

**GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
COMISION NACIONAL DE RIEGO**

**PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE  
OBRAS MEDIANAS DE RIEGO - PROM**

**CONSULTORÍA:  
CATASTRO DE OBRAS DE RIEGO Y  
ELABORACIÓN DEL PLAN DE INVERSIONES AL AÑO 2018  
ZONA NORTE - REGIONES DE ARICA Y PARINACOTA  
A METROPOLITANA**

**INFORME FINAL**

**TOMO II: PERFILES DE INICIATIVAS**

**SANTIAGO, JULIO 2009**

**PROCIVIL INGENIERIA LTDA.**

**Dir: Av. 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 OF. 82 PROVIDENCIA – SANTIAGO  
Fonos: 02-2358656 02-2360325 e-mail: [procivil@entelchile.net](mailto:procivil@entelchile.net) [www.procivil.cl](http://www.procivil.cl)**

## INDICE DE CONTENIDOS

### TOMO II : PERFILES DE INICIATIVAS

<b>PERFILES DE INICIATIVAS.</b>	1.-
- Tabla de Contenidos	2.-
1.- Perfiles de Iniciativas	4.-
XV.- Región de Arica y Parinacota.	XV.1.-
- Proyecto de optimización de los recursos hídricos en el valle del río Lluta.	XV.LL.1.-
- Proyecto de presurización de conducción y descargas del agua, en sistema de riego Azapa.	XV.AZ.1.-
I.- Región de Tarapacá.	I.1.-
- Proyecto de embalse Pintanane.	I.PI.1.-
- Proyecto de embalse sobre Estero Sibaya.	I.SB.1.-
II.- Región de Antofagasta	II.1.-
- Proyecto de embalse Quillagua.	II.QUI.1.-
- Proyecto de embalse Ayquina.	II.AY.1.-
III.- Región de Atacama	III.1.-
- Proyecto de unificación de 23 canales en tramo San Antonio a La Puerta	III.PU.1.-
- Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de los canales: El Naranjo, El Jardín, La Cantera, El Carrizo.	III.TY.1.-
- Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de canales: Niágara y Compuertas Negras.	III.PY.1.-
- Proyecto de optimización y mejoramiento de calidad del agua para el Canal Mal Paso.	III.MP.1.-
- Proyecto de nuevo Embalse La Plata ó El Carmen .	III.EP.1.-
- Proyecto de Unificación de Canales con multiuso de aguas: Armidita, Peña Colorada & Puntilla Unificados, Campillay & Chanchoquín Unificados, Molino Alvarez, Torres, Valdés.	III.AR.1.-
- Proyecto de Unificación de Canales en ambas riberas: Ribera norte: Marañón, Ventanas, Perales; Ribera sur: Compañía, Gallo y Ferrera, Buena Esperanza, Quebrada Honda.	III.HU.1.-
- Proyecto de ampliación de Lagunas Cordilleranas: Grande y Chica.	III.LC.1.-
- Proyecto de revestimiento en Tramo IV del río Huasco, de canales: San José, Nicolasa, García & Campusano, Bellavista, Las Tablas, La Cachina.	III.SJ.1.-
IV.- Región de Coquimbo..	IV.1.-
- Proyecto de optimización de uso y regulación subterránea de los recursos hídricos del río Mostazal.	IV.MO.1.-
- Proyecto de regulación de recursos subterráneos en la Tercera Sección del río Pama.	IV.PM.1.-

## INDICE DE CONTENIDOS

(CONTINUACIÓN DE TOMO II - PERFILES DE INICIATIVAS)

V.-	Región de Valparaíso.	V.1.-
-	Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Petorca.	V.PT.1.-
-	Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río La Ligua.	V.LI.1.-
-	Proyecto de bocatoma y mejoramiento del canal La Petaca.	V.LP.1.-
-	Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento del canal Rinconada.	V.RI.1.-
-	Proyecto de unificación de bocatomas y multiuso de aguas de canales: Arriba de Catemu; Abajo de Catemu y Pepino.	V.CA.1.-
-	Proyecto de mejoramiento del canal Mauco.	V.MC.1.-
-	Proyecto de regulación de aguas subterráneas en Tercera Sección del Río Aconcagua.	V.AC.1.-
-	Proyecto de mejoramiento del canal Lo Rojas.	V.LR.1.-
RM.-	Región Metropolitana.	RM.1.-
-	Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras en Asociación de Canales Unidos de Buin.	RM.BU.1.-
-	Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras de Asociación Canal Huidobro.	RM.HD.1.-
-	Proyecto de mejoramiento calidad de aguas para Asociación de Canales de Maipo.	RM.MA.1.-
-	Proyecto de optimización y multiuso de aguas del canal Mallarauco.	RM.ML.1.-
-	Proyecto de unificación de bocatomas y revestimiento en canales: Chada, Culitrín y Romeral.	RM.CC.1.-

## INDICE DE CONTENIDOS

### TABLA DE ABREVIATURAS

- XV.- Región de Arica y Parinacota  
LL: Proyecto de optimización de los recursos hídricos en el valle del río Lluta.  
AZ: Proyecto de presurización de conducción y descargas del agua, en sistema de riego Azapa.
- I.- Región de Tarapacá  
PI: Proyecto de embalse Pintanane.  
SB: Proyecto de embalse Sibaya.
- II.- Región de Antofagasta  
QUI: Proyecto de embalse Quillagua.  
AY: Proyecto de embalse Ayquina.
- III.- Región de Atacama  
PU: Proyecto de unificación de 23 canales en tramo San Antonio a La Puerta.  
TY: Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de los canales: El Naranjo, El Jardín, La Cantera, El Carrizo.  
PY: Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de los canales: Niágara y Compuertas Negras.  
MP: Proyecto de optimización y mejoramiento de calidad del agua para el Canal Mal Paso.  
EP: Proyecto de nuevo embalse La Plata ó El Carmen.  
AR: Proyecto de unificación de canales con multiuso de aguas: Armidita, Peña Colorada & Puntilla unificados, Campillay & Chanchoquín unificados, Molino Alvarez, Torres, Valdés.  
HU: Proyecto de unificación de canales en ambas riberas: Ribera norte: Marañón, Ventanas, Perales; Ribera sur: Compañía, Gallo y Ferrera, Buena Esperanza, Quebrada Honda.  
LC: Proyecto de ampliación de Lagunas Cordilleranas: Grande y Chica.  
SJ: Proyecto de revestimiento en Tramo IV del río Huasco, de canales: San José, Nicolasa, García & Campusano, Bellavista, Las Tablas, La Cachina.
- IV.- Región de Coquimbo  
MO: Proyecto de optimización de uso y regulación subterránea de los recursos hídricos del río Mostazal.  
PM: Proyecto de regulación de recursos subterráneos en la Tercera Sección del Río Pama.
- V.- Región de Valparaíso  
PT: Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Petorca.  
LI: Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río La Ligua.  
LP: Proyecto de bocatoma y mejoramiento del canal La Petaca.  
RI: Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento del canal Rinconada.  
CA: Proyecto de unificación de bocatomas y multiuso de aguas de canales: Arriba de Catemu; Abajo de Catemu y Pepino.  
MC: Proyecto de mejoramiento del canal Mauco.

## INDICE DE CONTENIDOS

(CONTINUACIÓN TABLA DE ABREVIATURAS)

- AC: Proyecto de regulación de aguas subterráneas en Tercera Sección del Río Aconcagua.
- LR: Proyecto de mejoramiento del canal Lo Rojas.
- RM.- Región Metropolitana
  - BU: Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras en Asociación de Canales Unidos de Buin.
  - HD: Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras de Asociación Canal Huidobro.
  - MA: Proyecto de mejoramiento de calidad de aguas para Asociación de Canales de Maipo.
  - ML: Proyecto de optimización y multiuso de aguas del canal Mallarauco.
  - CC: Proyecto de unificación de bocatoma y revestimiento en canales: Chada, Culitrín y Romeral.

## **PERFILES DE INICIATIVAS**

1.-

**PROM ZONA NORTE**  
**TABLA DE CONTENIDOS**  
**PERFILES DE INICIATIVAS**

1.- Perfiles de Iniciativas . . . . .	4.-
XV.- Región de Arica y Parinacota. . . . .	XV.1.-
- Proyecto de optimización de los recursos hídricos en el valle del río Lluta. . . . .	XV.LL.1.-
- Proyecto de presurización de conducción y descargas del agua, en sistema de riego Azapa. . . . .	XV.AZ.1.-
I.- Región de Tarapacá. . . . .	I.1.-
- Proyecto de embalse Pintanane. . . . .	I.PI.1.-
- Proyecto de embalse sobre Estero Sibaya. . . . .	I.SB.1.-
II.- Región de Antofagasta . . . . .	II.1.-
- Proyecto de embalse Quillagua. . . . .	II.QUI.1.-
- Proyecto de embalse Ayquina. . . . .	II.AY.1.-
III.- Región de Atacama . . . . .	III.1.-
- Proyecto de unificación de 23 canales en tramo San Antonio a La Puerta . . . . .	III.PU.1.-
- Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de los canales: El Naranjo, El Jardín, La Cantera, El Carrizo. . . . .	III.TY.1.-
- Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de canales: Niágara y Compuertas Negras. . . . .	III.PY.1.-
- Proyecto de optimización y mejoramiento de calidad del agua para el Canal Mal Paso. . . . .	III.MP.1.-
- Proyecto de nuevo Embalse La Plata ó El Carmen . . . . .	III.EP.1.-
- Proyecto de Unificación de Canales con multiuso de aguas: Armidita, Peña Colorada & Puntilla Unificados, Campillay & Chanchoquín Unificados, Molino Alvarez, Torres, Valdés. . . . .	III.AR.1.-
- Proyecto de Unificación de Canales en ambas riberas: Ribera norte: Marañón, Ventanas, Perales; Ribera sur: Compañía, Gallo y Ferrera, Buena Esperanza, Quebrada Honda. . . . .	III.HU.1.-
- Proyecto de ampliación de Lagunas Cordilleranas: Grande y Chica. . . . .	III.LC.1.-
- Proyecto de revestimiento en Tramo IV del río Huasco, de canales: San José, Nicolasa, García & Campusano, Bellavista, Las Tablas, La Cachina. . . . .	III.SJ.1.-
IV.- Región de Coquimbo.. . . .	IV.1.-
- Proyecto de optimización de uso y regulación subterránea de los recursos hídricos del río Mostazal. . . . .	IV.MO.1.-
- Proyecto de regulación de recursos subterráneos en la Tercera Sección del río Pama. . . . .	IV.PM.1.-

**PROM ZONA NORTE**  
**TABLA DE CONTENIDOS**  
 (CONTINUACIÓN DE PERFILES DE INICIATIVAS)

V.-	Región de Valparaíso.	V.1.-
-	Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Petorca.	V.PT.1.-
-	Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río La Ligua.	V.LI.1.-
-	Proyecto de bocatoma y mejoramiento del canal La Petaca.	V.LP.1.-
-	Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento del canal Rinconada.	V.RI.1.-
-	Proyecto de unificación de bocatomas y multiuso de aguas de canales: Arriba de Catemu; Abajo de Catemu y Pepino.	V.CA.1.-
-	Proyecto de mejoramiento del canal Mauco.	V.MC.1.-
-	Proyecto de regulación de aguas subterráneas en Tercera Sección del Río Aconcagua.	V.AC.1.-
-	Proyecto de mejoramiento del canal Lo Rojas.	V.LR.1.-
RM.-	Región Metropolitana.	RM.1.-
-	Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras en Asociación de Canales Unidos de Buin.	RM.BU.1.-
-	Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras de Asociación Canal Huidobro.	RM.HD.1.-
-	Proyecto de mejoramiento calidad de aguas para Asociación de Canales de Maipo.	RM.MA.1.-
-	Proyecto de optimización y multiuso de aguas del canal Mollarauco.	RM.ML.1.-
-	Proyecto de unificación de bocatomas y revestimiento en canales: Chada, Culitrín y Romeral.	RM.CC.1.-

## **1.- Perfiles de Iniciativas.**

A continuación se presentan los perfiles de cada iniciativa catastrada, que contiene sus características y los elementos que la conforman. Estos documentos contienen todos los antecedentes relevantes recopilados para conocer las iniciativas a nivel de perfil.

Entre estos antecedentes se destacan los siguientes: el planteamiento de la situación actual; el problema que debe resolverse; las alternativas técnicas posibles; las características de la mejor solución técnica; los elementos del desarrollo agroeconómico; las superficies beneficiadas junto con el número de beneficiarios; el impacto esperado; derechos de agua; los parámetros económicos: Io, VAN y TIR a precios de mercado y sociales; el costo de estudios y programas complementarios. Además se acompañan antecedentes de planos de ubicación de cada obra y fotos.

Se entrega el resumen de características de las alternativas de solución planteadas, antes de aplicarles el análisis multicriterios que se contiene en Anexo, mediante el cual se determinó la alternativa más conveniente para cada iniciativa.

## **XV.- REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA**

XV.1.-

**PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN  
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS  
EN EL VALLE DEL RÍO LLUTA**

**RÍO LLUTA  
COMUNA DE ARICA**

XV.LL.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de optimización de los recursos hídricos en el valle del río Lluta.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Arica y Parinacota.  
**2.2.- COMUNA** : Arica  
**2.3.- CUENCA** : Río Lluta.  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia Río Lluta, en proceso de constitución legal.  
**2.5.- INFORMANTE** : Michael Humire – Presidente Junta  
Dirección : Yugooslavia N° 1.281 Arica  
Teléfono : 058-315865  
Email : juntavigilancia\_riolluta@hotmail.com  
**2.6.- CARTA INTERÉS** : En Anexo H se acompaña carta de interés de la Junta de Vigilancia.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

En el río Lluta, se plantea un sistema de mejoramiento de la eficiencia de uso del agua reduciendo la infiltración, entubando y presurizando la conducción, tendiendo además a disminuir la lixiviación de sales que se producen con los actuales riegos tradicionales; gran parte de estas sales se ubican en los suelos agrícolas del valle.

El sistema propuesto consiste en una captación de agua superficial nueva y estable, que se ubicará en el sector de Molinos, entre Molinos y Chapisca, seguida de una conducción entubada presurizada de unos 7,7 kilómetros de trazado bajo el lecho del río y/o sus terrazas ribereñas, con la entrega presurizada al riego desde la matriz de conducción. Debido a que la DOH tiene proyectado el embalse Chironta de unos 40 millones m<sup>3</sup>, con emplazamiento ubicado por aguas arriba y cercano al sector de Molinos, esta nueva iniciativa sería complementaria al embalse y se potenciarían mutuamente. El embalse regulará crecidas de origen pluvial en el altiplano, las cuales tienen bajas concentraciones de sales, al no haberse filtrado por los suelos salinos del valle. De este modo, el embalse proporcionará mejor calidad y cantidad de agua, además del control de crecidas que actualmente dañan los suelos agrícolas. Por otra parte, la conducción entubada y presurizada que se plantea, proporcionará mejor eficiencia de uso del agua. Además estimulará la tecnificación del riego con la presurización en la tubería matriz, contribuyendo así a reducir la lixiviación en suelos de riego y asimismo se logrará un importante ahorro de energía. Se requieren drenes que están en estudio en la DOH, los cuales también son complementarios al proyecto PROM.

XV.LL.2.-

Además de lo señalado, existe un pequeño potencial hidroeléctrico estimado en 0,18 Mw que corresponde a una obra privada complementaria a la obra de riego, la cual podría emplazarse aproximadamente en el km 1,5 de la tubería presurizada.

### **3.2.-UBICACIÓN.**

La ubicación georreferenciada del inicio de la entubación es:

Bocatoma: Este: 389.741m; Norte: 7.964.005m

Coordenadas en sistema: WGS 84 HUSO 19

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

Este proyecto PROM pretende aumentar la disponibilidad hídrica para riego, aumentando la seguridad de abastecimiento mediante la conducción entubada, la cual posibilita tanto la recuperación de agua como la reducción los niveles de contaminación salina a nivel de potrero.

La conducción con entregas presurizadas posibilita además, la introducción del mercado del agua, de vital importancia especialmente para los períodos con déficit hídrico. Este permite la transferencia de caudales para cultivos de alta inversión, con la correspondiente redistribución de los ingresos económicos, que provienen de dichos cultivos.

Por otra parte, se observó que la actual producción de maíz, empastadas y algunas hortalizas, parecen no estar mayormente afectadas con la elevada concentración de sales en el agua de riego. Ante este hecho, se asume que la adaptación genética de estos cultivos a lo largo de muchos años, ha posibilitado la producción en forma natural y obtener semillas para nuevas explotaciones. En teoría, éstas no podrían existir, sin embargo, constituyen una realidad digna de estudiar, imitar y mejorar, mediante una adecuada investigación científica apoyada posiblemente en las universidades locales. Atendiendo a la necesidad de la investigación como herramienta habitual para el desarrollo futuro del valle, se destaca un hecho significativo, y es que en Lluta ya existe un laboratorio que produce industrialmente moscas de la fruta estériles, para el combate contra este flagelo agrícola.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

El río Lluta presenta una gran demanda hídrica durante todo el año debido a los cultivos en la zona de riego del valle, situación que presenta un bajo nivel de satisfacción, existen además problemas de seguridad de riego, sumando además la alta salinidad de los suelos en esa zona, afectando a cultivos que requieren mayor cuidado y dedicación.

