir el canal Linares, son devueltos al río Maule en un punto en el cual este cauce cuenta con excedentes para el riego.

### 2.1 Soluciones que permiten la utilización del embalse Ancoa con fines de riego

Teóricamente, el problema que se plantea es el siguiente: dada la existencia de a lo menos cuatro ríos o cursos natura

les de importancia (Putagán, Ancoa, Achibueno y Longaví), una extensión de terrenos parcialmente abastecida por esos ríos y un embalse de capacidad dada en el curso superior de uno de ellos, se trata de determinar qué parte de esos suelos, actualmente de secano o con riego sólo de primavera, puede ser regada satisfactoriamente con el embalse. En la actualidad, un problema de esta complejidad aconseja el uso de un modelo hidrológico: en el estudio de prefactibilidad (EPF) CEDEC utilizó un modelo que se denominó "simple" y que constaba de un río, un afluente en el cual se ubicaba un embalse y unos terrenos por regar. Este modelo no tiene aplicación al caso presente debido a la existencia de cuatro ríos con regímenes diferentes. Sin embargo, en el modelo hidrológico general denominado "del sistema principal", existen registros que corresponden a las demandas medias mensuales practicadas al río Maule desde cada uno de los nudos del canal Linares durante los treinta y cuatro años de la estadística. Así, se tienen los siguientes listados de salida del computador :

- a. Entregas de Colbún para el río Putagán (H<sub>10</sub>) (Cuadro N° III-3)
- b. Entregas de Colbún para el río Ancoa (H<sub>9</sub>) (en este caso las demandas son nulas)
- c. Entregas de Colbún para el río Achibueno (H<sub>8</sub>) (Cuadro N° III-4) y
- d. Entregas de Colbún para el río Longaví (H<sub>7</sub>) (Cuadro N° III-5)

Además se prepararon especialmente los siguientes listados complementarios :

- e. Entregas de Colbún para H<sub>8</sub> + H<sub>9</sub> (id cuadro N° III-3)
- f. Entregas de Colbún para H<sub>7</sub>+H<sub>8</sub>+H<sub>9</sub> (Cuadro N° III-6)
- g. Entregas de Colbún para H<sub>8</sub>+H<sub>9</sub>+H<sub>10</sub> (Cuadro N° III-7) y
- h. Entregas de Colbún para H<sub>7</sub>+H<sub>8</sub>+H<sub>9</sub>+H<sub>10</sub> (Cuadro N° III-8)

Al sumar anualmente las demandas medias mensuales en cada uno de los listados anteriores, se tiene en cada caso las demandas anuales al río Maule, las cuales podrían ser reemplazadas por el embalse Ancoa al concebirlo como obra alternativa del canal Linares.

Por otra parte, se sabe que la capacidad del embalse en el proyecto elaborado y comenzado a construir por la Dirección de Riego es de 39,57 m<sup>3</sup>/s-mes. Si se compara esta capacidad con las sumas de las demandas anuales resultantes de los ocho cuadros anteriores se observa que en los listados d), f) y h) se excede ampliamente dicha capacidad, y que en los listados b), c) y e) la suma de las demandas queda muy por debajo de la capacidad, en cambio en el listado a), y en mayor medida

en el listado g), las cifras son perfectamente comparables. En efecto, para la capacidad señalada, el embalse falla en un año del total de treinta y cuatro, abasteciendo en esa oportunidad el 77,5% de la demanda y resultando un coeficiente de abastecimiento promedio de la demanda de 99,3%. Si se considera un embalse de capacidad 80.000.000 m<sup>3</sup> (30,44 m<sup>3</sup>/s-mes), se producen fallas en cuatro años, en los cuales se produce un abastecimiento de la demanda de 59,6%, 86,2%, 86,9% y 97,1% respectivamente, resultando un coeficiente de abastecimiento promedio de la demanda de 97,9%. Los resultados anteriores se obtienen para una situación que corresponde a abastecer con el embalse las demandas dependientes de los nudos H8, H9 y H10. Si se agrega a los anteriores el servicio del nudo H7, se requeriría de un embalse de aproximadamente 290.000.000 m<sup>3</sup>. Si se elimina de los anteriores el servicio del nudo H10, se requeriría de un embalse de aproximadamente 40.000.000 m<sup>3</sup>, con una utilización muy parcial la mayor parte de los años. Por lo tanto, se descartan las dos últimas posibilidades y se adoptan como posibles para fines de riego las capacidades de 80 y 104 millones de m<sup>3</sup>.

## 2.2 Soluciones que permiten la utilización del embalse Ancoa con fines de generación de energía.

El caso que se plantea a continuación es el siguiente: se supone que existen las centrales Colbún, Machicura y Pehuenche y que no existe el canal Linares, y las aguas del canal Melado se destinan íntegramente al riego, sin pasar por las centrales, porque no existiría la posibilidad de conducir las a la zona de riego a la cual se destinan actualmente. Por lo tanto, si se construye el embalse Ancoa con una capacidad adecuada, será posible liberar todos los años un volumen de recursos del Melado equivalente a dicha capacidad, para generar energía. En este caso, el beneficio de la obra será el valor de la energía generada, puesto que el riego permanece invariante.

Partiendo de la base que, en este caso, lo más conveniente será que el embalse tenga la máxima capacidad posible, sin más limitación que su llenado esté asegurado, se adopta como solución, para esta parte del estudio, la de 104 millones de m<sup>3</sup>, por ser la de mayor tamaño que cuenta con antecedentes de diseño. Además, considerando que la Comisión Nacional de Riego solicitó a CEDEC la evaluación de la solución que consiste en completar la atagüa existente con las protecciones y las obras anexas necesarias para que funcione como embalse, se incluye en esta parte la variante para una capacidad de 8.000.000 m<sup>3</sup>. Esta solución se agrega en este capítulo por razones de simplicidad en el estudio, puesto que resulta enormemente complicado definir los beneficios agrícolas de ella y se postula entonces que los beneficios de la obra considerada con fines de generación de energía serán a lo menos equivalentes a los anteriores. Posteriormente al analizar los resultados de la evaluación, se comprueba el postulado.

Para estimar los beneficios de la obra en los dos casos caracterizados anteriormente se procede a calcular la energía que generaría anualmente un volumen de agua equivalente a la capacidad del embalse :

$$E_1 = V \times K_{CM}$$

$$E_2 = V \times K_p \quad \text{siendo}$$

$E_1$  = energía generada en Colbún y Machicura en KWH

$E_2$  = energía generada en Pehuenche en KWH

$V$  = volumen de agua disponible para generación, en  $m^3$

$K_{CM}$  = factor de generación para el conjunto de las centrales Colbún y Machicura = 0,430302403  $KWH/m^3$

$K_p$  = factor de generación para la central Pehuenche = 0,413192115  $KWH/m^3$

Por lo tanto, para una capacidad de embalse de 104.000.000  $m^3$  se tiene :

$$E_1 = 0,430302403 \times 104.000.000 = 44.751.450 \text{ KWH/año}$$

$$E_2 = 0,413192115 \times 104.000.000 = 42.971.980 \text{ KWH/año}$$

$$E_1 + E_2 \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 87.723.430 \text{ KWH/año}$$

Para una capacidad de embalse de 8.000.000  $m^3$  se tiene :

$$E_1 = 0,430302403 \times 8.000.000 = 3.442.340 \text{ KWH/año}$$

$$E_2 = 0,413192115 \times 8.000.000 = 3.305.840 \text{ KWH/año}$$

$$E_1 + E_2 \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 6.748.180 \text{ KWH/año}$$

## CUADRO N° III-1

QCME CAUDAL CANAL MELADO

AÑO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.
1942-43	0.00	0.00	0.16	2.58	4.22	4.42	2.18	0.84
1943-44	0.00	0.00	0.69	4.47	4.56	4.28	2.92	0.57
1944-45	0.00	0.00	0.00	0.79	2.22	0.00	0.00	0.00
1945-46	0.00	0.00	0.00	3.77	2.44	2.61	2.32	0.60
1946-47	0.00	0.00	0.11	2.92	5.75	5.24	3.16	0.87
1947-48	0.00	0.00	0.68	4.45	5.16	4.86	3.27	0.00
1948-49	0.00	0.00	0.56	0.94	3.16	1.84	0.00	0.53
1949-50	0.00	0.79	3.37	5.12	5.28	4.66	2.64	0.00
1950-51	0.00	0.00	0.00	2.39	0.81	1.09	1.52	0.17
1951-52	0.00	0.00	0.34	2.80	3.40	1.08	0.28	0.92
1952-53	0.00	0.00	2.73	5.05	3.70	4.07	2.51	0.05
1953-54	0.00	0.00	0.82	1.48	2.46	2.17	1.16	0.00
1954-55	0.00	0.24	1.02	1.49	3.75	3.00	1.51	0.64
1955-56	0.00	0.26	1.05	2.04	2.16	4.21	0.00	0.00
1956-57	0.00	0.00	1.06	4.80	5.42	4.77	2.80	0.85
1957-58	0.00	0.09	0.82	1.24	5.52	6.12	3.00	0.66
1958-59	0.00	0.00	0.00	1.49	0.33	1.66	1.39	0.00
1959-60	0.00	0.07	0.79	1.61	1.70	3.71	1.14	0.71
1960-61	0.00	0.00	1.12	4.00	4.34	4.66	0.00	0.39
1961-62	0.00	0.00	0.32	1.61	1.61	2.66	2.21	0.65
1962-63	0.11	0.00	1.03	4.58	6.13	5.28	2.82	0.40
1963-64	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	2.19	0.87	0.06
1964-65	0.00	0.03	0.69	0.90	3.72	1.17	2.37	0.00
1965-66	0.00	0.00	0.12	0.94	1.03	2.04	2.08	0.00
1966-67	0.00	0.00	0.35	0.00	0.45	0.85	1.20	0.84
1967-68	0.00	0.00	0.22	1.51	4.47	4.05	1.69	0.32
1968-69	0.00	0.78	2.04	3.64	5.02	5.10	3.11	0.15
1969-70	0.00	0.00	0.33	0.67	2.36	4.27	2.03	1.53
1970-71	0.00	0.00	0.54	1.15	2.78	3.45	2.91	0.93
1971-72	0.00	0.00	0.79	1.14	3.76	4.53	0.79	0.72
1972-73	0.00	0.00	0.00	0.20	0.11	2.32	1.42	0.00
1973-74	0.00	0.00	0.79	2.46	3.48	4.13	1.98	1.08
1974-75	0.00	0.09	0.57	1.68	3.34	0.62	2.03	0.00
1975-76	0.00	0.00	1.60	4.00	3.83	3.21	1.88	1.32

Nota : Este cuadro corresponde al listado de salida del computador.

## CUADRO N° III-2

## CAUDAL CANAL MELADO EN BOCATOMA-D.G.A-ENDESA

AÑO	Medio Mensual m3/s									
	E	F	M	A	M	S	O	N	D	
1954	7,30R	15,3	16,5	4,10	-	-	-	-	4,77	R
1955	17,8	19,6	18,6	15,0	5,7	-	-	5,8	13,6	
1956	15,0	18,4	14,2	8,5	-	-	-	0,51	15,6	
1957	19,4	19,6	18,2	14,5	6,6	-	-	9,7	15,4	
1958	17,0	17,4	15,6	12,2	2,98	-	-	1,7	16,6	R
1959	17,4	17,6	16,4	15,8	2,4	-	-	-	14,8	R
1960	17,4 R	16,8	16,0	12,6	5,7	-	-	4,35	17,6	
1961	17,4	17,8	11,8	5,3	7,9	-	-	1,86R	14,0	R
1962	15,8 R	17,4	17,2	11,2	7,5	0,96	7,2	14,0	4,93	
1963	0	17,0	15,2	14,4	4,45	-	-	-	-	
1964	11,2 R	17,2	17,2	16,4	6,6	-	0,96	17,2	13,8	
1965	17,2	17,0	16,0	3,0	-	-	-	-	6,26	R
1966	15,0 R	17,8	16,7	6,56	-	-	-	-	1,37	R
1967	9,57R	16,5	15,0	12,3	7,78	-	-	1,28	12,4	
1968	16,7	16,6	15,1	11,8	9,97	-	6,38	15,1	17,5	
1969	5,12	16,4	15,3	12,6	-	-	-	3,75	10,8	
1970	14,5	16,6	15,7	15,7	11,2	-	-	-	5,06	
Prom. Incl. Rebal.	13,75	17,4	15,9	11,3	4,63	0,06	0,86	4,43	10,85	Prom. Anual 6,60 0,25 x Prom. A. 1,65
Prom. Excl. Rebal.	9,27	17,4	15,9	11,3	4,63	0,06	0,86	4,32	7,45	5,94 0,25 x Pro, A. 1,485

## Nota :

Los meses que aparecen con R el embalse Colbún está rebalsando y esos caudal no se puede generar en Colbún ni Machicura-sólo en Pehuenches.



## CUADRO N° III-3

DCLH10 ENTREGAS DE COLBUN PARA NUDO H10

AÑO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	TOTAL m3/s-mes
1942-43	0.00	0.00	1.14	5.16	5.78	4.08	0.61	0.00	16.77
1943-44	0.00	0.42	2.37	8.43	7.09	3.01	0.97	0.00	22.29
1944-45	0.00	0.00	0.00	2.37	2.46	0.00	0.00	0.00	4.83
1945-46	0.00	0.73	0.00	7.18	2.26	1.59	0.86	0.00	12.62
1946-47	0.00	0.00	1.11	2.48	9.57	6.60	1.18	0.00	20.94
1947-48	0.00	0.00	2.21	4.83	6.30	4.31	1.08	0.00	18.73
1948-49	0.00	0.00	2.21	2.28	4.62	1.28	0.00	0.00	10.39
1949-50	0.00	0.95	2.31	3.59	5.57	4.88	0.74	0.00	18.04
1950-51	0.00	0.00	0.00	3.10	2.12	1.81	0.00	0.00	7.03
1951-52	0.00	0.00	1.67	4.23	6.30	2.61	0.40	0.00	15.21
1952-53	0.00	0.00	2.28	7.69	4.45	4.60	0.97	0.00	19.99
1953-54	0.00	0.00	3.41	6.88	8.20	3.39	0.86	0.00	22.74
1954-55	0.00	1.21	4.82	7.52	9.15	3.53	1.08	0.00	27.31
1955-56	0.00	1.23	6.88	6.60	4.76	2.43	0.00	0.00	21.90
1956-57	0.00	0.00	6.74	12.30	9.25	5.76	0.97	0.00	35.02
1957-58	0.00	0.80	3.67	4.92	9.46	7.03	0.80	0.00	26.68
1958-59	0.00	0.56	0.52	6.77	0.99	3.62	0.20	0.00	12.66
1959-60	0.00	0.50	3.04	8.21	2.56	5.66	0.23	0.00	20.20
1960-61	0.00	0.00	5.76	8.85	3.31	6.50	0.00	0.00	24.42
1961-62	0.00	0.00	1.87	8.53	7.67	3.34	0.97	0.00	22.38
1962-63	0.32	0.00	5.68	9.48	9.78	6.08	0.94	0.00	32.28
1963-64	0.00	0.00	0.40	2.77	2.77	1.78	0.00	0.00	7.72
1964-65	0.00	0.86	2.72	2.95	6.22	0.66	0.97	0.00	14.38
1965-66	0.00	0.00	1.30	2.53	2.57	1.68	0.97	0.00	9.05
1966-67	0.00	0.00	1.81	0.37	1.49	1.31	0.44	0.08	5.42
1967-68	0.00	0.00	1.44	2.80	7.46	3.42	0.00	0.00	15.12
1968-69	0.00	2.18	6.01	6.24	6.09	5.11	1.05	0.00	26.68
1969-70	0.00	0.28	1.77	2.16	2.97	4.00	0.72	0.14	12.04
1970-71	0.00	0.00	2.07	2.70	3.57	1.74	0.97	0.00	11.05
1971-72	0.00	0.00	2.83	4.02	5.98	3.66	0.13	0.00	16.62
1972-73	0.00	0.00	0.00	1.21	0.86	1.66	1.00	0.00	3.73
1973-74	0.00	0.00	2.80	7.44	6.70	4.71	0.37	0.37	22.39
1974-75	0.00	0.79	1.98	8.92	7.88	1.28	0.97	0.00	21.82
1975-76	0.00	0.54	1.82	2.56	2.47	1.66	0.97	0.16	10.18

