CNR
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO DE PERFIL

"MEJORAMIENTO DEL RIEGO DE LA CUENCA DEL RÍO CAUTÍN, EN CURACAUTIN, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA"

MARZO – 2011

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 4
2. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN 4
3. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO 7
4. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO DE EMBALSE 10
4.1 ESTUDIOS EFECTUADOS 10
4.2 CONCLUSIONES GENERALES Y DISCUSIÓN 19
5. CARACTERIZACIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN 21
5.1 CANAL MATRIZ VICTORIA: 21
5.2 BOCATOMA CANAL MATRIZ VICTORIA: 23
5.3 CANAL MATRIZ TRAIGUÉN – LAUTARO – PERQUENCO - GALVARINO: 23
6. ESTUDIOS BÁSICOS 25
6.1 RECURSOS HÍDRICOS 25
6.1.1 Hidrología del Río Cautín 25
6.1.2 Derechos de Aguas 26
6.1.3 Análisis de Antecedentes 27
6.2 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA 27
6.2.1 Marco Geológico General 27
6.2.2 Caracterización Geotécnica Alternativa Preliminar Nº 1 29
6.2.3 Caracterización Geotécnica Alternativa Preliminar Nº 2 32
6.3 ESQUEMA OBRA DE REGULACIÓN 33
7. DEMANDAS HÍDRICAS 35
8. PRESUPUESTOS DE OBRAS 37
8.1 EMBALSE DE REGULACIÓN 37
8.2 RED DE DISTRIBUCIÓN 37
8.3 OPERACIÓN DE LAS OBRAS Y MANTENCIÓN 39
8.4 MITIGACIÓN AMBIENTAL 39
8.5 INTERFERENCIAS 40
8.6 EXPROPIACIONES ZONA DE INUNDACIÓN 40
9. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONOMICA 41
9.1 EVALUACIÓN AGRO-ECONÓMICA 41
9.1.1 Metodología General 41
9.1.2 Situación Actual Mejorada del Área o Sin Proyecto 41
9.1.3 Situación Con Proyecto 43

9.1.4 Estimación de los Márgenes Netos Agro-económicos 45

9.1.5 Criterios para la Evaluación Económica 47

9.1.6 Flujos Agro-económicos 48

9.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA 48

9.2.1 Beneficios y Externalidades Positivas del Proyecto 50

10. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS 53

1. INTRODUCCIÓN

Durante años las comunas de Lautaro, Perquenco, Victoria, Traiguén y Galvarino, han enfrentado el problema de escasez hídrica durante la época estival, sin la posibilidad de utilizar adecuadamente los recursos del río Blanco y Cautín para mejorar las condiciones de riego y desarrollar la economía potencial de la zona.

Lo anterior se ve reflejado en las tasas de desempleo y migración de la población entregadas por el Instituto Nacional de Estadística, que señalan un sostenido aumento de los índices de migración de la población en edad productiva, básicamente producto de la falta de oportunidades y fuentes de trabajo en el sector.

Si a lo expuesto se suma la incerteza de disponibilidad de recursos hídricos, producto de la falta de regulación en el valle, el desarrollo agrícola de esta zona sin la debida implementación de infraestructura de riego adecuada (Embalse de Regulación más Red de Canales de Distribución) seria casi nula.

Por lo anterior, el presente "Estudio de Perfil" tiene por objetivo aborda la problemática del valle y entregar recomendaciones de las obras e infraestructura necesaria para potenciar el desarrollo de las localidades antes mencionadas.

2. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

Como antecedente general se puede señalar que durante los últimos 50 años se han desarrollado diversos estudios y diagnósticos, cuyo objetivo primordial ha sido la mejora de las condiciones del riego en la zona, para lo cual se han propuesto diversas obras que permitan aprovechar los recursos del Río Cautín, entre los que se pueden mencionar:

- Estudio de Factibilidad del Sistema de Riego Lautaro-Victoria- Traiguén (1963)
- Análisis de Prefactibilidad del Sistema de Riego Lautaro-Victoria- Traiguén (1976)
- Reactivación de la Construcción del Sistema de Regadío Victoria-Traiguén-Lautaro (1982)
- Estudio de Factibilidad y Anteproyecto Regadío Victoria-Traiguén-Lautaro, (1992)
- Proyecto Definitivo Canal Matriz Victoria, Sistema de Regadío Victoria-Traiguén-Lautaro (1993)
- Estudio Ambiental Complementario. Proyecto de Riego Victoria-Traiguén-Lautaro VTL (1995)
- Estudio Conceptual Alternativo Regadío Victoria-Traiguén-Lautaro (1996)
- Evaluación Agro económica de la Construcción Canal Victoria (1996)
- Estudio de Impacto Ambiental Canal Victoria (2001)
- Proyecto Victoria Ingeniería Sistema de Distribución (2004)

Uno de los proyectos que se destacan, es el desarrollado por la Empresa CEDEC / CADE – IDEPE "Estudio de Factibilidad y Anteproyecto Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro", durante el año 1993 para la Dirección de Riego, actualmente Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), **el cual propuso incorporar aproximadamente a riego 66.469 ha**, de las cuales sólo 1.809 ha poseían riego en la localidad de Perquenco. El resultado del estudio estableció la materialización de dos canales matrices, el Matriz Victoria con una extensión de 52 km y el matriz Traiguén con una extensión de 15 km. Los cuales a su vez

alimentan toda la red secundaria y terciaria. A continuación se señalan los sectores de riego abordados en el Estudio de CADE – IDEPE:

Canal Matriz Victoria

	Nº	Nombre del Sector	Derivado	Longitud Derivado	Superficie Neta Regable
				m	ha
Matriz Victoria 1ª Sección	1	La Isla	Si	4,600	823
	2	El Carmen	Si	9,950	1,665
	3	La Parra	Si	7,013	645
	4	Quillén	Si	A definir	4,411
	5-A	Perquenco	Si	A definir	1,570
	5-B	Perquenco	Si	A definir	3,891
	5-C	Perquenco	Si	A definir	5,484
	6A	Púa	Si	A definir	11,838
	Total				**30,327**
Matriz Victoria 2ª Sección	6	Las Vertientes	Si	5,522	267
	7	Bayo Toro	Si	6,500	419
	8	Las Cardas	Si	11,021	2,065
	9	María Luisa	No	No Aplica	51
	10	Medahue	No	No Aplica	60
	11	Huillinlebu	Si	5,782	434
	12	Pailahueque	Si	6,076	559
	13	Queipul	Si	11,567	930
	14	Cahuín	Si	3,457	232
	15	Cerro Verde	Si	8,971	2,187
	16	Lucía	No	No Aplica	201
	17	Victoria	Si	4,000	785
	18	Victoria - Quilapán	Si	A definir	5,970
	Total				**14,160**
		Total Matriz Victoria		**156,459**	**44,487**

* Sectores de Riego definidos por el Sr. Roberto Geshe
** La superficie neta regable corresponde a la superficie bruta menos la superficie indirectamente productiva, tal como caminos, canales, cercos, etc.

Canal Matriz Traiguén

	Nº	Nombre del Sector	Derivado	Longitud Derivado	Superficie Neta Regable
				m	ha
Matriz traiguén	A	Salto - Quino	Si	16,000	1,642
	B	Quino - Chanco	Si	16,000	3,262
	C	Chanco - Manzanaco	Si	12,000	1,611
	D	Manzanaco - Tricauco	Si	26,000	4,493
	E	Manzanaco	Si	2,000	166
	Total				**11,174**
Matriz Traiguén Norte	I	Traiguén - Norte	A Definir		3,155
	H-1	Triucao - Galvarino	A Definir		3,734
	H-2	Galvarino	A Definir		1,623
	Total				**8,512**
		Total Matriz Traiguén			**19,686**

* Sectores de Riego definidos por el Sr. Roberto Geshe
** La superficie neta regable corresponde a la superficie bruta menos la superficie indirectamente productiva, tal como caminos, canales, cercos, etc.

El proyecto en su conjunto, beneficiaría a las comunas de Victoria, Lautaro, Traiguén, Perquenco y Galvarino.

Los indicadores económicos de la época para el proyecto de la red de canales, eran los siguientes:

Indicador	A Precios de Mercado	A Precios Sociales
VAN	14.497 MM$	12.549 MM$
	40,27 MM US$	34,86 MM US$
TIR	14,68 %	17,02 %
Relación Beneficio Neto – Inversión (N/K)	1,78	1,76

Cabe señalar que si bien el proyecto ***forma la base de análisis para el presente estudio de perfil***, sólo contemplaba la materialización de la red de riego, pero no ***obras de regulación del caudal***, por lo cual no es posible asegurar el adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos (85% de Seguridad de Riego), lo cual hace necesario proyectar una obra de regulación adecuada para tales efectos.

En base a lo anterior, existen estudios desarrollados por diversos autores, que en algún momento han establecido distintas ubicaciones para la construcción de embalse de regulación para la zona, entre los que destacan:

1. "Estudio del Embalse de Rari – Ruca sobre el Río Cautín". MOP, Dirección de Obras Hidráulicas, Julio de 1957. Informe elaborado por el ingeniero civil Alfredo Montero Guillou.
2. Estudio Conceptual Alternativo Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro IX Región, Dirección de Obras Hidráulicas, enero 1996. Realizado por CADE – IDEPE.
3. "Plan Director para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del Río Imperial. MOP. DGA. Septiembre de 2001. (S.I.T. Nº 74). Realizado por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores.
4. "Diagnostico para localización de Embalses de Temporada en la Región de la Araucanía", MOP. DOH. Enero 2009. Realizado por Luis Arrau del Canto Ltda.

Si bien todos ellos han señalado distintas ubicaciones de obras, ninguno de los estudios anteriores se ha basado en la interacción del embalse con la Red de Canales definida en el estudio de CADE – IDEPE, la cual como se mencionó forma la base de estudio de la zona de interés a regar.

Por lo anterior, es necesaria la realización de un estudio que consolide la operación conjunta de un embalse de regulación con la red de riego, considerando inicialmente el proyecto Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro.

3. CARACTERIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

Para el desarrollo del presente capitulo se tomaron como base los siguientes estudios:

a) Estudio de Factibilidad y Anteproyecto Regadío Victoria – Triguén – Lautaro, CADE IDEPE, 1992.

El área beneficiada con el proyecto, se encuentra ubicada a 650 km al Sur de Santiago, en las provincias de Cautín y Malleco, en la IX Región del país, tal como se señaló incluye parte de las comunas de Lautaro, Galvarino, Victoria, Traiguén y Perquenco.

El ferrocarril Santiago – Puerto Montt y la carretera Longitudinal Sur atraviesan la zona del proyecto entre las ciudades de Lautaro y Victoria. Los caminos: Traiguén – Tricauco, Quino – Perquenco y Victoria – Selva Oscura

Clima y Orografía:

La unidad geográfica sobre la cual que se extiende la zona de proyecto y que es relevante para esta descripción, es el gran cono aluvial del río Cautín, que reemplaza en la Depresión Intermedia.

La Depresión Intermedia es la faja central del territorio, la de mayor valor y la de más amplia superficie (16.616 km2, 52,4% de la superficie regional), la que por su situación ha recibido plena influencia de los rasgos de microrelieve que la flanquean por el Este y por el Oeste y la que, finalmente, presenta las mayores obras de infraestructura económica y social.

Se considera que la Depresión Intermedia se formó definitivamente en el Plioceno Superior, cuando el mar inicia un período de regresión, pasando a constituirse en el único gran receptáculo para los materiales provenientes de la Cordillera de los Andes (cuya fase se solevantamiento se había iniciado en el Cretácico y se extendió hasta el Finisterciario) y de la Cordillera de la Costa, en menor medida.

Desde el Punto de Vista Estructural es una fosa tectónica entre ambas cordilleras, rellenada de sedimento de variado origen y limitada, al menos por el Este, por un gran plano de falla de fines del Plioceno que constituye la ladera abrupta occidental de los Andes. Sería erróneo suponer la existencia de una sola gran depresión. Por el contrario, debe pensarse más bien en la existencia de varias cuencas, separadas por otros tantos umbrales; esta compartimentalización se refleja en superficies de cordones de cerros que cruzan en distintas direcciones y en las apófisis montañosas que se desprenden de la Cordillera de los Andes y de la Cordillera de la Costa hacia la Depresión Intermedia.

Algunos autores la llaman Valle o Llano Longitudinal cuando la refieren a su mayor extensión en todo el país; otros, Valle Central para designar el tramo que se extiende entre Santiago y Puerto Montt. Fuenzalida (1950) la llamó Depresión Intermedia. Llámese como se estime mejor, la verdad es que al Sur del Bio Bio se presenta como una planicie fuertemente ondulada, con relieves locales que a veces sobrepasan los 300 m y aún los 500 m de altitud en el piemonte andino. Además, los ríos han profundizado en ella, enérgicamente, sus cauces y se presenta más elevada que al Norte de ese río, pues si Renaico, por ejemplo, está a 69 m.s.n.m. Collipulli queda a 244 y victoria a 341, pero desciende nuevamente más al Sur; 205 m.s.n.m. hay en Lautaro, 107 en Temuco, 93 en Gorbea. Tiene un ancho máximo de 85 km en la línea

Este – Oeste unos kilómetros al sur de Temuco, y unos 170 km de largo entre el bio bio y la localidad de Gorbea.

Las fosas y cuencas que constituyen la Depresión Intermedia en la IX Región, por su estilo tectónico en subsidencia, no presentan testimonios morfológicos de edad Pliocena o Finiterciaria. Los pie de montes antiguos se encuentran obliterados, fosilizados y modelados por aportes detríticos fluviales, eólicos y glaciales provenientes de morfogenéticos pleistocenos y recientes. Tales materiales tienen una gran autenticidad glacial, pues, por ejemplo en Temuco y Lautaro, todo el anostomosamiento que presenta el paisaje implica la presencia de variadas formas y microformas de este origen: los conos ploglaciales, los valones de solifluxión periglacial, los depósitos caóticos de rodados podridos acumulados por aguas tranquilas de fusión de glaciar, los depósitos de rodados multicolores con un paleodrenaje de viejos sistemas lacustres, etc.

El volcanismo, por su parte ha introducido un elemento nuevo, las cenizas que han originado, por un lado, lo suelos de trumaos y, por otro, los ñadis, áreas pantanosas que deben sus condiciones dificultosas de drenaje a costras de óxido de hierro y aluminio, llamadas “fierrillos” (Borgel, 1983) y a complicaciones producidas por acciones glaciales. En fin, la Depresión Intermedia se estrecha paulatinamente hacia el Sur debido a la presencia de un cordón transversal que sirve de divisoria de aguas entre la hoya del Toltén y la del Valdivia no sólo desde el punto de vista hidrogeográfico sino también pluvial, pues al Sur de este accidente la isoyeta de 2.500 mm toma posesión de casi todo el territorio.

La Depresión Intermedia es el dominio típico del clima templado húmedo, pues aparte que las lluvias pueden calificarse como abundantes (1.000 mm por lo general casi tres veces el promedio de Santiago, por ejemplo), se enseñorean de, por lo menos, diez meses del año, salvo en el Norte y Noroeste donde se presentan hasta en más de tres meses secos.

El mapa de isoyetas anueles de probabilidad 50%, muestra la distribución de las precipitaciones en la Región. Hay tres hechos que se han de destacar: el bloque solevantado de Nahuelbuta recibe primero el choque de frentes y, por lo tanto, allí se registran máximos de pluviosidad del orden de los 2.500 a 3.000 mm al año, el corredor de aridez relativa que se inicia en Puerto Saavedra, en la costa, penetra por el valle del Imperial y continua hacia el Norte por la depresión de Cholchol y cuencas de Lumaco y Angol, y los máximos de precipitaciones en el alto cordón occidental de los Andes (4.000 mm), que luego descienden a 2.000 mm en la parte drenada por el curso superior del Bio Bio, incluido el valle de Lonquimay, que se ubica a sotavento de los vientos lluviosos del Oeste.

Las temperaturas medias mensuales son inferiores a 18ºC, pero el promedio de las máximas puede superar los 25ºC. En invierno y primavera las heladas son una seria limitante para la agricultura. Ligera diferencia térmica hay también entre el norte (un poco más cálido) y el sur de la Región.