XV.LL.3.-

Para dar solución a estas situaciones, se plantean dos alternativas que sugieren la conducción y entregas presurizadas para elevar la seguridad de riego, junto con permitir la recuperación de caudales infiltrados y que además posibilitan la introducción del mercado de arriendos temporales del agua, de vital importancia especialmente en períodos de déficit hídrico.

La primera alternativa consiste en la construcción de una obra de toma en el río a partir de la cual se extiende una red de conducción presurizada bajo el cauce del propio río con una extensión de unos 7,7 Km; ésta considera además las entregas presurizadas correspondientes al riego. La segunda alternativa consiste en la conducción a través de un canal revestido con canoa de hormigón armado, con un trazado de baja pendiente y de unos 8 Km de longitud; se consideran cámaras de carga cada 1 Km, desde las cuales se desarrollan entregas presurizadas, con una extensión de 1 Km en el caso de las 3 iniciales, mientras que las 4 restantes serían de dos tramos con 0,5 Km de longitud cada una, considerando además una obra de disipación de energía entre ambos tramos.

Mediante el análisis de multicriterios presentado en el Anexo K.i.XV.LL del Catastro PROM Zona Norte, se desprende la solución recomendada, que presenta ventajas principalmente en términos de costos y que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

- Se considera la construcción de una barrera estable en el río para captar los caudales que serán entubados y presurizados.
- Un desarenador permitirá extraer el material particulado presente en las aguas del cauce natural, así se disminuye tanto el costo en mantención de filtros como los gastos en desembanque de canales.
- Se propone una red presurizada de 7,7 km para conducir un caudal de 2,2 m<sup>3</sup>/s. La red cuenta con obras anexas tales como: válvulas de seguridad, machones de anclaje, entregas presurizadas con hidrómetros, todo lo cual posibilita el mercado del agua y su protección ante la contaminación con sales.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS.**

El proyecto que se propone permitirá: incrementar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos existentes; eliminar pérdidas de agua en la conducción entubada; reducir la contaminación por sales de lixiviación de las aguas conducidas por la tubería presurizada. Posibilita, además, el mercado del agua de arriendos temporales con claros beneficios sociales, en períodos de mayor escasez.

El valle tiene una superficie cultivable aproximadamente de unas 1.870 ha.

Con las obras del proyecto, se tendrá un superficie de nuevo riego de 268 ha, además de 595 ha equivalentes de nuevo riego y 1.284 de mejoramiento de riego existente; la superficie total beneficiada asciende a unas 2.147 ha.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 ha)	12%
MEDIANOS (20-50 ha)	75%
GRANDES (>50 ha)	13%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES 1.870	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 2.147 ha
Ajo	Ajo
Choclos	Choclo
Cebollas	Cebollas
Alfalfa	-

Los antecedentes agronómicos se presentan en el Anexo A.ii.XV.LL.-

Los beneficiarios se estiman en 270 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que la mayoría de los agricultores pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente 18% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Lluta en Chapisca. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 2,20 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q (85\%) = 1,50 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

XV.LL.5.-

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

Las extracciones que practican los canales de riego existentes son derechos inscritos; tienen una capacidad cercana y algo superior a 2,0 m<sup>3</sup>/s, los cuales captan todo su caudal en el período de riego en un año hidrológico de tipo normal.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL**

El impacto se estima muy positivo, al recuperarse una parte del caudal que actualmente se pierde, se mejora la calidad del agua al evitarse parte importante de la lixiviación en los suelos de riego y además se ahorra energía en tecnificación.

La entubación del caudal normal del río producirá un descenso de la infiltración y del nivel freático, lo cual redundará en la reducción de la vegetación de matorrales y freatófitas que circundan el cauce. Se debiera producir una reducción de los suelos anegados junto al cauce.

La disminución del caudal del escurrimiento superficial deberá ser controlada manteniendo un caudal ecológico por el cauce, que de todas formas existirá por los afloramientos de la napa y vertientes, que son numerosas a lo largo del cauce.

No se prevén impactos negativos en la infraestructura pública o en viviendas.

Durante la construcción de la obra de entubación bajo el lecho del río, se requerirá realizar movimientos de tierra que deberán planificarse para reducir el impacto en los predios ribereños.

## **8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Calidad del agua que podría tener unos niveles de salinidad elevados.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en tramos propuestos para presurización.

## **9.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS**

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (Nº2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos. (Nº2.2.2.- Parte III, Tomo I)

## 10.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Valle de Lluta	2.791	2.761	2.130	4.701	19	24

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.XV.LL del Catastro PROM Zona Norte.

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PRACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	430
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.485 millones.

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto, se destaca la posibilidad de introducir un complemento que permita la generación hidroeléctrica de carácter privado, con un potencial estimado en 0,18 Mw en la tubería presurizada ya citada, obteniéndose los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación:

- Caudal estimado para generación: 2 m<sup>3</sup>/s
- Altura de caída bruta: 11 m
- Potencial: 0,18 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$253 millones.
- VAN del uso hidroeléctrico: \$239 millones
- TIR: 16%
- IVAN (VAN/I<sub>0</sub>) = 1,1

XV.LL.7.-

La evaluación económica de la generación a nivel preliminar, se contiene en el Anexo J.ii.XV.LL del Catastro PROM Zona Norte.

## **11.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **11.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Estudio de Factibilidad de Construcción de Embalses para Lluta y Azapa de 2006, realizado por Ingendesa SA para la DOH.

Existe el proyecto reciente de la DOH para el embalse Chironta, el cual aporta antecedentes de esta zona. También existe un estudio de proyecto de mejoramiento de los drenes, aplicando la ley de Fomento al Riego, (Nº18450).

Se estaría elaborando actualmente un estudio de calidad del agua en el río Azufre, a cargo de la UC de Valparaíso.

No se tienen antecedentes de levantamientos topográficos recientes.

## **12.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **12.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

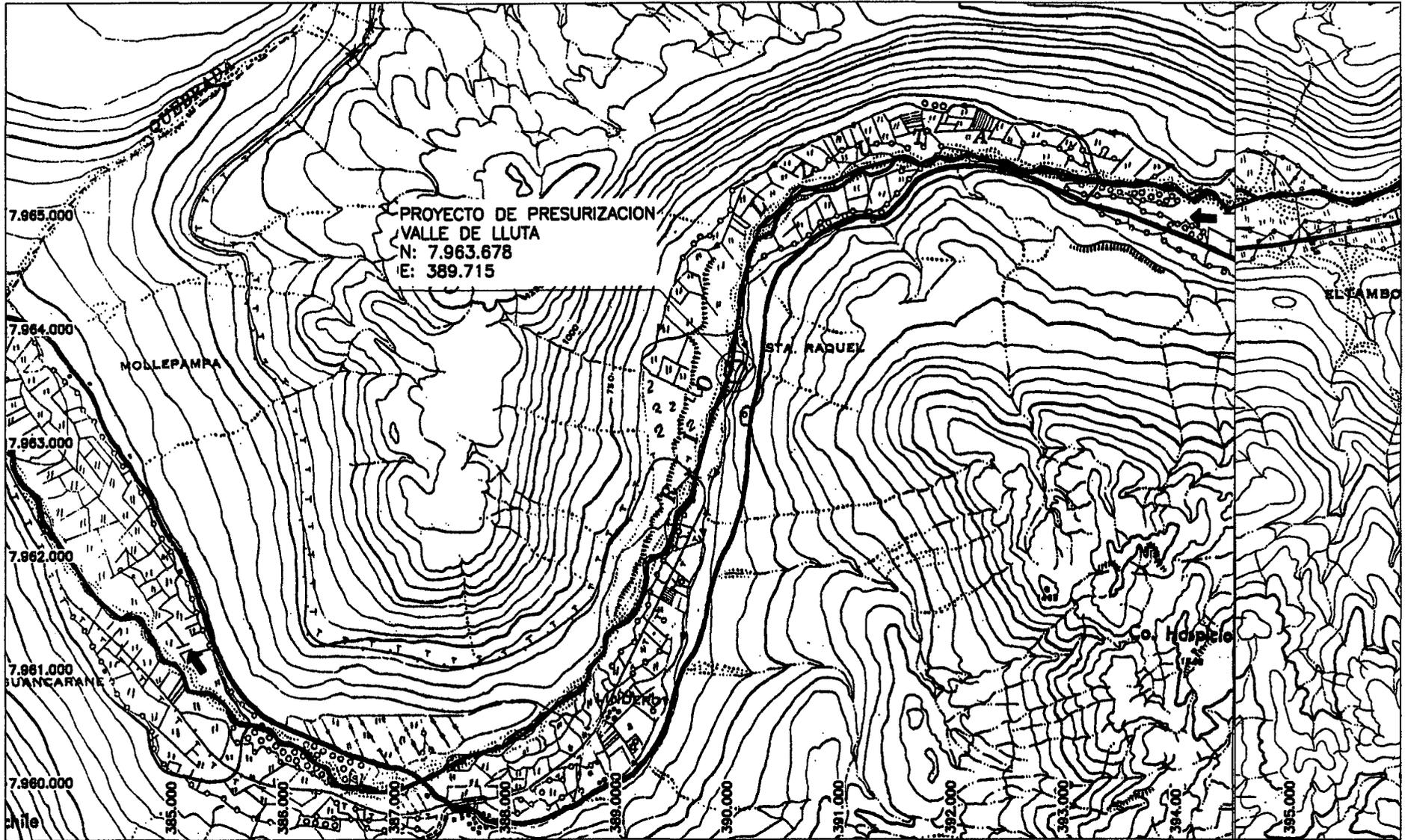
### **12.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **12.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

XV.LL.8.-



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-01-0013-00 POCONCHILE-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-01-0014-00 ESTACION CENTRAL-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

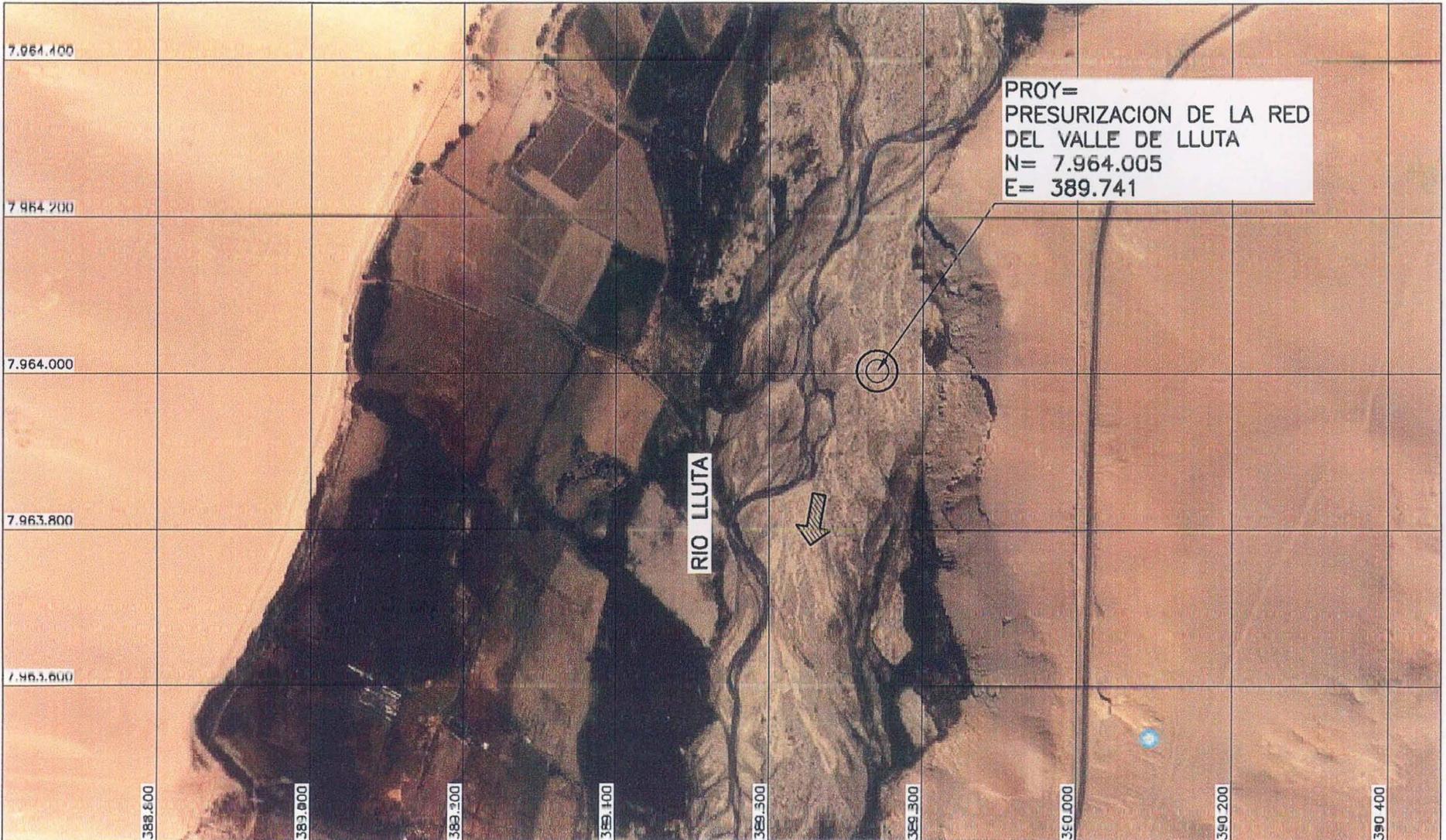


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LLUTA EN COMUNA DE ARICA "PROYECTO DE OPTIMIZACION DE LOS  
 RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO LLUTA"  
 CUENCA RIO LLUTA - REGION DE ARICA Y PARINACOTA

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 04 - PROVINCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 696 0263 - 696 0606

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA XV.LL.1



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

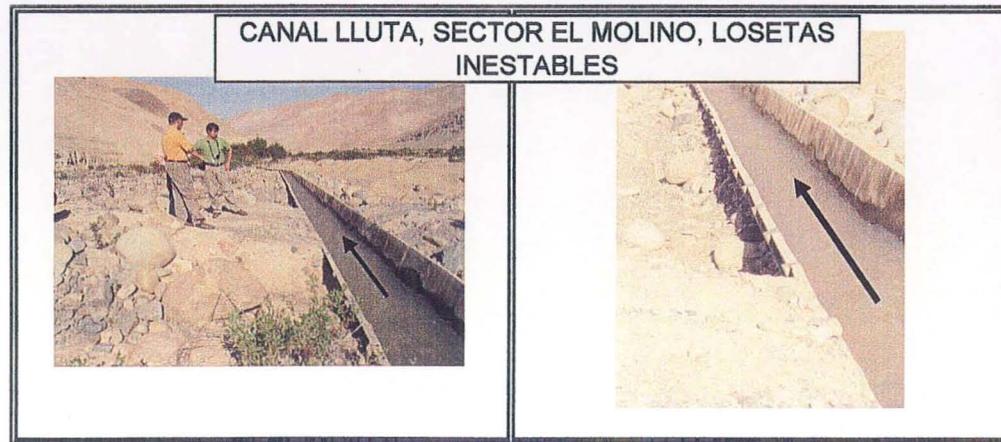
**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO LLUTA EN QUEBRADA DE ARICA "PROYECTO DE OPTIMIZACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DEL VALLE DEL RIO LLUTA" REGION DE ARICA Y PARINACOTA	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - 07. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 220 0620 - 220 0600	ESCALA APROX. 1:7.500
	LAMINA XV.LL.2

XV.LL.10.-

OPTIMIZACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL VALLE DEL RIO LLUTA



**PROYECTO DE PRESURIZACIÓN  
DE CONDUCCIÓN Y DESCARGAS DEL AGUA  
EN SISTEMA DE RIEGO AZAPA**

**RÍO SAN JOSÉ  
COMUNA DE ARICA**

XV.AZ.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de presurización de conducción y descargas del agua, en sistema de riego Azapa.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Arica y Parinacota.  
2.2.- COMUNA : Arica  
2.3.- CUENCA : Río San José.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Comunidad de Aguas Canal Azapa – COMCA  
2.5.- INFORMANTE : Luis Cañipa Ponce – Presidente Junta  
Dirección : Diego Portales N°2295 Arica  
Teléfono : 058-243533 058-211008 058-206343  
Email : luxaca@hotmail.com  
2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés de la Junta

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

Esta iniciativa de mejoramiento fue analizada en terreno con los Directores del COMCA. Se refiere al incremento de eficiencia de uso del agua del río San José, mediante la entubación presurizada del canal matriz, lo cual además estimulará una mayor tecnificación en el riego, lo cual reducirá la actual lixiviación de sales que se produce en el riego de los suelos agrícolas.

La solución final propuesta consiste principalmente en el mejoramiento de la actual captación del canal Azapa en el punto actual, seguida de una conducción entubada presurizada de unos 16,5 kilómetros de trazado bajo el lecho del río y sus terrazas ribereñas. Desde la matriz podrá entregarse el agua con presión a los predios o las derivaciones. Esta tubería proporcionaría: mejor eficiencia del uso del agua; junto con ayudar a reducir la lixiviación de sales que se ubican en los suelos de riego y al ahorro de energía en los actuales riegos tecnificados con bombeo.

En forma complementaria al riego, es posible plantear privadamente un aprovechamiento hidroeléctrico empleando la tubería presurizada, lo que constituye un multiuso de beneficio privado, que en este Catastro se evalúa en forma independiente del proyecto de riego.