Nota: Este cuadro y los siguientes (N°s III-3 a III-8) corresponden al listado de salida del computador



## CUADRO N° III-5

COLBH7(I) ENTREGAS DE COLBUN PARA NUDO H7

AÑO	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	TOTAL m3/s- mes
1942-43	0.00	0.00	0.00	26.70	20.63	0.00	0.00	47.33
1943-44	0.00	0.00	21.84	29.32	20.16	8.20	0.00	79.52
1944-45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1945-46	0.00	0.00	3.98	3.98	3.98	3.11	0.00	15.05
1946-47	0.00	0.00	3.53	30.75	20.63	5.31	0.00	60.22
1947-48	0.00	0.00	10.66	29.82	18.55	9.11	0.00	68.14
1948-49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1949-50	0.00	16.92	20.33	30.85	20.46	3.31	0.00	91.87
1950-51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1951-52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1952-53	0.00	14.03	30.24	16.44	18.56	2.99	0.00	82.26
1953-54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1954-55	0.00	0.00	0.00	1.44	1.44	1.08	0.00	3,96
1955-56	0.00	0.00	0.00	0.00	6.46	0.00	0.00	6,46
1956-57	0.00	0.00	21.83	3.97	8.79	6.92	0.00	41.51
1957-58	0.00	0.00	0.00	30.75	20.63	9.15	0.00	60.53
1958-59	0.00	0.00	7.87	0.00	7.87	0.00	0.00	15.74
1959-60	0.00	0.00	0.00	4.26	7.13	0.00	0.00	11.39
1960-61	0.00	0.00	11.29	0.26	11.29	0.00	0.00	22.84
1961-62	0.00	0.00	0.00	10.52	10.52	3.23	0.00	24.27
1962-63	0.00	0.00	32.95	30.85	20.06	6.31	0.00	90.17
1963-64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1964-65	0.00	0.00	0.00	20.82	0.00	3.80	0.00	24.62
1965-66	0.00	0.00	0.00	5.73	5.73	5.73	0.00	17.19
1966-67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1967-68	0.00	0.00	0.00	27.14	17.68	0.00	0.00	44.82
1968-69	0.00	0.00	12.48	30.96	19.24	8.87	0.00	71.55
1969-70	0.00	0.00	0.00	17.53	17.63	1.63	0.00	36.79
1970-71	0.00	0.00	0.00	13.23	13.23	6.63	0.00	33.09
1971-72	0.00	0.00	0.00	21.60	19.94	0.00	0.00	41.54
1972-73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1973-74	0.00	0.00	0.00	15.30	20.62	5.90	0.00	41.82
1974-75	0.00	0.00	0.00	19.09	0.00	5.37	0.00	24.46
1975-76	0.00	0.00	0.00	0.23	14.20	4.09	0.00	18.52

## CUADRO N° III-6

ENTREGAS DE COLBUN PARA H8+H9+H7

AÑO	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	TOTAL m3/s-mes
1942-43	0.00	0.00	0.00	26.70	20.74	0.00	0.00	47.44
1943-44	0.00	0.00	21.84	29.32	21.08	8.20	0.00	80.45
1944-45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1945-46	0.00	0.00	3.98	3.98	3.98	3.11	0.00	15.05
1946-47	0.00	0.00	3.53	34.71	22.76	5.31	0.00	66.31
1947-48	0.00	0.00	10.66	30.25	18.87	9.11	0.00	68.88
1948-49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1949-50	0.00	16.92	20.33	31.79	21.44	3.31	0.00	93.79
1950-51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1951-52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1952-53	0.00	14.03	30.24	16.44	18.56	2.99	0.00	82.26
1953-54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1954-55	0.00	0.00	0.00	1.44	1.44	1.08	0.00	3.96
1955-56	0.00	0.00	0.00	0.00	7.13	0.00	0.00	7.13
1956-57	0.00	0.00	21.83	3.97	8.79	6.92	0.00	41.51
1957-58	0.00	0.00	0.00	31.93	28.07	9.15	0.00	61.36
1958-59	0.00	0.00	7.87	0.00	7.87	0.00	0.00	15.74
1959-60	0.00	0.00	0.00	4.26	7.13	0.00	0.00	11.39
1960-61	0.00	0.00	11.29	0.26	11.29	0.00	0.00	22.84
1961-62	0.00	0.00	0.00	10.52	10.52	3.23	0.00	24.27
1962-63	0.00	0.00	33.54	42.36	26.75	6.31	0.00	108.96
1963-64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1964-65	0.00	0.00	0.00	20.82	0.00	3.80	0.00	24.62
1965-66	0.00	0.00	0.00	5.73	5.73	5.73	0.00	17.19
1966-67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1967-68	0.00	0.00	0.00	27.14	17.68	0.00	0.00	44.82
1968-69	0.00	0.00	12.48	31.20	23.67	8.87	0.00	76.23
1969-70	0.00	0.00	0.00	17.53	17.63	1.63	0.00	36.79
1970-71	0.00	0.00	0.00	13.23	13.23	6.63	0.00	33.09
1971-72	0.00	0.00	0.00	21.60	19.94	0.00	0.00	41.54
1972-73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1973-74	0.00	0.00	0.00	15.30	20.62	5.90	0.00	41.82
1974-75	0.00	0.00	0.00	19.09	0.00	5.37	0.00	24.46
1975-76	0.00	0.00	0.36	0.23	14.20	4.09	0.00	18.52

## CUADRO N° III-7

## ENTREGAS DE COLBUN PARA H8+H9+H10

AÑO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	TOTAL m3/s-mes (A <sub>i</sub> )	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
1942-43	0.00	0.00	1.14	5.16	5.78	4.19	0.61	0.00	16.88	1	1
1943-44	0.00	0.42	2.37	8.43	7.09	3.93	0.97	0.00	23.21	1	1
1944-45	0.00	0.00	0.00	2.37	2.46	0.00	0.00	0.00	4.83	1	1
1945-46	0.00	0.73	0.00	7.18	2.26	1.59	0.86	0.00	12.62	1	1
1946-47	0.00	0.00	1.11	2.48	13.53	8.74	1.18	0.00	27.04	1	1
1947-48	0.00	0.00	2.21	4.83	6.73	4.63	1.08	0.00	19.48	1	1
1948-49	0.00	0.00	2.21	2.28	4.62	1.28	0.00	0.00	10.39	1	1
1949-50	0.00	0.95	2.31	3.59	6.51	5.85	0.74	0.00	19.95	1	1
1950-51	0.00	0.00	0.00	3.10	2.12	1.81	0.00	0.00	7.03	1	1
1951-52	0.00	0.00	1.67	4.23	6.30	2.61	0.40	0.00	15.21	1	1
1952-53	0.00	0.00	2.28	7.69	4.45	4.60	0.97	0.00	19.99	1	1
1953-54	0.00	0.00	3.41	6.88	8.20	3.39	0.86	0.00	22.74	1	1
1954-55	0.00	1.21	4.82	7.52	9.15	3.53	1.08	0.00	27.31	1	1
1955-56	0.00	1.23	6.88	6.60	4.76	3.10	0.00	0.00	22.57	1	1
1956-57	0.00	0.00	6.74	12.30	9.25	5.76	0.97	0.00	35.02	1	0,869
1957-58	0.00	0.80	3.67	4.92	10.65	14.46	0.80	0.00	35.30	1	0,862
1958-59	0.00	0.56	0.52	6.77	0.99	3.62	0.20	0.00	12.66	1	1
1959-60	0.00	0.50	3.04	8.21	2.56	5.66	0.23	0.00	20.20	1	1
1960-61	0.00	0.00	5.76	8.85	3.31	6.50	0.00	0.00	24.42	1	1
1961-62	0.00	0.00	1.87	8.53	7.67	3.34	0.97	0.00	22.38	1	1
1962-63	0.32	0.00	5.68	10.07	21.28	12.77	0.94	0.00	51.06	0,775	0,596
1963-64	0.00	0.00	0.40	2.77	2.77	1.78	0.00	0.00	7.72	1	1
1964-65	0.00	0.86	2.72	2.95	6.22	0.66	0.97	0.00	14.38	1	1
1965-66	0.00	0.00	1.30	2.53	2.57	1.68	0.97	0.00	9.05	1	1
1966-67	0.00	0.00	1.81	0.37	1.49	1.31	0.44	0.08	5.50	1	1
1967-68	0.00	0.00	1.44	2.80	7.46	3.42	0.00	0.00	15.12	1	1
1968-69	0.00	2.18	6.01	6.24	6.34	9.54	1.05	0.00	31.36	1	0,971
1969-70	0.00	0.28	1.77	2.16	2.97	4.00	0.72	0.14	12.04	1	1
1970-71	0.00	0.00	2.07	2.70	3.57	1.74	0.97	0.00	11.05	1	1
1971-72	0.00	0.00	2.83	4.02	5.98	3.66	0.13	0.00	16.62	1	1
1972-73	0.00	0.00	0.00	1.21	0.86	1.66	1.00	0.00	4.73	1	1
1973-74	0.00	0.00	2.80	7.44	6.70	4.71	0.37	0.37	22.39	1	1
1974-75	0.00	0.79	1.98	8.92	7.88	1.28	0.97	0.00	21.82	1	1
1975-76	0.00	0.54	1.82	2.92	2.47	1.66	0.97	0.16	10.54	1	1

$$\bar{K} = 0,993 \quad 0,979$$

$$V_1 = 39.57 \text{ m}^3/\text{s-mes} = 104 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 30.44 \text{ m}^3/\text{s-mes} = 80 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$K_1 = \frac{V_1}{A_i}$$

$$K_2 = \frac{V_2}{A_i}$$

$$\bar{K} = \frac{K_i}{34}$$

## CUADRO N° III-8

ENTREGAS DE COLBUN PARA H7+H8+H9+H10

AÑO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	TOTAL m3/s-mes
1942-43	0.00	0.00	1.14	5.16	32.48	24.82	0.61	0.00	64.21
1943-44	0.00	0.42	2.37	30.26	36.41	24.09	9.17	0.00	102.74
1944-45	0.00	0.00	0.00	2.37	2.46	0.00	0.00	0.00	4.83
1945-46	0.00	0.73	0.00	11.16	6.23	5.57	3.97	0.00	27.67
1946-47	0.00	0.00	1.11	6.01	44.27	29.37	6.49	0.00	87.25
1947-48	0.00	0.00	2.21	15.50	36.55	23.18	10.18	0.00	87.61
1948-49	0.00	0.00	2.21	2.28	4.62	1.28	0.00	0.00	10.39
1949-50	0.00	0.95	19.23	23.92	37.36	26.32	4.05	0.00	111.83
1950-51	0.00	0.00	0.00	3.10	2.12	1.81	0.00	0.00	7.03
1951-52	0.00	0.00	1.67	4.23	6.30	2.61	0.40	0.00	15.21
1952-53	0.00	0.00	16.32	37.93	20.89	23.16	3.96	0.00	102.25
1953-54	0.00	0.00	3.41	6.88	8.20	3.39	0.86	0.00	22.74
1954-55	0.00	1.21	4.82	7.52	10.58	4.96	2.15	0.00	31.27
1955-56	0.00	1.23	6.88	6.60	4.76	9.56	0.00	0.00	29.03
1956-57	0.00	0.00	6.74	34.13	13.22	14.56	7.89	0.00	76.53
1957-58	0.00	0.80	3.67	4.92	41.40	35.09	9.95	0.00	88.04
1958-59	0.00	0.56	0.52	14.64	0.99	11.49	0.20	0.00	28.40
1959-60	0.00	0.50	3.04	8.21	6.82	12.78	0.23	0.00	31.59
1960-61	0.00	0.00	5.76	20.13	3.57	17.79	0.00	0.00	47.26
1961-62	0.00	0.00	1.87	8.53	18.20	13.87	4.20	0.00	46.65
1962-63	0.32	0.00	5.68	43.02	52.13	32.83	7.25	0.00	141.24
1963-64	0.00	0.00	0.40	2.77	2.77	1.78	0.00	0.00	7.72
1964-65	0.00	0.86	2.72	2.95	27.04	0.66	4.77	0.00	39.00
1965-66	0.00	0.00	1.30	2.53	8.29	7.41	6.70	0.00	26.24
1966-67	0.00	0.00	1.81	0.37	1.49	1.31	0.44	0.00	5.42
1967-68	0.00	0.00	1.44	2.80	34.60	21.11	0.00	0.00	59.94
1968-69	0.00	2.18	6.01	18.72	37.30	28.78	9.91	0.00	102.91
1969-70	0.00	0.28	1.77	2.16	20.49	21.63	2.35	0.14	48.83
1970-71	0.00	0.00	2.07	2.70	16.80	14.97	7.60	0.00	44.14
1971-72	0.00	0.00	2.83	4.02	27.58	23.60	0.13	0.00	58.16
1972-73	0.00	0.00	0.00	1.21	0.86	1.66	1.00	0.00	3.73
1973-74	0.00	0.00	2.80	7.44	22.00	25.33	6.27	0.37	64.21
1974-75	0.00	0.79	1.98	8.92	26.97	1.28	6.34	0.00	46.28
1975-76	0.00	0.54	1.82	2.92	2.70	15.86	5.06	0.16	26.70

IV. PREDISEÑO, PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION  
DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

1. Características del prediseño de las distintas alternativas.

En esta parte del estudio se trata de conocer los costos, el programa de construcción y el flujo de egresos correspondientes al embalse Ancoa en las siguientes alternativas de capacidad de la obra.

a) Embalse para 104 millones de  $m^3$ , que es la solución estudiada por la Dirección de Riego y cuya construcción se encuentra paralizada en el estado descrito anteriormente. En el estudio de prefactibilidad de la cuenca del río Maule también se asignó esta capacidad al embalse. Esta alternativa se evalúa más adelante considerando beneficios agrícolas o beneficios de generación de energía.

b) Embalse para 80 millones de  $m^3$ . Representa una variante del anterior en el caso que se consideren beneficios agrícolas porque se ajusta mejor a las necesidades de los terrenos cuyos requerimientos de regulación es posible determinar dentro del alcance del presente estudio.

c) Embalse para 58 millones de  $m^3$ . Esta solución tiene por objeto solamente la generación de energía con los recursos del Melado liberados del riego de la zona situada sobre el canal Linares.

d) Embalse para 8 millones de  $m^3$ . Se puede decir que ésta constituye una alternativa marginal porque se trata en este caso de habilitar como embalse, con un mínimo costo, las obras existentes. Por las dificultades que existen para determinar los beneficios agrícolas, la evaluación de este caso se realiza más adelante considerando solamente beneficios derivados de la generación de energía.

El prediseño del primero de los casos indicados anteriormente corresponde al proyecto de la Dirección de Riego. El prediseño de los tres casos restantes fue realizado a partir de los planos topográficos y de los antecedentes generales utilizados en el estudio de prefactibilidad, manteniendo en todo caso la concepción general y las características del diseño elaborado por la Dirección de Riego para la alternativa de 104 millones de  $m^3$ .

A continuación, se presenta un resumen de las características del prediseño de cada una de las cuatro alternativas de capacidad de embalse que se evalúan.



Característica	Alternativas			
	V=104x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	V=80x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	V=58x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	V=8x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Volumen de rellenos	3.360.000 m <sup>3</sup>	2.940.000m <sup>3</sup>	2.425.000m <sup>3</sup>	34.800 m <sup>3</sup>
Volumen útil embalsado	104.000.000 m <sup>3</sup>	80.000.000m <sup>3</sup>	58.000.000m <sup>3</sup>	8.000.000 m <sup>3</sup>
Tipo de muro	por zonas	por zonas	por zonas	homogéneo, con protecciones de enrocado.
Ancho de coronamiento	10 m	10 m	10 m	4 m
Longitud del coronamiento	670 m	654 m	610 m	455 m
Altura máxima del muro	72 m	67 m	60 m	27 m
Relación de embalse	31	27	24	-
Talud de aguas arriba	2,5:1	2,5:1	2,5:1	2,5:1
Talud de aguas abajo	2 : 1	2 : 1	2 : 1	1.8 : 1

## 2. Presupuesto

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se requiere el presupuesto para cada una de las alternativas que se han identificado. Los precios unitarios considerados en dichos presupuestos corresponden, en su mayoría, a los proporcionados por la ENDESA, a partir de estudios detallados que ha realizado recientemente. Existen sin embargo algunos precios unitarios que no aparecen entre los anteriores, que se han tomado del estudio de pre factibilidad como es el caso de las compuertas, puente-grúa, blindajes, etc.