Hay tres hechos que caracterizan la hidrografía del área: la nieve que se acumula en la cordillera andina, las lluvias abundantes en el curso medio y la presencia de lagos reguladores de caudal y de la carga sedimentaria. Los tres principales sistemas hidrográficos – el Malleco, el Cautín y el Toltén – participan, en alguna medida, de todos o de dos de estos rasgos, pero lo que los diferencia es que los ríos septentrionales tienen una dirección que es consecuencia de un control estructural (se orientan hacia el Noroeste), en cambio, en los meridionales predomina en sentido de la pendiente general del terreno porque corren en superficie y no encajonados, como los septentrionales.

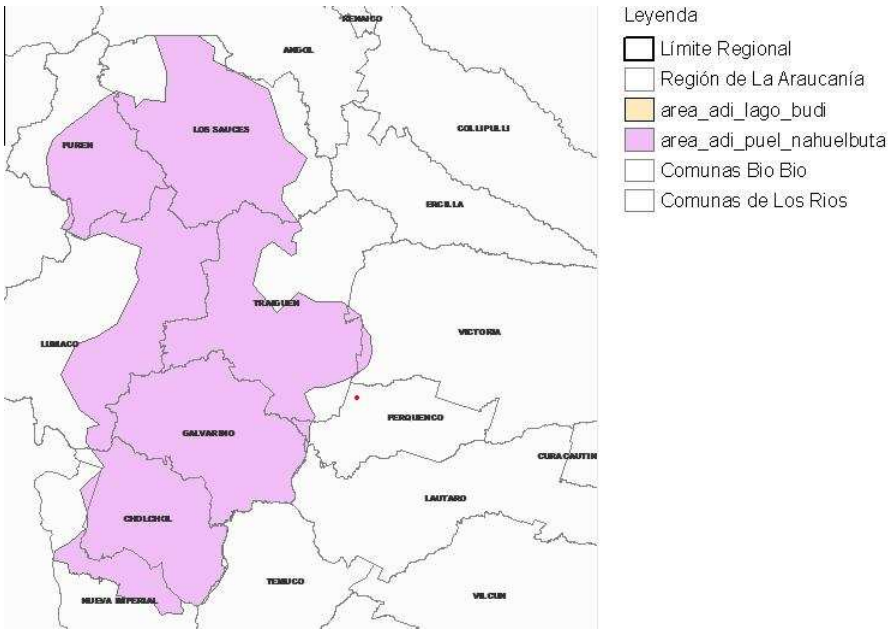
Características Geográficas:

La zona que se pretende regar es una planicie de altura media de 300 m.s.n.m. cortada por cauces profundos de 50 m aproximadamente. La planicie tiene una pendiente media de 0,5% hacia el poniente. Hacia el norponiente en el sector de Traiguén Norte, se encuentran los lomajes suaves que rodean la ciudad de Traiguén. Los cerros de Chufquén constituyen cerros aislados, en la región cercana a la confluencia de los ríos Quino y Traiguén. Esta área se sitúa en la depresión intermedia, en el sector norte del gran cono aluvial del río Cautín. No hay un único río axial, pero el Cautín es por su posición central y por monto de sus caudales, el más importante.

En la zona de proyecto se encuentran tres tipos de suelos dominantes, que corresponden a la zona de Victoria, Traiguén y de Lautaro. Las zonas están claramente separadas por su formación geológica. En Victoria los suelos han sido originados por un depósito eólico sobre la fundación primitiva de suelos limosos, presentando por lo tanto una topografía muy plana. Los suelos de Lautaro tienen una formación similar, variando solamente en la composición del subsuelo. En Traiguén, en cambio, los suelos se han originado por la descomposición de una antigua cordillera y por lo tanto la topografía es ondulada y los suelos arcillosos.

Medio Ambiente y Territorio:

Con relación a las Zonas de Desarrollo Indígena, se puede señalar en una primera aproximación, que la Red de Canales del proyecto, intervendría pequeñas zonas del polígono definido como Puel Nahuelbuta.



Lo anterior deberá ser estudiado en mayor detalle al momento de efectuar los **Programas de Participación Ciudadana y Estudios de Análisis Ambiental.**

4. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTO DE EMBALSE

Existen variados estudios donde se trata la problemática de posicionar un embalse de cabecera en la cuenca alta del río Cautín y otros lugares del valle, tal como se señala en el numeral Nº2 del presente Perfil.

En el presente capitulo, se ahonda sobre este concepto y se discuten y analizan las distintas alternativas encontradas en terreno, señalando sus virtudes y problemas asociados.

4.1 Estudios efectuados

a) "Diagnostico para localización de Embalses de Temporada en la Región de la Araucanía", MOP. DOH. Enero 2009. Realizado por Luis Arrau del Canto Ltda.

Dentro de los objetivos del Estudio de Luis Arrau del Canto, se estableció definir una serie de Embalse de Temporada, los cuales servirían de referencia para futuros proyectos de riego en la región, del estudio se desprenden dos alternativas con cierto grado de factibilidad de ser implementadas.

Posicionando el Estudio a la zona de interés, se identifican 2 zonas donde sería factible posicionar una obra de regulación:

Alternativa Nº15

Embalse Medahue (Plancheta IGM G-62, Selva Oscura)

Fuente del Recurso: Estero Medahue, el cual es afluente del estero Huillinlebu y este último afluente del río Quino.

Tipo de presa (frontal o lateral), Cauce y Capacidad: Frontal al estero Medahue, se estima una capcidad de 21,42 Hm3.

Poblados Cercanos: La localidad más cercana corresponde a la localidad de Púa, un antiguo poblado en la estación de ferrocarril del mismo nombre, la cual se ubica aproximadamente a 15 Km al poniente del sitio de embalse.

Accesibilidad: Se accede al lugar de la presa por la Ruta 5 Sur, en la ciudad de Victoria se toma la Ruta R-89 a Collipulli y en Km 10 aproximadamente de dobla al sur por un camino de tierra, hasta cruzar el puente sobre el estero Medahue, desde este puente se sigue por el camino aproximadamente 400 m hasta el eje de la presa.

Ubicación y Características Zona de Riego: El área de riego corresponde a un pequeño valle encajonado del estero Medahue de 2,5 km de longitud hasta alcanzar la confluencia con el estero Huillenlebu. Desde esta confluencia el valle se ensanche en praderas de lomajes suaves. La zona de riego mayoritariamente corresponde a praderas naturales, vegetación arbustiva y bosques nativos.

Cuenca Aportante, Tipo de Régimen y Sedimentología Estimada: Exclusivamente cuenca del estero Medahue, la cual corresponde a una cuenca de régimen 100 % pluvial, con aportes sedimentológicos menores y con muy alto porcentaje de cobertura vegetacional y sin grandes cerros aportantes.

Características Zona de Inundación: Corresponde a praderas naturales y vegetación nativa. Se inundan varias viviendas del sector María Luisa y principalmente el sector de Huillinlebu.

Interferencias: Se presenta una interferencia importante y corresponde a varias viviendas del sector de Huillinlebu y un tramo del camino de esta localidad hacia Victoria.

Características Geomorfológicos del Sitio de Presa: Es una garganta en "U". Se estima una altura máxima del orden de los 25 a 30 metros y una base del orden de 300 m. Se observan afloramientos rocosos.

Relación Agua-Muro: A definir

Tipo de Muro Más Probable: Tierra, con núcleo y diente impermeable de fundación.

Empréstitos: En todos los alrededores se observa cerros que podrían tener una buena capa de tierra superficial. Se recomienda explorar los de menor pendiente. Puede ser en el mismo sector del área de inundación, pero alejándose del muro al menos unos unos 500 m.

Complejidad Vertedero: No se observa complejo, salvo una eventual mala calidad del material de fundación. Se ubicaría por el estribo derecho por encontrarse más cercano al cauce.

Complejidad Obras de Desviación: No se observan complejas. Incluso, no sería necesaria la construcción de un túnel, sino que de una obra de capacidad suficiente a un costado del cauce, que luego se cierre y se habilite como obra de entrega.

Características Entrega al Riego: Por entrega directa a canales a fin de no perder cota.

Problemas Medio Ambientales Previsibles: Uno de los mayores problemas de tipo ambiental es la inundación de varias viviendas en la cola del embalse en el sector Huillinlebu.

Los otros problemas detectados serían los típicos de la construcción de las obras y de la operación del embalse.

Fig. Nº 1 Puente sobre el estero Medahue

Fig. Nº 2 Vista estribo derecho desde el camino

Fig. Nº 3 Detalle estribo derecho vista desde aguas abajo

Fig. Nº 4 Vegetación arbustiva y bosque nativo sector de la presa

Alternativa Nº16

Nombre: Embalse Dillo (Plancheta IGM G-63, Curacautin)

Fuente del Recurso: Río Dillo y estero Santa Rita.

Tipo de presa (frontal o lateral), Cauce y Capacidad: Frontal al río Dillo, se estima una capacidad de 74,05 Hm3.

Poblados Cercanos: El poblados de importancia más cercano es la ciudad de Curacautín, esta se encuentra a unos 22 km del lugar de embalse. A 2,5 km encontramos la localidad de Santa Rita.

Accesibilidad: Desde la Ruta 5 sur, a la altura de Lautaro tomar la Ruta S-143, hacia Curacautín. Desde Curacautín, por la ruta R-755, hacia el Parque Nacional Tolhuaca, a unos 22 km.

Ubicación y Características Zona de Riego: Corresponde a la zona que riega actualmente el río Dillo.

Cuenca Aportante, Tipo de Régimen y Sedimentología Estimada: Cuenca alta río Dillo, régimen pluvial, por ser un río cordillerano tiene fondo rocoso y praticamente no hay transporte de sedimentos.

Características Zona de Inundación: Valle bastante grande.

Interferencias: Araucarias, plantaciones de eucaliptus y caminos forestales.

Características Geomorfológicos del Sitio de Presa: Corresponde a una garganta del tipo "U", con una base del orden de 250 m. y una altura de 20 a 25 m. Sector cordillerano, con afloramiento de rocas.

Relación Agua-Muro: Buena

Tipo de Muro Más Probable: Tierra con núcleo y diente impermeable de fundación

Complejidad Vertedero: No se observa complejo, salvo una eventual mala calidad del material de fundación. Se ubicaría en el estribo derecho.

Complejidad Obras de Desviación: No se observan complejas. Incluso, no sería necesaria la construcción de un túnel, sino que de una obra de capacidad suficiente a un costado del cauce, que luego se cierre y se habilite como obra de entrega.

Características Entrega al Riego: Se entregará el agua al río Dillo.

Problemas Medio Ambientales Previsibles: Los Mayores problemas visibles corresponden a la presencia de araucarias en la zona de inudación.

Fig. Nº 5 Angostamiento río Dillo

Fig. Nº 6 Angostamiento río Dillo, estribo derecho, desde el cauce

Fig. Nº 7 Fotografía 16-3: Zona de inundación

Conclusiones Preliminares:

Desde el punto de vista del requerimiento de capacidad de almacenamiento, las dos alternativas presentadas son insuficientes para suplir las demandas del proyecto en su conjunto, lo cual las vuelve inviables para seguir estudiándolas. Tampoco es posible que puedan operar en conjunto debido a la posición espacial de ambas en la cuenca, ya que la infraestructura necesaria para conducir las aguas, sería de un gran volumen, disminuyendo la rentabilidad del proyecto. Otro tema relevante, es que el FISCO no posee Derechos de Aprovechamiento sobre estos esteros o ríos, lo cual obligaría a regularizar esta situación antes de considerar la materialización del proyecto.

b) "Estudio del Embalse de Rari – Ruca sobre el Río Cautín". MOP, Dirección de Obras Hidráulicas, Julio de 1957. Informe elaborado por el ingeniero civil Alfredo Montero Guillou.

Este informe corresponde a una proposición de presupuesto y plan de trabajo de topografía a nivel de detalle y de pozos de reconocimiento, correspondientes al estudio del embalse Rari – Ruca sobre el río Cautín. Esta proposición fue realizada por el autor del informe, el ingeniero civil Alfredo Montero Guillou, al entonces Director de la Dirección Riego (Actualmente Dirección de Obras Hidráulicas) Don Dionisio Retamal López, en julio de 1957.

En el informe se cita que en el año 1955 se realizó un reconocimiento de un total de 9 posibilidades de embalses para regadío en la zona de Malleco y Cautín, además del aprovechamiento de las lagunas de Malleco y Conguillio.

Entre las 9 posibilidades analizadas en el año 1955, el autor del informe destaca como más conveniente el Embalse de Rari – Ruca sobre el río Cautín, acerca del cual se estimaron las siguientes características:

- Volumen útil de 400 millones de metros cúbicos.
- Superficie inundada de 3.000 hectáreas, que se extenderá hasta las inmediaciones del pueblo de Curacautín.
- Superficie beneficiada de 110.000 hectáreas.
- Ubicación del muro: unos 500 metros aguas arriba de la estación fluviométrica del río Cautín en Rari – Ruca.

- Muro del embalse: Longitud de 1.200 metros y 70 m de altura máxima

El presupuesto ofrecido para la realización de los trabajos detallados, de acuerdo a las técnicas y condiciones de la época, significaban un plazo de 18 meses y costo de 26.098.000 pesos de julio de 1957, que equivalen a unos 41 millones de pesos actuales. (Actualización por IPC y correcciones monetarias de Pesos antiguos a Escudos y de éstos a Pesos actuales)

El interés del informe descrito, para los efectos del presente estudio, está en la posibilidad que el Embalse de Rari – Ruca sobre el río Cautín pueda estar aún vigente y se pueda adaptar a las condiciones de uso de suelo, agrícolas y otras características y requerimientos actuales.

Conclusiones Preliminares:

La alternativa de un embalse de cabecera en el río Cautín, se viene estudiando desde hace bastantes décadas, lo cual se ratifica con las intenciones manifestadas en el informe anterior. Las dimensiones y capacidad de almacenamiento de la obra, serían suficientes para satisfacer las demandas hídricas en temporada de riego.

Con relación a los costos de la obra, estos no se ajustan a los precios de mercado de la construcción de Grandes Obras de Riego, por lo cual necesariamente habría que re-estudiar estos parámetros.

c) Estudio Conceptual Alternativo Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro IX Región, Dirección de Obras Hidráulicas, enero 1996. Realizado por CADE – IDEPE.

El estudio de CADE-IDEPE, efectúa una revisión conceptual de los trabajos desarrollados en 1992 para el proyecto V-T-L, y señala la necesidad de contar con obras de regulación, debido a la baja en la disponibilidad de los recursos del río Cautín.

Es así como propone la distintas alternativas entre las que se mencionan:

i) Embalse en el río Cautín, en la Confluencia con el río blanco (denominado Curacautín Alt. I)
ii) Embalse en el río Cautín entre Curacautín y la localidad de Los Álamos, por el Sur (denominado Alt. II)
iii) Embalse en el río Rariruca, poco antes de la confluencia con el río Cautín
iv) Embalse en el Estero El Salto, en la confluencia con el estero Cullinco
v) Embalse en el río Quino en la confluencia con el río Huillinlebu
vi) Embalse en el río Traiguén en la confluencia con el estero Dumo
vii) Embalse en el río Quillén en la Esperanza.

Las alternativas estudiadas a nivel de perfil, establecen que la obra de mayor capacidad de regulación es la alternativa denominada Curacautín Alt.II. Con relación a los otros proyectos, estos mantiene una capacidad discreta de regulación, lo que impediría dar una solución definitiva a los requerimientos hídricos de la zona de proyecto.

Conclusiones Preliminares:

La alternativa de un embalse de cabecera en el río Cautín, nuevamente sobresale como la solución integral para el valle, que tendría capacidad suficiente de regulación para abastecer la zona de riego que se contempla incorporar en el proyecto, se estima una capacidad aproximada de 200 Hm3.

Otro antecedente de suma relevancia, es la concesión de Derechos de Aprovechamiento que tendría el FISCO en la zona cercana de emplazamiento, lo cual facilitaría la recomendación favorable del proyecto a niveles más avanzados.

d) "Plan Director para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del Río Imperial. MOP. DGA. Septiembre de 2001. (S.I.T. Nº 74). Realizado por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores.