### 3.2.- UBICACIÓN

La ubicación georreferenciada del inicio de la entubación es:

Bocatoma: Este: 402.182 m Norte: 7.944.881 m (WGS 84 HUSO 19)

XV.AZ.2.-

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

Los problemas de riego del valle de Azapa que aborda el proyecto son: la elevada infiltración, la inseguridad de abastecimiento, la lixiviación de sales ubicadas en suelos de la zona agrícola. Esta iniciativa del PROM pretende aumentar la disponibilidad de agua para riego y la seguridad de abastecimiento mediante la conducción entubada. Por otra parte, el riego presurizado posibilita un mayor riego tecnificado que lleva a reducir los niveles de contaminación salina en lixiviación de sales en suelos de los predios. Asimismo, la conducción presurizada y las entregas con hidrómetros dotados de registradores, posibilitan el mercado del agua que es de gran importancia especialmente en períodos con déficit hídrico.

Por otra parte, se observó en terreno que la actual producción de maíz, empastadas y algunas hortalizas, parecen no estar mayormente afectadas con la elevada concentración de sales en el agua de riego. Ante este hecho se asume que existe adaptación genética de estos cultivos a lo largo de muchos años, posibilitando la producción en forma natural y la obtención de semillas que posibilitan nuevas explotaciones, las cuales teóricamente no podrían existir, sin embargo, constituyen una realidad digna de estudiar, imitar y mejorar, mediante una adecuada investigación científica apoyada en las universidades locales.

Se podrá entregar el agua presurizada a los regantes y controlar estos caudales y volúmenes mediante hidrómetros, posibilitando además la concreción del mercado del agua mediante arriendos volumétricos temporales, que incrementará la eficiencia hídrica global de la cuenca y permitirá obtener algunos beneficios económicos y sociales a los regantes y además a la misma organización, por el servicio de traslado de aguas y su control diario entre el arrendador y el arrendatario.

Además de estos beneficios, la conducción entubada presurizada con un trazado predominante bajo el lecho del río, evitará el costo y daños frecuentes que actualmente sufre el canal Azapa, al cual se incorpora el material de derrame proveniente de la ladera inestable en la cual se emplaza. El canal dispone actualmente de losetas superiores para su protección ante estos derrames en la mayor parte de su trazado, sin embargo, el volumen y peso de éste resulta excesivo para dichas estructuras que presentan numerosos colapsos, con la consecuente obstrucción de su cauce y reducción del caudal que llega a los regantes.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Tal como se indicó, el río Azapa tiene una gran demanda hídrica durante todo el año debido a los cultivos en la zona de riego del valle, situación que presenta un bajo nivel de satisfacción, dejando en claro que existen problemas de seguridad de riego. Además los cultivos se ven afectados debido a la alta salinidad de los suelos en esa zona. Como solución a esto se plantean dos alternativas que apuntan a mejorar la seguridad

XV.AZ.3.-

de riego, recuperar aguas que se infiltrarían y disminuir la presencia de sales en el agua.

La primera alternativa plantea una red entubada con presurización de unos 16,5 Km de longitud, que transportaría 0,8m<sup>3</sup>/s. la cual inicia a continuación de la bocatoma en el río. La segunda alternativa contempla un embalse aguas arriba, en la zona de Livilcar, con un muro de 80m y un volumen embalsado de 8 Hm<sup>3</sup> el cual es equivalente a las recuperaciones obtenidas por conducir en todo el año, las aguas al riego del valle de la alternativa N°1; ésta además considera la construcción de un canal revestido de albañilería de piedra para su entrega con una extensión de unos 30 Km.

Mediante el análisis de multicriterios presentado en el Anexo K.i.XV.AZ.- se desprende la solución recomendada que presenta ventajas principalmente en términos de costos y que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

- Un desarenador permitirá extraer adecuadamente el material particulado presente en las aguas del cauce natural, así se disminuye tanto el costo en mantención de filtros como los gastos en desembanque de canales.
- Una red presurizada de 16,5 km para conducir un caudal de 0,8 m<sup>3</sup>/s, junto con dispositivos anexos tales como válvulas de seguridad con sus machones de anclaje para la protección de la misma, además de una serie de entregas presurizadas con hidrómetros, todo lo cual posibilita introducir el mercado del agua.

Obra	Objetivo	Problema que resuelve
Ampliación de la bocatoma del canal Azapa	Captar los recursos provenientes del Canal Azapa	Permite captar el agua proveniente del Canal Azapa y llevarla a la tubería de distribución aguas abajo.
Cámara de Rejas	Impedir el ingreso de elementos de gran tamaño a la tubería.	Proteger la tubería, evitando estancamiento al interior de ésta y mejorando la calidad del agua.
Desarenador	Retirar material particulado contenido en el agua.	Mejorar la calidad del agua y evitar acumulación de material particulado tanto al interior de la tubería, como al interior de canales que se embancan disminuyendo su sección.
Tubería presurizada	Conducir las aguas captadas hasta las entregas a los puntos de demanda.	Disminuye las pérdidas y aumenta la eficiencia en la distribución del agua
Machones	Fijar la tubería al terreno y contrarrestar el efecto de eventuales sobrepresiones.	Evita inestabilidad de la tubería que puede producir deterioro y consiguientes filtraciones.
Cámaras de Inspección.	Permite el monitoreo de tramos al interior de la tubería	Ingreso de personas para reparar tramos averiados o retiro de elementos que obstruyan el paso del agua.
Obras de entrega con hidrómetros	Entregar agua a los canales o terrenos agrícolas correspondientes	Posibilita la medición de las extracciones permitiendo el control de ellas, y facilitando las bases para el mercado del agua.

XV.AZ.4.-

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS.

El proyecto que se propone, permitirá: incrementar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos existentes; eliminación de pérdidas de agua en la conducción; reducción en la contaminación por lixiviación de sales en el riego presurizado; posibilitar el mercado del agua. Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de unos 170 l/s en año normal y 123 l/s en el año seco. Lo cual permite un incremento de superficie nuevo riego seguro de 370 ha especialmente de hortalizas con métodos tecnificados.

La superficie cultivable del valle se ha estimado en unas 4.800 ha.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	23%
MEDIANOS (20-50 HA)	54%
GRANDES >50 HA	23%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 4.797 ha
Olivo	Olivo
Tomate	Tomate
Zapallo Italiano	Zapallo Italiano

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.XV.AZ.-

Los beneficiarios se estiman en 771 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que la mayoría de los agricultores pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 21% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río San José en Bocatoma Canal Azapa. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego con mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 0,8 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$
$$Q (85\%) = 0,5 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los derechos están inscritos; las extracciones que practican los canales de riego existentes tienen una capacidad cercana a 1 m<sup>3</sup>/s, los cuales captan todo su caudal en el período de riego en un año hidrológico de tipo húmedo. El proyecto no alterará el régimen de extracciones ni de derechos actuales.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

El impacto se estima positivo, al posibilitar la recuperación de caudal en un valle con escasez hídrica, además de mejorar las condiciones de aplicación del agua con presurización y ahorro de energía, así como proteger la calidad del agua.

Se impedirán los problemas actuales de la obstrucción de la conducción en canal Azapa que sufre de la incorporación de material de derrames de la ladera en muchos tramos de sección abierta.

Durante la construcción de la obra de entubación bajo el lecho del río, se requerirá realizar movimientos de tierra que deberán planificarse para reducir el impacto en los predios ribereños. Los afloramientos de las tuberías presurizadas que deben conectarse a los predios, que corresponde a proyectos privados en la red particular, interferirán con el camino público con trazado por la orilla norte del río, lo cual deberá ser analizado con un diseño adecuado en dichos proyectos privados.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Calidad del agua que podría tener unos niveles de salinidad elevados.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en tramos propuestos para presurización.

## 9.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (Nº2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos. (Nº2.2.2.- Parte III, Tomo I)

## 10.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto presurización sistema de riego Azapa.	3.385	3.351	2.494	4.966	18	22

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.XV.AZ.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	457
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, la cual presenta una variación porcentual según el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo Nº5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 4.106 millones.

XV.AZ.7.-

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto, resulta posible introducir un complemento privado que permita la generación hidroeléctrica con un potencial estimado en 0,08 Mw en la tubería presurizada ya citada. Se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación:

- Caudal estimado para generación: 0,9 m<sup>3</sup>/s
- Altura de caída bruta: 11,5 m
- Potencial: 0,08 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$119 millones.
- VAN del uso hidroeléctrico: \$74 millones
- TIR: 13 %
- IVAN (VAN/Io) = 0,7

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.XV.AZ.-

## **11.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **11.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Estudio de Factibilidad de Construcción de Embalses para Lluta y Azapa de 2006, realizado por Ingendesa SA para la DOH.

La DOH está desarrollando un estudio de factibilidad de la entubación del canal manteniendo su conducción de acueducto, sin embargo la utilidad de dicho proyecto no es comparable con los beneficios que reportaría la iniciativa PROM con su presurización de toda la conducción, con el multiuso antes señalado y que corresponden a un planteamiento modernizador para la organización de riego.

Existe el antecedente hidrológico de la estación DGA de Bocatoma Canal Azapa.

## **12.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **12.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

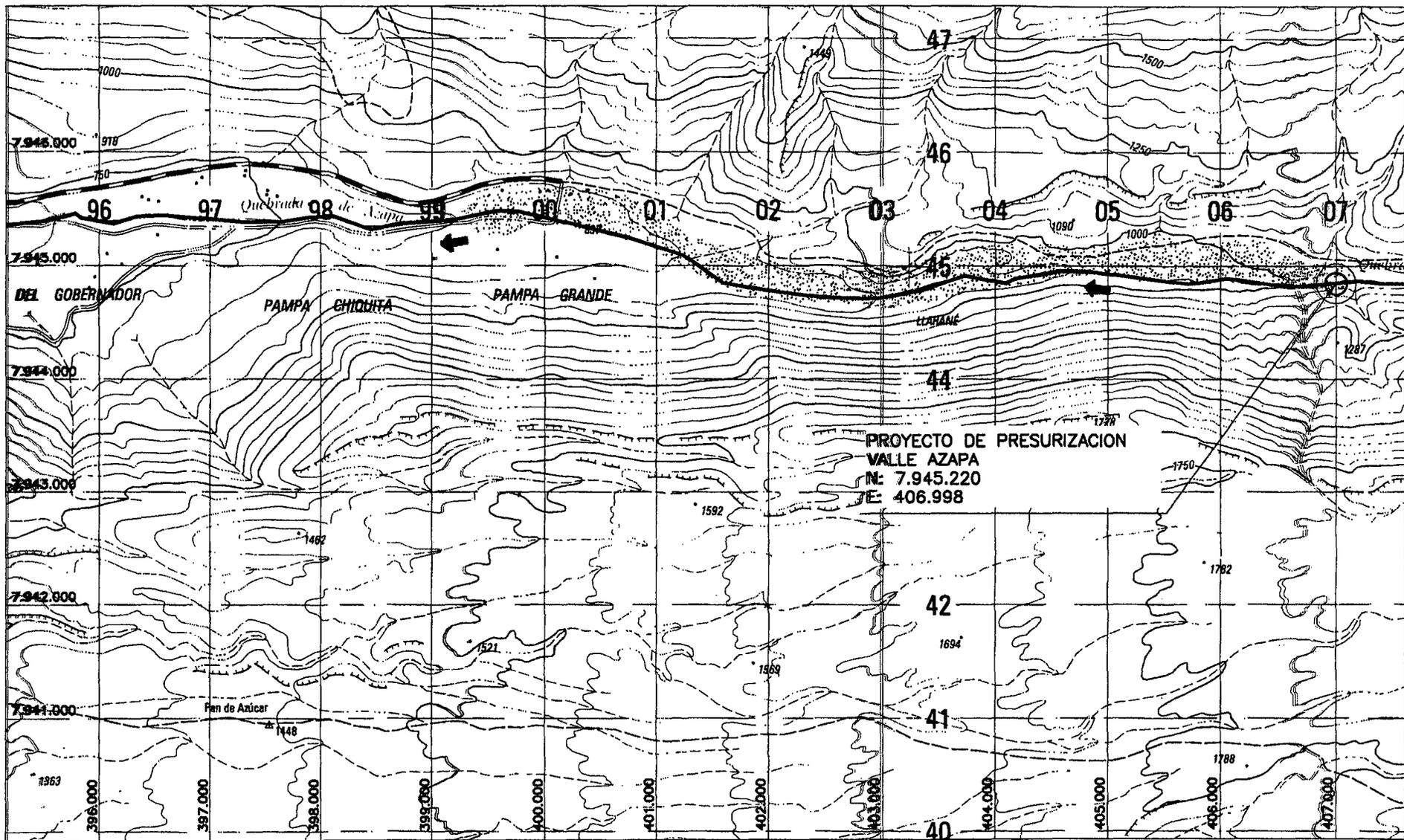
### **12.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **12.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

XV.AZ.8.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 EGM 5-04-01-0020-00 SANTUARIO DE LAS PEÑAS-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



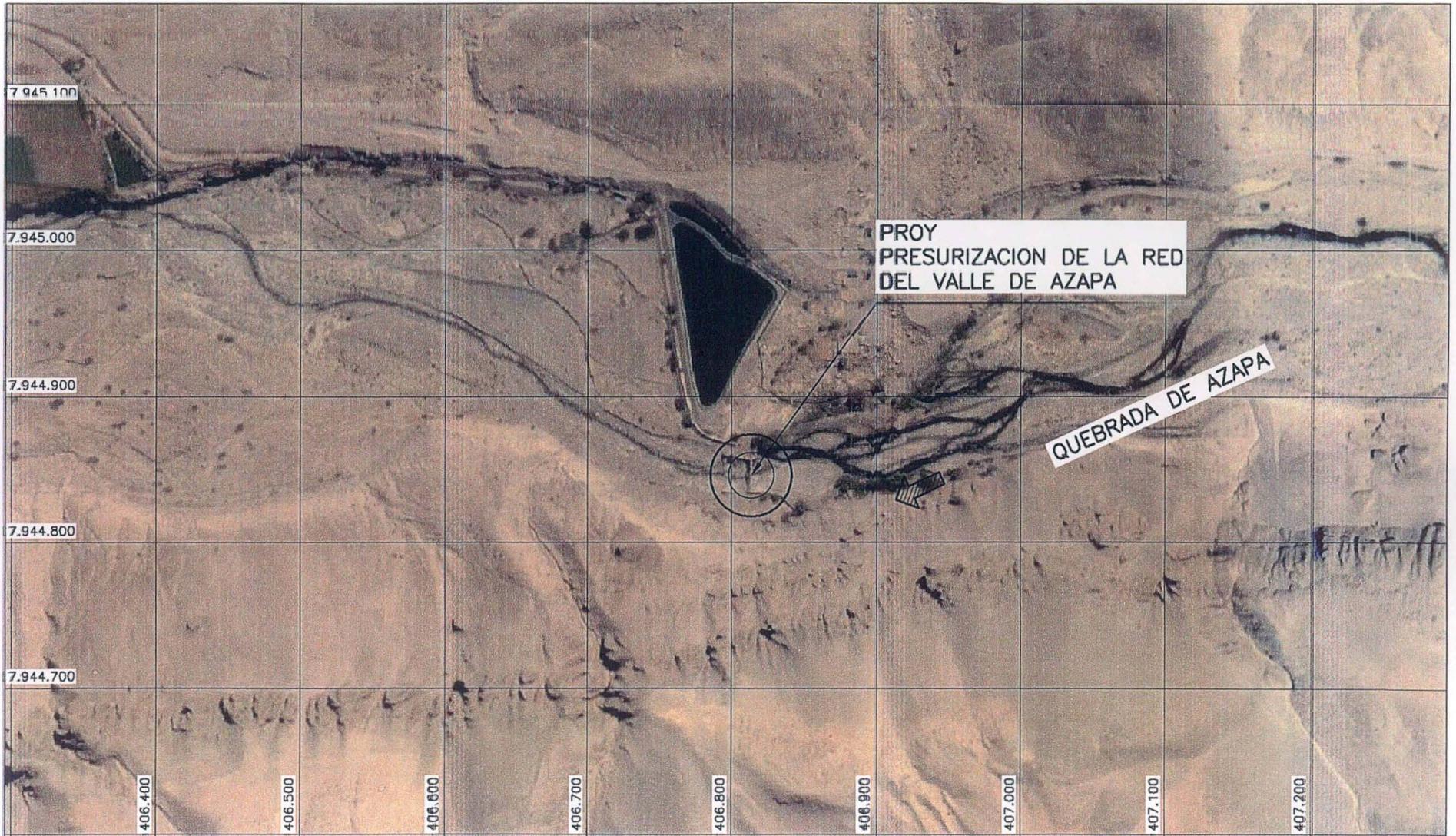
COMISION NACIONAL DE RIEGO - HUSO 19

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO SAN JOSE EN COMUNA DE ARICA "PROYECTO PRESURIZACION DE  
 CONDUCCION Y DESCARGAS DEL AGUA, EN SISTEMA DE RIEGO AZAPA"  
 REGION DE ARICA Y PARINACOTA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 04 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 836 0383 - 836 8888

ESCALA 1:50.000 LAMINA XV.AZ.1

XV.AZ.9-



PROY  
PRESURIZACION DE LA RED  
DEL VALLE DE AZAPA

QUEBRADA DE AZAPA

**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA  
 DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROEM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIA  
 RIO SAN JOSE EN COMUNA DE ARICA  
 "PROYECTO DE PRESURIZACION DE CONDUCCION Y DESCARGAS DEL AGUA  
 EN SISTEMA DE RIEGO AZAPA"  
 REGION DE ARICA Y FARINACOTA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - 07. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 236 0320 - 236 0320