El presupuesto correspondiente al embalse con capacidad para 104 millones de m<sup>3</sup> aparece en el cuadro N° IV-1.

El presupuesto correspondiente al embalse con capacidad para 80 millones de m<sup>3</sup> aparece en el cuadro N° IV-2.

El presupuesto correspondiente al embalse con capacidad para 58 millones de m<sup>3</sup> aparece en el cuadro N° IV-3.

El presupuesto correspondiente al embalse con capacidad para 8 millones de m<sup>3</sup> aparece en el cuadro N° IV-4.

En todos los presupuestos anteriores no se incluyen los costos de las obras ya realizadas. Sin embargo, ellas aparecen indicadas con su respectivo monto de obra.

En el cuadro N° IV-5 aparece el presupuesto correspondiente al costo de la apertura de la ataguía existente para dejar libre paso a las aguas del río Ancoa durante las crecidas.

## CUADRO N° IV-1

## EMBALSE ANCOA-PRESUPUESTO

ALTERNATIVA CON V=104.000.000 m<sup>3</sup>

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	US\$ PRECIO UNIT.	US\$ PRECIO TOTAL
A	Vías de acceso	GL	-	-	72.00
B	Instalación de faenas	GL	-	-	160.00
C	Obras de entrega				1.232.44
C <sub>1</sub>	Obra de toma túnel by-pass y cámara de válvulas				1.232.44
	a) Excavaciones				
	1) Excavación abierta en roca	m <sup>3</sup>	1.050	(a)	-
	2) Excavación subterránea	m <sup>3</sup>	13.800	(a)	-
	3) Marco metálico	c/u	-	(a)	-
	4) Hormigón proyectado	m <sup>2</sup>	-	(a)	-
	5) Cáncamos Ø 26	c/u	-	(a)	-
	b) Hormigones				
	1) R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3.430	130	445.90
	2) R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.240	140	173.60
	c) Fierro redondo	ton	400	1.310	524.00
	d) Fierro redondo reja chupador	Kg	3.750	2	7.50
	e) Inyecciones	saco	-	(a)	-
	f) Compuerta emergencia	c/u	2	17.500	35.00
	g) Compuerta servicio	c/u	2	13.750	27.50
	h) Puente grúa 1,5 ton.	GL	-	-	2.50
	i) Blindajes Ø = 1,03 m	Kg	3.220	2,0	6.44
	j) Montajes mecánicos	GL	-	-	10.00
C <sub>2</sub>	Canal de salida by-pass y colchón disipador				
	a) Excavación en material común	m <sup>3</sup>	73.000	(a)	-
	b) Agotamiento	GL		(a)	-
	c) Hormigones				
	1) R <sub>28</sub> =120 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	185	(a)	-
	2) R <sub>28</sub> =160 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3.300	(a)	-
	3) R <sub>28</sub> =180 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	140	(a)	-

## Continuación Cuadro N° IV-1.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	US\$ PRECIO UNIT.	US\$ PRECIO TOTAL
	4) R <sub>28</sub> =225 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2.560	(a)	-
	d) Fierro redondo	ton	145	(a)	-
	e) Rellenos	m <sup>3</sup>	13.000	(a)	-
	f) Drenajes				
	1) Zanja	m <sup>3</sup>	55	(a)	-
	2) Tubo c.c. ø = 6"	m.l	295	(a)	-
	3) P. fe 0,6x0,002	Kg	235	(a)	-
	g) Revestimiento piedra	m <sup>3</sup>	-	(a)	-
	h) enrocado	m <sup>3</sup>	-	(a)	-
	i) Rieles decauville	m.l	210	(a)	-
D	PRESA				<u>22.716.764</u>
D1	Tratamiento del fluvial				<u>690.000</u>
	a) Pared moldeada	m <sup>2</sup>	3.450	200	690.000
	b) Cortina inyecciones				
	1) Perforaciones	m.l	-	(a)	-
	2) Inyección cemento	saco	-	(a)	-
D2	Excavaciones				<u>94.400</u>
	a) Escarpes en zona estribos	m <sup>3</sup>	80.000	1,18	94.400
	b) Excavaciones				
	1) en fluvial	m <sup>3</sup>	-	(a)	-
	2) agotamiento	GL	-	(a)	-
D3	Rellenos				<u>21.694.164</u>
	a) Escarpe empréstitos	m <sup>3</sup>	396.000	1,18	467.280
	b) Núcleo material impermeable	m <sup>3</sup>	646.000	7,35	4.748.100
	c) Transiciones	m <sup>3</sup>	440.000	9,30	4.092.000
	d) Espaldones material permeable	m <sup>3</sup>	2.216.000	5,37	11.899.920
	e) Enrocado	m <sup>3</sup>	43.200	11,27	486.864
D4	Atagüa aguas arriba	m <sup>3</sup>	12.000	7,35	<u>88.200</u>
D5	Instrumentación	GL	-	-	<u>100.000</u>
D6	Terminación coronamiento	GL	-	-	<u>50.000</u>
E	VERTEDERO				
E1	Canal de aducción				<u>323.930</u>
	a) Excavación material común	m <sup>3</sup>	191.000	1,18	225.380
	b) Peinado talud	m <sup>2</sup>	8.200	1,50	12.300
	c) Empedrado aglomerado	m <sup>3</sup>	3.850	25	96.250

## Continuación Cuadro N° IV-1

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	US\$ PRECIO UNIT.	US\$ PRECIO TOTAL
E <sub>2</sub>	Estructura de control y rápido de descarga				<u>1.236.358</u>
	a) Excavación material común	m <sup>3</sup>	91.000	1,18	107.380
	b) Peinado taludes	m <sup>2</sup>	3.700	1,50	5.550
	c) Hormigones				
	1) R <sub>28</sub> = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	980	110	107.800
	2) R <sub>28</sub> = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.570	120	188.400
	3) R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	140	130	18.200
	4) R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3.420	140	478.800
	d) Fierro redondo	ton	241	1.310	315.710
	e) Drenaje				
	1) Zanja	m <sup>3</sup>	335	2,18	730
	2) Tubo c.c. Ø = 6"	m	1.425	4	5.700
	3) Pl. Fe 0,6 x 0,002	Kg	13.480	0,60	8.088
E <sub>3</sub>	Disipador energía				-
	a) Excavaciones				
	1) Material común	m <sup>3</sup>	137.000	(a)	-
	2) Peinado taludes	m <sup>2</sup>	-	(a)	-
	3) Agotamiento	GL	-	(a)	-
	b) Hormigones				
	1) R <sub>28</sub> = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	280	(a)	-
	2) R <sub>28</sub> = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	4.200	(a)	-
	3) R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	300	(a)	-
	4) R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	4.600	(a)	-
	c) Fierro redondo	ton	305	(a)	-
	d) Empedrado aglomerado	m <sup>3</sup>	360	(a)	-
	e) Rellenos	m <sup>3</sup>	9.650	(a)	-
	f) Enrocados	m <sup>3</sup>	-	(a)	-
F	OBRAS VARIAS				<u>57.500</u>
	a) Trabajos en zona inundada	GL	-	-	7.500
	b) Terminación y desarmes	GL	-	-	50.000
G	IMPREVISTOS (15%)	GL	-	-	<u>3.870.000</u>
	(a) Las partidas que no aparecen con precio unitario corresponden a obras ya realizadas.				

RESUMEN

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL US\$
A	Vías de acceso	72.000
B	Instalación de faenas	160.000
C	Obras de entrega	1.232.440
D	Presa	22.716.764
E	Vertedero	1.560.288
F	Obras varias	57.500
G	Imprevistos (15%)	3.870.000
Sub total		29.668.992
Estudios de ingeniería (5%)		1.483.450
Supervigilancia de la construcción (2%)		593.380
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		31.745.822
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		29.904.564

El presente presupuesto no incluye los costos correspondientes a la parte de las obras ya realizadas al presente estudio.

## CUADRO N° IV-2

## EMBALSE ANCOA-PRESUPUESTO

ALTERNATIVA CON V= 80.000.000 m<sup>3</sup>

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. US\$	PRECIO TOTAL US\$
A	VIAS DE ACCESO(id alternati- va V=104x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	GL	-	-	<u>72.000</u>
B	INSTALACION DE FAENAS(id alter- nativa V=104x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	GL	-	-	<u>160.000</u>
C	OBRAS DE ENTREGA (id alternati- va V=104x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	GL	-	-	<u>1.232.440</u>
D	PRESA				
D <sub>1</sub>	Tratamiento del fluvial				<u>690.000</u>
	a) Pared moldeada	m <sup>2</sup>	3.450	200	<u>690.000</u>
	b) Cortina inyecciones				
	1) Perforaciones	m.l	-	(a)	-
	2) Inyección cemento	saco	-	(a)	-
D <sub>2</sub>	Excavaciones				<u>82.010</u>
	a) Escarpes en zona estribos	m <sup>3</sup>	69.500	1,18	<u>82.010</u>
	b) Excavaciones				
	1) En fluvial	m <sup>3</sup>	-	(a)	-
	2) Agotamiento	GL	-	(a)	-
D <sub>3</sub>	Rellenos				<u>18.693.345</u>
	a) Escarpe empréstitos	m <sup>3</sup>	346.000	1,18	<u>408.280</u>
	b) Núcleo material impermeable	m <sup>3</sup>	512.000	7,35	<u>3.763.200</u>
	c) Transiciones	m <sup>3</sup>	344.000	9,30	<u>3.199.200</u>
	d) Espaldones material impermea- ble	m <sup>3</sup>	2.034.000	5,37	<u>10.922.580</u>
	e) Enrocado	m <sup>3</sup>	35.500	11,27	<u>400.085</u>
D <sub>4</sub>	Atagüa aguas arriba	m <sup>3</sup>	12.000	7,35	<u>88.200</u>
D <sub>5</sub>	Instrumentación	gl	-	-	<u>100.000</u>
D <sub>6</sub>	Terminación coronamiento	gl	-	-	<u>50.000</u>
E	VERTEDERO				<u>1.758.959</u>
E <sub>1</sub>	Canal de aducción				<u>628.880</u>
	a) Excavación material común	m <sup>3</sup>	403.000	1,18	<u>475.540</u>
	b) Peinado talud	m <sup>2</sup>	17.300	1,50	<u>25.590</u>
	c) Empedrado aglomerado	m <sup>3</sup>	5.100	25	<u>127.750</u>

## Continuación Cuadro N° IV-2

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. US\$	PRECIO TOTAL US\$
E <sub>2</sub>	Estructura de control y rápido de descarga				1.130.079
	a) Excavación material común	m3	83.200	1,18	98.176
	b) Peinado taludes	m2	3.500	1,50	5.250
	c) Hormigones				
	1) R <sub>28</sub> = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	895	110	98.450
	2) R <sub>28</sub> = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.435	120	172.200
	3) R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	125	130	16.250
	4) R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	3.130	140	438.200
	d) Fierro redondo	ton	220	1.310	288.200
	e) Drenaje				
	1) Zanja	m3	341	2,18	743
	2) Tubo c.c Ø = 6"	m.l	1.303	4	5.212
	3) P.L fe 0,6 x 0,002	Kg	12.330	0,60	7.398
E <sub>3</sub>	Disipador energía	GL	-	(a)	-
F	OBRAS VARIAS				57.500
	a) Trabajos en zona inundada	GL	-	-	7.500
	b) Terminación y desarmes	GL	-	-	50.000
G	IMPREVISTOS (15%)	GL	-	-	3.447.668

## RESUMEN

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL US\$
A	Vías de acceso	72.000
B	Instalación de faenas	160.000
C	Obras de entrega	1.232.440
D	Presa	19.703.555
E	Vertedero	1.758.959
F	Obras Varias	57.500
G	Imprevistos	3.447.668
	Sub total	26.432.122
	Estudios de ingeniería (5%)	1.321.606
	Supervigilancia de la construcción (2%)	528.642
	TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO	28.282.370
	TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (44,2%)	26.641.993

El presente presupuesto no incluye los costos correspondientes a la parte de las obras ya realizadas al presente estudio.



## CUADRO N° IV-3

## EMBALSE ANCOA-PRESUPUESTO

ALTERNATIVA CON V= 58.000.000 m<sup>3</sup>

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. US\$	PRECIO TOTAL US\$
A	VIAS DE ACCESO(id alternati va V=104x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	GL	-	-	<u>72.000</u>
B	INSTALACION DE FAENAS(id al ternativa V=104x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	GL	-	-	<u>160.000</u>
C	OBRAS DE ENTREGA (ide alterna tiva V=104x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	GL	-	-	<u>1.232.440</u>
D	PRESA				<u>16.025.300</u>
D1	Tratamiento del fluvial				<u>690.000</u>
	a) Pared moldeada	m2	3.450	200	<u>690.000</u>
	b) Cortina inyecciones				
	1) Perforaciones	m.1	-	(a)	-
	2) Inyección cemento	saco	-	(a)	-
D2	Excavaciones				<u>67.260</u>
	a) Escarpes en zona estribos	m3	57.000	1,18	<u>67.260</u>
	b) Excavaciones				
	1) En fluvial	m3	-	(a)	-
	2) Agotamiento	GL	-	(a)	-
D3	Rellenos				<u>15.029.840</u>
	a) Escarpe empréstitos	m3	286.000	1,18	<u>337.480</u>
	b) Núcleo material impermea ble	m3	348.000	7,35	2.557.800
	c) Transiciones	m3	227.000	9,30	2.111.100
	d) Espaldones material imper meable	m3	1.812.000	5,37	9.730.440
	e) Enrocado	m3	26.000	11,27	293.020
D4	Atagüa aguas arriba	m3	12.000	7,35	<u>88.200</u>
D5	Instrumentación	gl	-	-	<u>100.000</u>
D6	Terminación coronamiento	gl	-	-	<u>50.000</u>
E	VERTEDERO				<u>1.871.484</u>
E1	Canal de aducción				<u>871.410</u>
	a) Excavación material común	m3	577.000	1,18	<u>680.860</u>
	b) Peinado talud	m2	24.700	1,50	<u>37.050</u>
	c) Empedrado glomerado	m3	6.140	25	<u>153.500</u>

## Continuación Cuadro N° IV-3

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. US\$	PRECIO TOTAL US\$
E <sub>2</sub>	Estructura de control y rápido de descarga				<u>1.000.074</u>
a)	Excavación material común	m3	73.700	1,18	86.966
b)	Peinado taludes	m2	3.000	1,50	4.500
c)	Hormigones				
1)	R <sub>28</sub> = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	790	110	86.900
2)	R <sub>28</sub> = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.270	120	152.400
3)	R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	110	130	14.300
4)	R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	2.770	140	387.800
d)	Fierro redondo	ton	195	1.310	255.450
e)	Drenaje				
1)	Zanja	m3	271	2,18	590
2)	Tubo c.c $\varnothing = 6''$	m.l	1.154	4	4.616
3)	P.L fe 0,6 x 0,002	Kg	10.920	0,60	6.552
E <sub>3</sub>	Disipador energía				
a)	Excavaciones				
1)	Material común	m3	-	(a)	-
2)	Peinado taludes	m2	-	(a)	-
3)	Agotamiento	GL	-	(a)	-
b)	Hormigones				
1)	R <sub>28</sub> = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	-	(a)	-
2)	R <sub>28</sub> = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	-	(a)	-
3)	R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	-	(a)	-
4)	R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	-	(a)	-
c)	Fierro redondo	ton	-	(a)	-
d)	Empedrado aglomerado	m3	-	(a)	-
e)	Rellenos	m3	-	(a)	-
f)	Enrocados	m3	-	(a)	-
F	OBRAS VARIAS				<u>57.500</u>
a)	Trabajos en zona inundada	GL	-	-	7.500
b)	Terminación y desarmes	GL	-	-	50.000
G	IMPREVISTOS (15%)	GL	-	-	<u>2.912.800</u>

(a) Las partidas que no aparecen con precio unitario corresponden a obras ya realizadas.