En este Plan Director se identificó y evaluó los siguientes embalses:

Embalse de Cabecera Dillo (Alternativa IV) : en el río del mismo nombre, aguas abajo de la confluencia de los Ríos Dillo y Corcoludo.

Embalse de regulación Traiguén, (Alternativa V): en la confluencia del río Traiguén con el estero Dumo.

Embalse de regulación Quino (Alternativa VI), en la confluencia del río Quino con el Río Huillinlebu,

ALTERNATIVA IV: EMBALSE DE CABECERA DILLO

Se ubicará en el río del mismo nombre, aguas abajo de la confluencia de los Ríos Dillo y Corcoludo.

Este embalse tiene como objetivo permitir, mediante la regulación anual de los recursos del río Dillo, el regadío de las **26.000 hás** abastecidas por el canal Victoria con una seguridad de riego del 85%.

El régimen hidrológico del río Cautín es netamente pluvial, caracterizado por un periodo de estiaje entre los meses de Diciembre y Abril, un periodo de caudales crecientes entre Mayo y Julio y un periodo de disminución de caudales entre Agosto y Noviembre. Por esta razón un embalse de cabecera en el río Dillo, de regulación anual, permitiría acumular los caudales de invierno para entregarlos en los meses de verano de acuerdo a las necesidades de riego.

La regulación de los recursos realizada por el embalse Dillo, permitiría aumentar el caudal disponible en forma permanente en el Río Cautín, con lo cual los derechos eventuales con los que cuenta actualmente el canal Victoria, podrían ser permanentes. Debido a lo anterior se podrían captar permanentemente los recursos necesarios para obtener una seguridad de riego del 85%.

Se Consideró una capacidad de acumulación de **60 millones de m^3** y se propuso a nivel de perfil las siguientes características del muro del embalse:

Talud de aguas arriba	: 1.5 :1
Talud de aguas abajo	: 1.6 : 1
Altura máxima	: 110 m
Ancho de coronamiento	: 10 m
Longitud del muro	: 525 m
Volumen Muro	: 3.500.000 m^3
Relación agua/muro	: 17

ALTERNATIVA V: EMBALSE DE REGULACIÓN TRAIGUÉN

Este embalse se ubicaría en la confluencia del río Traiguén con el estero Dumo y las áreas beneficiadas se encuentran en la comuna de Traiguén.

Se estimó una capacidad de almacenamiento **122 millones m^3**, con lo cual se pondrá bajo riego **15.000 hectáreas** aproximadamente, de la comuna de Traiguén, beneficiando a unos 800 propietarios aproximadamente.

El régimen hidrológico del río Traiguén es netamente pluvial, caracterizado por un periodo de estiaje entre los meses de Diciembre y Abril, un periodo de caudales crecientes entre Mayo y Julio y un periodo de disminución de caudales entre Agosto y Noviembre. Por esta razón un embalse de acumulación, de regulación anual, permitiría acumular los caudales de invierno para entregarlos en los meses de verano de acuerdo a las necesidades de riego.

En líneas generales el embalse de regulación Traiguén, será un embalse con alimentación propia, el cual acumulará los recursos hídricos disponibles en los meses de invierno del río Traiguén, para distribuirlos en los meses de verano, o períodos de riego.

De acuerdo a los antecedentes aportados por un estudio previo las principales características del embalse estarán dadas por:

Muro del embalse:

Talud de aguas arriba	: 3 :1
Talud de aguas abajo	: 2.5 : 1
Altura máxima	: 40 m
Ancho de coronamiento	: 11 m
Cota del nivel máximo de aguas	: 290
Revancha	: 4 m

ALTERNATIVA VI: EMBALSE DE REGULACIÓN QUINO

Este embalse estaría ubicado en la confluencia del río Quino con el Río Huillinlebu, y las áreas beneficiadas se encuentran en las comunas de Victoria y Traiguén.

Este embalse, de **53 millones** de metros cúbicos de capacidad, tiene como objetivo el posibilitar el regadío de aproximadamente **7.520 hás**, de las comunas de Victoria y Traiguén con un 85% de seguridad de riego,

a fin de facilitar su desarrollo agrícola, lo que tendrá diversos efectos socioeconómicos, geopolíticos y de optimización del uso de los recursos hídricos y naturales en general.

El régimen hidrológico del río Quino es netamente pluvial, caracterizado por un periodo de estiaje entre los meses de Diciembre y Abril, un periodo de caudales crecientes entre Mayo y Julio y un periodo de disminución de caudales entre Agosto y Noviembre. Por esta razón un embalse de acumulación, de regulación anual, permitiría acumular los caudales de invierno para entregarlos en los meses de verano de acuerdo a las necesidades de riego.
En líneas generales, el embalse de regulación Quino, será un embalse con alimentación propia, el cual acumulará los recursos hídricos disponibles en los meses de invierno del río Quino, para distribuirlos en los meses de verano, o períodos de riego.

Las principales características del embalse son las siguientes:

Muro del embalse:

Talud de aguas arriba	: 3 :1
Talud de aguas abajo	: 2.5 : 1
Altura máxima	: 25 m
Ancho de coronamiento	: 9.3 m
Cota del nivel máximo de aguas	: 340
Revancha	: 3 m

Conclusiones Preliminares:

A pesar que las tres alternativas antes descritas tienen una importante capacidad de almacenamiento, ninguna de ellas entrega por si sola una solución definitiva a los problemas de abastecimiento de riego de la zona de estudio. Llegando a regar por si sola la alternativa de Embalse de Cabecera en Río Dillo, tan sólo 26.000 ha con aportes del Canal Matriz Victoria.

Bajo el supuesto de contar con las tres obras, estas podrían regular gran parte de la cuenca, pero los costos de inversión serían altísimos, arriesgando la rentabilidad del proyecto. Con relación a los derechos de aguas, se insiste que el FISCO no posee Derechos de Aprovechamiento sobre estos cauces, lo cual vuelve el proyecto más complejo.

4.2 Conclusiones Generales y Discusión

De los estudios citados y los antecedentes disponibles, se desprende que las alternativas de embalse factibles de ser materializadas en terreno, poseen una alta dispersión en la cuenca y obedecen a proyectos de distintos tamaños y uso de recursos.

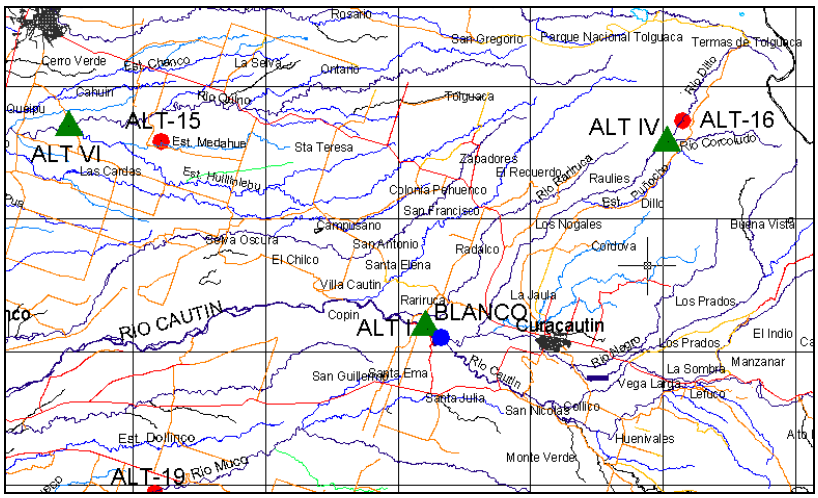


Fig. Nº 8 Alternativas de Proyectos antes estudiados

Si anteponemos los objetivos del presente estudio de perfil a la realidad identificada, se puede señalar que la alternativa que mejor satisface las condiciones de tamaño de obra, capacidad de regulación y factibilidad legal de concesión de Derechos de Aprovechamiento, inicialmente sería la alternativa ubicada en la confluencia de los ríos Cautín y Blanco, por lo que se recomienda su estudio y análisis.

Se recomienda durante el Estudio de Prefactibilidad, identificar otras alternativas de posición de eje de presa, que satisfaga los criterios antes señalados, o bien ratifique lo expuesto en el presente estudio.

5. CARACTERIZACIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución necesaria para la conducción de los recursos provenientes del embalse, ha sido estudiada en variadas ocasiones y por distintos autores por lo que no constituye parte de los objetivos primordiales de este perfil. Sin embargo su incorporación es necesaria desde el punto de vista del trazado de los canales (para la definición de las zonas de riego) y los costos de obras asociados a este ítem.

Al respecto, y para dar riego a la superficie objeto de este estudio de perfil, se ha acordado establecer como válidos los lineamientos del proyecto Estudio de Factibilidad y Anteproyecto Regadío Victoria – Traiguén Lautaro desarrollado por CADE IDEPE, en todo lo referente a trazados de canales, obras de repartición y control de las aguas, sectores de riego y superficie regada refiere de los canales matrices. Sólo actualizando los costos de construcción a valores actuales.

En forma complementaria al Estudio de CADE IDEPE, se adiciona los alcances del estudio de EDIC 2004 en lo que a canales subderivados refiere, también con la respectiva actualización de costos.

5.1 Canal Matriz Victoria:

El Canal Matriz Victoria constituye el tronco del sistema de canales que riegan la zona alta del proyecto, además de ser el alimentador del canal Traiguén. Puede servir en forma directa unas 50.000 has, que se han subdividido por razones geomorfológicas en 10 zonas a través de una red de 17 derivados. Toma sus aguas en el río Cautín, aproximadamente 2,0 km agua abajo del pueblo y puente Rariruca.

El trazado del Canal Matriz, tiene una longitud de 52 km y se ha subdividido en dos secciones. La Primera Sección tiene 32 km y va desde su toma en el río Cautín hasta el estero El Salto, donde descarga las aguas del Matriz Traiguén, y la Segunda, con 20 km, lo prolonga hasta su término junto a la ciudad de Victoria.

Los primeros 6 km de su trazado presentan un mayor número de dificultades, principalmente derivadas de la cercanía con el trazadote la línea del ferrocarril de Púa a Lonquimay. También las tiene, en menor grado, el tramo entre el km 6 y el km 15, debido a lo escarpado de las laderas donde irá construido. A partir del kilómetro 15, el canal va por terrenos planos con pendientes transversales de 0 al 2%, salvando por medio de sifones las depresiones topográficas que forman los esteros y ríos y que cortan la meseta en sentido oriente poniente.

Cuando alcanza la zona por regar comienza a ramificarse, formando así un sistema de 17 derivados. La sección, que se ha mantenido constante en todo el tramo que remonta el barranco en el río Cautín, comienza a disminuir desde que empieza a alimentar los derivados El Carmen, La Parra y Quillen y entregar al canal Traiguén en el km 32, y así hasta llegar hasta las vecindades del río Traiguén.

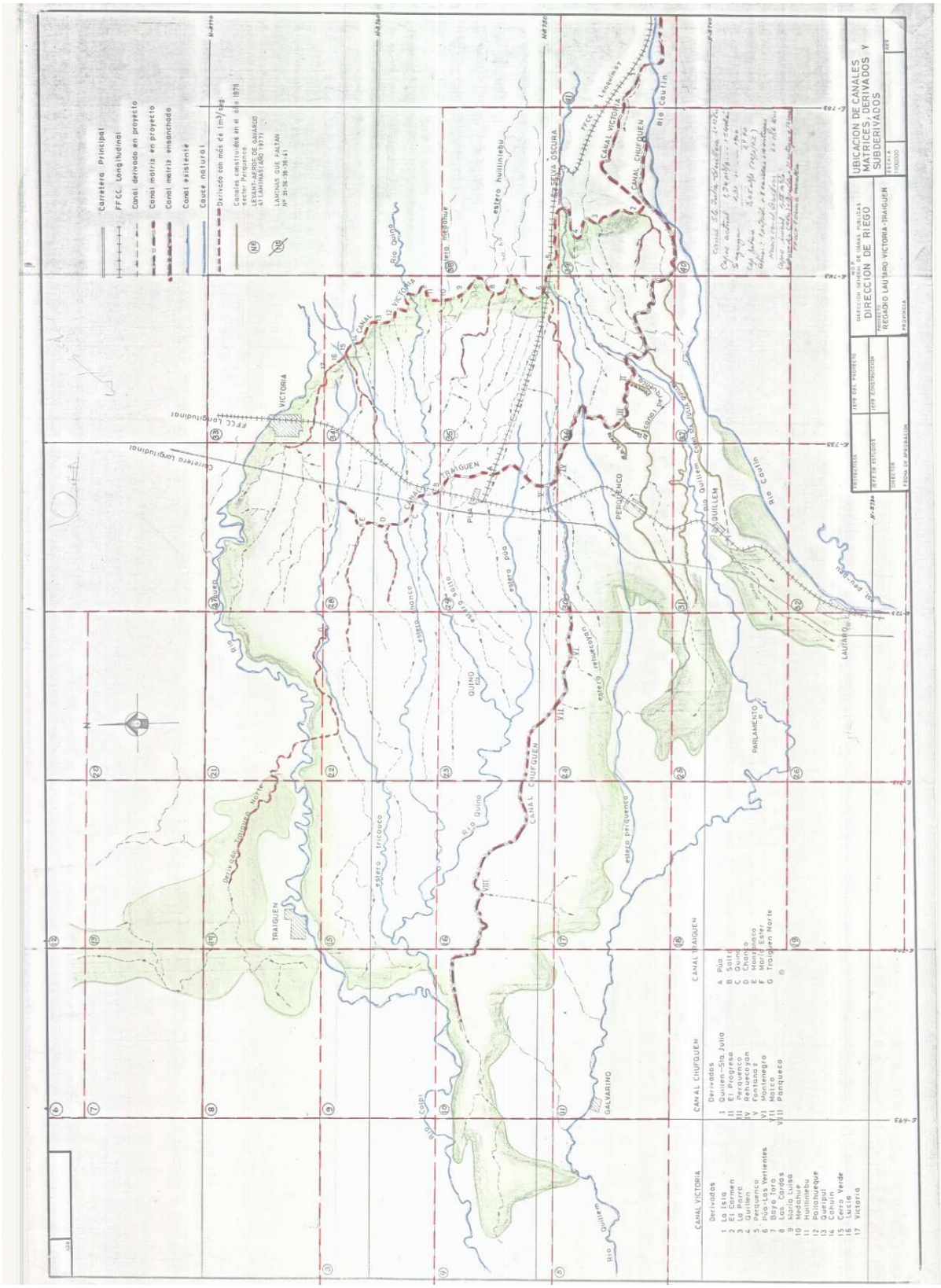


Fig. Nº 9 Sistema de Riego Victoria – Traiguén - Lautaro

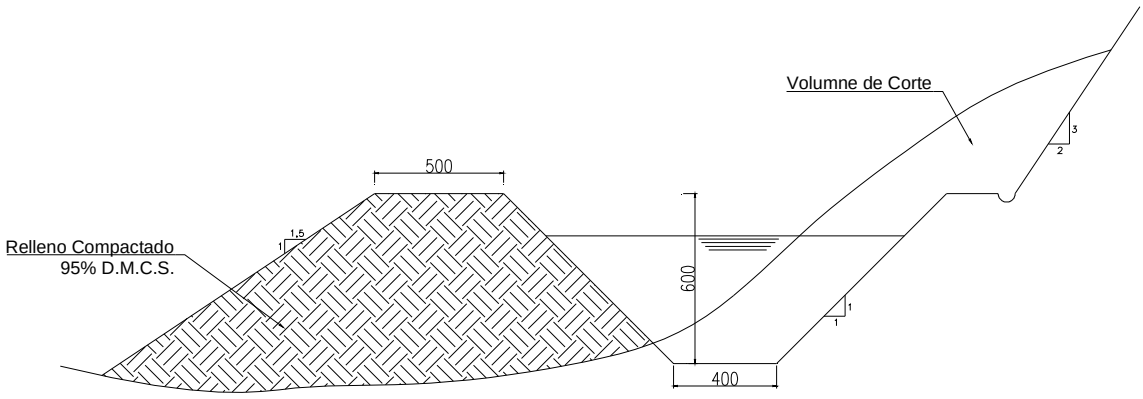


Fig. Nº 10 Sección Típica Canal Matriz victoria

5.2 Bocatoma Canal Matriz Victoria:

La Bocatoma del Canal Matriz Victoria quedará situada en el río Cautín a unos 2.000 m aguas abajo del puente de acceso al pueblo de Rariruca, poco después de la Confluencia del Río Cautín con el estero Rariruca.