ESCALA  
 APROX.  
 1:400

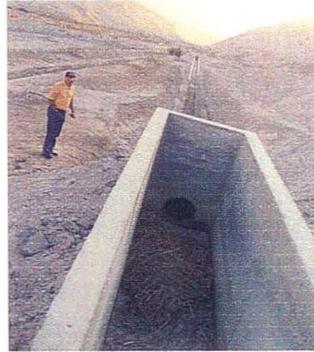
LAMINA  
 XV.AZ.2

XV.AZ.10.-

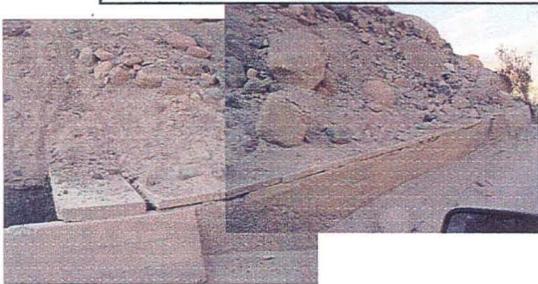
TRANQUE - INICIO CANAL AZAPA



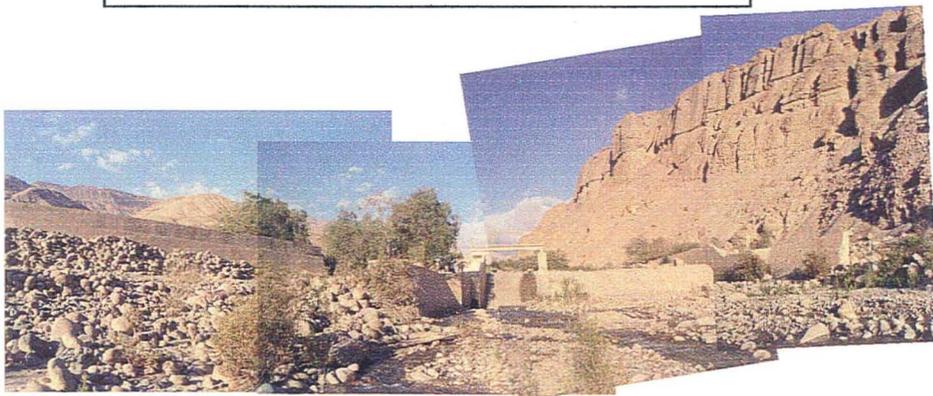
TRAMO INICIAL CANAL ABIERTO - REVESTIDO



DERRAME SOBRE CANAL AZAPA



BOCATOMA CANAL AZAPA



## **I.- REGIÓN DE TARAPACÁ**

I.1.-

**PROYECTO DE EMBALSE PINTANANE**

**QUEBRADA EL AROMA  
COMUNA DE CAMIÑA**

I.PI.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de embalse Pintanane.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Tarapacá.  
2.2.- COMUNA : Camiña.  
2.3.- CUENCA : Cuenca de la Pampa del Tamarugal.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : No existe  
2.5.- INFORMANTE : Comisión Regional de Riego y Sr. Rubén Choque  
Gómez (Agricultor; Asociación Aymara)  
Dirección : Quebrada de Aroma S/N  
Teléfono : Recados: 057-499578 057-491090  
Email : No existe  
2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se entrega carta del Pdte de Asociación  
Indígena Aymara de Aroma, Sr. Rubén Choque  
Gómez.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto Pintanane, propuesto por la Comisión Regional de Riego, corresponde a una regulación estacional superficial y además subterránea de la Quebrada de Aroma para aprovechar los recursos hídricos de esta cuenca y proveer de agua de riego con alta seguridad para una superficie de unas 490 ha, mediante un embalse superficial de unos 6 millones de m<sup>3</sup> de capacidad. En complemento, el embalse se propone subterráneo, para regular los recursos del acuífero en ese punto, mediante la construcción de una pared moldeada bajo el eje del muro, formando parte de la fundación del embalse de superficie. Además, consulta un dren con trazado profundo bajo el cauce, dotado de válvulas de regulación y una conducción entubada de 1.000 m de longitud que aflora gravitacionalmente y entrega los recursos regulados al cauce.

La Quebrada de Aroma en la ubicación del sector Pintanane, tiene una hoya tributaria de 1.360 km<sup>2</sup>, cuyo rendimiento en su cuenca cordillerana es de hasta 400 l/s como caudal promedio anual el cual sirve para regar en forma eventual unas 250 ha. El caudal excedentario es interesante de embalsar en el período del invierno altiplánico, entre los meses de enero y marzo de cada año. Dichas aguas actualmente se pierden en la pampa, al abrirse el valle con numerosos brazos que se dispersan en una amplia zona de infiltración. Sin embargo, para los objetivos del PROM, se debe considerar, además, el escurrimiento subterráneo en este estrecho valle, cuya regulación y explotación, puede complementarse con el proyecto de embalse de superficie. De este modo, las obras del mismo embalse de superficie que debiera cerrar el valle, debe consultar una pared moldeada bajo el eje longitudinal del muro, de forma que cierre el

I.PI.2.-

cauce subterráneo. Con esto se incrementa el volumen total de explotación a unos 3,5 millones m<sup>3</sup> al incluir, además, los dispositivos de extracción del acuífero; para esto se consulta una tubería enterrada a unos 20 m de profundidad, para la descarga del embalse de superficie y del acuífero; requiriéndose de las cámaras de válvulas de cierre y control. La tubería puede emerger al cauce superficial a unos 1.000 m de distancia y continuar su trazado en tubería hasta las zonas de riego, especialmente en el poblado de Ariquilda. Este proyecto se orienta a arraigar grupos étnicos que podrían explotar la zona agrícola, que se estima sería de aproximadamente unas 490 ha de riego con alta seguridad de abastecimiento.

La geología zonal es descrita como de origen volcánico, con formaciones de ignimbritas soldadas de alta porosidad. En las laderas se observa la presencia de material de derrames suelto, con un elevado talud de descanso del material, que deberá ser objeto de un estudio geotécnico.

### **3.2.- UBICACIÓN**

La ubicación georreferenciada para el muro de presa es:

E- 458.876 N-7.833.688 (WGS 84 HUSO 19)

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

El presente proyecto pretende posibilitar el arraigamiento de población rural indígena de la región, proporcionando alta de riego durante todo el año, mediante la regulación del régimen hídrico.

Existe un antiguo proyecto en la DOH Regional que data del año 1930, que se denomina Embalse Pintanane, cuya ejecución posibilitaba la regulación y entrega continua de agua para apoyar el arraigamiento de una población rural.

Actualmente existen sólo tres pequeños caseríos o lugarejos en el valle: Pailca, Calacala y Ariquilda, caracterizados por su estado de cuasi abandono de su población de marcado carácter étnico. Estos se diseminan entre 6 y 10 km de distancia por aguas abajo del eventual emplazamiento del embalse. Históricamente la agricultura se ha centrado principalmente en alfalfa y maíz, con altos rendimientos.

Adicionalmente, la construcción de este embalse significará un ahorro en daños por crecidas altiplánicas, que actualmente se producen con una frecuencia media de 1 en 5 años; estas terminan en inundaciones de caminos y la misma carretera. Se producen socavación de terraplenes, destrucción de carpetas de rodado y algunas obras de arte.

I.PI.3.-

El agua presenta niveles de salinidad que deben evaluarse, sin embargo existen algunas zonas de cultivo con esta agua que registran altos rendimientos, lo cual expresa una adecuada adaptación genética.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

En la zona existen problemas en la seguridad de riego de una agricultura precaria por parte de los escasos habitantes radicados en el valle. A nivel de infraestructura, producto de las crecidas del invierno altiplánico, se producen inundaciones de caminos y socavación de terraplenes. Para enfrentar estas dos situaciones se propone la construcción de un embalse de superficie para contener las aguas de la quebrada de Aroma, en período estival, este embalse de superficie además si se complementa con un embalse subterráneo aumenta la seguridad de riego.

Para escoger la mejor solución, se analizaron 2 alternativas de ubicación del muro del embalse, mediante un análisis de multicriterios, se optó por recomendar aquella que presenta ventajas en términos de la curva de embalse y del costo del muro. El análisis es presentado en el Anexo K.i.I.PI.- y del cual se desprende la solución recomendada que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

El embalse constaría principalmente de una presa para 6 Hm<sup>3</sup> de embalsamiento, de al menos 15 m de altura y 270 m de longitud de coronamiento. Relleno de enrocado, con pantalla impermeable de hormigón armado por aguas arriba, emplazada en el cauce de la Quebrada el Aroma, con sus obras anexas correspondientes, de rebalse y descarga.

El muro consulta la prolongación de la pantalla impermeable bajo el cauce del relleno acuífero. Además se consulta una tubería dren, a 20 metros de profundidad, con su cámara de acceso a las válvulas que se prolonga 1.000 m hacia aguas abajo del cauce hasta un punto cercano a su afloramiento.

## **4.- BENEFICIOS**

El área en que se ubica el proyecto es parte de la Quebrada de Aroma. La agricultura en el sector es reducida y de subsistencia y la mayor parte de los agricultores son de la etnia Aymara. Por ubicarse en una zona árida de altura, el riego es una condición indispensable para la agricultura y con ella, para la sobrevivencia de la comunidad. Los productos agrícolas son, mayoritariamente, de tipo hortícola los que deben ser llevados a comercializar a Iquique y la alfalfa para la alimentación de auquénidos.

La abundancia de recursos hídricos es estacional y se produce entre los meses de Diciembre y Febrero, con el denominado “Invierno Altiplánico”. Sin embargo, no cuentan con un embalse de regulación que permita guardar esos excedentes para

I.PI.4.-

distribuirlos durante el resto del año, en período de escasez. El no contar con un embalse de regulación ha impedido el desarrollo e incremento de la superficie regada en forma eventual, que actualmente alcanza hasta unas 850 ha.

Parte de la superficie posible de regar con un embalse no tiene cultivos o se mantiene con vegetación natural, lo que permitiría no sólo asegurar el riego a los actuales productores sino que, principalmente, asentar nuevos agricultores en la zona.

La implementación del proyecto permitiría asegurar el riego a las 850 ha actuales e incorporar al riego permanente otras 490 ha equivalentes.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	6%
MEDIANOS (20-50 HA)	27%
GRANDES >50 HA	67%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROYECTADOS CON EMBALSE Y RIEGO DE ALTA SEGURIDAD PARA 490 ha
Papa	Papa
Maíz Choclo	Maíz Choclo
Alfalfa	Alfalfa
P. Natural	P. Natural
	Ajo
	Cebolla

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.I.PI.-

Los potenciales beneficiarios serían directamente unos 203 agricultores que deberán ser arraigados en el valle, ya que actualmente existen sólo unas 30 personas en los lugarejos aguas abajo del embalse propuesto.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron mediante el método de trasposición de caudales, mediante la estación DGA Tarapacá en Sibaya, ubicada en la cuenca vecina, considerando una cuenca aportante de 1.360 km<sup>2</sup>. Genera un caudal en los meses de mayor demanda hídrica del riego de 230 l/s en año promedio y 150 l/s en año seco.

I.PI.5.-

## **6.- BENEFICIARIOS Y DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

Tal como se indicó, actualmente existen pequeños caseríos o lugarejos en el valle: Pailca, Cala-Cala y Ariquilda, habitados principalmente por población indígena. La Comisión Regional de Riego planteó el arraigamiento de agricultores pertenecientes a las etnias presentes en el valle, en que cada uno podría regar estimativamente 1,0 ha en forma segura. Con esto se podrían asentar unos 203 agricultores, todos pequeños.

De acuerdo a datos censales regionales y comunales, se tiene aproximadamente 21% de mujeres agricultoras propietarias.

De acuerdo a información local, existen aguas vacantes que no han podido ser rematadas; sin embargo es necesario solicitar derechos eventuales para asegurar el llenado del embalse de 6 Hm<sup>3</sup>, ya que no hay organización y se trata de una agricultura actual de subsistencia, de este modo los agricultores no tienen los derechos regularizados.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL.**

El impacto del proyecto de embalse para 6 Hm<sup>3</sup>, se estima muy positivo, ya que se logrará arraigar población rural en una quebrada desértica, pero que dispone de recursos hídricos no utilizados, en circunstancias de que existen en el entorno otros lugarejos escasamente poblados y muy pobres. El arraigo con agua segura posibilita la producción y el desarrollo social del sector.

Los principales impactos negativos se refieren a la zona de inundación de unas 60 ha en un lecho de cauce de unos 300 metros de ancho medio, que no tienen propiedades ni infraestructura pública y una escasa vegetación de matorrales y freatófitas en el contorno del cauce con agua. La zona corresponde a un fondo de quebrada escasamente habitada y en un tramo despoblado, en pleno desierto de Tarapacá.

El embalse subterráneo bajo el muro superficial permitirá la recuperación de agua que actualmente se infiltra en el cauce de la Quebrada de Aroma y el incremento del nivel de la napa por aguas arriba y que afectarán, en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de estos muros. Sin embargo los tres lugarejos ubicados por aguas abajo se verán claramente beneficiados por esta obra y son parte de sus beneficiarios.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Hidrogeología orientada a determinar la potencialidad de la regulación subterránea y el perfil geológico en la zona de emplazamiento del muro, así como estabilidad de laderas saturadas.
- Calidad del agua que podría tener unos niveles de salinidad elevados.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en zona del muro e inundación.
- Geotecnia orientada al proyecto de embalse.

## 9.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (Nº2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos.  
(Nº2.2.2.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento organizacional. (Nº2.2.5.- Parte III, Tomo I)

## 10.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
EMB. PINTANANE	2.462	2.387	1.760	3.534	18	22

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- El valor de inversión I<sub>0</sub> estimada para el costo del muro de embalse y sus fundaciones, corresponde a la alternativa de regulación para la eficiencia de uso actual de riego sin optimizar, a fin de cubrirse de eventuales imprevistos del diseño que corresponde analizar en otras etapas más avanzadas de estudios. Esta holgura

se aproxima a un 30% en el valor del muro. En el Anexo F se presentan las ubicaciones y valorizaciones estimadas para estas obras.

- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.I.PI.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	406
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	322

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.190 millones.

## **11.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **11.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Existe un antiguo proyecto: Embalse Pintanane. Dirección General de Obras Públicas; Departamento de Riego – 1931.

Otro antecedente de interés es el precedente de embalse subterráneo que actualmente existe en la Q. de Tarapacá con el embalse subterráneo Pachica, originalmente: “Embalse de Escollera Pachica”; Dirección General de Obras Públicas; Departamento de Riego – 1931. Entre las visitas a terreno a esta región, es muy destacable el reconocimiento efectuado para observar el funcionamiento de ese embalse, el cual funciona adecuadamente hasta ahora y posibilita el riego permanente de una comunidad. Se conocieron en terreno los detalles de sus características y operación, resaltando el gran interés que despierta, para su aplicación en otros valles, como es el caso de Aroma.

### **11.2.- ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS**

Existe un antiguo levantamiento topográfico de la zona de inundación, anterior a 1931, que será necesario actualizar.

## **12.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **12.1.- PLANTA IGM**

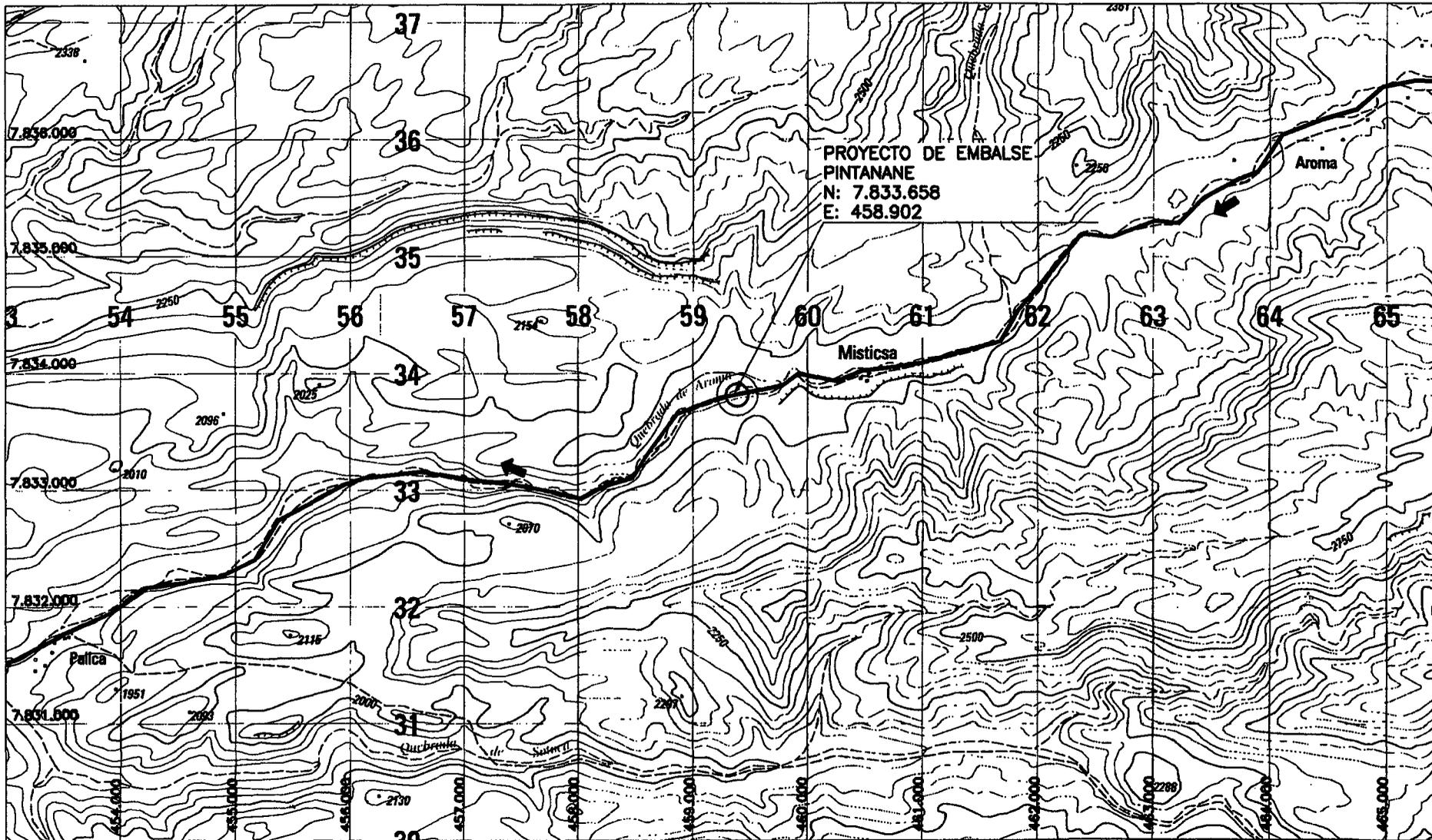
Se acompaña la plancheta a escala 1:50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **12.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **12.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

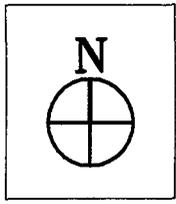
Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.