RESUMEN

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL US\$
A	Vías de acceso	72.000
B	Instalación de faenas	160.000
C	Obras de entrega	1.232.440
D	Presa	16.025.300
E	Vertedero	1.871.484
F	Obras varias	57.500
G	Imprevistos (15%)	2.912.800
	Sub total	22.331.524
	Estudios de ingeniería (5%)	1.116.576
	Supervigilancia de la construcción(2%)	446.630
	<b>TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO</b>	<b>23.894.730</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES(94,2%)</b>	<b>22.508.836</b>

El presente presupuesto no incluye los costos correspondientes a la parte de las obras ya realizadas el presente estudio.

## CUADRO N° IV-4

EMBALSE ANCOA-PRESUPUESTO

ALTERNATIVA CON V=8.000.000 m3 (Habilitación de la atagüa existente)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. US\$	PRECIO TOTAL US\$
A	VIAS DE ACCESO	GL	-	-	<u>10.000</u>
B	INSTALACION DE FAENAS	GL	-	-	<u>20.000</u>
C	OBRAS DE ENTREGA				<u>621.290</u>
C1	Obra de toma, túnel by-pass				<u>621.290</u>
	a) Excavaciones	-	-	(a)	-
	b) Hormigones				
	1) R28 = 180 Kg/cm2	m3	1.720	130	223.600
	2) R28 = 225 Kg/cm2	m3	620	140	86.800
	c) Fierro redondo	ton	200	1.310	262.000
	d) Fierro reja chupador	Kg	1.850	2	3.700
	e) Inyecciones	saco	-	(a)	-
	f) Compuerta de emergencia	c/u	1	17.500	17.500
	g) Compuerta de servicio	c/u	1	13.750	13.750
	h) Puente grúa 1,5 ton	GL		-	2.500
	i) Blindajes $\varnothing = 1,03$ m	Kg	3.220	2	6.440
	j) Montajes mecánicos	GL	-	-	5.000
C2	Canal de salida by-pass y colchón disipador	-	-	(a)	-
D	PRESA				<u>318.876</u>
D1	Rellenos				<u>318.876</u>
	a) Carpeta impermeable	m3	7.400	7,35	54.390
	b) Enrocado	m3	15.000	11,27	169.050
	c) Mejoramiento atagüa	m3	12.000	7,35	88.200
	d) Zanja para drenes	m3	200	2,18	436
	e) Tubo c.c $\varnothing = 6"$	m.1	200	4	800
E	VERTEDERO				<u>2.836.948</u>
E1	Canal de aducción				<u>192.400</u>
	a) Excavación en material común	m3	130.000	1,18	153.400
	b) Peinado talud	m2	6.000	1,50	9.000
	c) Empedrado aglomerado	m3	1.200	25	30.000
E2	Estructura de control y rápido de descarga				<u>989.443</u>

## Continuación Cuadro N° IV-4

TEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. US\$	PRECIO TOTAL US\$
	a) Excavación en material común	m3	65.200	1,18	76.936
	b) Peinado taludes	m2	2.600	1,50	3.900
	c) Hormigones				
	1) R <sub>28</sub> = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	790	110	86.900
	2) R <sub>28</sub> = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.270	120	152.400
	3) R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	110	130	14.300
	4) R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	2.770	140	387.800
	d) Fierro redondo	ton	195	1.310	255.450
	e) Drenaje				
	1) Zanja	m3	270	2.18	589
	2) Tubo c.c Ø = 6"	m.l	1.154	4	4.616
	3) PL fe 0,6 x 0,002	Kg	10.920	0,60	6.552
E3	Disipador energía				<u>1.655.105</u>
	a) Excavaciones				
	1) Excavación material común	m3	122.000	1,18	143.960
	2) Peinado taludes	m2	2.000	1,50	3.000
	3) Agotamiento	gl	-	-	18.000
	b) Hormigones				
	1) R <sub>28</sub> = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	250	110	27.500
	2) R <sub>28</sub> = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	3.730	120	447.600
	3) R <sub>28</sub> = 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	270	130	35.100
	4) R <sub>28</sub> = 225 Kg/cm <sup>2</sup>	,3	4.090	140	572.600
	c) Fierro redondo	ton	270	1.310	353.700
	d) Empedrado aflomerado	m3	320	25	8.000
	e) Rellenos	m3	8.500	5,37	45.645
F	OBRAS VARIAS				<u>17.500</u>
	a) Trabajos en zona inundada	GL	-	-	7.500
	b) Terminaciones y derrames	GL	-	-	10.000
G	IMPREVISTOS (15%)				<u>573.692</u>

RESUMEN

PARTE DE LA OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL US\$
A	Vías de acceso	10.000
B	Instalación de faenas	20.000
C	Obras de entrega	621.290
D	Presa	318.876
E	Vertedero	2.836.948
F	Obras varias	17.500
G	Imprevistos (15%)	573.692
	Sub total	4.398.306
	Estudios de ingeniería (5%)	219.915
	Supervigilancia de la construcción (2%)	87.966
	TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO	4.706.187
	TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)	4.433.228

CUADRO N° IV-5EMBALSE ANCOA-PRESUPUESTOALTERNATIVA DE APERTURA DE LA ATAGUIA EXISTENTE

ITEM N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
A	<u>VIAS DE ACCESO</u>	GL			<u>2.000</u>
B	<u>INSTALACION DE FAENAS</u>	GL			<u>2.000</u>
C	<u>ROTURA ATAGUIA</u>				
	Excavación material común	m <sup>3</sup>	64.100	1,18	<u>75.638</u>
D	<u>IMPREVISTOS (22%)</u>	GL	-	-	<u>17.627</u>
SUB TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO					97.265
Estudios de ingeniería (5%)					4.863
Supervisión de la construcción (2%)					1.945
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO					104.073
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)					98.037

### 3. Programa de construcción

A continuación se presentan los programas de construcción para las cuatro alternativas de capacidad de embalse estudiadas : la alternativa de 104 millones de m<sup>3</sup> aparece en la figura N° IV-1, la alternativa de 80 millones de m<sup>3</sup> aparece en la figura N° IV-2, la alternativa de 58 millones de m<sup>3</sup> aparece en la figura N° IV-3, y la alternativa de 8 millones de m<sup>3</sup> aparece en la figura N° IV-4.

Las tres primeras soluciones consultan un programa de construcción que abarca treinta meses. En el caso de las alternativas destinadas exclusivamente al riego (con capacidades para 104 y 80 millones de m<sup>3</sup>), dicho programa de construcción se consulta para comenzar en Noviembre de 1981 (año 82 del Proyecto) y para terminar en Abril de 1984 (término del año 84 del Proyecto). En esta forma se podrá llenar el embalse de inmediato para comenzar su servicio en Septiembre de 1984 (año 85 del Proyecto).

En el caso de las alternativas destinadas exclusivamente a liberar recursos para generar energía (con capacidades para 104 y 58 millones de m<sup>3</sup>), dicho programa de construcción se postergará dos años con respecto a los anteriores, comenzando en Noviembre de 1983 y terminando en Abril de 1986. Los estudios de ingeniería se consultan para ser realizados en todos los casos durante el año anterior al comienzo de la construcción.

La alternativa de 8 millones de m<sup>3</sup> consulta un programa de construcción que abarca dieciocho meses, comenzando en Noviembre de 1984 y terminando en Abril de 1986. Los estudios de ingeniería se consultan para ser realizados en el año anterior al comienzo de la construcción (Noviembre de 1983 a Octubre de 1984).

### 4. Flujo de Egresos

El flujo de egresos de cada una de las alternativas de capacidad de embalse estudiadas se ha determinado a partir del presupuesto de la respectiva alternativa y de su programa de construcción. Como se ha visto, el presupuesto incluye el egreso requerido para la construcción misma y además, un 5% de este monto como gastos de ingeniería de diseño y un 2% como gastos de ingeniería de supervisión e inspección.

Por su parte, el diagrama que representa el programa de construcción, indica el desarrollo de ésta en años calendario nominales, en los que se indica la duración de las actividades u obras parciales en que se ha dividido la obra total. Al mismo tiempo, se indica el avance previsto de los egresos de la construcción en porcentajes parciales y acumulados anuales.



Para cada año nominal de la construcción se determina entonces un egreso compuesto del porcentaje del valor de la construcción que le corresponde y un monto correspondiente al 2% de la ingeniería de supervisión e inspección, obtenido por prorrqueo del valor global destinado para este ítem entre los años de construcción de la obra. El gasto de ingeniería de diseño se ha supuesto egresado el año inmediatamente anterior al de comienzo de la construcción.

De acuerdo a la fecha específica programada para el comienzo de las obras, es necesario redistribuir los egresos determinados para los años nominales de la construcción entre los años del proyecto. Debe recordarse que los años "del proyecto" no corresponden a años calendario sino a años agrícolas, que incluyen desde el mes de Mayo de un año hasta el mes de Abril del año siguiente, y que se designan con el número correspondiente a este último. Al no coincidir el año nominal y el año del proyecto, es necesario dividir el egreso determinado para cada año nominal en dos partes, correspondiente cada una a años distintos pero consecutivos del proyecto.

De esta manera se forma el flujo de egresos, a precios de mercado, asociado a los años del proyecto. El flujo de egresos a precios sociales, se obtiene directamente de los egresos a precios de mercado, multiplicándolos por el coeficiente 0,942 de relación entre ambos precios para el caso de este tipo de obras.

En los cuadros N° IV-6, IV-7, IV-8, IV-9 y IV-10, se presentan los flujos de egresos, a precios de mercado y sociales, correspondientes a las distintas alternativas de capacidad de embalse que se desarrollan en el presente estudio.

Además de los flujos de egresos anteriores, se han consultado aquellos correspondientes a la operación y mantención de las obras, los cuales por tratarse de embalses, se han estimado en un 2% anual del monto total de ellas, con un egreso nulo durante los cinco primeros años, a contar desde la puesta en servicio de las obras. El flujo de egresos por operación y mantención de cada una de las alternativas consideradas, aparece en el Cuadro N° IV-11.

CUADRO N° IV-6EMBALSE ANCOA

FLUJO DE EGRESOS DE LA ALTERNATIVA CON CAPACIDAD PARA  $104 \times 10^6 \text{m}^3$   
DESTINADA EXCLUSIVAMENTE A RIEGO.

---

EGRESOS EN U.S MILES		
AÑO DEL PROYECTO	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
1981	741	698
82	5.957	5.612
83	12.768	12.027
84	12.280	11.568
<hr/>		
TOTAL	31.746	29.905
Valor residual al año 2010	14.603	13.756

CUADRO N° IV-7EMBALSE ANCOA

FLUJO DE EGRESOS DE LA ALTERNATIVA CON CAPACIDAD PARA  $104 \times 10^6 \text{m}^3$   
DESTINADA EXCLUSIVAMENTE A LIBERAR AGUAS PARA GENERAR ENERGIA.

---

EGRESOS EN US\$ MILES		
AÑO DEL PROYECTO	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
1983	741	698
84	5.957	5.612
85	12.768	12.027
86	12.280	11.568
<hr/>		
TOTAL	31.746	29.905
Valor residual al año 2010	15.873	14.952

CUADRO N° IV-8EMBALSE ANCOAFLUJO DE EGRESOS DE LA ALTERNATIVA CON CAPACIDAD PARA 80x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

EGRESOS EN US\$ MILES		
AÑO DEL PROYECTO	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
1981	661	623
82	5.204	4.902
83	11.331	10.674
84	11.086	10.443
TOTAL	28.282	26.642
Valor residual al año 2010	13.010	12.255

CUADRO N° IV-9EMBALSE ANCOAFLUJO DE EGRESOS DE LA ALTERNATIVA CON CAPACIDAD PARA 58x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

EGRESOS EN US\$ MILES		
AÑO DEL PROYECTO	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
1983	558	526
84	4.283	4.034
85	9.503	8.952
86	9.551	8.997
TOTAL	23.895	22.509
Valor residual al año 2010	11.947	11.254

CUADRO N° IV-10EMBALSE ANCOAFLUJO DE EGRESOS DE LA ALTERNATIVA CON CAPACIDAD PARA  $8 \times 10^6 \text{m}^3$ 

EGRESOS EN US\$ MILES		
AÑO DEL PROYECTO	PRECIOS DE MERCADO	PRECIOS SOCIALES
1984	110	104
85	1.300	1.224
86	3.296	3.105
TOTAL	4.706	4.433
Valor residual al año 2010	2.353	2.216

CUADRO N° IV-11EMBALSE ANCOA

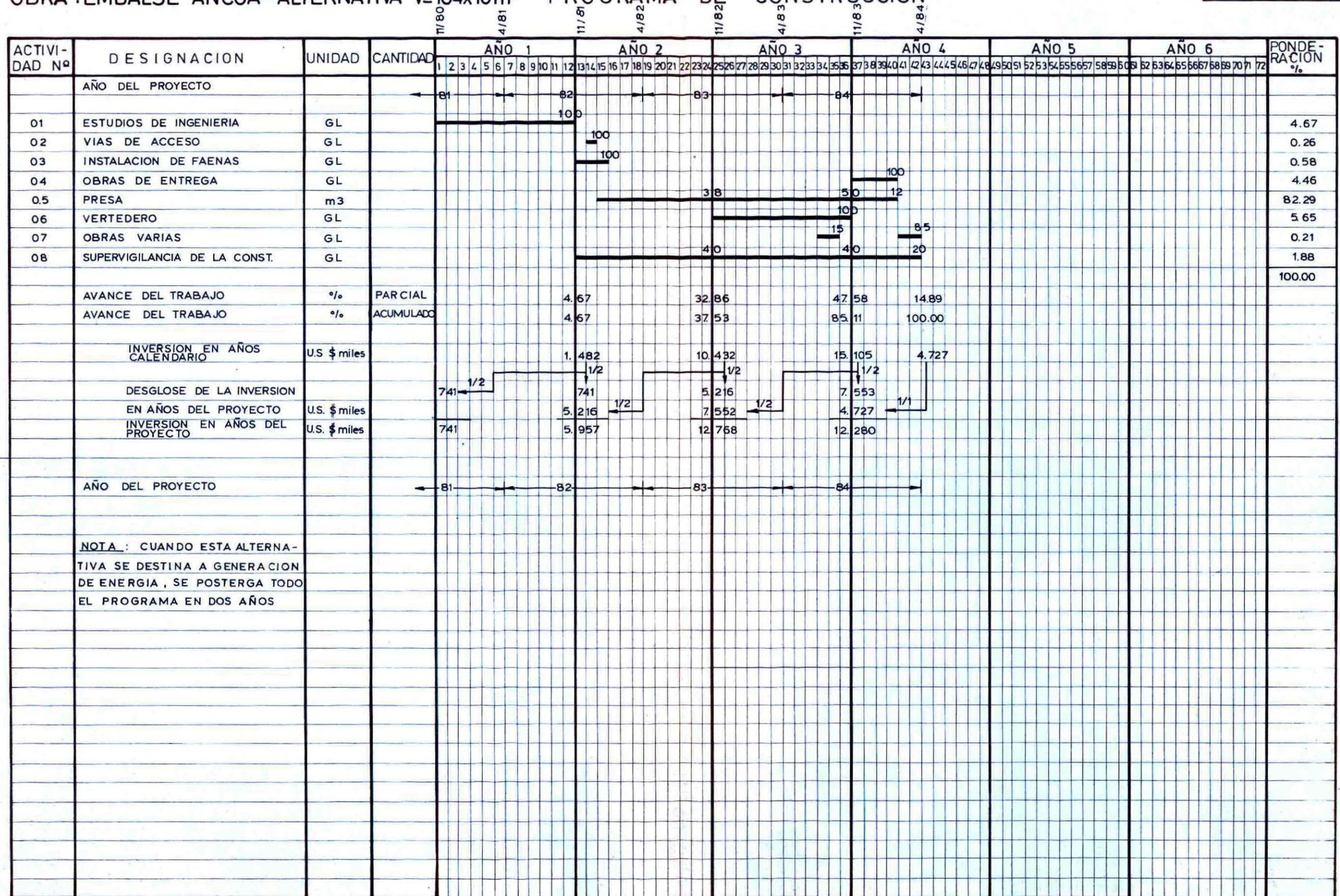
FLUJO DE EGRESOS POR OPERACION Y MANTENCION DE LAS OBRAS

ALTERNATIVA	Año	EGRESOS EN US\$ MILES				
		1989	1990	1991	1992.....	2010
Capacidad de $104 \times 10^6 \text{m}^3$ (con fines de riego)	PM	63,5	63,5	63,5	63,5 .....	63,5
	PS	60	60	60	60 .....	60
Capacidad de $104 \times 10^6 \text{m}^3$ (con fines de genera- ción de energía)	PM	-	-	63,5	63,5 .....	63,5
	PS	-	-	60	60 .....	60
Capacidad de $80 \times 10^6 \text{m}^3$	PM	56,5	56,5	56,5	56,5 .....	56,5
	PS	53	53	53	53 .....	53
Capacidad de $58 \times 10^6 \text{m}^3$	PM	-	-	48	48 .....	48
	PS	-	-	45	45 .....	45
Capacidad de $8 \times 10^6 \text{m}^3$	PM	-	-	9,5	9,5 .....	9,5
	PS	-	-	9	9 .....	9