En este lugar el curso del río Cautín presenta un amplio cauce que se separa en dos brazos, dejando en el medio una isla de unos 300 m de longitud y casi 60 m de ancho, cubierta de vegetación, tupida y árboles quincuagenarios. El brazo derecho, concentra los mayores caudales del río y es ahí donde se ubicará la bocatoma propiamente tal, aprovechando la sólida estructura de ribera derecha para la obra de toma y compuertas.

La obra consiste básicamente en una barrera transversal al río y cuatro compuertas desripiadoras para las labores de descarga de sedimentos del caudal de captación. Por la naturaleza de las obras, éstas serán de hormigón armado con protecciones de adoquines de piedra en el radier y blindaje de acero en el sector de compuertas.

El caudal de diseño de las obras de protección de la Bocatoma es de 1.200 m3/s, que correspondería a la crecida de TR = 250 años. Mientras que el caudal de diseño de las obras de admisión (caudal de operación) es de 40 m3/s.

5.3 Canal Matriz Traiguén – Lautaro – Perquenco - Galvarino:

a) Canal Traiguén

El canal Matriz Traiguén se inicia en el estero El Salto. Su capacidad de bocatoma es de aproximadamente 11 m3/s la que va disminuyendo a lo largo de su trazado hasta descargar en el Estero Tricauco. Desde dicho estero se desprende a unos 8 km aguas abajo, el canal Traiguén Norte que toma en dirección y alimenta su derivado principal denominado Tricauco – Galvarino. Luego de un desarrollo de aproximadamente 6 km, cruza el río Traiguén mediante un sifón de 1.800 m de longitud y se prolonga siguiendo de pendiente hasta completar una longitud de aproximadamente 42 km.

b) Regadío Lautaro - Perquenco

El área de las zonas de Lautaro y Perquenco reciben actualmente algo de riego del canal Chufquén, a través de los derivados Popeta, Progreso y Perquenco. Sea por falta de obras de partición adecuadas o por dificultades de operación, el suministro del agua ha sido deficiente. Es por lo anterior que dichos derechos se ha contemplado conducirlos a través del canal Victoria e incluirlos en los canales destinados al riego de esta zona.

3. Regadío de Galvarino

La zona de riego de este sector se estima en unas 1811 ha. Para cubrir esta área se utiliza el canal Traiguén – Tricauco, el cual se prolonga hasta la cabecera de los predios.

En base a los reconocimientos que se efectuaron en la zona, se verificó la factibilidad de esta solución, que implica la construcción de un sifón aguas debajo de la confluencia del río Quino con el estero Tricauco. Se analizaron otras soluciones, a través del Derivado Púa y el estero Perquenco, decidiendo finalmente esta solución. Como ha quedado establecido, el estudio de la zona de Traiguén, Lautaro, Perquenco y Galvarino se hace a nivel de perfil.

6. ESTUDIOS BÁSICOS

6.1 Recursos Hídricos

6.1.1 Hidrología del Río Cautín

En la subcuenca del Río Cautín, perteneciente a la cuenca del Río Imperial, se cuenta con 4 estaciones fluviométricas, Río Cautín en Rari Ruca, Río Cautín en Cajón, Cautín en Almagro y río Muco en Puente Muco, todas con periodos de medición superiores a los 40 años.

Para efectos de este trabajo de Perfil, se utilizará la estación Río Cautín en Rari Ruca como estación Patrón, debido a la cercanía a la zona de interés del proyecto de eje de embalse. (alrededor de 2 km.)

Con relación a los recursos hídricos y según los registros disponibles y catastrados por la DGA, se tiene los siguientes antecedentes disponibles que a continuación se señalan.

Cabe señalar que la información estadística que se muestra, ya ha ido procesada y rellenada acorde a criterios ampliamente utilizados en proyectos de similar índole. Por lo que sólo se expresan los resultados de ese trabajo.

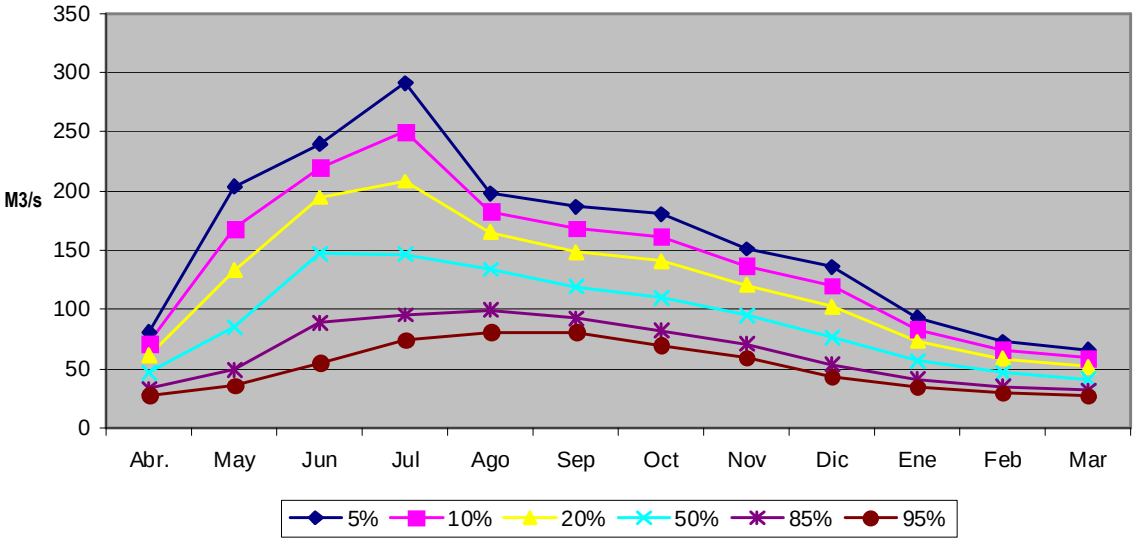


Gráfico Nº 1 Estación Río Cautín en Rari Ruca

Tabla Nº1: Río Cautín en Rari Ruca

Mes	**Caudal P = 85% m3/s**	**Caudal P = 50% m3/s**	**Caudal P = 20% m3/s**
Abril	32.44	47.30	65.78
Mayo	51.44	92.44	146.15
Junio	89.41	143.16	199.58
Julio	96.20	151.14	206.53
Agosto	98.19	135.60	176.01
Septiembre	93.28	120.48	151.68
Octubre	83.97	113.70	141.03
Noviembre	***70.88***	***101.09***	***126.35***
Diciembre	***54.35***	***81.26***	***109.44***
Enero	***41.53***	***57.17***	***75.98***
Febrero	***35.88***	***48.10***	***61.51***
Marzo	***31.18***	***41.70***	***54.55***

Fuente: Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección, AC Ingenieros Consultores Ltda., 2003

Como es posible apreciar tanto en los gráficos como en la Tabla Nº1, los caudales en la época de mayor demanda de riego (periodo comprendido entre Noviembre a Marzo), bajan de manera significativa, impidiendo el desarrollo de cultivos de mayor rentabilidad como frutales y hortalizas, cuya demanda hídrica aumenta de manera gravitante en esta época.

El análisis de los caudales en época de no riego, permite señalar que existe disponibilidad hídrica para almacenar recursos para temporadas de riego.

6.1.2 Derechos de Aguas

Mediante Resolución D.G.A. Nº 850 del 05 de Noviembre de 1996, se constituye a Favor de FISCO de Chile, Dirección de Riego, los caudales (m3/s) que a continuación se señalan:

Mes	Permanente y Continuo	Eventual y Continuo	Mes	Permanente y Continuo	Eventual y Continuo
Enero	16.3	23.7	Julio	28.0	12.0
Febrero	9.5	21.4	Agosto	28.0	12.0
Marzo	4.1	23.0	Septiembre	28.0	12.0
Abril	3.0	37.0	Octubre	28.0	12.0
Mayo	24.8	15.2	Noviembre	28.0	12.0
Junio	28.0	12.0	Diciembre	28.0	12.0

En forma complementaria se señala que las aguas se captarán desde la ribera derecha de un punto ubicado en 2 km. Aguas abajo del puente existente sobre el río Cautín en la localidad de Rari Ruca.

Otro dato importante que se extrae de la Resolución DGA es la indicación de dejar pasar 5.0 m3/s por concepto de caudal ecológico.

Con relación a los derechos concedidos en la cuenca de interés, se presenta el siguiente cuadro con los derechos otorgados por la DGA en m3/s, clasificados por tipo y aplicación:

Mes	Permanente y Continuo	Eventual y Continuo	Mes	Permanente y Continuo	Eventual y Continuo
Enero	35,27	0,20	Julio	35,27	0,17
Febrero	35,27	0,20	Agosto	35,27	0,17
Marzo	35,27	0,27	Septiembre	35,27	0,17
Abril	35,27	0,27	Octubre	35,27	0,17
Mayo	35,37	0,17	Noviembre	35,33	0,17
Junio	35,37	0,17	Diciembre	35,27	0,20

6.1.3 Análisis de Antecedentes

De los datos antes citados se pueden efectuar los siguientes comentarios y conclusiones:

1) Casi la totalidad de los recursos eventuales del Río Cautín, están otorgados a la Dirección de Riego.

2) Existe un fuerte otorgamiento de derechos permanentes sobre el río, lo que obligaría a modelar el embalse con los recursos eventuales del mismo.

3) Se debe tener mucha precaución con los derechos no consuntivos otorgados en las inmediaciones del proyecto, toda vez que las obras de entrega de dichos recursos, podrían condicionar el nivel de la obra de regulación y por consiguiente el volumen de almacenamiento.

6.2 Caracterización Geológica – Geotécnica

Para el desarrollo del presente capitulo se tomaron como base los siguientes estudios:

4. Estudio Conceptual alternativo Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro IX Regi´pon, Informe Final 1175-IT-001, Dirección de Riego, Enero 1996
5. Hoja Curacautín, Manuel Suarez y Carlos Emparan, SERNAGEOMÍN 1997

6.2.1 Marco Geológico General

Desde el punto de vista de las formaciones presentes, puede establecerse una diferenciación muy clara entre el Río Cautín (y su afluente Rari Ruca) y la existente en los ríos El Salto, Quino Traiguén y Quillén.

En efecto, todos estos últimos cuatro ríos y sus esteros tributarios han labrado sus cauces en una misma formación que en el sector posee una gran extensión, abarcando prácticamente desde algo al sur del río Bio Bio hasta el río Toltén. Esta formación corresponde a sedimentos de tipo fluvio glacial, muy antiguos y

meteorizados en profundidad, cubiertos generalmente por un estrato de espesor relativamente regular, comprendido entre algunos centímetros y dos a tres metros, constituido por un sedimento fino depositado en períodos de intensa pluviometría y formado principalmente por ceniza volcánica. Estos suelos superficiales, denominados localmente "trumaos", se caracterizan por clasificar como limos de alta compresibilidad (MH) y por poseer una elevada porosidad.

El flujo glacial, o sedimento lahárico subyacente, presenta las características de un conglomerado volcanoclástico de variada composición, con una matriz areno arcillo-limosa o de ceniza endurecida y clastos descompuestos de hasta 60 cm de tamaño máximo. Muchos de estos clastos muestran meteorización esferoidal y también se observan algunos sanos y duros. Son, en general, de cantos redondeados a subangulares, predominando los subredondeados. En algunos de los cortes observados la estructura es caótica; pero en otros muestra una relativa estratificación. Comúnmente existe un mayor predominio de la matriz areno arcillosa sobre los clastos.

Las características texturales de este tipo de depósitos son semejantes a las descritas para los depósitos de flujos y lahares o aluviones de origen volcánico. Pueden corresponder también a depósitos laháricos o aluviones, pero con una más importante acción del agua durante el transporte. Localmente tienen características texturales que son comunes en los sedimentos torrenciales, aluviones y algunos fluvioglaciales, por lo que no se descarta que, en algunos casos, se trate de depósitos de origen aluvional simple, no volcánico.

Entre estos tipos de depósitos volcanoclásticos se observan también aunque en menor proporción, depósitos de materiales finos intercalados, compuestos de ceniza, pómez o arena limosa, blandos y ocasionalmente deleznables y también sueltos o carentes de cohesión.
Los diferentes tipos de materiales volcanoclásticos descritos están interdigitados y alternados, ocasionalmente bien consolidados y masivos, y otras veces están dispuestos en capas de 0.5 a 3 m de espesor o en mantos de hasta 30 m de potencia.

A nivel regional los depósitos volcanoclasticos descritos forman parte de un extenso abanico que nace en los primeros contrafuertes andinos y se extiende hacia el Oeste, hasta los cordones de la cordillera de la Costa, invadiendo algunos valles antiguos. Las distintas exposiciones observadas en los márgenes de ríos o quebradas y en cortes de caminos o de línea férrea, corresponden en muchos casos a facies distintas, proximales o distales, de un mismo evento generador de esos depósitos, asociado a la actividad del volcán Llaima. La frecuencia de los cambios de material tanto en la vertical como en la horizontal, como también la escasez de puntos de observación de estos materiales cubiertos de suelo y vegetación, hacen casi imposible determinar con determinar con certeza la distribución de cada una de las unidades geologicas que se han reconocido en el terreno.

El paisaje se modifica substancialmente a lo largo de los valles de los ríos Cautín, Blanco y Rariruca, donde fue posible constatar la existencia de formaciones de rocas volcánicas intrusivas y efusivas (estas últimas sanas y las primeras meteorizadas) y también terrazas fluviales modernas antepuestas ya sea al fluvio-glacial, o lahar meteorizado, que se observa sobre la margen sur del río Cautín, aguas arriba de su confluencia con el Río Blanco, o a las formaciones de rocas volcánicas efusivas en las que han labrado sus cauces modernos estos dos ríos. Estas rocas volcánicas corresponden a andesitas basálticas, en posición subhorizontal que en las márgenes del río Cautín se observan no alteradas y duras, con presencia de disyunción columnar.

En el sector del río Rariruca, las formaciones subyacentes se encuentran enmascaradas por una fuerte depositación de trumaos y los coluvios derivados de su erosión subsiguiente. En la ribera sur del lugar de posible emplazamiento del muro del embalse Rariruca, es posible encontrar rocas intrusivas meteorizadas.

En cuanto a los depósitos fluviales, el fluvial antiguo que conforma las terrazas, está constituido por grava con bolones duros de 20 a 50 cm de diámetro y arena; es un material resistente, con gran trabazón entre sus clastos y aparentemente cohesivo (con cierto grado de cementación). Esta unidad presenta sectores con taludes naturalmente escarpados, que se muestran estables. El fluvial actual es un material suelto y sin cohesión.

Debe agregarse que la geomorfología del sector seleccionado para el emplazamiento de un muro en el río Cautín, inmediatamente aguas debajo de su confluencia con el río Blanco, es extraordinariamente compleja, habiéndose observado que las corrientes de lava, con disposición columnar de fracturamiento, sobreyacen a un depósito fluvial y bloques, como puede apreciarse inmediatamente agua debajo de la ubicación de la Bocatoma proyectada para el Canal Victoria-Traiguén, en su margen izquierda o sur.

Estas corrientes de lava se interrumpen algunas centenas de metros aguas debajo de este punto y pudieron ser identificadas hasta varias centenas de metros hacia aguas arriba de la confluencia de los ríos blanco y Cautín, en su margen Norte.