**PROYECTO DE EMBALSE**  
**PINTANANE**  
 N: 7.833.658  
 E: 458.902

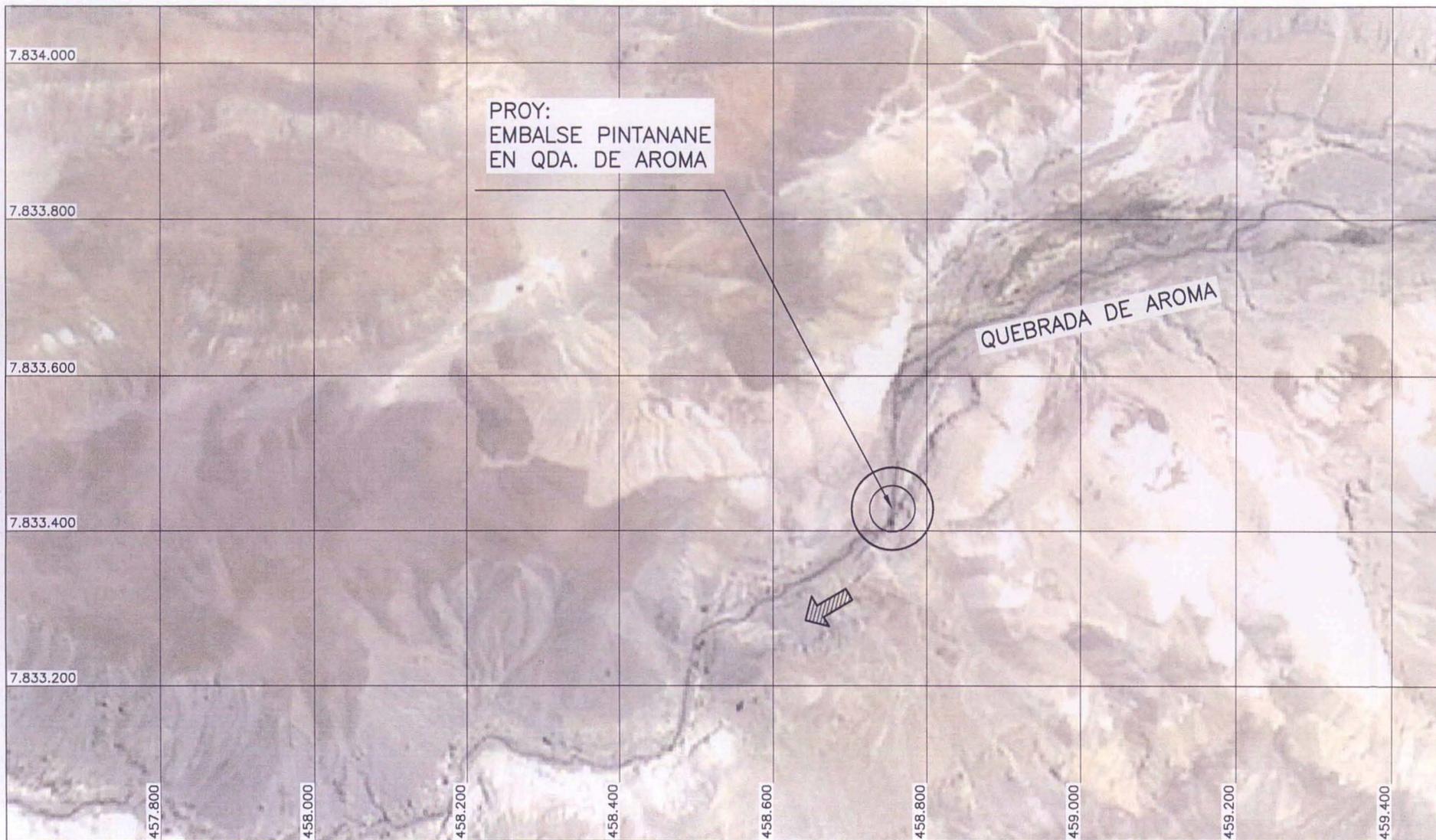
**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-01-0050-00 QUEBRADA DE AROMA-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**  
**PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA**  
**QUEBRADA DE AROMA EN COMUNA DE CAMINA**  
**"PROYECTO DE EMBALSE PINTANANE"**  
**CUENCA QUEBRADA DE CAMARONES - REGION DE TARAPACA**

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: LA DE INGENIERIA L.680 - OF. 04 - PROVINCIA - SANTIAGO FONOS: 200 0400 - 200 0401	ESCALA 1:50.000	LAMINA L.P.I.1
--	--------------------	-------------------



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

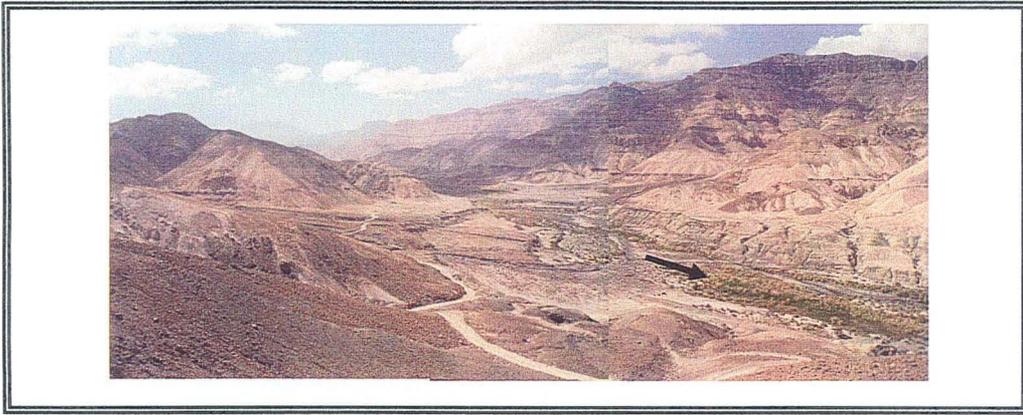
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 QUEBRADA DE AROMA EN COMUNA DE CAMILLA  
 "PROYECTO EMBALSE PINTANANE"  
 REGION DE TARAPACA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.490 - OF. 52 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 236 0385 - 236 8666

ESCALA  
 APROX.  
 1:7.500

LAMINA  
 I.PI.2

EMBALSE PINTANANE  
QUEBRADA DE AROMA



**PROYECTO DE EMBALSE SIBAYA**

**QUEBRADA DE TARAPACÁ  
ESTERO SIBAYA  
COMUNA DE HUARA**

I.SB.1.-

## 1.- PROYECTO

Embalse Sibaya.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Tarapacá.  
**2.2.- COMUNA** : Huara.  
**2.3.- CUENCA** : Estero Sibaya afluente a Quebrada de Tarapacá  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : No existe organización del río; sólo existen comunidades de agua de canales de riego.  
**2.5.- INFORMANTE** : Comisión Regional de Riego y Rubén Choque Gómez  
Dirección : Quebrada de Aroma S/N  
Teléfono : Recados: 057-499578 057-491090  
Email : no existe  
**2.6.- CARTA INTERÉS** : En Anexo H, se entrega carta del Pdte de Asociación Indígena Aimara de Aroma, Sr. Rubén Choque Gómez

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto, propuesto por la Comisión Regional de Riego, consiste en la regulación estacional, superficial principalmente y en menor medida subterránea, del Estero Sibaya en la cabecera de la Quebrada de Tarapacá, mediante un embalse estacional de unos 4 Hm<sup>3</sup> de capacidad.

El propósito del proyecto es incrementar la seguridad de riego y la superficie servida de la zona agrícola del valle de Sibaya, el cual tiene un elevado interés social y étnico, que actualmente no dispone de obras de regulación. Este valle de agricultura andina, con cultivos: hortaliceros, maíz, alfalfa, entre otros, además de la crianza de ganado, tiene baja seguridad de riego. El método de cultivos y de riego es ancestral, mediante melgas en ladera, de alta eficiencia de uso del agua, en que cada nivel superior de terrazas drena a los niveles inferiores logrando el reuso del agua. No se pretende modificar el actual sistema de producción agrícola, sustentada en la cultura y las prácticas de estos pueblos originarios, aunque se puede incorporar algunas tecnologías productivas y de organización a cargo de los respectivos programas complementarios de apoyo.

### 3.2.- UBICACIÓN.

La ubicación georreferenciada para el muro de presa es:

E-487.618 N-7.810.459 (WGS 84 HUSO 19)

I.SB.2.-

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

El presente proyecto pretende solucionar la escasez hídrica y la baja seguridad de abastecimiento, mediante la regulación del régimen hídrico. La regulación propuesta, contribuye a mejorar los parámetros de calidad del agua, reduciendo la salinidad de las aguas que se destinarán al riego, ya que embalse emplazado en el cauce principal, acumulará las crecidas del invierno altiplánico las cuales contienen menor concentración de sales al no provenir de recuperaciones de suelos salinos.

### **3.3.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

En la zona existen problemas en la seguridad de riego por parte de los agricultores, mientras que a nivel de infraestructura, producto de las crecidas del invierno altiplánico, se producen inundaciones de caminos y socavación de terraplenes. Para enfrentar estas dos situaciones se propone la construcción de un embalse de superficie en el estero Sibaya.

Para recomendar una solución se analizaron 2 alternativas de ubicación para el muro del embalse, mediante un análisis de multicriterios, se optó por recomendar aquella que presenta ventajas en términos de la curva de embalse y del costo del muro. Este análisis es presentado en el Anexo K.i.I.SI.- y del cual se desprende la solución recomendada que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

El embalse consulta principalmente una presa para embalsar 4 Hm<sup>3</sup>, emplazada en el Estero Sibaya, con sus obras anexas correspondientes, vertedero para un caudal de 90 m<sup>3</sup>/s, descarga, protección del muro, plintos, etc. Además se consultan obras de pared moldeada bajo el muro embalse de al menos 15 m de profundidad, tal que se cierre el relleno acuífero y se incremente el volumen de regulación. Se consulta una tubería dren bajo el muro, dotada de válvulas, la cual que se prolonga como descarga en 500 m hacia aguas abajo.

Se propone a nivel de perfil, un embalse de superficie de unos 20 m de altura y 160 m de longitud, mediante solución de enrocado, con pantalla impermeable de hormigón armado por el talud de aguas arriba. Asimismo consulta una protección adicional por el talud de aguas abajo, mediante enrocados consolidados con hormigón, para prevenir daños provenientes de presuntos rebalses sobre el coronamiento del muro, que podrían asociarse al excesivo oleaje producido por fenómenos de remoción en masa desde las laderas circundantes ubicadas por aguas arriba del embalse; este tema técnico será materia de los estudios del muro.

La geología zonal es descrita como de origen volcánico, con formaciones de ignimbritas soldadas de alta porosidad. En las laderas se observa la presencia de material de derrames suelto, con un elevado talud de descanso del material, que deberá

I.SB.3.-

ser objeto de un estudio geotécnico y de recomendaciones especiales para la seguridad del embalse.

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

El área en que se ubica el proyecto es parte de la Quebrada de Tarapacá. La agricultura en el sector es reducida, con fines de subsistencia y la mayor parte de los agricultores son de la etnia Aymara. Por ubicarse en una zona árida de altura, el riego es una condición indispensable para la agricultura y con ella, para la sobrevivencia de las comunidades agrícolas del sector alto del valle. Los productos agrícolas son, mayoritariamente, de tipo hortícola, los que deben ser llevados a comercializar a Iquique y alfalfa para la alimentación de auquénidos.

La abundancia de recursos hídricos es estacional y se produce entre los meses de Diciembre y Febrero, con el denominado “Invierno Altiplánico”. Sin embargo, no cuentan con un embalse de regulación que permita guardar esos excedentes para distribuirlos durante el resto del año, en período de escasez. El no contar con un embalse de regulación ha impedido el incremento de la superficie regada durante todo el año.

La implementación del proyecto permitiría incorporar al riego permanente unas 380 ha equivalentes.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	9%
MEDIANOS (20-50 HA)	37%
GRANDES >50 HA	54%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROYECTADOS CON EMBALSE Y RIEGO DE ALTA SEGURIDAD PARA 380 ha
Papa	Papa
Maíz Choclo	Maíz Choclo
Cebollas	Alfalfa
P. Natural	P. Natural
	Ajo
	Cebolla
	Choclos

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.I.SB.-

Los beneficiarios se estiman en 330 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que más del 90% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 21% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación de aforo DGA Quebrada de Tarapacá en Sibaya. La hoya tributaria del embalse propuesto controla 567 km<sup>2</sup> de cuenca altiplánica, que le otorga firmeza a los caudales. De esta manera, de acuerdo al procedimiento se obtienen los siguientes caudales para la Quebrada de Tarapacá, que corresponden a la temporada de riego de mayor demanda hídrica.

$$Q (50\%) = 0,215 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$
$$Q (85\%) = 0,12 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

En la visita a terreno en abril del 2008, escurría un caudal de unos 200 l/s en la estación DGA.

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Las extracciones que practican los canales de riego existentes, tienen una capacidad cercana a 1 m<sup>3</sup>/s, los cuales captan todo su caudal en el período de riego en un año hidrológico de tipo normal. El volumen de acumulación del embalse podría llenarse solamente con las crecidas del invierno altiplánico.

De todas formas, considerando que existen explotaciones mineras en las cabeceras del valle, con peticiones de derechos de agua y pozos, es necesario pedir los derechos eventuales, y no solamente regularizar los actuales derechos en uso.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

El impacto del proyecto de embalse para 4 Hm<sup>3</sup> se estima muy positivo, ya que se logrará mejorar el nivel de vida de esta quebrada que tiene potencial agrícola, pero que dispone de recursos hídricos no utilizados.

I.SB.5.-

Los principales impactos se refieren a la zona de inundación de unas 60 ha en un lecho de cauce de unos 150 metros de ancho medio; en la cubeta proyectada no existen propiedades ni infraestructura pública, se observa sólo una escasa vegetación de matorrales y freatófitas en el contorno del cauce con agua. La zona se ubica en el fondo de una quebrada despoblada.

El embalse subterráneo bajo el muro superficial permitirá la recuperación de agua que actualmente se infiltra en el cauce del Estero Sibaya y el incremento del nivel de la napa por aguas arriba y que afectarán, en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de este muro. Sin embargo, la zona agrícola ubicada por aguas abajo se verá claramente beneficiada por esta obra y es parte de sus beneficiarios.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Geotecnia orientada al proyecto de embalse y sus fundaciones, así como a la estabilidad de las laderas de los cerros en condición saturada.
- Hidrogeología orientada a determinar la potencialidad de la regulación subterránea y el perfil geológico en la zona de emplazamiento del muro.
- Calidad del agua que podría tener unos niveles de salinidad elevados.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en zona del muro e inundación.

## 9.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (Nº2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos.  
(Nº2.2.2.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento organizacional. (Nº2.2.5.- Parte III, Tomo I)

## 10.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
EMB. SIBAYA	2.312	2.244	776	898	14	17

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- El valor de inversión lo estimada para el costo del muro de embalse y sus fundaciones, corresponde a la alternativa de regulación para la eficiencia de uso actual de riego sin optimizar, a fin de cubrirse de eventuales imprevistos del diseño que corresponde analizar en otras etapas más avanzadas de estudios. Esta holgura se aproxima a un 30% en el valor del muro. En el Anexo F se presentan las cubicaciones y valorizaciones estimadas para estas obras.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.I.SB.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	393
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	322

El costo de estudios totales se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.027 millones.

## 11.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS

### 11.1.- ESTUDIOS PREVIOS

No se tiene registro de estudios previos de embalse en este punto.

No se tienen levantamientos topográficos.

Existe el antecedente hidrológico de la estación de aforo DGA en Sibaya.