OBRA : EMBALSE ANCOA - ALTERNATIVA V=104x10<sup>6</sup>m<sup>3</sup> PROGRAMA DE CONSTRUCCION

FIGURA Nº IV - 1







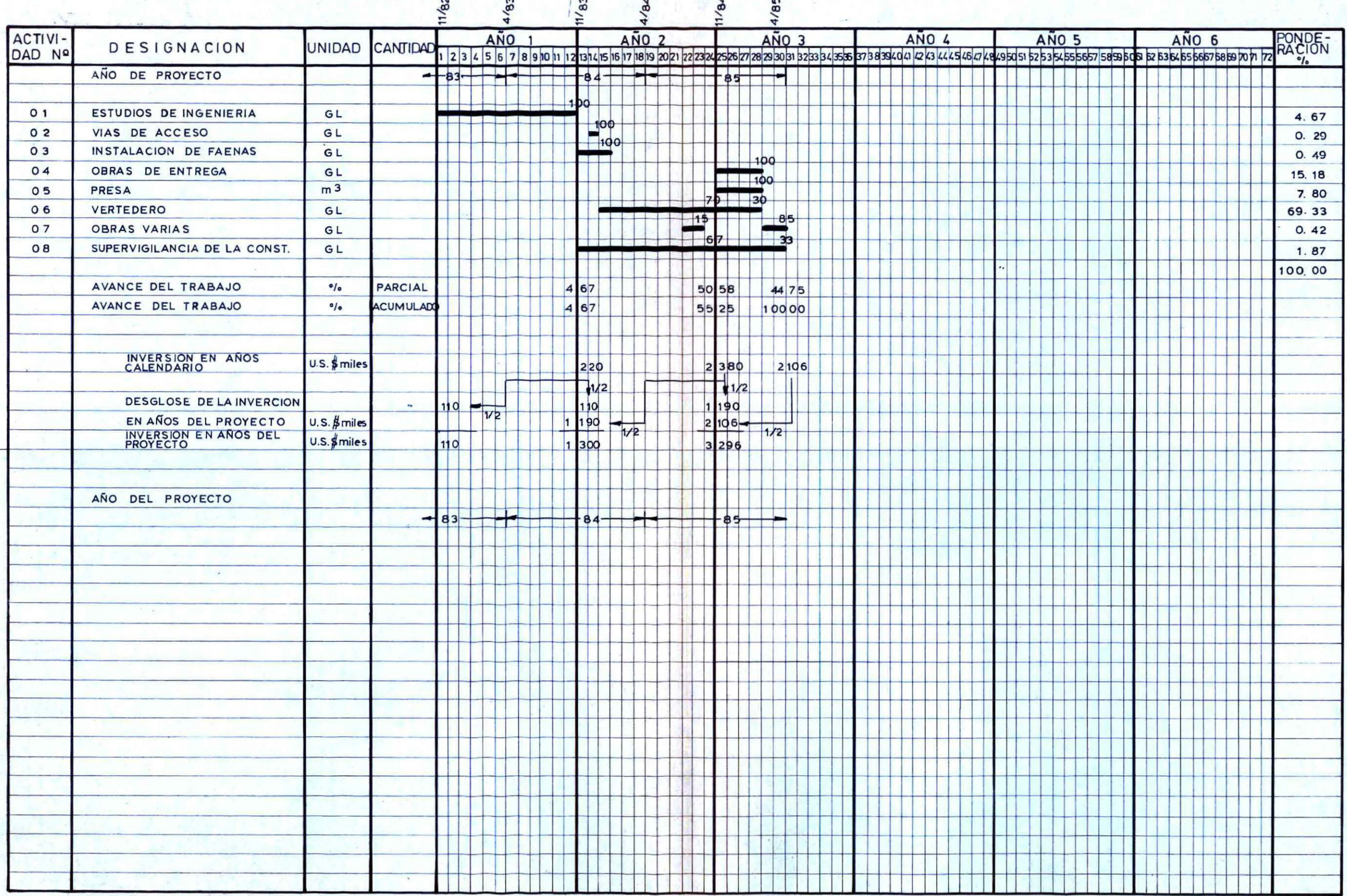






OBRA : EMBALSE ANCOA ALTERNATIVA  $V=8 \times 10^6 m^3$  PROGRAMA DE CONSTRUCCION

FIGURA N° IV - 4





V. BENEFICIOS DE LA GENERACION DE ENERGIA EN LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA ESE EFECTO.

En el capítulo III del presente estudio se caracterizan las distintas alternativas de capacidad de embalse que se evalúan tomando como beneficios los que resultan de la generación de energía por efecto de las aguas liberadas por la construcción de la obra. Dichas alternativas son :

- a) Capacidad de embalse de 104 millones de m<sup>3</sup>, que es la mayor de las soluciones estudiadas.
- b) Capacidad de embalse de 58 millones de m<sup>3</sup>, que permite liberar los derechos del Melado que riegan los terrenos situados sobre el canal Linares, y que por lo tanto representa la única alternativa complementaria de dicha obra.
- c) Capacidad de embalse de 8 millones de m<sup>3</sup>, que es la solución que resulta al dejar el muro ya construido a su nivel actual, completando la obra solamente con las protecciones de enrocado y las obras anexas que permiten operar el embalse.

En el capítulo III ya citado se efectúa también el cálculo del monto anual de la energía que generaría cada una de las alternativas consideradas, tanto en las centrales Colbún y Machicura, tomadas en conjunto, como en la central Pehuenche. Los resultados de los cálculos son los siguientes :

Para la alternativa de 104 millones de m<sup>3</sup> :

Energía anual generada en Colbún y Machicura:	44.751.450 (KWH/año)
Energía anual generada en Pehuenche	: 42.971.980 (KWH/año)
Energía anual total generada	: 87.723.430 (KWH/año)

Para la alternativa de 58 millones de m<sup>3</sup> :

Energía anual generada en Colbún y Machicura:	22.391.053 (KWH/año)
Energía anual generada en Pehuenche	: 21.500.325 (KWH/año)
Energía anual total generada	: 43.891.378 (KWH/año)

Para la alternativa de 8 millones de m<sup>3</sup> :

Energía anual generada en Colbún y Machicura:	3.442.340 (KWH/año)
Energía anual generada en Pehuenche	: 3.305.840 (KWH/año)
Energía anual total generada	: 6.748.180 (KWH/año)

A continuación, se presentan los flujos de ingresos, a precios de mercado y a precios sociales, correspondientes a las tres alternativas indicadas anteriormente, los que han sido calculados a partir de los respectivos montos de energía generada en cada caso y de los valores unitarios de la energía obtenidos de la Comisión Nacional de Energía. Dichos valores unitarios se estima que variarán en el tiempo en la forma siguiente :

Año	Valor KWH generado en US\$	
	<u>Precios de Mercado</u>	<u>Precios Sociales</u>
1980	0,0250	0,0223
1984	0,0270	0,0242
1985	0,0276	0,0246
1987	0,0287	0,0256
1988	0,0293	0,0261
1989	0,0299	0,0266
1990	0,0305	0,0272
1991	0,0311	0,0277
1992	0,0317	0,0283
1993	0,0323	0,0288
1994	0,0330	0,0294
1995 a 2010	0,0336	0,0300

Los flujos de ingresos, a precios de mercado, aparecen en el cuadro N° V-1 y a precios sociales, en el cuadro N° V-2. En ellos se considera que los beneficios comenzarán a producirse en el año 1987 del proyecto por efecto de la puesta en servicio de Colbún y Machicura y que luego, en 1990, ellos se incrementarán debido a la entrada de la central Pehuenche.

CUADRO N° V-1EMBALSE ANCOA

FLUJO DE INGRESOS POR GENERACION DE ENERGIA DE LAS  
ALTERNATIVAS ESTUDIADAS. PRECIOS DE MERCADO

---

INGRESOS EN US\$ MILES

Año del Proyecto	Capacidad de 104 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Capacidad de 58x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Capacidad de 8x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1987	1.284	643	99
88	1.310	656	101
89	1.336	669	103
90	2.674	1.337	206
91	2.727	1.364	210
92	2.782	1.392	214
93	2.837	1.419	218
94	2.894	1.448	223
95 a 2010	2.951	1.476	228

---

CUADRO N° V-2EMBALSE ANCOA

FLUJO DE INGRESOS POR GENERACION DE ENERGIA DE  
LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS. PRECIOS SOCIALES

---

INGRESOS EN US\$ MILES

Año del Proyecto	Capacidad de 104 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Capacidad de 58x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Capacidad de 8x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1987	1.146	573	88
88	1.168	584	90
89	1.190	596	92
90	2.386	1.194	184
91	2.430	1.216	187
92	2.483	1.242	191
93	2.526	1.264	194
94	2.579	1.290	198
95 a 2010	2.632	1.317	202

---

VI. BENEFICIOS DEL DESARROLLO AGRICOLA EN LAS  
ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA ESE EFECTO

DETERMINACION DE LOS BENEFICIOS AGRICOLAS

1. Introducción

Una vez definidos el conjunto de sectores del sistema principal que quedan bajo la influencia del embalse Ancoa, como obra alternativa del Canal Linares, que se ha denominado "Zona Ancoa", se establecen los beneficios agrícolas que dichos sectores pueden generar, siguiendo la misma metodología ya expuesta en el Capítulo V del estudio "Evaluación preliminar de la factibilidad del Canal Linares".

En este caso el embalse terminaría de construirse dentro del año del proyecto 1984 (Mayo del año anterior hasta Abril del año indicado), y los primeros beneficios del desarrollo, aparecen en 1985.

2. Evaluación del desarrollo de la zona

Para establecer el destino actual de los terrenos de la zona formada por los sectores : 03C, 04D, 04F, 04G, 04J, 04L, 04N y 09D, se dispone sólo de información a nivel de subcuenca por lo que para los sectores de las subcuencas 03 y 04 se toma como superficie asignada a cada tipo de explotación en riego y secano la proporción correspondiente. El sector 03C corresponde al 2.36% de la subcuenca 03 y los sectores incluidos de la subcuenca 04 representan el 86.29% de ella. El sector 09D es un caso especial ya que es el único sector con riego actualmente dentro de la subcuenca, por lo que se incluyen en la zona la totalidad de la superficie de riego de la subcuenca 09, Para secano se adopta la proporción correspondiente : 31,62%.

La distribución de superficies por tipo de explotación, en riego y secano, en situación actual es la siguiente para la zona:

	<u>Situación actual (há netas)</u>		
	<u>Riego</u>	<u>Secano</u>	<u>Total</u>
Cultivos anuales	17.383	1.278	18.661
Engorda y crianza	17.177	12.179	29.356
Viña	1.156	745	1.901
Forestales	640	-	640
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	36.356	14.202	50.558

En la meta de desarrollo, la asignación de superficies corresponde a la de pleno desarrollo de los sectores señalados y es la siguiente:

<u>Pleno desarrollo (há netas)</u>	
	<u>Riego</u>
Cultivos anuales	31.432
Lechería	1.175
Engorda y crianza (Crianza:1.526)	17.231
Forestales	720
	<hr/>
	50.558

Aplicando los criterios descritos en la metodología indicada se obtiene la evolución de superficies que se muestra en los siguientes cuadros: N° VI-1, para el riego desarrollado, N° VI-2 para el riego no desarrollado y N° VI-3, para el secano no desarrollado.

### 3. Ingresos operacionales

Para los cultivos desarrollados se determinan los ingresos por unidad de superficie a partir de los promedios hidrológicos de los sectores incluidos en la zona.

	<u>Explotaciones desarrolladas</u>		
	<u>Ingreso US\$</u>	<u>Superficie há</u>	<u>Ingreso uni- tario US\$/há</u>
Cultivos anuales	9.678.338	31.432	308
Lechería	1.159.137	1.175	987
Engorda y crianza	2.998.522	17.231	174
Forestales	47.102	720	65
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	13.883.099	50.558	275

Para aplicar estos ingresos unitarios a la superficie desarrollada de lechería, para cada año debe considerarse la superficie del año anterior y en el caso de engorda y crianza de be restarse cada año un ingreso de -21 miles de dólares hasta el año de estabilización inclusive.

Para las explotaciones no desarrolladas se determinan los valores unitarios correspondientes a cada subcuenca 03, 04 y 09 en cada tipo de explotación. El valor correspondiente pa ra la zona se establece ponderando cada valor por la proporción de la subcuenca incluida en la zona.

Se obtienen los siguientes valores para los años que se indican. Para los años intermedios se obtienen por interpolación.

	<u>Explotaciones no desarrolladas</u>			
	<u>Ingresos Unitarios (US\$/há neta)</u>			
	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>
<u>Riego</u>				
Cultivos anuales	114	108	113	117
Engorda y crianza	41	39	40	42
Viña	- 11	- 90	- 81	- 73
Forestales	52	59	61	64
<u>Secano</u>				
Cultivos anuales	- 33	- 53	- 51	- 49
Engorda y crianza	7	6	6	7
Viña	- 14	- 48	- 40	- 31

El flujo de ingresos operacionales resultante de aplicar estos valores unitarios a la evolución de superficies propuestas, se resume en la primera columna del cuadro N° VI-4.

El flujo de ingresos operacionales de la situación actual proyectada se obtiene aplicando los valores unitarios establecidos al monto y distribución establecido para la zona en situación actual. El resultado aparece en la segunda columna del cuadro N° VI-4.



4. Capital operacional

El capital operacional requerido por unidad de superficie para las explotaciones desarrolladas se obtiene a partir de los gastos promedio hidrológico de los sectores incluidos en la zona:

Explotaciones desarrolladas

	<u>Gasto anual</u> US\$	<u>Gasto unitario</u> US\$/há	<u><math>\gamma</math></u>	<u>CO/há</u> US\$/há
Cultivos anuales	23.611.512	751,19	0,5	376
Lechería	640.710	545,29	0,017	9,3
Engorda y crianza	16.197.182	940.01	0,5/0,3	466

El término anual de corrección de engorda y crianza, resulta ser US\$ 6.014 (-6 miles de dólares).

Para las explotaciones no desarrolladas se utilizan los valores unitarios correspondientes al sistema principal y que se repiten a continuación :

Explotaciones no desarrolladasCapital operacional unitario US\$/há

	<u>Riego</u>	<u>Secano</u>
Cultivos anuales	294	148
Engorda y crianza	17	3
Viñas	373	290

El flujo de egresos resultantes después de determinar los requerimientos anuales de capital operacional, a base de los valores unitarios señalados, y establecer las diferencias entre años consecutivos, se incluye en la tercera columna del cuadro N° VI-4.