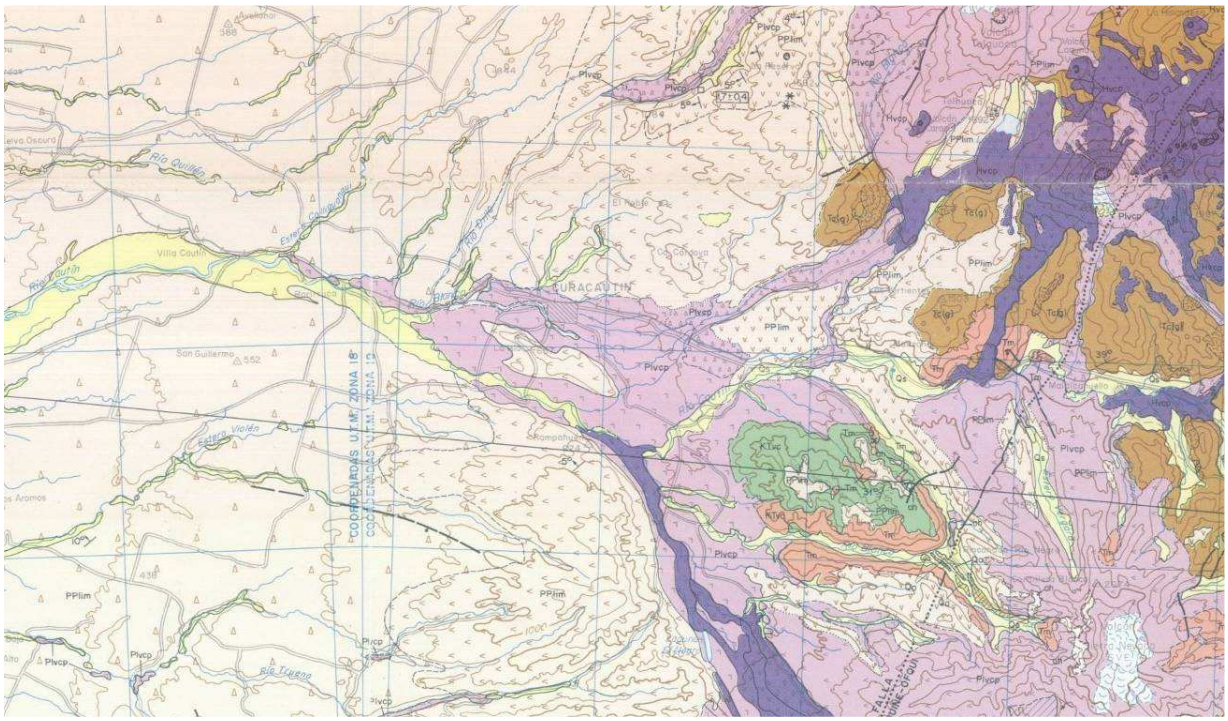


Fig. Nº 11 Geología Río Cautín en Zona de Proyecto

6.2.2 Caracterización Geotécnica Alternativa Preliminar Nº 1

a) Condiciones de Fundación y Empotramientos

En la ubicación del eje de la presa se observa roca volcánica de estructura columnar en ambos empotramientos y también en algunos puntos del lecho. Esta roca presenta una buena calidad geotécnica; pero su fracturamiento le otorga una permeabilidad alta de superficie.

En la sección plana que se extiende formando una terraza de unos 25 a 30 metros de elevación hacia el Norte, la información local recogida apunta a que también sea roca, la que compone la fundación del muro.

No obstante, las indicaciones geológicas y lo observado algo agua debajo de la bocatoma en Rariruca, hacen presumir que se trataría de una colada de lava de dimensiones limitadas, con un piso cercano al lecho actual o ligeramente más profundo, con sedimentos permeables subyacentes.

Estas condiciones obligan a considerar en los de este muro de presa, una fuerte incidencia de inyecciones de impermeabilización y consolidación, además del establecimiento de una cortina vertical en el sector de cauce.

b) Tipos de Muro

Las condiciones geomorfológicas y topográficas hacen aconsejable considerar muros de diferente diseño para la garganta por la que escurre el río Cautín, respecto del que se apoyará sobre la terraza que se extiende hacia el Norte de la margen derecha.

b.1) Terraza Norte

Con las condiciones de fundación previstas y los materiales disponibles localmente, un muro de núcleo central con los taludes siguientes sería viable:

- Aguas arriba 2,5 : 1
- Aguas abajo 2 : 1

Se considera razonable adoptar un ancho de coronamiento de 8,50 m y una revancha de 5 m., lo que lleva a adoptar un coronamiento a la cota 480 m.s.n.m., para nivel de aguas normales a la cota 475.

Se propone este tipo de muro, diferente al que se propondrá para la garganta labrada por el río Cautín, en atención a la abundancia de suelos granulares, a la posible buena calidad de la roca de fundación y debido a que un muro de cerca de mil metros de longitud, con una pantalla de hormigón por aguas arriba, resultará seguramente de mayor costo, por cuanto la economía en movimiento de tierras no es significativa para una altura de aproximadamente 20 a 25 metros.

b.1) Garganta Sur

Se propone recurrir a un muro de relleno granular, o enrocado compactado, con pantalla impermeable por aguas arriba: Concrete Face Gravel Dam CFGD

Se piensa que esta solución podría resultar mejor adaptada a las difíciles condiciones de fundación que podría plantear una delgada cubierta de lavas apoyada sobre una formación fluvial de tal vez más de 150 m de espesor, que una presa de hormigón rodillado.

En todo caso, siendo tan complejas las características geomorfológicas del sitio, está solución permitiría una mejor evaluación de costos, ubicándonos en el lado de la seguridad.

Se establecen los taludes siguientes:

- Aguas arriba 1,5 : 1
- Aguas abajo 1,6 : 1

c) Materiales de Empréstitos

Las terrazas fluviales ubicadas entre los ríos Blanco y Cautín proporcionarán abundante material de gravas gruesas utilizables en los espaldones, zonas de transición, drenes y hormigones.

Para el núcleo existen también abundantes depósitos de un fluvio glacial meteorizado en la ladera que se extiende hacia el sur de la ribera izquierda del río.

d) Desviación Provisoria

La construcción de túneles de desviación provisoria se ve factible en la roca de ambos empotramientos, estimándose más fácil estas obras en la margen derecha. Deberá considerarse el costo adicional de una ataguía.

e) Evacuación de Crecidas

La existencia de rocas sanas aunque fracturadas, en ambas margenes posibilita considerar un aliviadero de crecidas tradicional, compuesto por un vertedero con compuertas de sector, seguido de un rápido y una descarga al lecho mediante salto de esquí.

Debe tenerse presente que esta obra demandará una fuerte inversión, dado que el caudal a evacuar es de gran magnitud.

f) Protección de taludes

Las gravas gruesas darán suficiente protección al talud de aguas abajo y se prevé que las lavas de ambos empotramientos entregarán rocas adecuadas para la protección por aguas arriba.

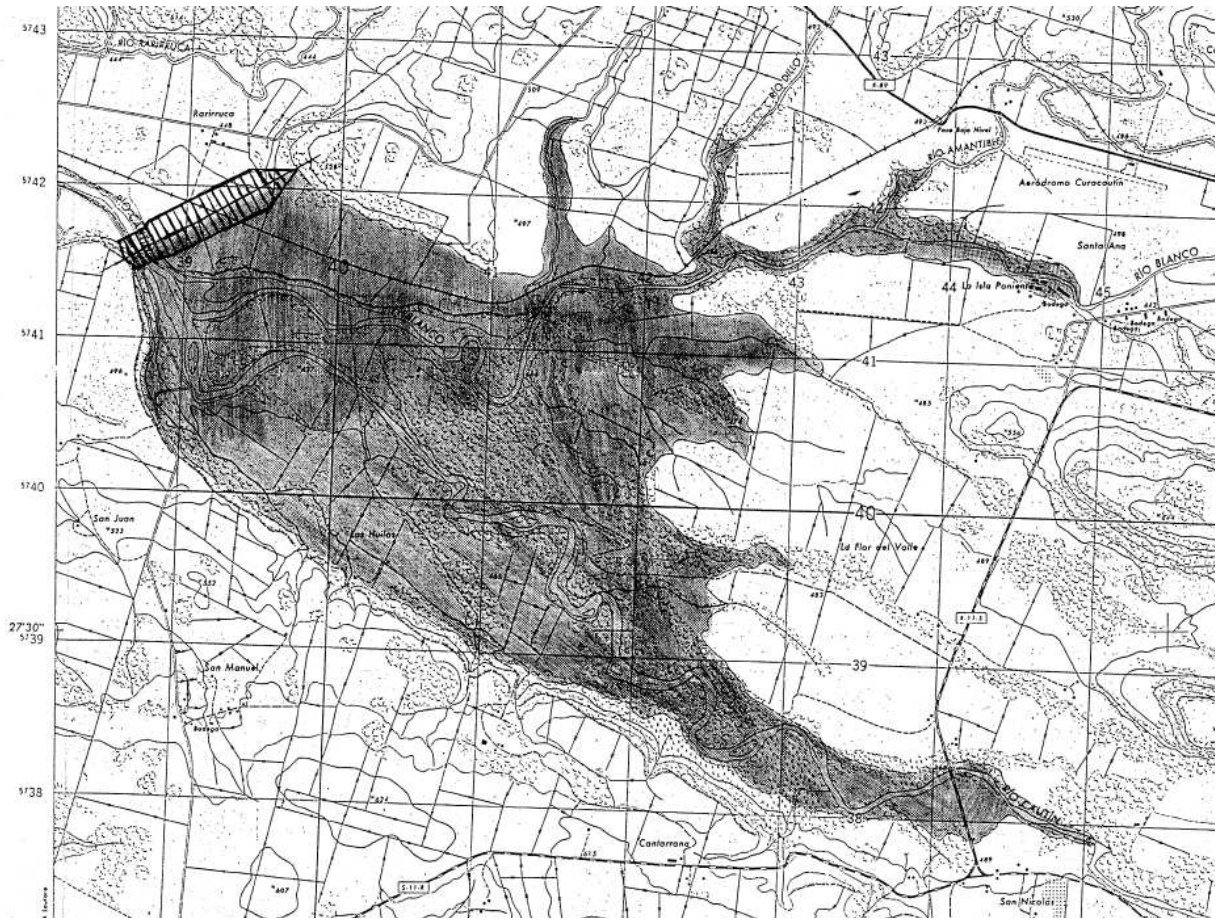


Fig. Nº 12 Embalse en Río Cautín Alternativa Nº1

6.2.3 Caracterización Geotécnica Alternativa Preliminar Nº 2

a) Condiciones de fundación y Empotramientos

Debido a la mayor cota alcanzada por el lecho en esta sección, las condiciones de fundación podrían ser mejores. Es probable que, en este sector, las coladas de lava no hayan sido cortadas tan profundamente y sean éstas las que constituyen la fundación.

b) Tipo de Muro

Se considera convenientemente, con los escasos antecedentes obtenidos, hacer una evaluación previa suponiendo factible la construcción de un muro similar al ya descrito, es decir un CFGD.

c) Materiales de Empréstitos

Vale lo indicado en Alternativa Nº 1

d) Desviación Provisoria

Esta alternativa presenta la ventaja de que los caudales a desviar serán inferiores a los de la Alternativa Nº 1, pues no se incluirá al río Blanco.

Es probable que exista una roca de buena calidad geotécnica en la ribera izquierda, donde alojar el túnel de desviación.

e) Evacuación de Crecidas

Vale lo indicado para la Alternativa Nº 1, aunque podría explorarse la posibilidad de eliminar el rápido y salto de esquí, pues en la carta IGM a escala 1:25.000 se observa un cauce antiguo que podría utilizarse para canalizar el caudal vertiente.

f) Protección de taludes

Vale lo indicado en Alternativa Nº 1

6.3 ESQUEMA OBRA DE REGULACIÓN

Como se describió con anterioridad, la obra de presa correspondería a una del tipo CFGD, acorde al esquema que se adjunta.

El nivel de aguas normales (NAM) se define en la cota 475 m.s.n.m. y una cota de fundación de 400 m.s.n.m. Se estima en función del Estudio de CADE – IDEPE, que el volumen de rellenos ascendería a 4.000.000 m3 entre gravas gruesas, material de filtro, gravas y bolones, etc.

Se contempla una pantalla de hormigón de espesor variable entre los 50 cm a los 35 cm, en el talud de agua arriba. Esta Pantalla contempla juntas de sellado y elementos de dilatación.

Finalmente se considera una pantalla de inyecciones y anclajes en la zona de plinto.

La obra de entrega, se materializará con un túnel de sección medio punto conectado a la torre de captación en la zona de inundación del embalse.

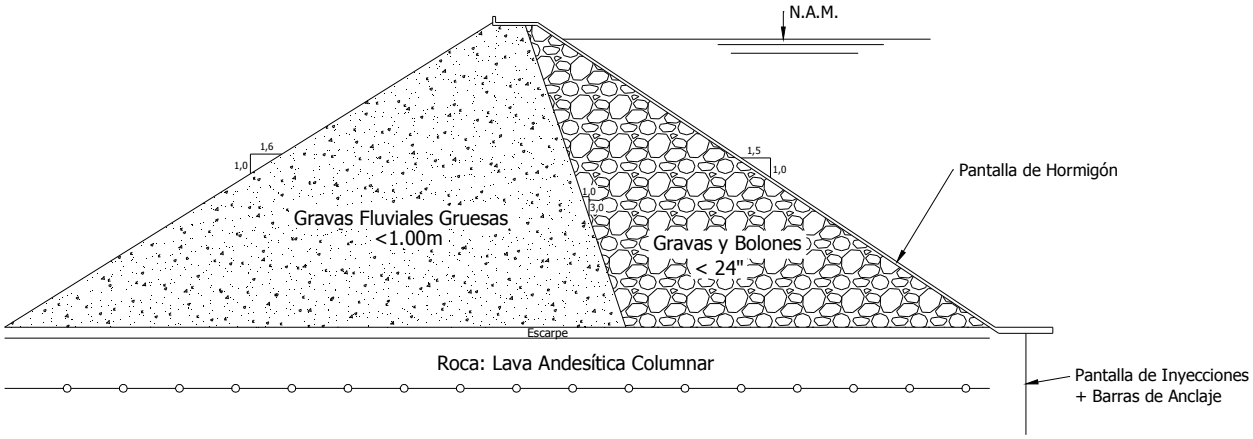


Fig. Nº 13 Esquema de Presa de Regulación (Elaboración Propia)

7. DEMANDAS HÍDRICAS

Según estimaciones obtenidas del estudio de Factibilidad Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro, las demandas de agua en la zona de proyecto, considerando una superficie de **66.469** ha, serían las siguientes:

Demanda de Agua por Cultivo (m3/s)														
cultivos	**TOTAL**		**sep**	**oct**	**nov**	**dic**	**ene**	**feb**	**mar**	**abr**	**may**	**jun**	**jul**	**ago**
	ha	**%**												
Total Cereales	**27,027**	**40.7**												
Trigo	17,097	25.7	9.92	16.41	21.03	17.78	0.00	0.00	0.00	0.00	3.08	2.39	2.56	4.96
Triticale	1,473	2.2	0.85	1.41	1.81	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.21	0.22	0.43
Avena	6,413	9.6	3.72	6.16	7.89	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	0.90	0.96	1.86
Cebada	2,044	3.1	1.19	1.96	2.51	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.29	0.31	0.59
Otros cereales	0	0.0												
Total cultivos Industriales principales	**6,603**	**9.9**												
Lupino	3,807	5.7	1.60	2.47	2.51	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.88
Raps canola	2,370	3.6	1.00	1.54	1.73	0.81	0.00	0.00	0.00	0.64	0.38	0.26	0.28	0.57
Otros cult. Ind. Ppales	426	0.6	0.21	0.33	0.37	0.17	0.00	0.00	0.00	0.14	0.08	0.06	0.06	0.12
Total hortalizas y chacras	**10,566**	**15.9**												
Total hotalizas	**3,182**	**4.8**												
Huerta casera	156	0.2	0.01	0.02	0.05	0.13	0.15	0.12	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Otras hortalizas	3,026	4.6	1.15	1.82	2.39	0.42	0.00	0.00	0.00	0.76	0.48	0.33	0.33	0.67
Tot. legumbres y tubérculos	**10,160**	**15.3**												
Papas	9,670	14.5	0.00	0.00	0.87	5.90	10.73	10.06	5.80	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00
Arvejas	112	0.2	0.04	0.07	0.10	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Porotos	112	0.2	0.00	0.00	0.03	0.10	0.13	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lenteja	112	0.2	0.05	0.07	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
otras leg y tuberc.	153	0.2	0.07	0.11	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04
Total frutales	**5,916**	**8.9**												
Total frutales menores	**573**	**0.9**												
Frambuesas	380	0.6	0.06	0.17	0.25	0.35	0.35	0.28	0.18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
Arándanos	725	1.1	0.15	0.33	0.49	0.67	0.69	0.59	0.36	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros frutales menores	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0													
Total frutales mayores	**5,036**	**7.6**												
Cerezos	1,340	2.0	0.40	0.71	1.06	1.55	1.58	1.38	0.88	0.44	0.20	0.00	0.00	0.00
Manzano rojo	2,369	3.6	0.71	1.26	1.87	2.75	2.80	2.44	1.56	0.78	0.36	0.00	0.00	0.00
Manzano verde	628	0.9	0.19	0.33	0.50	0.73	0.74	0.65	0.41	0.21	0.09	0.00	0.00	0.00
Otros frutales mayores	800	1.2	0.24	0.42	0.63	0.93	0.94	0.82	0.53	0.26	0.12	0.00	0.00	0.00
	0													
Huertos caseros	**307**	**0.5**												
Total Forrajes	**16,358**	**24.6**												
Forrajera permanentes	**11,039**	**16.6**												
Mezcla de forrajes	4,837	7.3	2.18	3.48	4.79	6.39	6.53	5.71	3.72	2.08	1.11	0.73	0.73	1.31
Trébol rosado	2,919	4.4	1.31	2.10	2.89	3.85	3.94	3.44	2.25	1.26	0.67	0.44	0.44	0.79
Ballica ingles o perenne	1,694	2.5	0.76	1.22	1.68	2.24	2.29	2.00	1.30	0.73	0.39	0.25	0.25	0.46
Otros permenentes	1,588	2.4	0.71	1.14	1.57	2.10	2.14	1.87	1.22	0.68	0.37	0.24	0.24	0.43
Forrajeras Anuales	**5,319**	**8.0**												
Avena forrajera sola o asociada	2,776	4.2	1.37	2.20	3.02	4.03	4.12	3.60	2.35	1.31	0.70	0.46	0.46	0.82
Ballicas anuales	1,193	1.8	0.59	0.94	1.30	1.73	1.77	1.55	1.01	0.56	0.30	0.20	0.20	0.35
Trébol alejandrino	725	1.1	0.36	0.57	0.79	1.05	1.08	0.94	0.61	0.34	0.18	0.12	0.12	0.22
Otras forrajeras anuales	625	0.9	0.31	0.50	0.68	0.91	0.93	0.81	0.53	0.30	0.16	0.10	0.10	0.19
Total superficie cultivada	**66,469**	100.0	29.16	47.76	63.01	65.69	40.95	36.36	22.79	11.33	10.47	6.97	7.72	14.71

Entre los criterios adoptados para estimar estas demandas, se asumen que los cultivos de cereales tendrán un riego por tendido, los cultivos tipo huerta un riego tipo surco, los frutales serán regados por goteo y surco, las praderas naturales serán regadas por aspersión – goteo y surco.

Los factores de eficiencia para estos cultivos son los siguientes:

Surco: 54%
Tendido: 37,5%
Aspersión: 75%
Goteo: 90%

En el cuadro siguiente se presenta la Evapotranspiración real de demanda de agua para los diferentes tipos de cultivos considerados para la situación futura con proyecto.

Evapotranspiración Real Situación con Proyecto (mm/mes)

cultivos	TOTAL		sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
	ha	%												
Total Cereales	**27,027**	**40.7**												
Trigo	17,097	25.7	55.9	93.0	119.7	100.7	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	13.8	14.1	28.2
Triticale	1,473	2.2	55.9	93.0	119.7	100.7	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	13.8	14.1	28.2
Avena	6,413	9.6	55.9	93.0	119.7	100.7	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	13.8	14.1	28.2
Cebada	2,044	3.1	55.9	93.0	119.7	100.7	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	13.8	14.1	28.2
Otros cereales	0	0.0	47.5	79.1	101.7	85.6	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	11.7	12.0	24.0
Total cultivos Industriales principales	**6,603**	**9.9**												
Lupino	3,807	5.7	58.8	90.3	92.7	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	32.0
Raps canola	2,370	3.6	59.3	91.2	102.1	47.2	0.0	0.0	0.0	37.1	21.8	15.7	16.5	34.3
Otros cult. Ind. Ppales	426	0.6	50.4	77.5	86.8	40.1	0.0	0.0	0.0	31.5	18.5	13.3	14.0	29.2
Total hortalizas y chacras	**10,566**	**15.9**												
Total hotalizas	**3,182**	**4.8**												
Huerta casera	156	0.2	9.0	17.5	45.8	113.3	136.0	106.6	44.8	7.0	0.0	0.0	0.0	3.1
Otras hortalizas	3,026	4.6	9.0	17.5	45.8	113.3	136.0	106.6	44.8	7.0	0.0	0.0	0.0	3.1
Tot. legumbres y tubérculos	**10,160**	**15.3**												
Papas	9,670	14.5	0.0	0.0	12.9	84.9	155.2	145.9	84.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0
arvejas	112	0.2	44.6	87.7	124.4	162.0	41.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3
Porotos	112	0.2	0.0	0.0	41.1	130.6	168.0	112.2	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lenteja	112	0.2	58.8	90.3	92.7	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	32.0
otras leg y tuberc.	153	0.2	55.9	85.8	88.1	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	30.4
Total frutales	**5,916**	**8.9**												
Total frutales menores	**573**	**0.9**												
Frambuesas	380	0.6	24.3	61.4	93.9	129.0	128.0	105.2	65.3	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arándanos	725	1.1	28.8	62.3	93.9	129.0	132.8	113.6	69.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Otros frutales menores	0	0.0	31.7	68.5	103.3	141.9	146.1	125.0	75.9	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0													
Total frutales mayores	**5,036**	**7.6**												
Cerezos	1,340	2.0	45.2	78.9	117.4	173.0	176.0	154.3	98.0	49.0	22.3	0.0	0.0	0.0
Manzano rojo	2,369	3.6	45.2	78.9	117.4	173.0	176.0	154.3	98.0	49.0	22.3	0.0	0.0	0.0
Manzano verde	628	0.9	45.2	78.9	117.4	173.0	176.0	154.3	98.0	49.0	22.3	0.0	0.0	0.0
Otros frutales mayores	800	1.2	49.7	86.8	129.1	190.3	193.6	169.7	107.8	53.9	24.5	0.0	0.0	0.0
	0													
Huertos caseros	**307**	**0.5**	9.0	17.5	45.8	113.3	136.0	106.6	44.8	7.0	0.0	0.0	0.0	3.1
Total Forrajes	**16,358**	**24.6**												
Forrajera permanentes	**11,039**	**16.6**												
Mezcla de forrajes	4,837	7.3	48.0	77.2	105.7	141.6	144.0	126.3	82.1	45.7	24.7	16.1	15.7	28.9
Trébol rosado	2,919	4.4	48.0	77.2	105.7	141.6	144.0	126.3	82.1	45.7	24.7	16.1	15.7	28.9
Ballica ingles o perenne	1,694	2.5	48.0	77.2	105.7	141.6	144.0	126.3	82.1	45.7	24.7	16.1	15.7	28.9
Otros permenentes	1,588	2.4	48.0	77.2	105.7	141.6	144.0	126.3	82.1	45.7	24.7	16.1	15.7	28.9
Forrajeras Anuales	**5,319**	**8.0**												
Avena forrajera sola o asociada	2,776	4.2												
Ballicas anuales	1,193	1.8	48.0	77.2	105.7	141.6	144.0	126.3	82.1	45.7	24.7	16.1	15.7	28.9
Trébol alejandrino	725	1.1	54.8	83.3	111.5	129.0	19.2	0.0	0.0	0.0	14.2	14.2	14.4	28.2
Otras forrajeras anuales	625	0.9	54.8	83.3	111.5	129.0	19.2	0.0	0.0	0.0	14.2	14.2	14.4	28.2
Total superficie cultivada	66,469	100.0												

8. PRESUPUESTOS DE OBRAS

8.1 Embalse de Regulación

Los costos de la obra de regulación emplazada en el río Cautín, fueron definidos en base a las recomendaciones establecidas por el Estudio Conceptual Alternativo Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro, desarrollado por CADE IDEPE, que sugirió una tipología y caracterización de la presa y los presupuestos de obras similares llevadas a cabo por la DOH (Embalse Anco y Embalse Chacrillas).

Aplicando los criterios ante señalados, se llega a los siguientes resultados:

Ítem	Costo en $	Costo en USD$	Costo en UF
INSTALACIONES DE FAENA	$ 1.355.000.000	$US 2.893.012	UF 63.155
ROCES, DESCEPES, ESCARPES Y LIMPIEZAS	$ 396.872.100	$US 847.347	UF 18.498
EXCAVACIONES ABIERTAS	$ 3.274.872.500	$US 6.992.063	UF 152.639
RELLENOS DE LA PRESA	$ 10.070.179.933	$US 21.500.480	UF 469.363
EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA	$ 4.757.337.315	$US 10.157.220	UF 221.736
OBRAS DE REFUERZO Y SOSTENIMIENTOS DE EXCAVACIONES Y ESTRUCTURAS	$ 1.009.061.000	$US 2.154.410	UF 47.032
PERFORACIONES E INYECCIONES	$ 3.467.557.610	$US 7.403.458	UF 161.620
HORMIGONES	$ 6.091.937.170	$US 13.006.677	UF 283.940
ACERO	$ 2.003.847.400	$US 4.278.343	UF 93.398
JUNTAS SELLADAS	$ 305.985.000	$US 653.298	UF 14.262
INSTRUMENTACIÓN	$ 512.090.000	$US 1.093.345	UF 23.868
EQUIPOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS	$ 1.884.250.000	$US 4.022.995	UF 87.823
ADECUACION DEL CAMINO	$ 950.000.000	$US 2.028.311	UF 44.279
OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL PROYECTO DE EMBALSE	$ 416.300.788	$US 888.829	UF 19.403
Total Neto	$ 36.495.290.816	$US 77.919.787	UF 1.701.016
Impuesto (19%)	$ 6.934.105.255	$US 14.804.760	UF 323.193
Total	**$ 43.429.396.071**	**$US 92.724.547**	**UF 2.024.209**

Precios Sociales
Moneda Diciembre de 2010
UF 1 = $ 21.455
1 US$ = $ 468,37
Precios Incluyen Gastos Generales y Utilidades = 45%
Costos No Incluyen Expropiaciones

8.2 Red de Distribución

La red de distribución del proyecto, fue analizada en detalle en los Estudios de CADE IDEPE de 1992 y por EDIC 2001. Por lo anterior, se concluyó utilizar las cubicaciones existentes de las obras y actualizar los costos, a través de la inflación acumulada (IPC) y un análisis de la evolución de costos de obras, el cual se orienta en aislar aquellas partidas relevantes del contrato y que concentran el mayor volumen de costos, y analizar la evolución de los precios unitarios que componen la partida.

Con relación a los costos actuales de las obras, que se usa de patrón para analizar la evolución de costos, se utilizó como base, los costos de otros proyectos llevados a cabo por la DOH (Canal Nuevo Cocinera, Mejoramiento de Canales Sistema de Riego El Bato).

Aplicando los criterios ante señalados, se llega a los siguientes resultados:

Canal Matriz Victoria y Canales Subderivados:

Tipo de Red	Costo en $	Costo en USD$	Costo en UF
Canal Matriz			
Matriz Victoria	$ 28,321,825,522	$US 60,468,915	UF 1,320,057
Canales Derivados y Subderivados			
1. La Isla	$ 62,918,193	$US 134,334	UF 2,933
2. Carmen	$ 262,519,278	$US 560,496	UF 12,236
3. Parra	$ 50,255,294	$US 107,298	UF 2,342
4. Quillen	$ 666,314,673	$US 1,422,625	UF 31,056
5. Perquenco	$ 717,957,648	$US 1,532,886	UF 33,463
6A Pua	$ 1,540,973,914	$US 3,290,078	UF 71,824
6. Vertientes	$ 58,395,655	$US 124,678	UF 2,722
7. Bayo Toro	$ 75,137,851	$US 160,424	UF 3,502
8. Las Cardas	$ 258,463,576	$US 551,836	UF 12,047
9. Maria Luisa	$ 2,443,147	$US 5,216	UF 114
10. Medahue	$ 1,281,128	$US 2,735	UF 60
11. Huillinlebu	$ 48,977,519	$US 104,570	UF 2,283
12. Pailahueque	$ 74,534,676	$US 159,136	UF 3,474
13. Queipul	$ 174,223,499	$US 371,978	UF 8,120
14. Cahuin	$ 19,181,539	$US 40,954	UF 894
15. Cerro Verde	$ 326,265,301	$US 696,597	UF 15,207
16. Lucia	$ 8,561,709	$US 18,280	UF 399
17. Victoria	$ 903,632,488	$US 1,929,313	UF 42,118
Total Neto	$ 33,573,862,611	$US 71,682,351	UF 1,564,850
Impuesto (19%)	$ 6,379,033,896	$US 13,619,647	UF 297,322
Total	**$ 39,952,896,507**	**$US 85,301,997**	**UF 1,862,172**

Canal Matriz Traiguén y Canales Subderivados:

Tipo de Red	Costo en $	Costo en USD$	Costo en UF
Canal Matriz			
Matriz Traiguén	$ 1,527,298,619	$US 3,260,881	UF 71,186
Canales Derivados y Subderivados			
A. Salto - Quino	$ 326,763,286	$US 697,661	UF 15,230
B. Quino - Chanco	$ 399,361,581	$US 852,663	UF 18,614
C. Chanco - Manzan	$ 188,208,855	$US 401,838	UF 8,772
D. Manzano Tric.	$ 691,120,214	$US 1,475,586	UF 32,213
E. Manzano	$ 9,469,151	$US 20,217	UF 441
Matriz Traiguén Norte	$ 1,800,368,416	$US 3,843,902	UF 83,914
Tric. Galvarino	$ 2,019,887,528	$US 4,312,589	UF 94,145
Las Encinas	$ 25,254,302	$US 53,920	UF 1,177
La Viña	$ 155,304,833	$US 331,586	UF 7,239
Quilquen	$ 47,660,454	$US 101,758	UF 2,221
Total Neto	$ 7,190,697,239	$US 15,352,600	UF 335,153
Impuesto (19%)	$ 1,366,232,475	$US 2,916,994	UF 63,679
Total	**$ 8,556,929,715**	**$US 18,269,594**	**UF 398,831**

Precios Sociales
Moneda Diciembre de 2010
UF 1 = $ 21.455
1 US$ = $ 468,37
Precios Incluyen Gastos Generales y Utilidades = 35%
Precios Totales no Incluyen IVA = 19%
Costos Incluyen Expropiaciones

El costo Total de la Obra asciende a **$ 91.939.222.293**._

8.3 Operación de las Obras y Mantención

Para definir el costo de operación y Mantención de las obras, se utilizó como referencia del estudio de Diseño Embalse Ancoa y Puntilla del Viento, ambos proyectos desarrollados por la DOH, los cuales tienen características similares como obra y sistema de operación.

Estos costos incluyen entre otros:

i) Contrato de Mantención: Válvulas, Sistemas de Aforo, Equipos Electromecánicos, Revisión de Equipamiento del Embalse (Piezómetros, Aceleradores, Sensores de Deformación por Tensiones).
ii) Gastos de Administración del Embalse: Personal Profesional, Técnicos de Apoyo, Personal de Seguridad, logística y movilización.
iii) Gastos Básicos de Consumo energético y agua en lo que a Instalaciones refiere.
iv) Mantención de Sistemas Eléctricos del Embalse: Control Centralizado, Sistemas de Seguridad, Equipos de Generación.
v) Contrato de Revisión de Deformación del Embalse, mediciones topográficas de puntos de control.
vi) Ejecución de Sondajes para revisión de filtraciones durante la vida útil del proyecto.

Ambos proyectos trabajan con costos de operación cercanos al 1% del costo de la Obra. Debido a la intensa red de canales e incerteza del tipo de proyecto se adopta un valor de operación del 1,5% del costo de la obra, lo que asciende a:

Ítem	Costo en $	Costo en US$	Costo en UF
Costo de Operación Anual	$ 1.379.088.334._	US$ 2.944.442	UF 64.278,18._

8.4 Mitigación Ambiental

Los costos de Mitigación Ambiental a lo largo de la vida útil del proyecto se asumen como un 5% del costo de la obra, debido a la importante zona de inundación del proyecto y extensa red de canales, cabe señalar que usualmente este costo se asume como un 0.3%.