Un antecedente de interés, el precedente de embalse subterráneo que actualmente existe en la Q. de Tarapacá con el embalse subterráneo Pachica, originalmente: "Embalse de Escollera Pachica"; Dirección General de Obras Públicas; Departamento de Riego – 1931. Entre las visitas a terreno a esta región, es muy destacable el reconocimiento efectuado para observar el funcionamiento de ese embalse, el cual

I.SB.7.-

funciona adecuadamente hasta ahora y posibilita el riego permanente de una comunidad. Se conocieron en terreno los detalles de sus características y operación, resaltando el gran interés que despierta, para su aplicación en otros valles, como es el caso de Sibaya.

## **12.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **12.1.- PLANTA IGM**

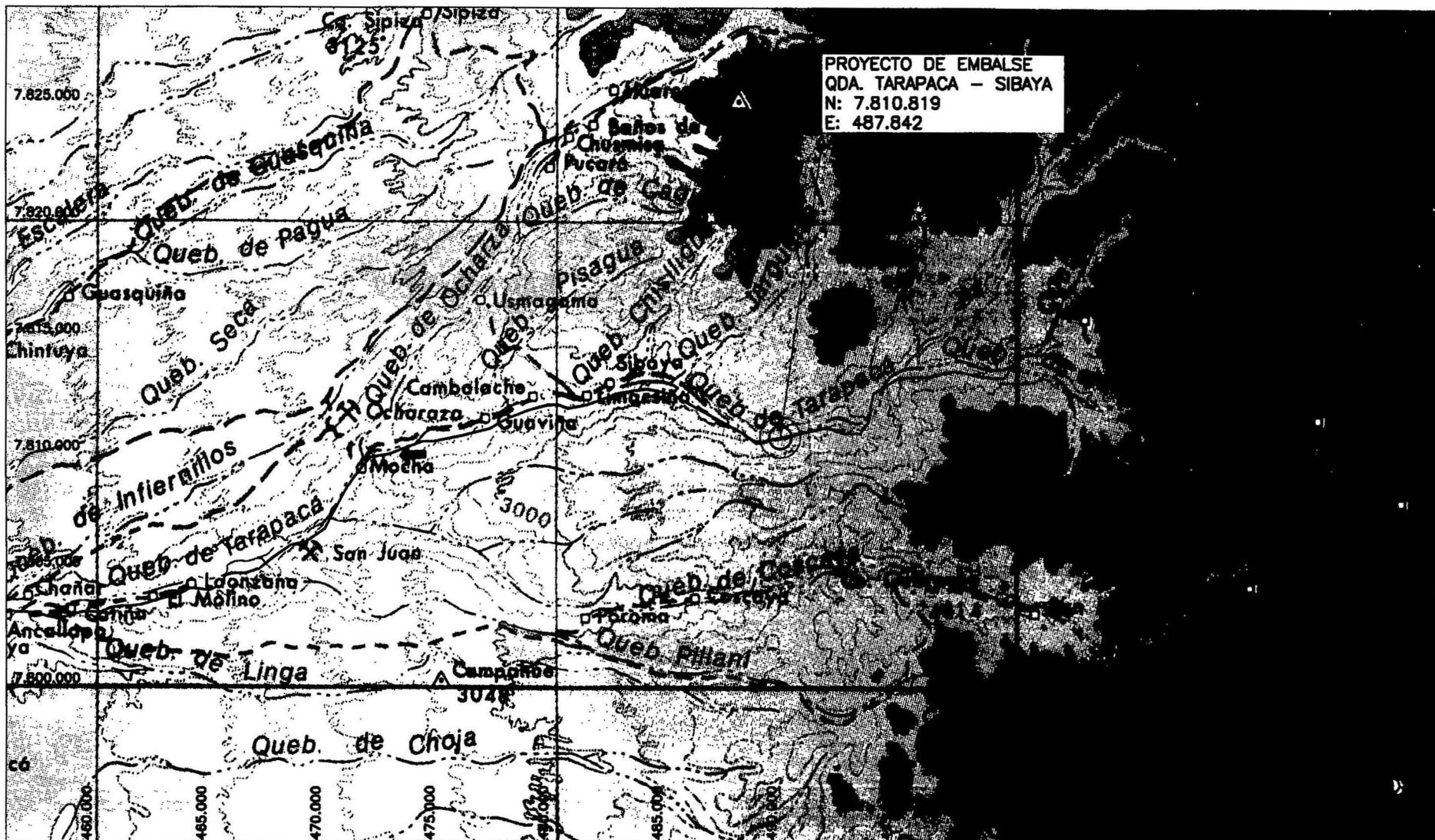
Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **12.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **12.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

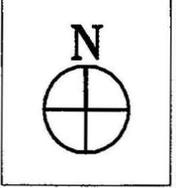
Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.



PROYECTO DE EMBALSE  
 QDA. TARAPACA - SIBAYA  
 N: 7.810.819  
 E: 487.842

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-01-01-1903-10 ARICA-ESC 1:250.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 18

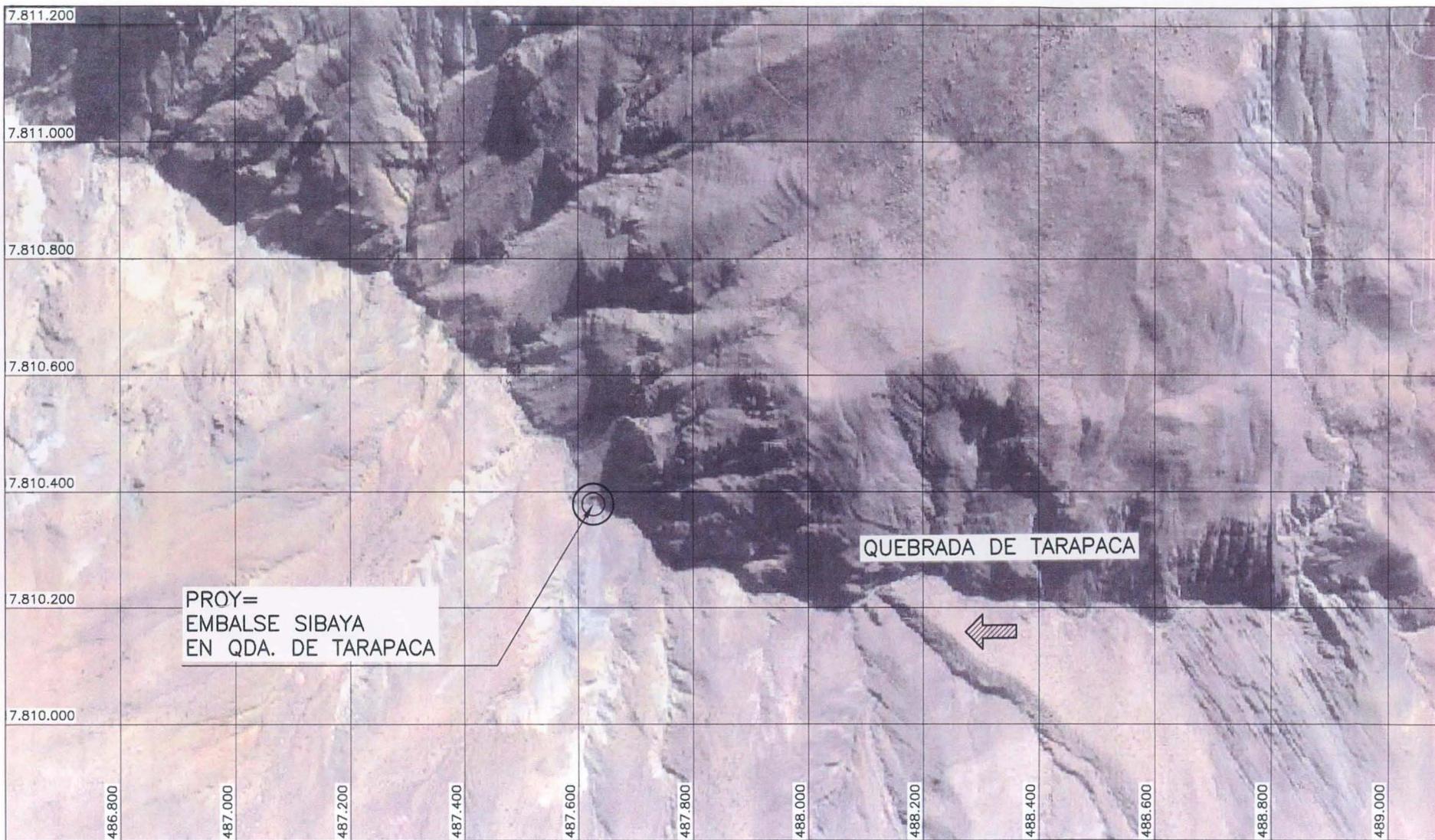
**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 QUEBRADA DE TARAPACA EN COMUNA DE HUARA  
 "PROYECTO DE EMBALSE SOBRE ESTERO SIBAYA"  
 CUENCA RIO LOA - REGION DE TARAPACA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 01 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 800 0022 - 800 0024	ESCALA 1:250.000	LAMINA I.S.B.1
---	---------------------	-------------------



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA QUEBRADA DE TARAPACA EN COMUNA DE HUARA "PROYECTO DE EMBALSE SOBRE ESTERO SIBAYA" REGION DE TARAPACA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 88 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONO: 239 0320 - 239 8856

ESCALA APROX. 1:7.500

LAMINA I.SB.2

EMBALSE SIBAYA  
QUEBRADA DE TARAPACA

SEREMI X. GONZALEZ  
AGRICULTOR J. CHALLAPA



ZONA DE RIEGO  
HORTALIZAS EN MELGAS



QUEBRADA SIBAYA HACIA AGUAS ARRIBA  
AL EMPLAZAMIENTO EMBALSE PROYECTADO



## **II.- REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

II.1.-

**PROYECTO DE EMBALSE QUILLAGUA**

**RÍO LOA  
COMUNA DE MARÍA ELENA**

II.QUI.1.-

## 1.- PROYECTO

Embalse Quillagua.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- **REGIÓN** : Antofagasta.  
2.2.- **COMUNA** : María Elena.  
2.3.- **CUENCA** : Río Loa.  
2.4.- **ORGANIZACIÓN** : Existen dos comunidades de aguas de hecho en Quillagua: Quillagua 1 y Quillagua 2, en proceso de constitución.  
2.5.- **INFORMANTE** : Comisión Regional de Riego  
2.6.- **CARTA INTERÉS** : La CRR está gestionando una carta de interés del Alcalde.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM

El proyecto, propuesto por la Comisión Regional de Riego, consiste en la regulación estacional del río Loa, superficial principalmente y además, subterránea en menor medida. El embalse Quillagua corresponde a una nueva obra que podría emplazarse en el cauce del río Loa, en las inmediaciones de la Estación de Aforo DGA: Loa en Quillagua que se ubica a unos 200 km por el cauce del río, aguas abajo de Calama. El embalse estacional tendría como máximo 4 Hm<sup>3</sup> de capacidad, dependiendo de la conveniencia de embalsar crecidas del invierno altiplánico y de arraigar agricultores.

El propósito del proyecto es incrementar la seguridad de riego y la superficie servida de la zona agrícola de la localidad de Quillagua, la cual tiene un elevado interés social y étnico, que actualmente dispone sólo del antiguo tranque Sloman de 875.000 m<sup>3</sup> de capacidad que presenta embanque; asimismo, el tranque Santa Fe, ubicado por aguas arriba del Sloman, se encuentra completamente embancado. El canal Quillagua de 7 km de longitud está revestido por la DOH desde 1960 y en relativo buen estado, junto con su bocatoma de barrera en el río que fue recientemente mejorada y peraltada por la DOH Regional.

Los cultivos de Quillagua se limitan a rubros resistentes a la salinidad, destacando maíz, alfalfa y algunas hortalizas como los espárragos; con los años se ha producido alguna adaptación genética de estos cultivos que los hace resistentes. En cuanto al método de riego y por indicación de la CRR, no se pretende modificar el actual sistema de producción agrícola, sustentada en la cultura y las prácticas de estos pueblos originarios, aunque se pueden incorporar algunas tecnologías productivas y de organización a cargo de los respectivos programas complementarios de apoyo.

II.QUI.2.-

El beneficio del embalse, además de ser agrícola, es controlar las crecidas que actualmente causan daños en los suelos de riego. Se trata de una obra de beneficio múltiple.

### **3.2.- UBICACIÓN**

La ubicación georreferenciada para el muro de presa propuesto es:

ESTE: 445.795 (m) NORTE: 7.599.796 (m) (WGS 84 HUSO 19)

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

El presente proyecto pretende solucionar la escasez hídrica y la baja seguridad de abastecimiento, mediante la regulación del régimen hídrico. La regulación propuesta contribuye a mejorar los parámetros de calidad del agua, reduciendo la salinidad de las aguas que se destinarán al riego, ya que embalse emplazado en el cauce principal, acumulará las crecidas del invierno altiplánico, las cuales contienen menor concentración de sales al no provenir de recuperaciones de suelos salinos.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

En la zona existen problemas en la seguridad de riego que afecta directamente a los agricultores, mientras que a nivel de infraestructura, producto de las crecidas del invierno altiplánico, se producen inundaciones de caminos y socavación de terraplenes. Para enfrentar estas dos situaciones se propone la construcción de un embalse de regulación estacional superficial y subterránea en menor medida, en el cauce del río Loa.

Para recomendar una solución se analizaron dos alternativas de ubicación para el muro del embalse, mediante un análisis de multicriterios, se optó por recomendar aquella que presenta ventajas en términos de la curva de embalse y del costo del muro. Este análisis es presentado en el Anexo K.i.II.QUI.- y del cual se desprende la solución recomendada que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

El embalse constaría principalmente de una presa, emplazada en el Río Loa y, además, sus obras de pared moldeada bajo el muro embalse de al menos 15 m de profundidad, tal que se cierre el relleno acuífero y se incremente el volumen de regulación. Se consulta una tubería dren bajo el muro, dotada de válvulas, la que se prolonga como descarga en 400 m hacia aguas abajo. El embalse consulta las obras anexas correspondientes: vertedero para un caudal de 130 m<sup>3</sup>/s, descarga, protección del muro, plintos, etc.

Se propone a nivel de perfil, un embalse de superficie de unos 30 m de altura y 200 m de longitud, mediante solución de muro con enrocados, dotado de pantalla

II.QUI.3.-

impermeable de hormigón armado por el talud de aguas arriba. Asimismo, consulta una protección adicional por el talud de aguas abajo, mediante enrocados consolidados con hormigón.

La geología zonal es descrita como de origen volcánico, con formaciones de ignimbritas soldadas de alta porosidad. En las laderas se observa alguna presencia de material de derrames suelto, con un elevado talud de descanso del material, que deberá ser objeto de un estudio geotécnico y de recomendaciones especiales para la seguridad del embalse.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El área del proyecto se ubica en la parte baja del valle del Río Loa, aldeaña a la localidad de Quillagua, vecina a la Ruta 5 Norte. La agricultura del área ha sido siempre de subsistencia y en un porcentaje importante los agricultores son de la etnia Atacameña y Aymara. Por ubicarse en el desierto de Atacama, el riego es una condición indispensable para la agricultura y con ella, para la sobrevivencia de la comunidad.

La baja calidad del agua de riego, por excesiva concentración de sales (3 a 5 mil micromhos/cm), ha condicionado que los productos agrícolas sean mayoritariamente de tipo hortícola, con especies que se adaptan a esa calidad del agua, como los choclos yuteños, betarragas, zanahorias, ajos, cebollas y alfalfa alta sierra, los que deben ser transportados a Antofagasta para su comercialización.

La localidad ha ido decayendo en las últimas décadas por la escasez de agua, provocada por la extracción creciente que se realiza aguas arriba del Loa por Codelco y la zona agrícola de Calama. Sin embargo, existe una abundancia de recursos hídricos estacional y se produce entre los meses de Diciembre y Febrero con el denominado “Invierno Altiplánico”.

Mientras no se disponga con un embalse de regulación que permita guardar esos excedentes para distribuirlos durante el resto del año, en período de escasez, no será posible recuperar lo que hace décadas fue un floreciente oasis en medio del desierto, que abastecía a las numerosas oficinas salitreras de los alrededores, y Quillagua continuará su proceso de despoblamiento, aunque esté ubicado a metros de una muy transitada Ruta 5 Norte.

La superficie productiva estimada en situación actual alcanza a 650 ha, la mayor parte de las cuales son objeto, desde el año 2004, de un plan de uso y manejo sostenible del suelo, mediante plantaciones de Algarrobos por parte de la Corporación Nacional Forestal. El proyecto que se propone, servirá una superficie equivalente de nuevo riego seguro, de 360 ha.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	9%
MEDIANOS (20-50 HA)	47%
GRANDES >50 HA	44%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

Rubros Productivos Actuales	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 360 ha EQUIVALENTES NUEVO RIEGO
Maíz Choclo	Maíz Choclo
Alfalfa	Alfalfa
P. Natural	Ajo
	Cebolla

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.II.QUI.-

Los beneficiarios que existen y es posible arraigar se estiman en 123 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que todos pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 19% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Loa en Quillagua. La hoya tributaria del embalse propuesto le aporta recursos hídricos sólo en la zona altiplánica, aunque el total de la cuenca en Quillagua tiene unos 24.000 km<sup>2</sup>. Los caudales escurren hacia la zona de interés desde mayo a octubre, con un caudal que típicamente oscila en torno a 500 l/s y con un volumen que normalmente se aproxima a 6 millones de m<sup>3</sup>. En el resto de los meses existe regulación en el altiplano de unos 10,7 millones de m<sup>3</sup>.

$$Q(50\%) = 0,180 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q(85\%) = 0,160 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

En la visita a terreno en mayo del 2008 escurría un caudal de unos 300 l/s en la estación DGA, que se captaban en el canal revestido Quillagua.