5. Inversiones y gastos previos

El valor unitario para el caso de lechería es de US\$ 1.852 por há, con un valor residual unitario de US\$ 1.214.

Para establecer el valor correspondiente a engorda y crianza debe multiplicarse el valor anteriormente usado de US\$ 945 por há por la proporción de superficie destinada a crianza :  $\frac{1.526}{17.231} = 0,0886$ . Se obtiene un valor de US\$ 83,7 por hectá-

rea. Análogamente se determina un valor residual de US\$ 66,2 por hectárea. Para explotaciones forestales se aplica el valor de US\$ 71,05 por há establecido anteriormente, con un término anual de corrección que en este caso es de -0,8 miles de dólares. Para las explotaciones no desarrolladas se utilizan los valores promedios del sistema principal en situación actual que corresponden a 381 US\$/há en engorda y crianza en riego y 42 US\$/há en secano.

El flujo de egresos resultantes se presenta en el cuadro N° VI-4.

6. Egresos por concepto de asistencia técnica

Se aplica la proporción correspondiente de los egresos establecidos para el sistema principal, que en este caso es de

$$\frac{50.558}{401.350} = 0,1260$$

El flujo resultante se incluyen en el cuadro N° VI-4.

7. Egresos por tecnificación del riego

El promedio ponderado por hectárea de cultivos anuales para esta zona resulta de US\$ 25,35. El flujo de egresos correspondiente aparece en la penúltima columna del cuadro N° VI-4.

8. Beneficio neto agropecuario

Realizando la suma algebraica de los flujos de ingresos-egresos señalados se presenta en el cuadro N° VI-4 el beneficio neto agropecuario correspondiente a la zona, sin considerar el flujo de egresos determinado por el mejoramiento y construcción de red de riego, ni los egresos correspondientes a la construcción y operación del embalse.

ZONA "ANCOA"  
EVOLUCION DE SUPERFICIES DE RIEGO DESARROLLADO.

AÑOS	CULTIVOS ANUALES	LECHERIA	ENGORDA Y CRIANZA	FORESTAL	TOTAL
1980	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-
1983	-	-	-	-	-
1984	0	-	-	0	0
1985	582	-	-	40	622
1986	949	0	0	80	1.029
1987	1.536	22	319	120	1.997
1988	2.456	35	520	160	3.171
1989	3.860	57	842	200	4.959
1990	5.907	92	1.347	240	7.586
1991	8.709	144	2.116	280	11.249
1992	12.225	221	3.238	320	16.004
1993	16.191	325	4.774	360	21.650
1994	20.156	457	6.702	400	27.715
1995	23.672	605	8.876	440	33.593
1996	26.474	753	11.049	480	38.756
1997	28.521	885	12.977	520	42.903
1998	29.925	989	14.513	560	45.987
1999	30.845	1.066	15.635	600	48.146
2000	31.432	1.118	16.404	640	49.594
2001	31.432	1.153	16.909	680	50.174
2002	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2003	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2004	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2005	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2006	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2007	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2008	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2009	31.432	1.175	17.231	720	50.558
2010	31.432	1.175	17.231	720	50.558

## ZONA "ANCOA"

## EVOLUCION DE SUPERFICIES DE RIEGO NO DESARROLLADO

AÑOS	CULTIVOS ANUALES	ENGORDA Y CRIANZA	VIÑA VINIFERA	FORESTAL	TOTAL R.no D.	TOTAL RIEGO
1980	17.383	17.177	1.156	640	36.356	36.356
1981	17.383	17.177	1.156	640	36.356	36.356
1982	17.383	17.177	1.156	640	36.356	36.356
1983	17.383	17.177	1.156	640	36.356	36.356
1984	17.383	17.177	1.156	640	36.356	36.356
1985	17.670	17.460	0	604	35.734	36.356
1986	17.483	17.275	0	569	35.327	36.356
1987	17.015	16.811	0	533	34.359	36.356
1988	16.442	16.245	0	498	33.185	36.356
1989	15.560	15.375	0	462	31.397	36.356
1990	14.459	13.905	0	427	28.791	36.377
1991	13.425	12.521	0	391	26.337	37.586
1992	11.620	11.175	0	356	23.151	39.155
1993	9.710	9.339	0	320	19.369	41.019
1994	7.657	7.364	0	284	15.305	43.020
1995	5.667	5.451	0	249	11.367	44.960
1996	3.922	3.772	0	213	7.907	46.663
1997	2.524	2.427	0	178	5.129	48.032
1998	1.489	1.432	0	142	3.063	49.050
1999	769	740	0	107	1.616	49.762
2000	293	282	0	71	646	50.240
2001	113	108	0	36	257	50.431
2002	0	0	0	0	0	50.558
2003	0	0	0	0	0	50.558
2004	0	0	0	0	0	50.558
2005	0	0	0	0	0	50.558
2006	0	0	0	0	0	50.558
2007	0	0	0	0	0	50.558
2008	0	0	0	0	0	50.558
2009	0	0	0	0	0	50.558
2010	0	0	0	0	0	50.558

ZONA "ANCOA"  
EVOLUCION DE SUPERFICIES DE SECANO NO DESARROLLADO.

AÑOS	CULTIVOS ANUALES	ENGORDA Y CRIANZA	VIÑA VINIFERA	TOTAL
1980	1.278	12.179	745	14.202
1981	1.278	12.179	745	14.202
1982	1.278	12.179	745	14.202
1983	1.278	12.179	745	14.202
1984	1.278	12.179	745	14.202
1985	1.349	12.853	0	14.202
1986	1.349	12.853	0	14.202
1987	1.349	12.853	0	14.202
1988	1.349	12.853	0	14.202
1989	1.349	12.853	0	14.202
1990	1.347	12.834	0	14.181
1991	1.189	11.783	0	12.972
1992	1.045	10.358	0	11.403
1993	874	8.665	0	9.539
1994	691	6.847	0	7.538
1995	513	5.085	0	5.598
1996	357	3.538	0	3.895
1997	232	2.294	0	2.526
1998	138	1.370	0	1.508
1999	73	723	0	796
2000	29	289	0	318
2001	12	115	0	127
2002	0	0	0	0
2003	0	0	0	0
2004	0	0	0	0
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0	0	0	0
2010	0	0	0	0

## ZONA ANCOA

FLUJO DE INGRESOS Y EGRESOS DE LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA. PRECIOS DE MERCADO.  
(Miles dólares)

AÑOS	INGRESOS		EGRESOS				Benef. Neto Agropecua- rio(sin red)	
	Operacio- nales	Proy.situa- ción actual	Capital operac.	Incram. Invers.	Asisten- cia téc.	Tecnif. Riego		
1980 +	2.759	-	2.759	-	-	-	-	
1981 +	2.710	-	2.710	-	-	5	-	5
1982 +	2.644	-	2.644	-	-	402	-	402
1983 +	2.576	-	2.576	-	-	711	-	711
1984 +	2.499	-	2.499	-	-	907	-	907
1985 +	2.812	-	2.451	+ 326	- 139	907	- 15	- 374
1986 +	2.916	-	2.472	- 80	+ 68	907	- 24	- 499
1987 +	3.081	-	2.494	- 218	+ 106	907	- 39	- 471
1988 +	3.367	-	2.531	- 260	+ 172	907	- 62	- 221
1989 +	3.755	-	2.554	- 404	+ 262	907	- 98	+ 54
1990 +	4.325	-	2.575	- 657	+ 451	907	- 150	+ 487
1991 +	5.201	-	2.629	- 1.058	+ 407	907	- 221	+ 793
1992 +	6.293	-	2.635	- 1.266	+ 334	907	- 310	+1.509
1993 +	7.572	-	2.651	- 1.585	+ 446	907	- 410	+2.465
1994 +	8.920	-	2.690	- 1.720	+ 420	907	- 511	+3.512
1995 +	10.209	-	2.711	- 1.687	+ 344	907	- 600	+4.648
1996 +	11.319	-	2.711	- 1.499	+ 246	907	- 671	+5.777
1997 +	12.207	-	2.711	- 1.212	+ 157	907	- 723	+6.811
1998 +	12.872	-	2.711	- 907	+ 92	907	- 759	+7.680
1999 +	13.338	-	2.711	- 636	+ 53	907	- 782	+8.355
2000 +	13.654	-	2.711	- 423	+ 29	907	- 797	+8.845
2001 +	13.764	-	2.711	- 177	- 36	907	- 797	+9.136
2002 +	13.796	-	2.711	- 114	- 24	907	- 797	+9.243
2003 +	13.839	-	2.711	- 6	- 1	327	- 797	+9.997
2004 +	13.839	-	2.711	-	-	327	- 797	+10.004
2005 +	13.839	-	2.711	-	-	327	- 797	+10.004
2006 +	13.839	-	2.711	-	-	327	- 797	+10.004
2007 +	13.839	-	2.711	-	-	327	- 797	+10.004
2008 +	13.886	-	2.711	-	-	327	- 797	+10.051
2009 +	13.886	-	2.711	-	-	327	- 797	+10.051
2010 +	13.886	-	2.711	+13.583	+ 2.567	290	- 797	+26.238
	+273.442	-	82.246	0	+ 5.954	-20.930	-14.142	+162.078

VII. PRESUPUESTO Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION DE LA  
INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.

1. Metodología
2. Presupuesto y programa de inver  
siones de la zona Ancoa

PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE LA  
INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

1. Metodología

La metodología empleada es la misma que se describe en el informe titulado "Evaluación económica de la construcción del canal Tronco Linares".

2. Presupuesto y programa de inversiones de la zona Ancoa

2.1 Caracterización de la superficie

La zona está compuesta por los siguientes sectores de riego : 03-c; 04-g, 04-f, 04-d, 04-j, 04-l, 04-n y 09-d.

La superficie regada actualmente es de 36.356 hás y la de pleno riego 50.558 hás, cuyo detalle por subcuencas se descompone del modo indicado en el cuadro N° VII-1.

El detalle de la infraestructura existente, por sector se indica en el cuadro N° VII-2.

El único proyecto específico que consulta en la zona es la ampliación del canal Melozal.

2.2 Obras por construir y costos totales de inversión y operación.

2.2.1 Obras y costos de la infraestructura.

Corresponden al mejoramiento de la red secundaria, construcción de la red terciaria nueva, regulación nocturna, puesta en riego de nuevos terrenos y proyectos específicos.

Aplicando los precios unitarios que se indican en la metodología del informe sobre el canal Tronco-Linares se tienen los siguientes costos de inversión:



	<u>US\$</u>
- Mejoramiento red secundaria	4.240.681
- Red terciaria nueva	38.850
- Regulación nocturna	2.831.248
- Puesta en riego de nuevos terrenos	166.250
- Ampliación canal Melozal	89.243
	<hr/>
TOTAL	7.366.272
	<hr/> <hr/>

El monto total, se descompone entre las obras de mejoramiento y nuevas del siguiente modo:

	<u>US\$</u>
- Obras de mejoramiento	7.052.329
- Obras nuevas	313.943
	<hr/>
TOTAL	7.366.272

#### 2.2.2 Aumento de los costos de operación

Se obtienen restando cada año, a los costos que van resultando a medida que se desarrolla la red, los de la operación de ésta en la situación actual.

Los costos totales de operación de la situación de pleno desarrollo, los de la situación actual y el aumento máximo de dichos costos se indican en el cuadro N° VII-3. El resumen de estos costos es el siguiente:

- Operación pleno desarrollo	US\$ 650.774
- Operación actual	331.076
	<hr/>
Aumento máximo	US\$ 319.698

#### 2.2.3 Programas de inversiones y de desarrollo

De acuerdo a los programas de desarrollo contenidos en los cuadros N° VII-4 y VII-5, se han elaborado los programas de construcción de obras que aparecen en la figura N° VII-1.

Los costos anuales de inversión y operación se indican en los cuadros N° VII-4 y VII-5, respectivamente.

#### 2.2.4 Valores residuales

Se han calculado a partir del cuadro N° VII-4. El centro de gravedad de la inversión corresponde al año 1993, con lo que el período de utilización dentro del de análisis económico (1980-2010) es de 17 años. Suponiendo una vida útil de cincuenta años para las obras, el valor residual de éstas, es el siguiente:

$$\text{Valor residual} = \frac{(50-17) \times 7.366.272}{50} = \text{US\$ } 4.861.740$$

=====

#### 2.2.5 Flujo de ingresos y egresos anuales

Se obtiene a partir de los cuadros N° VII-4 y VII-5 y del valor residual recién determinado. El flujo anual aparece en el cuadro N° VII-6.

CUADRO N° VII-1

ZONA ANCOA : SUPERFICIES REGADAS ACTUALMENTE Y DE PLENO  
DESARROLLO POR SUBCUENCA.

Subcuenca	<u>Superficie (Hás netas)</u>	
	Riego Actual	Pleno Riego
03	1.085	1.296
04	31.986	41.526
09	3.285	7.736
TOTAL	36.356	50.558

CUADRO N° VII-2

ZONA ANCOA: CARACTERISTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA.

Subcuenca	Sector	<u>Superficie (hás netas)</u>			
		Pleno riego	Con red	Con reg. nocturna	Puesta en riego
03	03-c	1.296	1.296	-	-
04	04-g	546	546	-	-
04	04-f	5.049	5.049	-	-
	04-d	2.646	2.646	-	-
	04-j	15.949	15.949	-	-
	04-l	13.678	13.678	-	-
	04-n	3.658	3.658	-	-
	Sub Total	41.526	41.526	-	-
09	09-d	7.736	7.386	-	350
TOTAL ZONA		50.558	50.208	-	350

CUADRO N° VII-3

ZONA ANCOA: AUMENTO DE LOS COSTOS DE OPERACION.

Subcuenca	Superficie (hás)		Costos US\$				
	Riego Actual	Pleno Riego	Riego actual P.Unit.	Total	Pleno riego P.Unit.	Total	Aumen to máximo
03	1.085	1.296	5,7	6.185	8,0	10.368	4.184
04	31.986	41.526	9,5	303.867	13,0	539.838	235.971
09	3.285	7.736	6,4	21.024	13,0	100.568	79.544
TOTAL	36.356	50.558	-	331.076	-	650.774	319.698

## CUADRO N° VII-4

ZONA ANCOA : COSTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSTRUCCION PARA PASAR DE LA SITUACION ACTUAL A LA DE PLENO RIEGO.