Estos costos incluyen entre otros:

i) Reforestación (Plantación y Programa de Cuidado)
ii) Rescate de Restos Arqueológicos
iii) Medidas de Compensación a Afectados de la zona de inundación de la Obra
iv) Compensaciones ambientales: Rescate de Fauna, Flora, entre otros.

Ítem	Costo en $	Costo en US$	Costo en UF
Mitigación Ambiental (Costo Total)	$ 4.596.961.114._	US$ 9.814.807	UF 214.260._
Mitigación Ambiental (Costo Anual)	$ 153.232.037._	US$ 327.160._	UF 7.142._

8.5 Interferencias

En una primera revisión, no se detectan interferencias de relevancia en la zona de presa, por lo cual sólo se estima un 0.5% del presupuesto total para este ítem.

Ítem	Costo en $	Costo en US$	Costo en UF
Interferencias	$ 919.392.223._	US$ 1.962.961._	UF 42.877._

8.6 Expropiaciones Zona de Inundación

La zona de inundación del proyecto abarca cerca de 1.000 ha, a lo que si se suma la zona de obra se contempla a modo preliminar una zona de inundación de 1200 ha. El costo de expropiación se estima en $5.000.000._ por hectárea, lo que entrega un costo de $6.000.000.000._ por concepto e expropiación.

En forma adicional se estima en una primera aproximación, la erradicación de 10 casas que podrían estar afectadas por la obra de regulación. Estas viviendas se estiman en un valor de $ 65.000.000._ por lo que asume un costo por este concepto de $650.000.000._

9. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONOMICA

9.1 Evaluación Agro-económica

Para el desarrollo de la presente evaluación se tomaron como base los siguientes estudios:

a) Estudio de Factibilidad y anteproyecto Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro, Consorcio Consultor CADE – IDEPE, 1992
b) Evaluación Agroeconómica de la Construcción del Canal Victoria, Dirección de Riego, Fernando Munita, 1996
c) Evaluación Económica del Proyecto Canal Victoria, IX Región, DOH, Rafael Vallebuona – Sergio Rivera, 2002.

9.1.1 Metodología General

Luego de la revisión de los estudios existentes, y paralelamente con ello, se efectuó un análisis del área atingente a conocer a los agricultores de etnia mapuche, pequeños agricultores no mapuches y propietarios de predios medianos y grandes, de distintos sectores de riego del proyecto.

Se reconocieron cultivos actuales, praderas y algunos frutales (manzanos y cerezos) existentes, principalmente, en sectores aledaños al área del proyecto y se revisaron las Fichas Técnicas de los diferentes rubros productivos. Se estimó fundamental la elaboración de Fichas técnicas acordes con la realidad actual (Situación Sin Proyecto), y con las perspectivas y requerimientos de progreso futuro, mediante el aprovechamiento de los recursos hídricos (Situación Con Proyecto).

Se revisaron los documentos relativos a superficies prediales y número de agricultores por estrato de tamaño predial, requerimientos hídricos de los cultivos y la planificación propuesta de regadío anual con las fechas de último riego de cada rubro, de la Consultoría “Ingeniería Sistema de Distribución Proyecto Canal Victoria EDIC 2002”. Así fue como se pudo conocer la concepción del proyecto, tendiente a maximizar el aprovechamiento de excedentes de agua y de restringirlo, en las temporadas correspondientes, a fin de lograr alta productividad del recurso hídrico, para rentabilizar el proyecto y conservar los imperativos del caudal ecológico del Río Cautín, en su paso por sectores urbanos.

9.1.2 Situación Actual Mejorada del Área o Sin Proyecto

En la superficie total del proyecto, se han definido tres estratos de la propiedad agrícola de 0 a 40 ha (Mapuche), de 0 a 40 ha (No Mapuche) y mayor a 40 ha (medianos y Grandes)

En base a las superficies cultivadas como situación actual, que determinó el estudio de CADE IDEPE y la correspondiente estructura en porcentajes, y de acuerdo con observaciones de terreno, se definieron las superficies de los distintos cultivos y forrajeras, que constituyen la Situación Sin Proyecto del Área.

Cabe informar que no se detectó siembras de cebada cervecera ni de la mezcla forrajera de Avena con Vicia, que consideró Munita en su informe, de modo que tales superficies se traspasaron, según

porcentajes, a otros cereales y a forrajeras como Trébol Rosado principalmente, sin disminuir las superficies que aparecían como cultivadas.

Superficies (ha) situación sin proyecto				
Cultivos	**0-40 ha (mapuches)**	**0-40 ha (no mapuches)**	**> 40 ha (mediano y grande)**	**Total**
Total cereales	**4,813**	**6,900**	**31,011**	42,725
Trigo	2,842	3,620	17,122	23,584
Triticale	0	0	4,784	4,784
Avena	1,971	3,280	6,603	11,855
Cebada	0	0	2,403	2,403
Otros cereales	0	0	99	99
Total cultivos Industriales principales	**889**	**1,238**	**5,140**	7,267
Lupino	**592**	**824**	**3,422**	4,838
Raps canola	**264**	**367**	**1,526**	2,158
Otros cult. Ind. Ppales	**33**	**46**	**192**	271
Total hortalizas y chacras	**79**	**110**	**456**	645
Total hotalizas	**26**	**37**	**152**	215
Huerta casera	24	33	138	195
Otras hortalizas	2	3	14	20
Tot. legumbres y tubérculos	**53**	**73**	**304**	430
Papas	42	58	241	341
Arvejas	6	9	36	51
Porotos	3	4	18	26
Lenteja	1	1	5	6
Otras leg y tuberc.	1	1	4	6
Total frutales	**0**	**127**	**507**	634
Total frutales menores	**0**	**50**	**198**	248
Frambuesas	0	2	9	12
Arándanos	0	19	74	93
Otros frutales menores	0	29	115	143
Total frutales mayores	**0**	**33**	**132**	165
Cerezos	0	2	9	11
Manzano rojo	0	28	111	139
Manzano verde	0	3	11	13
Otros frutales mayores	0	0	1	1
Huertos caseros	**0**	**44**	**177**	221
Total Forrajes	**1,213**	**1,853**	**5,565**	8,631
Forrajera permanentes	**697**	**1,065**	**3,199**	4,961
Mezcla de forrajes	496	758	2,277	3,532
Trébol rosado	127	195	584	906
Ballica ingles o perenne	49	75	225	349
Otros permenentes	24	37	112	174
				0
Forrajeras Anuales	**516**	**788**	**2,366**	3,670
Avena forrajera sola o asociada	268	410	1,232	1,910
Ballicas anuales	54	82	247	383
Trébol alejandrino	40	61	183	283
Otras forrajeras anuales	154	235	705	1,093
Total superficie cultivada	**6,994**	**10,227**	**42,680**	59,901

Fig. Nº 14 Caracterización de Superficie y Producción Situación Actual

Fuentes: - Estudio de Factibilidad y anteproyecto Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro, Consorcio Consultor CADE – IDEPE, 1992
- Evaluación Agro-económica de la Construcción del Canal Victoria, Dirección de Riego, Fernando Munita, 1996
- Evaluación Económica del Proyecto Canal Victoria, IX Región, DOH, Rafael Vallebuona – Sergio Rivera, 2002.
- Elaboración Propia – CNR 2011

Durante el reconocimiento del área, se observó la existencia de invernaderos de hortalizas y flores, los cuales se riegan con fuentes de agua de esteros cercanos y norias, y algunas siembras al aire libre chacras y hortalizas de pequeñas superficies inferiores a los 1.000 m2, también regadas con similares fuentes de agua. Se estimó la existencia de aproximadamente 25 invernaderos de un promedio de 80 m2 cada uno.

9.1.3 Situación Con Proyecto

La estructura de cultivos definida para la Situación con Proyecto, se desarrolló con criterios de moderación, a fin de dar mayor seguridad al proyecto.

superficies (ha) situación con proyecto								
cultivos	0-40 ha (mapuches)		0-40 ha (no mapuches)		> 40 ha (mediano y		TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Total Cereales	**3,420**	**44.7**	**5,120**	**45.6**	**18,487**	38.9	**27,027**	**40.7**
Trigo	2,402	31.4	3,099	27.6	11,596	24.4	17,097	25.7
Triticale	0	0.0	0	0.0	1,473	3.1	1,473	2.2
Avena	1,017	13.3	2,021	18.0	3,374	7.1	6,413	9.6
Cebada	0	0.0	0	0.0	2,044	4.3	2,044	3.1
Otros cereales	0	0.0	0	0.0	0		0	0.0
Total cultivos Industriales principales	**857**	**11**	**1,707**	**15.2**	**4,040**	**8.5**	**6,603**	**9.9**
Lupino	**398**	**5.2**	**1,033**	**9.2**	2,376	5.0	3,807	5.7
Raps canola	**383**	**5.0**	**561**	**5.0**	1,426	3.0	2,370	3.6
Otros cult. Ind. Ppales	**77**	**1.0**	**112**	**1.0**	238	0.5	426	0.6
Total hortalizas y chacras	**1,379**	**18.0**	**110**	**25.7**	**9,077**	**19.1**	**10,566**	**15.9**
Total hotalizas	**224**	**2.9**	**1,437**	**12.8**	**1,521**	**3.2**	**3,182**	**4.8**
Huerta casera	24	0.3	37	0.3	95	0.2	156	0.2
Otras hortalizas	200	2.6	1,400	12.5	1,426	3.0	3,026	4.6
Tot. legumbres y tubérculos	**1,155**	**15.1**	**1,449**	**12.9**	**7,556**	**15.9**	**10,160**	**15.3**
Papas	1,002	13.1	1,112	9.9	7,556	15.9	9,670	14.5
arvejas	0	0.0	112	1.0	0		112	0.2
Porotos	0	0.0	112	1.0	0		112	0.2
Lenteja	0	0.0	112	1.0	0		112	0.2
otras leg y tuberc.	153	2.0	**0**	0.0	0		153	0.2
Total frutales	**570**	**7.5**	**1,454**	**12.9**	**3,892**	**9.1**	**5,916**	**8.9**
Total frutales menores	**150**	**2.0**	225	**2.0**	**198**	**1.3**	**573**	**0.9**
Frambuesas	30	0.4	112	1.0	238	0.5	380	0.6
Arándanos	120	1.6	225	2.0	380	0.8	725	1.1
Otros frutales menores	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0.0
							0	
Total frutales mayores	**340**	**4.4**	**1,179**	**10.5**	**3,517**	**7.4**	**5,036**	**7.6**
Cerezos	100	1.3	337	3.0	903	1.9	1,340	2.0
Manzano rojo	200	2.6	505	4.5	1,663	3.5	2,369	3.6
Manzano verde	40	0.5	112	1.0	475	1	628	0.9
Otros frutales mayores	100	1.3	225	2.0	475	1	800	1.2
							0	
Huertos caseros	**80**	**1.0**	**50**	**0.4**	**177**	**0.4**	**307**	**0.5**
Total Forrajes	**1,425**	**18.0**	**2,814**	**25.1**	**12,119**	**26**	**16,358**	**24.6**
Forrajera permanentes	**800**	**10.5**	**1,684**	**15.0**	**8,554**	**18**	**11,039**	**16.6**
Mezcla de forrajes	500	**6.5**	1,011	9.0	3,327	7	4,837	7.3
Trébol rosado	150	**2.0**	393	3.5	2,376	5	2,919	4.4
Ballica ingles o perenne	100	**1.3**	168	1.5	1,426	3	1,694	2.5
Otros permenentes	50	**0.7**	112	1.0	1,426	3	1,588	2.4
Forrajeras Anuales	**625**	**7.6**	**1,130**	**10.1**	**3564.3**	**7.5**	**5,319**	**8.0**
Avena forrajera sola o asociada	275	**3.6**	600	5.3	1,901	4	2,776	4.2
Ballicas anuales	200	**2.0**	280	2.5	713	1.5	1,193	1.8
Trébol alejandrino	100	**1.3**	150	1.3	475	1	725	1.1
Otras forrajeras anuales	50	**0.7**	100	0.9	475	1	625	0.9
Total superficie cultivada	**7,650**	**99**	**11,205**	**100**	**47,614**	**101**	66,469	100.0

Fig. Nº 15 Caracterización de Superficie y Producción Situación Con Proyecto

Fuentes: - Estudio de Factibilidad y anteproyecto Regadío Victoria – Traiguén – Lautaro, Consorcio Consultor CADE – IDEPE, 1992
- Evaluación Agroeconómica de la Construcción del Canal Victoria, Dirección de Riego, Fernando Munita, 1996
- Evaluación Económica del Proyecto Canal Victoria, IX Región, DOH, Rafael Vallebuona – Sergio Rivera, 2002.
- Elaboración Propia – CNR 2011

9.1.4 Estimación de los Márgenes Netos Agro-económicos

Por la alta dificultad de elaborar Fichas Técnicas de Rubros Productivos en un Estudio de Perfil, se efectúo la siguiente metodología de aproximación al cálculo de los Márgenes Netos, la cual bajo ninguna circunstancia anula la propuesta de Situación Actual y con Proyecto antes informada, tan sólo entrega una metodología de cálculo simplificado apropiada para los fines del presente perfil.

Para efectos de la estimación de los Márgenes Netos, se seleccionó los cultivos representativos de cada grupo de cultivo, estos fueron seleccionados por su importancia en términos de superficie, a partir de los antecedentes de uso del suelo del Censo Agropecuario 2006-2007 para las 5 comunas del Proyecto (Cuadro Nº1)

COMUNA	VII CENSO AGROPECUARIO Y FORESTAL 2007							
	RIEGO							
	Superficie de Suelos efectivamente Regados - Agrícola 2006/2007							
	Tendido	Surco	Otro tradicional	Aspersión tradicional	Carrete o Pivote	Goteo y Cinta	Microaspersión y microjet	Total riego
Galvarino	247	40	22	37	45	3	17	410
Lautaro	500	12	73	147	4	93	9	839
Perquenco	518	100	402	258	110	37	0	1.425
Traiguén	2.297	15	42	69	0	63	56	2.544
Victoria	583	23	255	132	542	139	24	1.698
Total ha regadas	3.899	150	771	606	656	332	89	6.505

COMUNA	VII CENSO AGROPECUARIO Y FORESTAL 2007									
	Uso del Suelo									
	Cultivos Anuales y Permanentes (Há)	Forrajeras Permanentes y de Rotacion (Há)	Praderas		Barbecho y Descanso	Plantaciones Forestales	Bosque Nativo (Há)	Matorrales (Há)	Infraestructura (Há)	Terrenos Esteriles y Otros no Aprovechados (Há)
			Mejoradas (Há)	Naturales (Há)						
Gajvarino	4.828	134	625	11.081	2.162	24.861	2.259	1.279	867	1.536
Lautaro	20.204	2.986	3.585	20.796	1.392	18.576	11.029	4.780	1.401	1.795
Perquenco	19.031	934	1.046	6.121	297	2.981	914	824	382	121
Traiguén	20.913	1.460	831	24.936	2.317	26.415	6.406	1.143	759	3.600
Victoria	38.455	3.616	4.388	19.590	1.858	28.500	14.881	2.523	1.745	2.604
Total ha	103.431	9.128	10.475	82.524	8.026	101.333	35.490	10.549	5.155	9.655

Cuadro Nº1 cultivos Representativos de la Zona de Estudio

Los cultivos seleccionados fueron: Trigo - Avena para el grupo de cereales, Lupino para el grupo de cultivos industriales, Papas para el grupo chacras y hortalizas, Arándano y Manzano Rojo para el grupo frutales y Forrajes permanentes para el grupo forrajes.

Las superficies de uso actual y proyectado, por tipo de productor corresponde a proyecciones actualizadas de los antecedentes del estudio de Vallebuona y Rivera, con base en las estadísticas del Censo Agropecuario 2006-2007.