II.QUI.5.-

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

Las extracciones que practican de los canales de riego existentes garantiza el abastecimiento actual de al menos 138 ha, entre el canal Quillagua 1 y Quillagua 2. Sin embargo, existe fuerte competencia por el agua para fines mineros, especialmente de la empresa Soquimich que les habría adquirido 140 l/s. Dichas empresas siguen adquiriendo las aguas de los agricultores que aún mantendrían unos 50 l/s en su poder. La DOH tendría que solicitar derechos eventuales para llenar el embalse, los cuales existen y se asocian a las crecidas del invierno altiplánico.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL.**

Los principales impactos se refieren a la zona de inundación de unas 66 ha en un lecho de cauce de unos 120 metros de ancho medio, que no tienen propiedades en su interior ni infraestructura pública, existiendo sólo una escasa vegetación de matorrales y freatófitas en el contorno del cauce con agua. La zona se ubica en el fondo de una quebrada deshabitada.

El embalse subterráneo propuesto bajo el muro superficial, permitirá la recuperación de agua que actualmente se infiltra en el cauce del río Loa y el incremento del nivel de la napa por aguas arriba y que afectarán, en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de este muro. Sin embargo, la zona agrícola ubicada por aguas abajo se verá claramente beneficiada por esta obra y es parte de sus beneficiarios.

## **8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Geotecnia orientada al proyecto de embalse y sus fundaciones.
- Hidrogeología orientada a determinar la potencialidad de la regulación subterránea y el perfil geológico en la zona de emplazamiento del muro.
- Calidad del agua que tiene unos niveles de salinidad elevados.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en zona del muro e inundación.

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL.

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
EMB. QUILLAGUA	3.275	3.179	23	1.039	10	11

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- El valor de inversión I<sub>0</sub> estimada para el costo del muro de embalse y sus fundaciones, corresponde a la alternativa de regulación para la eficiencia de uso actual de riego sin optimizar, a fin de cubrirse de eventuales imprevistos del diseño que corresponde analizar en otras etapas más avanzadas de estudios. Esta holgura se aproxima a un 30% del costo del muro. En el Anexo F se presentan las cubicaciones y valorizaciones estimadas para estas obras.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.II.QUI.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	459
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	97

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, el cual es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.831 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (N°2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento organizacional. (N°2.2.5.- Parte III, Tomo I)

II.QUI.7.-

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No se tiene registro de estudios previos de embalse en este punto.

No se tienen levantamientos topográficos.

Existe el antecedente hidrológico de la estación de aforo DGA Río Loa en Quillagua.

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

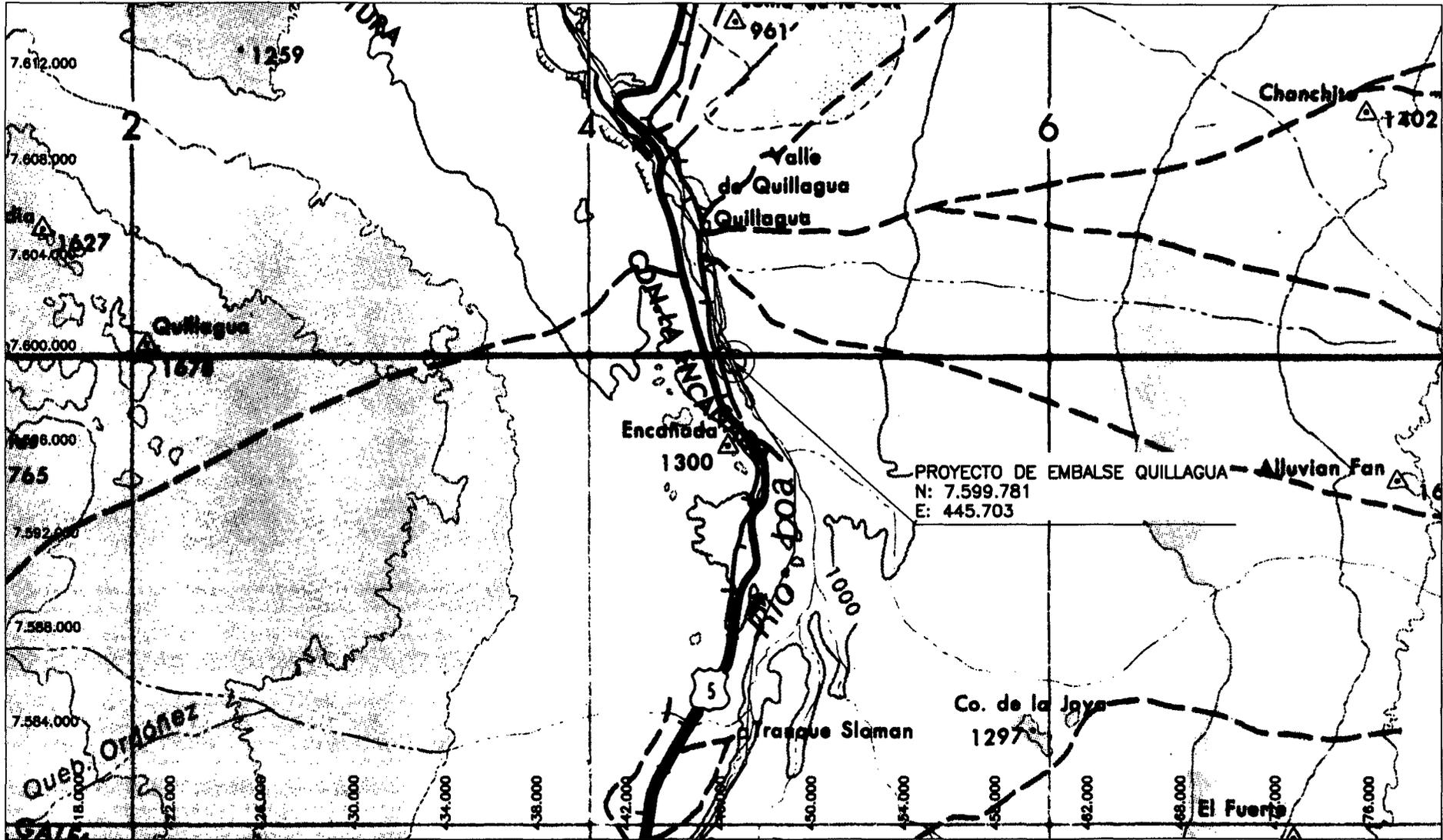
### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **11.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

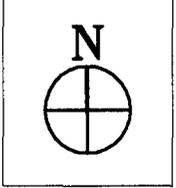
Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

II.QUI.8.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-01-01-1901-11 IQUIQUE-ESC 1:250.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LOA EN COMUNA DE MARIA ELENA  
 "PROYECTO DE EMBALSE QUILLAGUA"

CUENCA DEL RIO LOA - REGION DE ANTOFAGASTA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - CV. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 224 0200 - 224 0202

ESCALA 1:250.000  
 LAMINA II.QUL.1



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

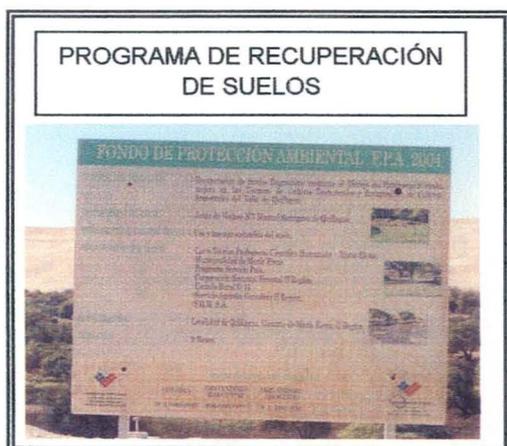
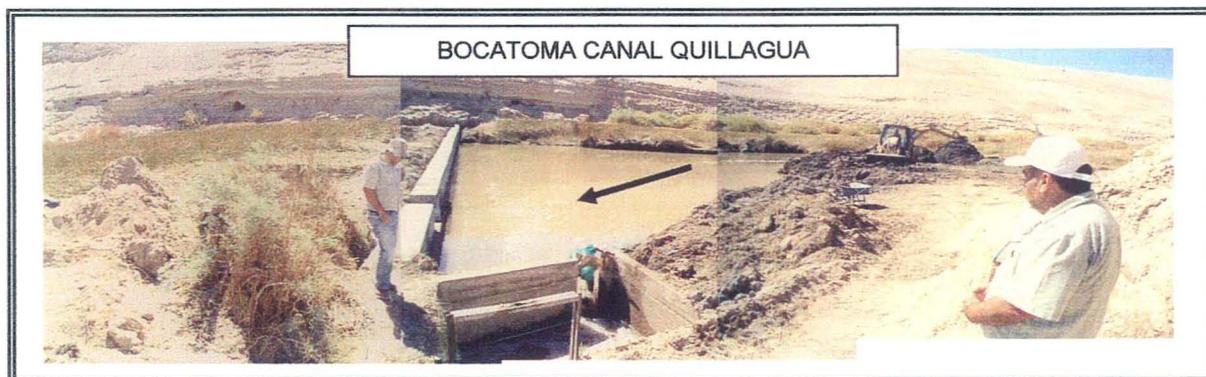
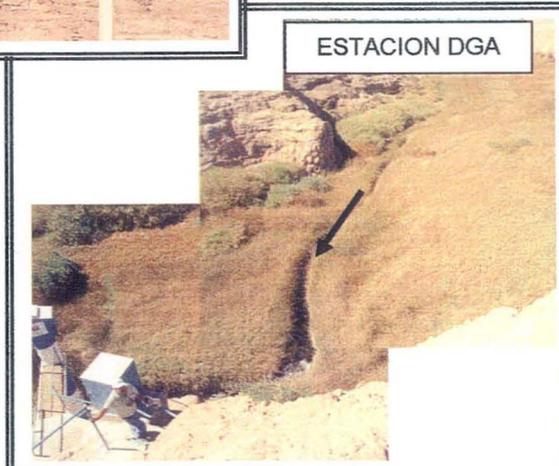
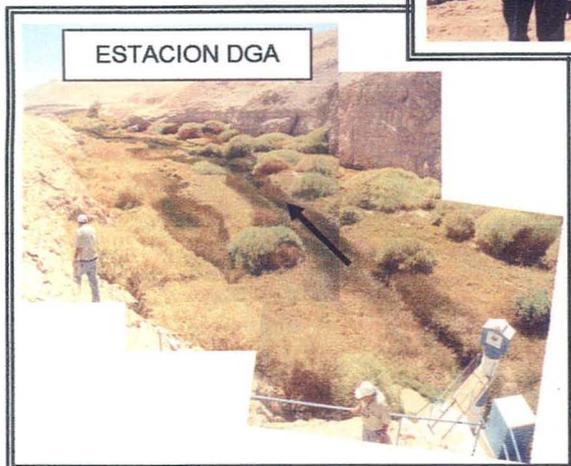
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LOA EN COMUNA DE MARIA ELENA  
 "PROYECTO DE EMBALSE QUILLAGUA"  
 REGION DE ANTOFAGASTA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONO: 236 0886 - 236 8666

ESCALA  
 APROX.  
 1:25.000

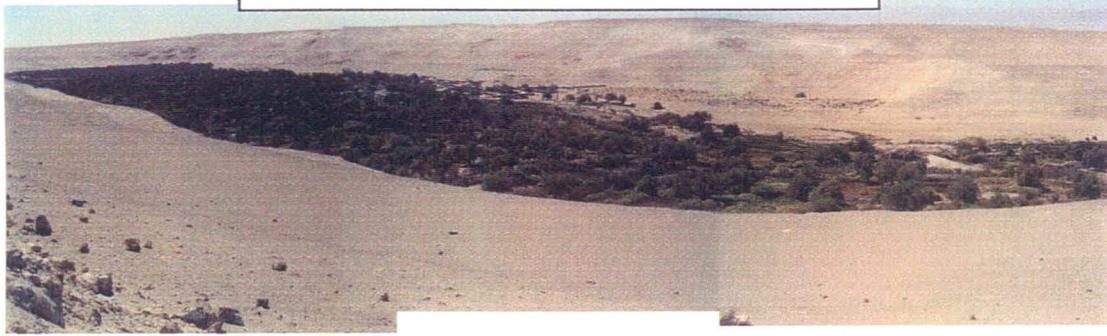
LAMINA  
 II.QUIL.2

# EMBALSE QUILLAGUA RIO LOA



EMBALSE QUILLAGUA  
RIO LOA

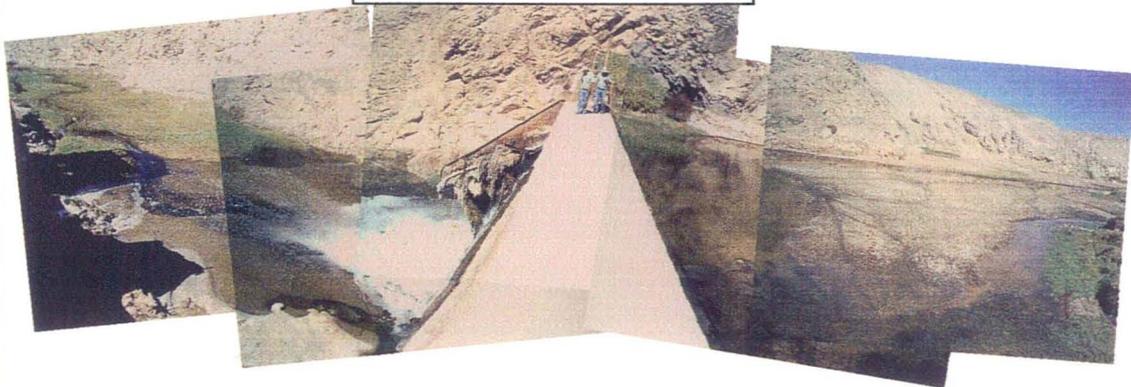
VISTA GENERAL A QUILLAGUA



TRANQUE SLOMAN



TRANQUE SANTA FE



**PROYECTO DE EMBALSE AYQUINA**

**RÍO SALADO  
COMUNA DE CALAMA**

II.AY.1.-

ser objeto de un estudio geotécnico y de recomendaciones especiales para la seguridad del embalse.

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS.

La agricultura del valle de Ayquina es de subsistencia y los agricultores pertenecen mayoritariamente de la etnia Atacameña. Por ubicarse en el desierto de Atacama, el riego es una condición indispensable para la agricultura y para la sobrevivencia de la comunidad; a esto se agrega la ubicación del valle en altura por sobre los 2.700 msnm. Los productos, mayoritariamente hortícolas, deben ser comercializados en Calama y Antofagasta.

La abundancia de recursos hídricos es estacional y se produce entre los meses de diciembre y febrero con el denominado “invierno altiplánico”. Sin embargo, no cuentan con un embalse de regulación que permita guardar esos excedentes para aprovecharlos durante el resto del año, en período de escasez. El no contar con un embalse de regulación ha impedido el desarrollo agrícola y el incremento de su superficie regada.

La implementación del proyecto permitiría asegurar el riego a las 620 ha actuales e incorporar a la superficie de nuevo riego seguro equivalente, a otras 414 ha.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	7%
MEDIANOS (20-50 HA)	39%
GRANDES >50 HA	54%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 414 ha EQUIVALENTES EN NUEVO RIEGO
Papa	Papa
Maíz Choclo	Maíz Choclo
Alfalfa	Alfalfa
P. Natural	P. Natural
	Ajo
	Cebolla
	Choclos

Los antecedentes agronómicos se presentan en el Anexo A.ii.II.AY.-

Los beneficiarios se estiman en 277 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que más del 90% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene que aproximadamente el 19% de los agricultores son propietarias mujeres.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Loa en Conchi. La hoya tributaria del embalse propuesto controla 353 km<sup>2</sup> de cuenca altiplánica, que le otorga una notable firmeza a los caudales. De esta manera, de acuerdo al procedimiento se obtienen los siguientes caudales para el río Salado, que corresponde a la temporada del invierno altiplánico.

$$Q(50\%) = 0,140 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$
$$Q(85\%) = 0,130 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

En la visita a terreno en abril del 2008, escurría un caudal de unos 150 l/s en el río Salado.

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los derechos de los canales están inscritos. Las extracciones que practican los canales de riego existentes, tienen una capacidad cercana a 0,8 m<sup>3</sup>/s, los cuales captan todo su caudal en el período de riego en un año hidrológico de tipo húmedo. Esta agua podría contribuir a los volúmenes de embalsamiento, si los canalistas participan del proyecto. De todas formas se requiere pedir los derechos eventuales, con los cuales el volumen de acumulación del embalse podría llenarse con las crecidas del invierno altiplánico. Por otra parte, considerando que existen explotaciones mineras en las cabeceras del valle con peticiones de derechos de agua y pozos, es necesario pedir los derechos eventuales.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

El impacto del proyecto de embalse para 4 Hm<sup>3</sup>, se estima muy positivo, ya que se logrará mejorar el nivel de vida de los agricultores del valle agrícola, que dispone de recursos hídricos no utilizados, en circunstancias de que existen en el entorno otros lugarejos escasamente poblados y muy pobres.