Año	Superficie anual incorporada(hás)			Costo US\$		
	Mejorada	Nueva	Total	Mejorada	Nueva	Total
1980	-	-	-	-	-	-
81	-	-	-	-	-	-
82	-	-	-	-	-	-
83	-	-	-	-	-	-
84	750		750	105.347	-	105.347
85	750		750	105.347	-	105.347
86	1.000		1.000	140.462	-	140.462
87	1.000		1.000	140.462	-	140.462
88	2.000		2.000	280.925	-	280.925
89	2.500		2.500	351.156	-	351.156
1990	4.000		4.000	561.849	-	561.849
91	4.500		4.500	632.080	-	632.080
92	5.500		5.500	772.542	-	772.542
93	6.000		6.000	842.774	-	842.774
94	6.000		6.000	842.774	-	842.774
95	5.000		5.000	702.311	-	702.311
96	4.500		4.500	632.080	-	632.080
97	2.750		2.750	386.271	-	386.271
98	2.000		2.000	280.925	-	280.925
99	1.500		1.500	210.693	-	210.693
2000	458	350	808	64.332	313.943	378.275
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
2010						
TOTAL	50.208	350	50.558	7.052.329	313.943	7.366.272

## CUADRO N° VII-5

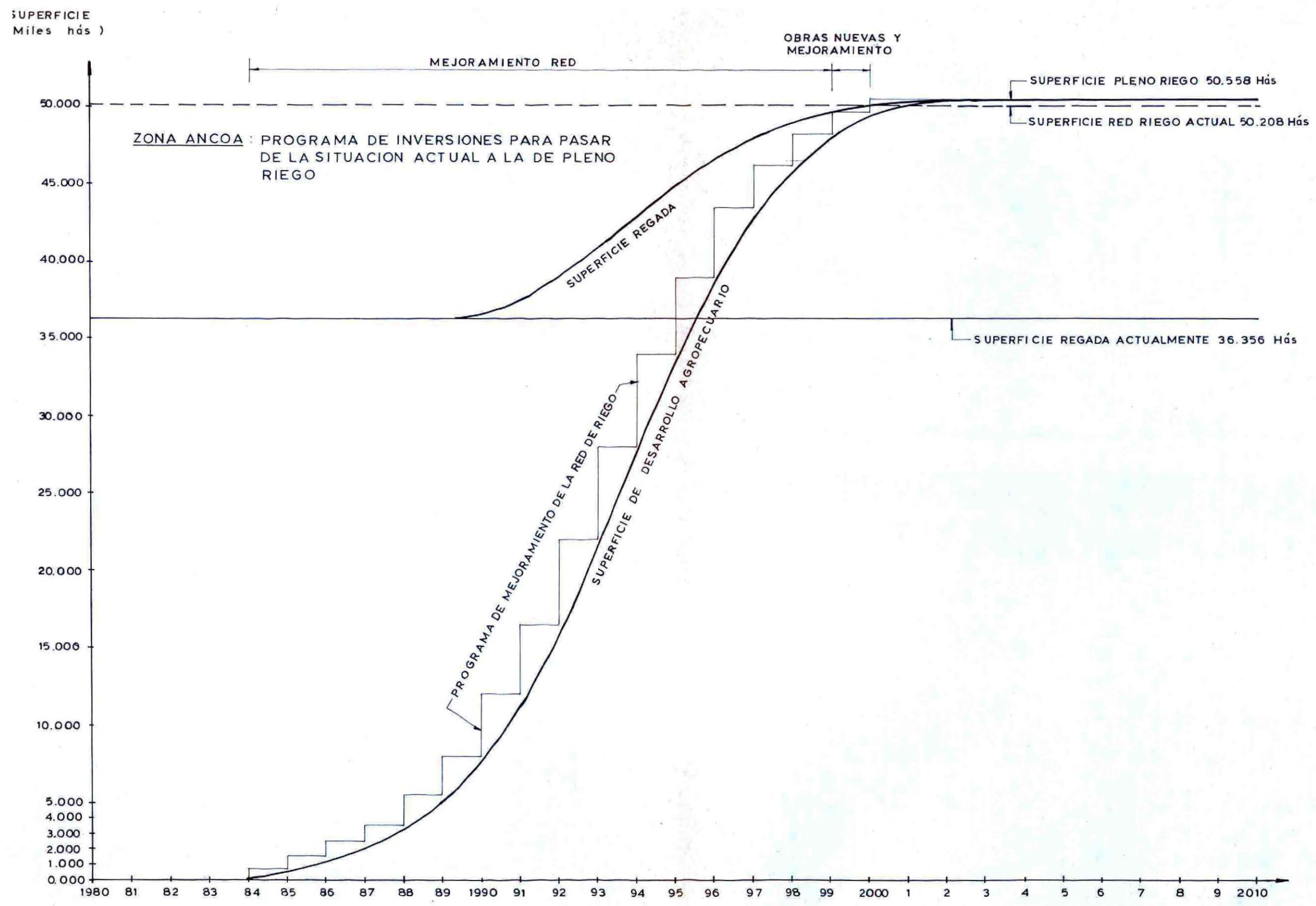
ZONA ANCOA : AUMENTO DE LOS COSTOS DE OPERACION PARA PASAR DE LA SITUACION ACTUAL DE RIEGO A LA DE PLENO RIEGO.

Año	Superficie con red(hás)			Costo (US\$)			Aumento de costo	
	No desar- rollada	Desarrollada		No desa- rollada	Desarrollada			
		Existente	Nueva	Total		Total		
1980	50.208	-	-		331.076	-	331.076	-
81	50.208	-	-		331.076	-	331.076	-
82	50.208	-	-		331.076	-	331.076	-
83	50.208	-	-		331.076	-	331.076	-
84	49.458	750	-	750	326.130	9.654	335.784	4.708
85	48.708	1.520	-	1.500	321.185	19.308	340.493	9.417
86	47.708	2.500	-	2.500	314.591	32.180	346.770	15.694
87	46.708	3.500	-	3.500	307.997	45.051	353.048	21.972
88	44.708	5.500	-	5.500	294.809	70.795	365.604	34.528
89	42.208	8.000	-	8.000	278.323	102.975	381.298	50.222
1990	38.208	12.000	-	12.000	251.947	154.462	406.409	75.333
91	33.708	16.500	-	16.500	222.274	212.385	434.659	103.583
92	28.208	22.000	-	22.000	186.006	283.180	469.186	138.110
93	22.208	28.000	-	28.000	146.442	360.411	506.853	175.777
94	16.208	34.000	-	34.000	106.877	437.642	544.519	213.443
95	11.208	39.000	-	39.000	73.907	502.001	575.908	244.832
96	6.708	43.500	-	43.500	44.233	559.925	604.158	273.082
97	3.958	46.250	-	46.250	26.099	595.322	621.422	290.346
98	1.958	48.250	-	48.250	12.911	621.066	633.977	302.901
99	458	49.750	-	49.750	3.020	640.374	643.394	312.318
2000	0	50.208	350	50.558	0	650.774	650.774	319.698
01		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
02		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
03		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
04		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
05		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
06		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
07		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
08		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
09		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
2010		50.208	350	50.558	-	650.774	650.774	319.698
total	-	50.208	350	50.558	4.241.055	11.805.065	16.046.120	5.782.764

## CUADRO N° VII-6

ZONA ANCOA : FLUJO DE INGRESOS Y EGRESOS ANUALES DURANTE EL PERIODO DE ANALISIS ECONOMICO.

Año	Costo ( US\$ )		
	Egresos	Ingresos	Total
1980	-		
81	-		
82	-		
83	-		
84	110.055		- 110.055
85	114.764		- 114.764
86	156.156		- 156.156
87	162.434		- 162.434
88	315.453		- 315.453
89	401.378		- 401.378
1990	637.182		- 637.182
91	735.663		- 735.663
92	910.652		- 910.652
93	1.018.551		- 1.018.551
94	1.056.217		- 1.056.217
95	947.143		- 947.143
96	905.162		- 905.162
97	676.617		- 676.617
98	583.826		- 583.826
99	523.011		- 523.011
2000	697.973		- 697.973
01	319.698		- 319.698
02	319.698		- 319.698
03	319.698		- 319.698
04	319.698		- 319.698
05	319.698		- 319.698
06	319.698		- 319.698
07	319.698		- 319.698
08	319.698		- 319.698
09	319.698		- 319.698
2010	319.698	4.861.740	+ 4.542.042
<b>TOTAL</b>	<b>13.149.217</b>	<b>4.861.740</b>	<b>- 8.287.477</b>





VIII. EVALUACION ECONOMICA

1. Planteamiento de alternativas

Se evalúan y comparan las siguientes alternativas como proyectos mutuamente excluyentes :

- A) Embalse de  $104 \times 10^6 \text{ m}^3$  de capacidad, destinado exclusivamente al riego.
- B) Embalse de  $104 \times 10^6 \text{ m}^3$  de capacidad, destinado exclusivamente a liberar recursos para la generación de energía en Colbún-Machicura y posteriormente en Pehuenche.
- C) Embalse de  $80 \times 10^6 \text{ m}^3$  de capacidad, destinado exclusivamente a riego. Aunque en este caso puede haber un menor grado de satisfacción de la demanda que con un embalse de  $104 \times 10^6 \text{ m}^3$  de capacidad, se consideran los mismos beneficios.
- D) Embalse de  $58 \times 10^6 \text{ m}^3$  de capacidad, destinado exclusivamente a liberar recursos para la generación de energía.
- E) Embalse de  $8 \times 10^6 \text{ m}^3$  (habilitación de la actual atagüa), destinado a liberar recursos para la generación de energía.

Todos los proyectos alternativos se evalúan con respecto a la situación actual proyectada. No se considera el caso de la habilitación de la atagüa destinada a riego, pero se muestra que ecónomicamente no puede justificarse.

La proyección de la situación actual puede considerar dejar las obras parciales ya realizadas (atagüa) en las mismas condiciones en que se encuentran, o bien, contemplar la apertura de la atagüa para evitar los riesgos que implica mantenerla sin mejoras.

El segundo caso equivale a considerar como un ingreso de todas las alternativas el costo de apertura de la atagüa. En cada caso se considera el efecto de este ítem.

La evaluación y comparación de las alternativas se realiza esencialmente con el criterio de beneficio neto actualizado, aunque en cada caso se determina además la tasa interna de retorno, estimada por interpolación lineal o gráficamente.

La comparación por tasa interna de retorno requeriría la determinación de este indicador para los flujos incrementales de las alternativas, lo que no se justifica por los resultados obtenidos.

El beneficio neto actualizado al 31/12/80 se determina

utilizando las siguientes 3 series de tasas :

	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
a)	14%	12%	10%	id	id	id	id
b)	16%	12%	id	id	id	id	id
c)	16%	16%	16%	14%	14%	14%	12%

El último valor se mantiene constante hasta el año 2010.

La serie b) corresponde a los valores recomendados por ODEPLAN para una evaluación social, pero se consideran adecuados también para una evaluación privada, especialmente si no hay ingresos o egresos significativos antes de 1982.

Los flujos de egresos de construcción y operación de obras matrices han sido establecidos en el capítulo IV. Los correspondientes a beneficios por generación de energía en el capítulo V y a beneficios agropecuarios en el capítulo VI. Los egresos que corresponden a mejoramiento y construcción de red de riego, así como su mantención y operación se determinaron en el capítulo VII.

Se realiza un análisis de sensibilidad de las alternativas principales, sólo en el caso de actualización con la serie b) de tasas.

2. Resultados de la evaluación económica de cada alternativa
- 2.1 Alternativa "A". Embalse de  $104 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de capacidad, destinado a riego.
- a) Indicadores de evaluación a precios de mercado

Descontando del beneficio agrícola determinado en el cuadro N° VI-4, el flujo de egresos por concepto de mejoramiento, construcción y operación y mantención de red de riego, se obtiene un flujo de beneficio neto agropecuario, al cual sólo falta descontarle los egresos por obras matrices para llegar a un beneficio neto final.

El flujo de beneficio neto agropecuario es el siguiente :

Flujo de beneficio neto agropecuario  
(Miles de US\$)

<u>Año</u>	<u>Benef.Netto Agropecuario</u>	<u>Año</u>	<u>Benef.Netto Agropecuario</u>	<u>Año</u>	<u>Benef.Netto Agropecuario</u>
1980	-				
1981	- 5	1991	+ 57	2001	+ 8.816
1982	- 402	1992	+ 598	2002	+ 8.923
1983	- 711	1993	+ 1.446	2003	+ 9.677
1984	- 1.017	1994	+ 2.456	2004	+ 9.684
1985	- 489	1995	+ 3.701	2005	+ 9.684
1986	- 655	1996	+ 4.872	2006	+ 9.684
1987	- 633	1997	+ 6.134	2007	+ 9.684
1988	- 536	1998	+ 7.096	2008	+ 9.732
1989	- 347	1999	+ 7.832	2009	+ 9.732
1990	- 150	2000	+ 8.147	2010	+ 30.780

TOTAL = 153.790

Para los fines de análisis se requiere conocer los diferentes ítem que componen este flujo y su valor actualizado a diferentes tasas de descuento. Estos son los siguientes :

Beneficio neto agropecuario actualizado (US\$ $\times 10^3$ )

	<u>Tasas de actualización</u>		
	<u>0%</u>	<u>8%</u>	<u>12%</u>
Ingresos operacionales	273.442	72.162	44.180
Ingresos actuales	- 82.246	- 32.136	- 23.710
Capital operacional	0	- 3.197	- 2.298
Inversiones y gastos previos	5.954	1.565	930
Asistencia técnica	- 20.930	- 8.170	- 5.719
Tecnificación riego	- 14.142	- 3.013	- 1.552
Red de riego	- 8.288	- 3.570	- 2.313
<u>Beneficio neto agropecuario actualizado</u>	<u>153.790</u>	<u>23.641</u>	<u>9.518</u>

Estableciendo el beneficio neto actualizado agropecuario para cada una de las tres series de tasas de descuento de finidas, y otras tasas adicionales, así como el valor actualizado del

costo de construcción y mantención del embalse a las mismas tasas, se determina el beneficio neto actualizado total.

<u>Valores en miles de dólares</u>			
<u>Tasa de actualización</u>	<u>Beneficio neto agropecuario</u>	<u>Valor actualizado de la obra</u>	<u>Beneficio neto fina</u>
0%	153.790	- 18.540	135.250
5%	46.532	- 24.428	22.104
7%	29.660	- 24.177	5.483
8%	23.641	- 23.854	- 213
10%	14.983	- 23.205	- 8.222
12%	9.518	- 22.011	- 12.493
Serie a)	14.247	- 21.822	- 7.575
Serie b)	9.190	- 21.259	- 12.069
Serie c)	8.051	- 19.927	- 11.876

La tasa interna de retorno de esta alternativa, como puede apreciarse es prácticamente de 8%. Por esta razón y por los BNA para las tres series de tasas de descuento consideradas, no puede recomendarse su construcción.

En la figura VIII-1, se representa la curva de beneficio neto actualizado de esta alternativa en función de la tasa de actualización.

b) Análisis de sensibilidad de los indicadores a precios de mercado.

Ya se apreció que la conclusión se mantiene negativa para cualquiera de las tres series de tasas consideradas. A continuación se analiza la sensibilidad de estos resultados de tasas de descuento, a un aumento de los precios agrícolas de hasta un 15%, a una reducción de los gastos agropecuarios de 15% y una reducción de los costos de construcción del mismo monto.

Como para efectuar el análisis de sensibilidad se requieren los valores actualizados separados para cada ítem, se utilizan para este fin los valores indicados anteriormente actualizados al 12% a 1980. (El BNA de la alternativa con la serie a) de tasas de descuento es US\$  $-12.069 \times 10^3$  y al 12% es de US\$  $-12.493 \times 10^3$ )

Para analizar la variación de precios y gastos agrícolas se utilizan los coeficientes de variación de los ingresos de terminados para cada tipo de explotación para la zona "A" del estudio "Evaluación preliminar de la factibilidad de construcción del canal Linares". Ponderando estos coeficientes por la proporción de los diferentes tipos de explotación en la zona "Ancoa", se establecen los siguientes valores :

<u>Coficiente de variación de ingresos</u>		
	<u>Expl. Desarr.</u>	<u>Expl. no Desarr.</u>
Aumento de precios en 5%	1,20	1,04
Aumento de precios en 10%	1,40	1,22
Aumento de precios en 15%	1,58	1,40
Reducción de gastos op. en 15%	1,46	1,26

Al considerar la reducción de gastos de operación en 15%, se afecta de un coeficiente 0,85 al capital operacional, la asistencia técnica y la tecnificación del riego.

Para considerar la reducción de costos de obras en 15% se afecta de un coeficiente de 0,85 a los valores actualizados de costo de red de riego y de construcción del embalse.

Aplicando estos coeficientes a los valores actualizados al 12% de cada uno de los ítem correspondientes, se obtienen los siguientes valores de BNA :

<u>Condición</u>	<u>BNA (serie b) (Miles de US\$)</u>
Aumento de precios en 5%	- 4.403
10%	- 15
15%	3.669
Reducción de gastos en 15%	3.122
Reducción de costos de obras en 15%	- 8.855

Puede apreciarse, como en los otros casos que se han analizado para la cuenca del Maule, que los indicadores de evaluación económica son sensibles a un aumento de los precios, pasando se a justificar la alternativa si los precios agrícolas aumentan

por lo menos un 10%. También se justifica con una reducción de gastos del 15%. En cambio los resultados no son sensibles a la variación considerada del costo de las obras (embalse y red de riego).

c) Indicadores de evaluación a precios sociales

Para estimar el monto de los indicadores de evaluación económica a precios sociales se aplica la metodología y los coeficientes de conversión estimados en el estudio: "Evaluación preliminar de la factibilidad de construcción del canal Linares".

Para los ingresos de las explotaciones desarrolladas se determina un coeficiente ponderado de acuerdo a la proporción de cada tipo de explotación en la zona "Ancoa". Se obtiene un valor de 1,06.