Los márgenes brutos por cultivo representativo utilizados para la evaluación corresponden al estudio de Vallebuona y Rivera, actualizados conforme a la variación de la UF (Cuadro Nº2, ha y márgenes netos con y sin proyecto por tipo de productor)

Cultivos	0-40 ha (mapuches)	Margen Neto ($)	0-40 ha (no mapuches)	Margen Neto ($)	> 40 ha (mediano y grande)	Margen Neto ($)	total ha
Cereales							
trigo	3.426	$ 46.283	4.364	$ 129.166	20.642	$ 220.295	28.433
avena	2.377	$ 97.356	3.955	$ 97.356	7.961	$ 97.356	14.292
Subtotal							42.725
Cultivos Industriales principales							
lupino	889	$ 104.571	1.238	$ 104.571	5.140	$ 104.571	7.267
Subtotal							7.267
Hortalizas y chacras							
Papas	79	$ 524.150	110	$ 1.219.675	456	$ 1.219.675	645
Subtotal							645
Frutales							
arándanos	0	$ 1.316.147	51	$ 1.316.147	203	$ 1.316.147	253
manzano rojo	0	$ 1.972.064	76	$ 1.972.064	304	$ 1.972.064	380
Subtotal							634
Forrajes							
Forrajera permanentes	1.213	$ 40.869	1.853	$ 40.869	5.565	$ 40.869	8.631
Subtotal							8.631
Total	7.983		11.646		40.272		59.901

Situación Actual

Cultivos	0-40 ha (mapuches)	Margen Neto ($)	0-40 ha (no mapuches)	Margen Neto ($)	> 40 ha (mediano y grande)	Margen Neto ($)	TOTAL ha
Cereales							
trigo	2.761	$ 156.461	3.563	$ 192.527	13.330	$ 399.786	19.655
avena	1.170	$ 213.898	2.324	$ 213.898	3.879	$ 213.898	7.372
Subtotal							27.027
Cultivos Industriales principales							
lupino	857	$ 235.389	1.707	$ 235.389	4.040	$ 235.389	6.603
Subtotal							6.603
Hortalizas y chacras							
Papas	1.155	$ 872.504	1.449	$ 1.954.192	7.556	$ 1.954.192	10.160
Subtotal							10.160
Frutales							
arándanos	229	$ 2.104.225	429	$ 2.104.225	727	$ 2.104.225	1.386
manzano rojo	382	$ 3.124.314	966	$ 3.124.314	3.181	$ 3.124.314	4.530
Subtotal							5.916
Forrajes							
Forrajera permanentes	1.425	$ 120.900	2.814	$ 120.900	12.119	$ 120.900	16.358
Subtotal							16.358
Total	7.980		13.252		44.832		66.064

Situación Con Proyecto

Cuadro Nº 2 Márgenes Netos Estimados

9.1.5 Criterios para la Evaluación Económica

De acuerdo con los plazos de ejecución del proyecto, las condiciones actuales del área potencial de crecimiento de la agricultura de riego y las capacidades de los distintos tipos de agricultores, se definieron criterios y plazos con relación a:

1. Progresión en el logra de los márgenes netos finales
2. Cronograma de incorporación real de las tierras al riego predial
3. Necesidad de transferencia tecnológica y capacitación
4. Costos y plazos de la puesta en riego predial
5. Costos de las obras de riego, el mantenimiento y el manejo ambiental, definidas estas últimas por el proyecto.

1. Progresión en el logro de los Márgenes Netos

Los criterios que se establecieron sobre los plazos para el logro de los márgenes netos de la situación de pleno desarrollo de la futura agricultura, responden al conocimiento adquirido durante las visitas al área, las entrevistas realizadas y el trabajo conjunto con profesionales y técnicos que trabajan en la zona.

2. Cronograma de Puesta en Riego

La ejecución del sistema de riego está diseñada por etapas de construcción y puesta en riego por sectores, entre los años 4 y 10 del Proyecto. Sin embargo se consideró que los agricultores no tendrán capacidad para habilitar, para el regadío, todas las tierras que incorpore el Proyecto, el mismo año; por falta de capital, capacidad de gestión y experiencia.

Durante el año 4 se estableció que los agricultores mapuches incorporarán 40% de las tierras que les corresponden, los pequeños agricultores no mapuches el 80% y los medianos y grandes empresarios el 100%.

Los años siguientes, los pequeños agricultores mapuches y no mapuches continuarán habilitando los terrenos hasta completar la totalidad de la superficie.

3. Transferencia Tecnológica y Capacitación

Se considera que se trata de un Proyecto complejo, con restricciones en el programa de regadío de cultivos de diferentes temporadas, que exigirá organización, cumplimiento de los programas de asignación de aguas, y conocimientos en fitotecnia, cultivos forzados, regadío, ganadería y comercio.

9.1.6 Flujos Agro-económicos

Como resultado del los supuestos establecidos en los numerales anteriores, se obtienen los siguientes flujos agro-económicos a precios sociales.

Resumen de los Margenes Agrícolas Expandidos

Año	Beneficio Neto Agronómico		Beneficio Neto Incremental
	Sin Proyecto	Con Proyecto	
1	6,712,313,649	21,637,952,884	14,925,639,235
2	6,712,313,649	22,618,837,394	15,906,523,745
3	6,712,313,649	23,599,721,905	16,887,408,256
4	6,712,313,649	24,580,606,416	17,868,292,767
5	6,712,313,649	25,561,490,926	18,849,177,277
6	7,613,835,676	29,217,917,859	21,604,082,183
7	7,613,835,676	29,395,330,443	21,781,494,768
8	7,613,835,676	29,572,743,028	21,958,907,353
9	7,613,835,676	29,750,155,613	22,136,319,937
10	7,613,835,676	29,927,568,198	22,313,732,522
11	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
12	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
13	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
14	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
15	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
16	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
17	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
18	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
19	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
20	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
21	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
22	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
23	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
24	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
25	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
26	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
27	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
28	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
29	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
30	7,671,215,599	30,226,918,686	22,555,703,087
VAN s	101,373,127,478	385,547,310,924	284,174,183,446

9.2 Evaluación Económica

Finalmente, se elabora la Evaluación Económica del Proyecto, cuyos resultados se presentan a continuación, entre los supuestos considerados se señalan:

a) Método del Presupuesto
b) Tasa de Descuento:
    a. 6% para la Evaluación Social
    b. 10% para la Evaluación Privada
c) Indicadores Económicos (VAN, TIR e IVAN) a Precios Sociales y Privados
d) Factor de conversión: Precios Sociales = Precios Privados * 0,8

Evaluación a Precios Sociales:

Evaluación Económica - Cálculo de indicadores VAN, TIR e IVAN

Año	Beneficio Neto Agronómico		Beneficio Neto Incremental	Inversión, Mantención y Operación Obras	Beneficio Neto del Proyecto de Trasvase	
	Sin Proyecto	Con Proyecto				
0				99.508.614.516	(99.508.614.516)	
1	6.712.313.649	21.637.952.884	14.925.639.235	1.532.320.371	13.393.318.864	
2	6.712.313.649	22.618.837.394	15.906.523.745	1.532.320.371	14.374.203.374	
3	6.712.313.649	23.599.721.905	16.887.408.256	1.532.320.371	15.355.087.885	
4	6.712.313.649	24.580.606.416	17.868.292.767	1.532.320.371	16.335.972.396	
5	6.712.313.649	25.561.490.926	18.849.177.277	1.532.320.371	17.316.856.906	
6	7.613.835.676	29.217.917.859	21.604.082.183	1.532.320.371	20.071.761.812	
7	7.613.835.676	29.395.330.443	21.781.494.768	1.532.320.371	20.249.174.397	
8	7.613.835.676	29.572.743.028	21.958.907.353	1.532.320.371	20.426.586.982	
9	7.613.835.676	29.750.155.613	22.136.319.937	1.532.320.371	20.603.999.566	
10	7.613.835.676	29.927.568.198	22.313.732.522	1.532.320.371	20.781.412.151	
11	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
12	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
13	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
14	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
15	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
16	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
17	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
18	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
19	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
20	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
21	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
22	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
23	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
24	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
25	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
26	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
27	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
28	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
29	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
30	7.671.215.599	30.226.918.686	22.555.703.087	1.532.320.371	21.023.382.716	
VAN s	101.373.127.478	385.547.310.924	284.174.183.446	113.774.288.390	163.573.437.753	VAN s
					17,47%	TIR s
					1,64	IVAN s

En forma adicional y para analizar la robustez del proyecto, se sensibilizaron escenarios en los cuales los costos de Obras Civiles se incrementan en un 10 y 20% respectivamente:

Escenarios de Evaluación - Sensibilización

Aumento costos civiles 10%	104.972.818.862	VAN s
Disminución Ingresos 10%	13,10%	TIR s
	0,97	IVAN s
Aumento costos civiles 20%	45.722.199.971	VAN s
Disminución Ingresos 20%	9,04%	TIR s
	0,39	IVAN s

Evaluación a Precios Privados:

Evaluación Económica - Cálculo de indicadores VAN, TIR e IVAN

Año	Beneficio Neto Agronómico		Beneficio Neto Incremental	Inversión, Mantención y Operación Obras	Beneficio Neto del Proyecto de Trasvase
	Sin Proyecto	Con Proyecto			
0				124.223.268.145	(124.223.268.145)
1	4.075.333.287	16.421.660.671	12.346.327.384	1.915.400.464	10.430.926.920
2	4.075.333.287	17.166.081.951	13.090.748.664	1.915.400.464	11.175.348.200
3	4.075.333.287	17.910.503.231	13.835.169.945	1.915.400.464	11.919.769.481
4	4.075.333.287	18.654.924.512	14.579.591.225	1.915.400.464	12.664.190.761
5	4.075.333.287	19.399.345.792	15.324.012.505	1.915.400.464	13.408.612.042
6	5.202.235.820	24.969.949.190	19.767.713.370	1.915.400.464	17.852.312.906
7	5.202.235.820	25.104.592.669	19.902.356.849	1.915.400.464	17.986.956.385
8	5.202.235.820	25.239.236.149	20.037.000.329	1.915.400.464	18.121.599.865
9	5.202.235.820	25.373.879.628	20.171.643.808	1.915.400.464	18.256.243.344
10	5.202.235.820	25.508.523.108	20.306.287.288	1.915.400.464	18.390.886.824
11	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
12	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
13	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
14	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
15	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
16	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
17	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
18	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
19	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
20	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
21	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
22	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
23	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
24	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
25	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
26	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
27	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
28	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
29	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
30	5.273.960.724	25.976.258.246	20.702.297.522	1.915.400.464	18.786.897.058
VAN s	45.004.610.950	211.969.630.447	166.965.019.498	129.345.076.807	24.685.435.010 VAN s
					12,03% TIR s
					0,20 IVAN s

9.2.1 Beneficios y Externalidades Positivas del Proyecto

a) Turismo:

Un embalse en la zona alta del río Cautín, y cercano a la ciudad de Curacautín; incrementará el flujo de turistas que todos los años toman esta ruta hacia los sectores de turísticos de Termas de Tolhuaca, Volcán Llaima, Volcán Lonquimay, Termas de Manzanar, entre otros.

Se espera que durante el Estudio de Prefactibilidad, se pueda desarrollar una metodología apropiada para estimar el beneficio asociado a este concepto.

b) Aumento del Valor Incremental de la Tierra:

Poseer agua con seguridad de riego del 85% de probabilidad, producirá un importante incremento en los valores de los terrenos, que en la actualidad se tasan como parcelas de secano, con valores marginales comparadas con el potencial posible de obtener con el proyecto.

Para determinar este beneficio, se propone utilizar las tasaciones actuales en poder del SII y elaborar una metodología para cuantificar el incremento de valor al incorporar a estos terrenos riego seguro.

Se espera que durante el Estudio de Prefactibilidad, se pueda desarrollar una metodología apropiada para estimar el beneficio asociado a este concepto.

c) Potencial de Generación Hidroeléctrica:

Uno de las externalidades positivas que si es posible cuantificar de manera preliminar, es el potencial de generación que podría desarrollar esta obra.

Se asume inicialmente que la obra de regulación, por tener finalidad de riego, sólo podría generar en la temporada comprendida entre septiembre y abril. Pero debido a la importante cantidad de caudales afluentes durante el invierno, se podría eventualmente obtener generación en periodo de acumulación.

Se estima inicialmente que las válvulas del embalse, deberían entregar un caudal promedio de 22 m3/s para satisfacer las demandas de riego de la zona de proyecto.

Por lo anterior, y estableciendo una altura de carga de 100 m, se obtienen los siguientes valores de generación.

La potencia de una central hidroeléctrica se mide generalmente en Megavatios (MW) y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$N_e = densidad * 9,81 \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_m \cdot Q \cdot H$$

donde:
Ne = potencia en Watts
ηt = rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0,75 y 0,90)
ηg = rendimiento del generador eléctrico (entre 0,92 y 0,97)
ηm = rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (0,95 y 0.99)
Q = Caudal turbinable en m3/s
H = Desnivel disponible en la presa entre aguas arriba y aguas abajo, en metros (m)
Densidad = Densidad fluido en kg/m³

Para el Proyecto de Embalse:

H = 100 m
Caudal de Entrega a Riego Promedio = 22,0 m3/s
ηt = 0,83
ηg = 0,95
ηm = 0,97
Densidad = 1000 kg/m3

Potencia: 165.068 K-Watts

Potencia: 165 M-Watts

Como es posible apreciar, existe un interesante potencial hidroeléctrico que debiera ser estudiado en detalle, en lo que a costo de inversión para la obras refiere y bondades de la generación en lo que a sustentabilidad y periodos de tiempo de generación continua refiere.

Se espera que durante el Estudio de Prefactibilidad, se pueda desarrollar una metodología apropiada para estimar el beneficio asociado a este concepto.

10. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

A la luz de los resultados obtenidos se pueden enunciar los siguientes comentarios y conclusiones:

1. Las estadísticas fluvimétricas del río Cautín, son claras al precisar una baja en la disponibilidad de recursos, para satisfacer los derechos constituidos a favor de la DOH (Ver cuadro). Lo anterior toma relevancia cuando las demandas se concentran en los meses donde se produce un menor caudal.

Mes	**Caudal P = 85% m3/s**	**Caudal P = 50% m3/s**	**Caudal P = 20% m3/s**
Abril	32.44	47.30	65.78
Mayo	51.44	92.44	146.15
Junio	89.41	143.16	199.58
Julio	96.20	151.14	206.53
Agosto	98.19	135.60	176.01
Septiembre	93.28	120.48	151.68
Octubre	83.97	113.70	141.03
Noviembre	***70.88***	***101.09***	***126.35***
Diciembre	***54.35***	***81.26***	***109.44***
Enero	***41.53***	***57.17***	***75.98***
Febrero	***35.88***	***48.10***	***61.51***
Marzo	***31.18***	***41.70***	***54.55***

   Por lo anterior, una obra de regulación en el río Cautín, permitiría almacenar los recursos eventuales también asignados a la DOH, para su utilización en la época de mayor demanda.

2. Los análisis de rentabilidad del proyecto, entregan en forme muy clara, las bondades y robustez del este. Toda vez que los indicadores VAN y TIR no presentan importantes bajas al momento de sensibilizar el proyecto para mayores costos de inversión en obras civiles.

3. Los análisis geotécnicos y geológicos, señalan la factibilidad de emplazar una obra de embalse, antes y después de la confluencia del Río Cautín con el Río Blanco, lo que apoyaría una tesis inicial de posicionar la presa en dicho lugar.

4. Con relación a la red de canales de distribución, estos han sido ampliamente estudiados en otras Consultorías, por lo que sólo se menciona que los trazados no presentan grandes variaciones o cambios respecto a lo visto.

5. El proyecto contempla la incorporación de un total de 66.469 ha bajo riego (escenario CADE IDEPE 1992), estas superficies se dividen entre cultivos de alta y mediana rentabilidad, acorde a la realidad del valle. Es importante señalar que la disponibilidad de agua que puede regular el embalse, podría incorporar eventualmente mayores superficies de la ribera izquierda del Río Cautín e incluso aumentar las inicialmente consideradas. Lo anterior prefirió no efectuarlo para mantener un escenario más conservados del proyecto.

6. Entre las externalidades positivas del proyecto, se destaca la factibilidad de hidro-generar desde el embalse; lo anterior debido a la alta potencia que podría generar el sistema, dadas las condiciones de caudal y altura (22,0 m3/s – 100 m de altura)

7. Finalmente se recomienda favorablemente la prosecución de esta iniciativa, para ser estudiada a Nivel de Prefactibilidad Avanzada.