Para los ingresos de las explotaciones no desarrolladas (situación actual) se obtiene análogamente un coeficiente de 1,03.

Al capital operacional se aplica el coeficiente de 0,97 y no se modifican los valores de "Inversión y G. Previos", "Asistencia Técnica", ni "Tecnificación del riego". A los costos de obras se aplica el coeficiente 0,942.

Aplicando estos coeficientes a cada ítem, sin actualización y actualizados a 1980 con una tasa de 12%, se obtiene, en miles de dólares :

Beneficio neto a precios sociales	150.665
Beneficio neto actualizado a precios sociales (12%)	- 9.085

La tasa interna de retorno se obtiene interpolando gráficamente entre el BNA a 12% = - 9.085 y el BNA a 8% = + 4.612. Se obtiene un valor aproximado de 9,0%.

A conclusión a precios sociales tampoco se justifica la alternativa. Su sensibilidad a variaciones de precios y de costos de obras debe ser similar a la establecida a precios de mercado.

2.2 Alternativa "B", Embalse de 104 millones de m<sup>3</sup> de capacidad, destinado a liberar recursos para la generación de energía.

Como el embalse se destina solamente a liberar recur-

sos de riego que puedan destinarse entonces a generación de energía en el complejo Colbún-Machicura que entra en operación en 1986/87 y luego en Pehuenche, al entrar en operación en 1989/90, su construcción puede postergarse con respecto al programa para su construcción si se destina sólo a riego.

Actualizando los flujos de ingresos por generación de energía establecidos para este caso en el Capítulo V, a las tasas de actualización de las tres series señaladas, así como a los de 6% y 7% y haciendo lo mismo con el flujo del costo de construcción y de operación y mantención (modificando las fechas para que el embalse se termine de construir en 1986), se obtienen los siguientes BNA para esta alternativa, a precios de mercado :

Tasa de actualización	BNA (US\$ x 10 <sup>3</sup> )		
	Beneficios Energía	Costo Embalse	BNA Final
0%	65.076	- 17.143	47.933
6%	22.580	- 21.182	1.398
7%	19.290	- 20.692	- 1.402
Serie a)	11.726	- 17.802	- 6.076
Serie b)	9.081	- 16.802	- 7.721
Serie c)	8.028	- 15.105	- 7.077

Por interpolación lineal se determina una TIR de 6,5%. Con estos valores se aprecia que la alternativa no es recomendable.

Además, puede señalarse que para que la alternativa se justifique con la serie de tasas de descuento b), el precio de la energía debería ser 85,5% superior al considerado en esta evaluación, ya que en ese caso el valor actualizado de la energía sería de 16.845 miles de dólares y el BNA sería nulo.

La curva de BNA en función de la tasa de descuento se presenta en la figura VIII-1.



A precios sociales, los valores que se obtienen, al aplicar la misma metodología anterior, son los siguientes :

<u>Tasa de actualización</u>		<u>BNA (US\$ x 10<sup>3</sup>)</u>		
		<u>Beneficios Energía</u>	<u>Costo Embalse</u>	<u>BNA Final</u>
	0%	58.113	- 16.149	41.964
	6%	20.164	- 19.953	211
	7%	17.226	- 19.492	- 2.266
Serie a)		10.471	- 16.769	- 6.298
Serie b)		8.109	- 15.827	- 7.718
Serie c)		7.169	- 14.229	- 7.060

La TIR resulta en este caso de 6,1%.

### 2.3 Alternativa "C". Embalse de 80 x 10<sup>6</sup> de capacidad, destinado a riego

Si bien se estima que la zona "Ancoa" podría regarse con un grado de satisfacción de la demanda ( $\bar{K}$ ) un poco inferior al logrado con un embalse de 104 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de capacidad, se avallúa esta alternativa considerando los mismos beneficios agrícolas establecidos para ese caso.

Utilizando los valores actualizados ya determinados para dichos beneficios y actualizando el flujo de egresos de esta obra correspondientes a su costo de construcción, operación y mantenimiento se determinan los siguientes beneficios netos actualizados :

<u>BNA (Miles de dólares)</u>			
<u>Tasa de actualización</u>	<u>Beneficio Agrícola</u>	<u>VA costo de obras</u>	<u>Beneficio neto final</u>
0%	153.790	- 16.515	137.275
8%	23.641	- 21.235	2.406
10%	16.423	- 20.472	- 4.049
12%	9.518	- 19.589	- 10.071
Serie a)	14.247	- 19.411	- 5.164
Serie b)	9.190	- 18.913	- 9.723
Serie c)	8.051	- 17.833	- 9.782

Interpolando entre los valores actualizados al 8% y 10% se obtiene una TIR de 8,7%.

La curva de BNA (a precios de mercado) en función de la tasa de actualización se presenta también en la figura VIII-1.

Considerando un grado de satisfacción de la demanda, estimado en forma global en 0,979, se puede estimar que los beneficios agropecuarios actualizados al 12% se reducen a 8.489 miles de dólares, lo que determina un BNA de la alternativa de -11.100 miles de dólares, en vez de -10.071.

Por otra parte aplicando la misma metodología indicada anteriormente se obtienen los siguientes valores a precios sociales :

<u>Tasa de actualización</u>	<u>BNA (US\$ x 10<sup>3</sup>)</u>		
	<u>Beneficios Agrícolas</u>	<u>Costo de Obras</u>	<u>BNA Final</u>
0%	168.211	- 15.629	152.582
8%	27.103	- 20.021	7.082
12%	11.661	- 18.463	- 6.802

Se estima una TIR = 9,8%.

A base de los indicadores determinados y las consideraciones hechas, se aprecia que esta alternativa no se justifica, aunque la sensibilidad de estos resultados debe ser similar a la establecida para la alternativa "A" de 104 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de capacidad.

#### 2.4 Alternativa "D". Embalse de 58 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de capacidad, destinado a liberar recursos para la generación de energía.

Los flujos de ingresos por generación de energía en Colbún-Machicura y en Pehuenche fueron determinados en el Capítulo V anterior y los costos de construcción, operación y mantenimiento del embalse en el Capítulo IV.

La obra se supone terminada de construir en 1986. Los BNA a diferentes tasas de actualización son los siguientes a precios de mercado :

BNA ( US\$ x 10 <sup>3</sup> )			
<u>Tasa de actualización</u>	<u>Beneficio Energía</u>	<u>Costo de Embalse</u>	<u>BNA Final</u>
0%	32.544	- 12.908	19.636
3%	18.690	- 16.121	2.569
4%	15.716	- 16.274	- 558
Serie a)	5.866	- 13.371	- 7.505
Serie b)	4.542	- 12.616	- 8.074
Serie c)	4.016	- 11.338	- 7.322

Se estima, por interpolación una TIR de 3,8%. La curva de BNA en función de la tasa de actualización se incluye en la figura VIII-1.

Como puede apreciarse esta alternativa tampoco se justifica y comparando sus resultados con los de la alternativa "B" se observa que al reducir la capacidad del embalse se afecta más el monto de la energía que el costo de éste. Esto se confirma con la alternativa "E".

Los valores que se obtienen a precios sociales son los siguientes :

BNA ( US\$ x 10 <sup>3</sup> )			
<u>Tasa de actualización</u>	<u>Beneficios Energía</u>	<u>Costo Embalse</u>	<u>BNA Final</u>
0%	29.062	- 12.159	16.903
3%	16.690	- 15.186	1.504
4%	14.034	- 15.330	- 1.296
Serie a)	5.238	- 12.595	- 7.357
Serie b)	4.056	- 11.884	- 7.828
Serie c)	3.586	- 10.680	- 7.094

La TIR resulta de 3,6%.

## 2.5 Alternativa "E". Embalse de $8 \times 10^6$ m<sup>3</sup> de capacidad

Actualizando los ingresos correspondientes al flujo de energía determinado para esta alternativa y los egresos del cos-

to del embalse, terminando la obra en 1986, se obtienen los siguientes BNA a diferentes tasas de actualización, a precios de mercado :

BNA ( US\$ x 10 <sup>3</sup> )			
<u>Tasa de actualización</u>	<u>Beneficios Energía</u>	<u>Costo Embalse</u>	<u>BNA Final</u>
0%	5.022	- 2.543	2.479
2%	3.372	- 3.034	338
3%	2.883	- 3.115	- 232
5%	2.050	- 3.097	-1.047
Serie a)	904	- 2.502	-1.598
Serie b)	701	- 2.338	-1.637
Serie c)	619	- 2.081	-1.462

La TIR se estima por interpolación en 2,6%

Los valores que se obtienen a precios sociales son los siguientes :

BNA ( US\$ x 10 <sup>3</sup> )			
<u>Tasa de actualización</u>	<u>Beneficios Energía</u>	<u>Costo Embalse</u>	<u>BNA Final</u>
0%	4.485	- 2.396	2.089
2%	3.011	- 2.858	153
3%	2.575	- 2.934	- 359
5%	1.831	- 2.917	-1.086
Serie a)	807	- 2.357	-1.550
Serie b)	626	- 2.202	-1.576
Serie c)	553	- 1.960	-1.407

La TIR se estima en 2,3%.

Se aprecia que esta alternativa no se justifica si se destinan a generación de energía los recursos que libera. Para evaluarla con fines de riego sería necesario estudiar y establecer con cierto detalle los beneficios agrícolas que podrían obtenerse. Sin embargo, esto no parece justificarse ya que si se considera que en esta alternativa se mantiene el beneficio neto

agropecuario actualizado con la serie b), por unidad de superficie :

$$\frac{\text{US\$ } 9.190.000}{50.558} = 181,8 \text{ US\$/há}$$

y siendo el valor actualizado del costo de la obra y de su mantención de US\$ 3.326.000, se requeriría que el embalse regara 18.295 há para que se justificara. Esto representa el 36,2% de la superficie regable estrechamente con un embalse de 80 millones de m<sup>3</sup> de capacidad. Incluso aunque se suponga un beneficio por há superior en 50%, aún se requeriría regar un 24,1% de la superficie de la zona "Ancoa" con un embalse que ha reducido su capacidad de regulación a un 10%.

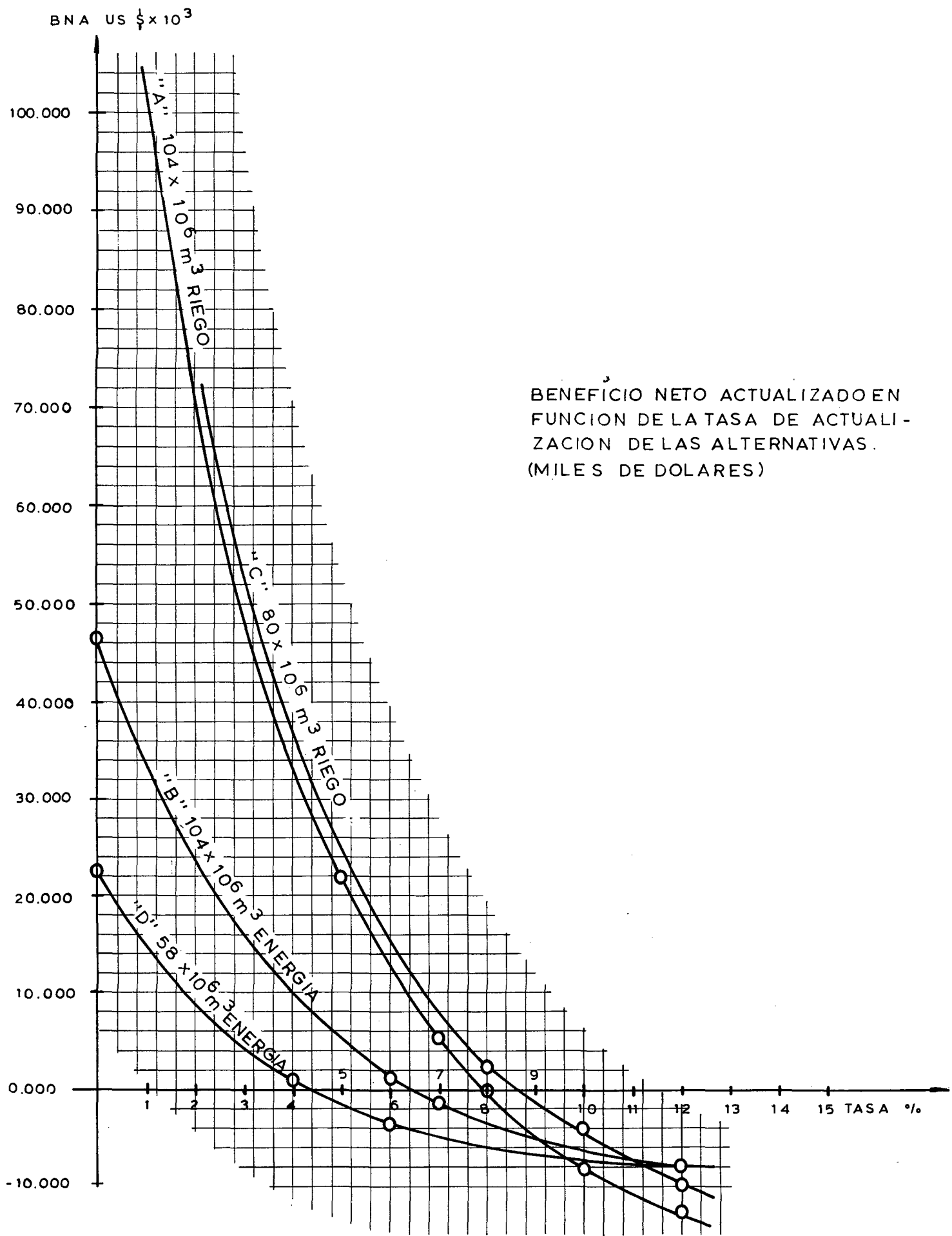
A base de estas consideraciones se concluye que no se justifica esta alternativa.

## 2.6 Conclusiones de la evaluación económica

Todos los indicadores determinados se han establecido considerando una situación actual sin modificación de las obras parciales ya construídas. El costo de apertura de la atagüa actualmente existente se estima en US\$ 104.073, valor que debe sumarse a los ingresos de las alternativas si se quiere evaluar con respecto a una situación actual mejorada con la modificación de esta obra. Si se considera que ésto puede realizarse de forma inmediata en 1980, se puede comparar este valor con el monto de los beneficios agrícolas y de los ingresos por energía actualizados con la serie b). Este valor representa el 1,1% de los beneficios agrícolas y de los ingresos por energía en la alternativa "B" ( 104 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de capacidad ) y alcanza al 2,1% en el caso del embalse de 58 x 10<sup>3</sup> de capacidad y 14,8% en el caso de la habilitación de la atagüa. Incluso en este último caso su efecto sobre las conclusiones es despreciable ya que el BNA al 12% mejora de -US\$ 1.646.000 a -US\$ 1.541.927 y su TIR pasa de 2,6% a 2,8%.

Si bien ninguna de las alternativas se justifica, se aprecia de los valores indicados y de la figura VIII-1, que con una tasa de 12% de actualización los proyectos de energía son menos desfavorables que los de riego pero a tasas del 9% y menores pierden esta posición relativa. Se estima, por otra parte, que un proyecto mixto de energía y riego, no puede tener un resultado significativamente mejor. Finalmente la mejor posición relativa de la alternativa "C" con respecto a la "A", si bien parece justificada, depende de una comprobación más precisa de los beneficios agrícolas que puede generar, lo que a la vista de los resultados obtenidos no se justifica realizar.

La incertidumbre introducida por el análisis de sensibilidad, según el cual la alternativa "A" y con mayor razón la "C" se justificarían si los precios agrícolas son 10% superiores a los considerados en el estudio, se reduce al considerar estos proyectos como alternativos al canal Tronco-Linares, el cual, de acuerdo a la evaluación preliminar de su factibilidad, resulta plenamente justificado con los mismos criterios y supuestos utilizados en la presente evaluación del embalse Ancoa, sin considerar dicho incremento de precios.



BENEFICIO NETO ACTUALIZADO EN FUNCION DE LA TASA DE ACTUALIZACION DE LAS ALTERNATIVAS. (MILES DE DOLARES)