II.AY.5.-

La regulación de crecidas que no han sufrido lixiviación de suelos salinos, mejorará la calidad del agua que entregará el embalse al riego, respecto a la situación actual.

Los principales impactos se refieren a la zona de inundación de unas 25 ha en un lecho de cauce de unos 200 metros de ancho medio, que no tienen propiedades ni infraestructura pública y una escasa vegetación de matorrales y freatófitas en el contorno del cauce con agua. La zona se ubica en el fondo de una quebrada inhabitada.

El embalse subterráneo bajo el muro superficial permitirá la recuperación de agua que actualmente se infiltra en el cauce del río Salado. Deberá analizarse el incremento del nivel de la napa por aguas arriba que será afectado, así como la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de este muro. Sin embargo, la zona agrícola ubicada por aguas abajo se verá claramente beneficiada por esta obra, en la cual se ubican mayoritariamente sus beneficiarios.

## **8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Geotecnia orientada al proyecto de embalse y sus fundaciones, además de la estabilidad de laderas en condición de saturación.
- Hidrogeología orientada a determinar la potencialidad de la regulación subterránea y el perfil geológico en la zona de emplazamiento del muro.
- Calidad del agua que tiene unos niveles de salinidad elevados.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en zona del muro e inundación.

## **9.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS**

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (N° 2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento organizacional. (N° 2.2.5.- Parte III, Tomo I)

## 10.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
EMB. AYQUINA	6.976	6.647	4.700	8.111	18	20

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- El valor de inversión I<sub>0</sub> estimada para el costo del muro de embalse y sus fundaciones, corresponde a la alternativa de regulación para la eficiencia de uso actual de riego sin optimizar, a fin de cubrirse de eventuales imprevistos del diseño que corresponde analizar en otras etapas más avanzadas de estudios. Esta holgura equivale aproximadamente a un 30% en el valor del muro. En el Anexo F se presentan las cubicaciones y valorizaciones estimadas para estas obras.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.II.AY.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	621
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	97

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 7.694 millones.

II.AY.7.-

## **11.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **11.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Se dispuso de los antecedentes del estudio preliminar a nivel de perfil desarrollado por la DOH Región de Antofagasta: “Factibilidad de construcción de un embalse para la seguridad en crecidas, en el río Salado, Segunda Región, Antofagasta” de autoría de Ursula Andrea Arenas Orellana.

No se tienen levantamientos topográficos.

Existe el antecedente hidrológico de la estación pluviométrica DGA en río Loa en Quillagua.

## **12.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **12.1.- PLANTA IGM**

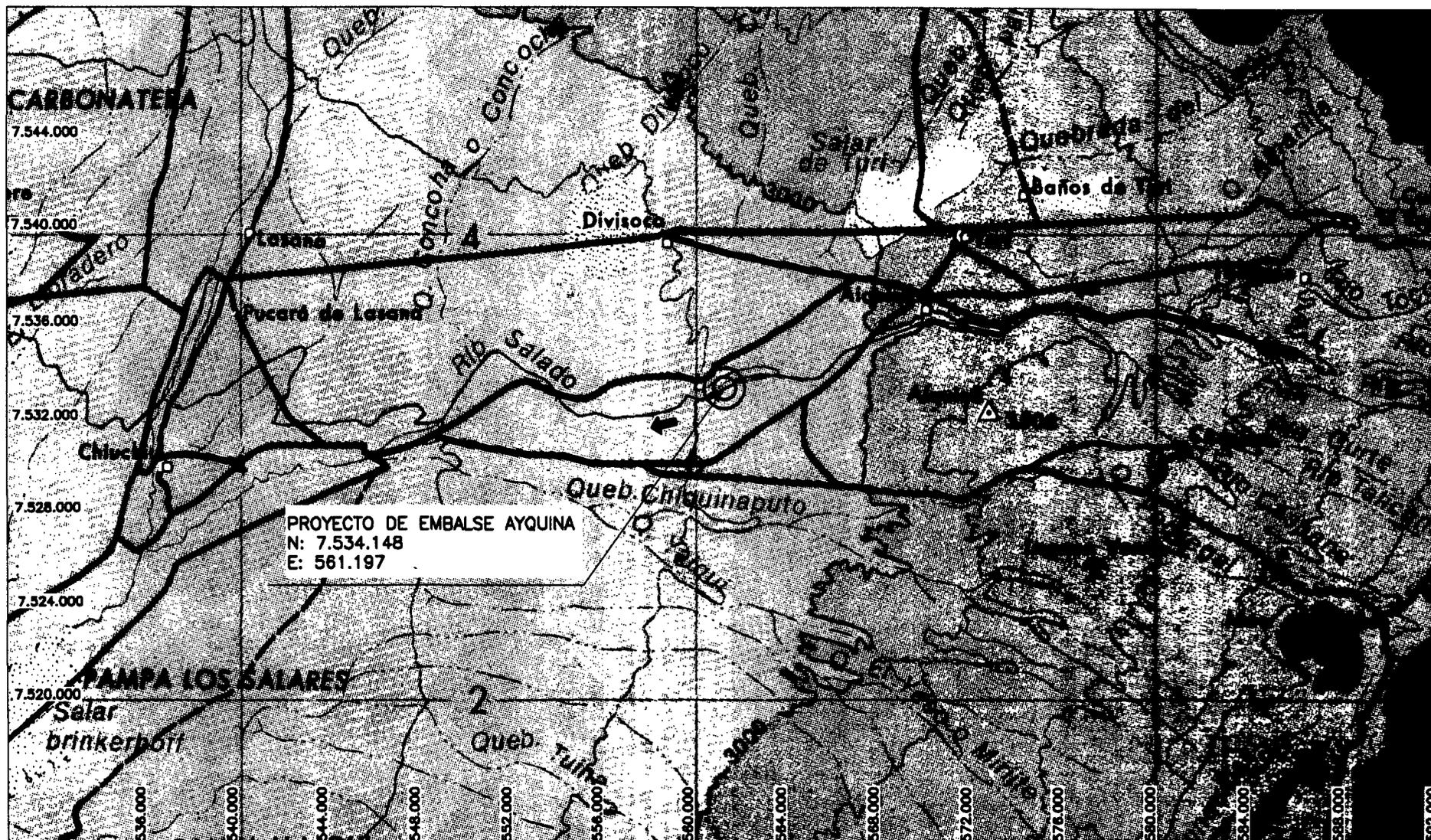
Se acompaña la plancheta a escala 1:50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **12.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

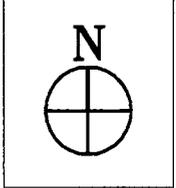
### **12.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

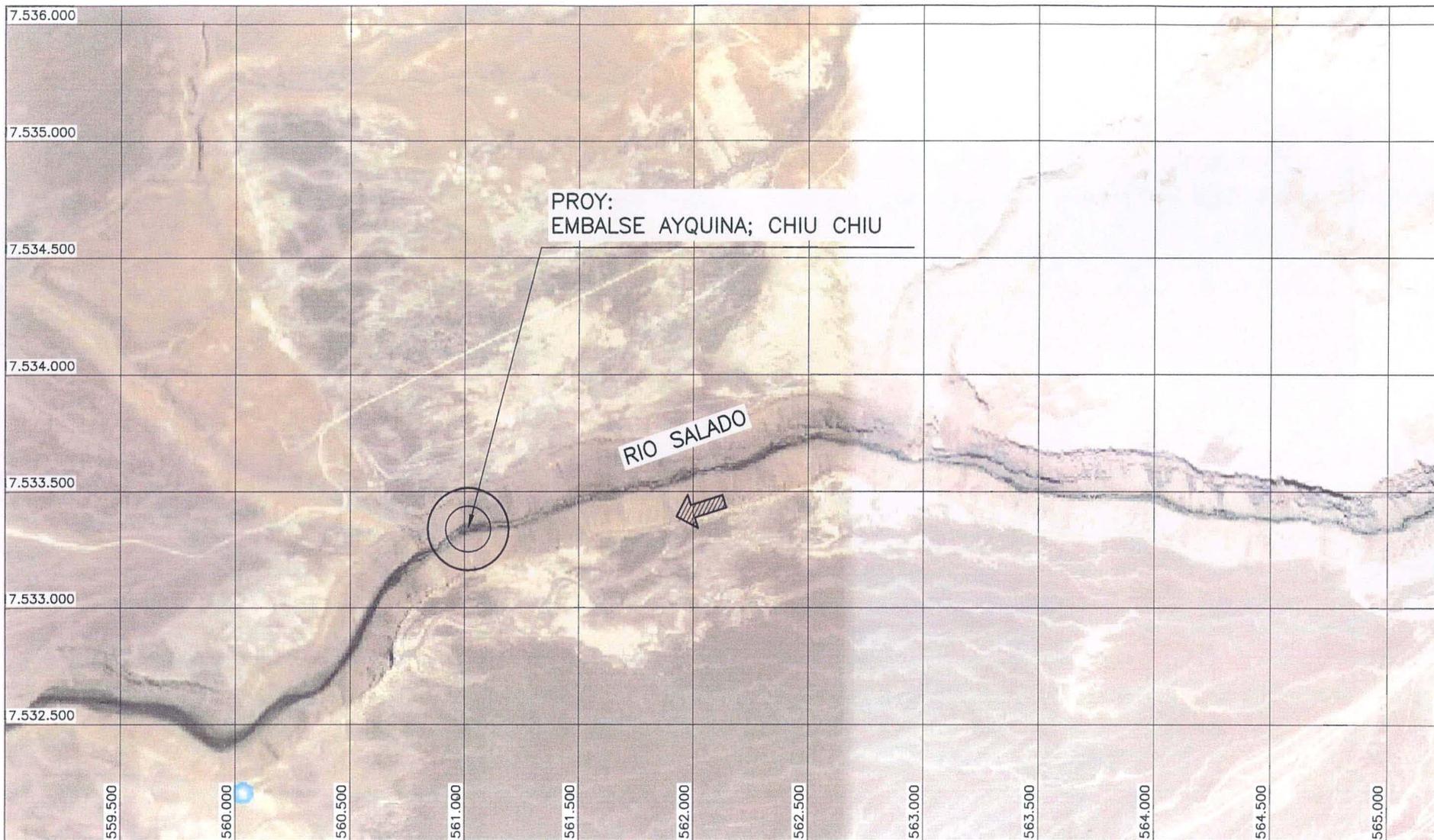


**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-01-02-1904-11 CALAMA-ESC 1:250.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 18

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO SALADO EN COMUNA DE CALAMA "PROYECTO DE EMBALASE AYQUINA" CUENCA DEL RIO LOA - REGION DE ANTOFAGASTA		
PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.000 - OF. 24 - PROVINCIA - SANTIAGO FONOS: 624 0000 - 624 0000	ESCALA 1:250.000	LAMINA II.AY.1



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO SALADO EN COMUNA DE CALAMA  
 "PROYECTO DE EMBALSE AYQUINA"  
 REGION DE ANTOFAGASTA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 88 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 236 0385 - 236 8886

ESCALA  
 APROX.  
 1:25.000

LAMINA  
 II.AY.2

EMBALSE AYQUINA  
RIO SALADO

RIO SALADO EN PUENTE EL DIABLO



SECTOR MURO PROPUESTO



VISTA RIO SALADO, AL FONDO SITIO EMBALSE



### **III.- REGIÓN DE ATACAMA**

III.1.-

**PROYECTO DE UNIFICACIÓN DE 23 CANALES  
EN TRAMO SAN ANTONIO A LA PUERTA**

**RÍO COPIAPÓ  
COMUNA DE TIERRA AMARILLA**

III.PU.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de unificación de 23 canales en tramo San Antonio a La Puerta.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Atacama  
**2.2.- COMUNA** : Tierra Amarilla  
**2.3.- CUENCA** : Cuenca del valle de Copiapó  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia Del Río Copiapó y sus afluentes  
**2.5.- INFORMANTES** : Cristián Mauricio González Álamos; Gerente General de la Junta de Vigilancia del río Copiapó y sus Afluentes, y Cristian Cortés Sierra; Jefe Área Técnica.  
Dirección : Calle Salas 310, Copiapó  
Teléfono : 052- 211574  
Email : jvriocopiapo@yahoo.com  
**2.6.- CARTA DE INTERÉS** : Se acompaña en Anexo H, la carta de interés de la Junta de Vigilancia en este proyecto.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en una optimización de la conducción mediante una obra nueva

### 3.2. UBICACIÓN

Coordenadas Inicio: Norte: 6.912.718 (m) Este: 397.720 (m)  
Coordenadas Término: Norte: 6.923.357 (m) Este: 389.050 (m)

El sistema de coordenadas es: WGS 84; HUSO 19

### 3.3.- DESCRIPCIÓN

El proyecto consiste en el estudio de la unificación, por medio de la construcción de un canal matriz revestido, de una serie de canales, entre ellos: Canal El Carmen, Canal Santa Rosa y Canal Palo Blanco, en el sector comprendido en el tramo definido por el inicio del Canal El Carmen y el sector denominado La Puerta, abarcando una extensión de aproximadamente 10 km.

En forma complementaria al proyecto de riego, existe además una posibilidad de generación hidroeléctrica de pasada desde el Canal Santa Rosa, el cual actualmente no está siendo utilizado ya que su bocatoma quedó colgada. El canal es existente y

III.PU.2.-

revestido, de una longitud de 1 km aproximadamente y tiene una capacidad de porteo de unos 400 l/s. El desnivel que se podría utilizar, devolviendo las aguas al cauce del río Copiapó una vez generada la energía, alcanza a unos 30 m aproximadamente, en la ribera derecha del río. La central utilizaría los derechos de aprovechamiento consuntivos, captándolos desde el río Copiapó y devolviéndolos a este cauce luego de la generación. En el tramo entre la bocatoma y la posible central no hay entregas para riego.

Otra posibilidad de generación hidroeléctrica de pasada existe en la utilización de los caudales captados en la bocatoma del canal El Carmen, los cuales podrían generar hidroelectricidad en un punto ubicado aproximadamente 2,5 km aguas abajo, en la ribera izquierda del río Copiapó.

### **3.4.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

En los canales en análisis, se han detectado problemas en la conducción, distribución y operación. Actualmente estos canales tienen bocatomas independientes, lo que ocasiona problemas de mantenimiento de cada una de ellas y sus correspondientes costos de operación. Además, el cauce del río Copiapó se llena de caña, la que consume agua en grandes cantidades, aumentando las pérdidas y los costos de limpieza del cauce.

Por otra parte, el proyecto de riego podría agregarse el beneficio de la generación hidroeléctrica.

### **3.5.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para enfrentar los problemas señalados, se proponen dos alternativas que apuntan a: mejorar las captaciones, disminuir las pérdidas, aumentar la eficiencia en la distribución y mejorar la seguridad en la operación de los canales. La primera alternativa consiste en la unificación de estos canales, donde la bocatoma común será el canal ubicado aguas arriba. Se contempla construir una obra de captación, revestimiento y aumento de la capacidad del nuevo canal matriz y unidades de distribución para los demás canales. La segunda alternativa consiste en realizar el mejoramiento integral, para cada uno de los 23 canales en forma independiente, en este caso se considera mejoras en la captación de 10 canales, lo cual incluye: nueva barrera en el río, desarenador y reja desbasurizadoras, además esta alternativa contempla el revestimiento de 500m de cada uno de los 23 canales.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.III.PU.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, además de presentar menores impactos negativos en su entorno.

III.PU.3.-

Conforme a lo señalado, la solución propuesta consiste en unificar canales en el sector comprendido en el tramo definido por el inicio del Canal El Carmen y el sector denominado La Puerta, abarcando una extensión de aproximadamente 10 km en el río Copiapó.

#### 4.- SUPERFICIE BENEFICIADA Y BENEFICIARIOS

El área del proyecto presenta un gran desarrollo agrícola basado en el cultivo de uva mesa de exportación, con riego tecnificado. Para ello, cuenta con ventajas comparativas por las excelentes condiciones naturales de clima que permite la cosecha y exportación temprana, obteniendo altos precios. De hecho, ya existen alrededor de 1.900 ha parronales de alta productividad, que pertenecen a unos 260 predios. Aparte del rubros productivo uva de mesa que se riega por goteo, existen las chacras, papas y empastadas.

Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua mediante varios canales de tierra en este tramo del río Copiapó generan importantes pérdidas por conducción, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar gran parte de las pérdidas de agua, especialmente en los períodos de máximas demandas evapotranspirativas, con lo cual se favorecería la expansión de los patronales, con unas 89 ha de nuevo riego seguro, 45 ha equivalente de nuevo riego y hasta 1.944 ha con mejoramiento, multiuso y mayor seguridad de captación en bocatoma.

Se estima que el uso futuro de las aguas recuperadas con el proyecto podrían destinarse a los rubros: uva de mesa, melón y alfalfa.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	5%
MEDIANOS (20-50 HA)	32%
GRANDES >50 HA	63%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA UNAS 2.000 ha
Uva Mesa	Uva Mesa
Papa	Melón
Alfalfa	Alfalfa

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.PU.-

## 5.- CAUDAL DE DISEÑO

Por ser un canal unificado se estima un caudal de 2.000 lt/s. Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Huasco en La Puerta. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 2,00 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q (85\%) = 1,22 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- NÚMERO DE BENEFICIARIOS Y DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los canales a unificar disponen de derechos de agua reconocidos por la Junta de Vigilancia del Río Copiapó.

	Comunidad	Nº Usuarios	Nº Acciones
1	Comunidad de Aguas Amolana	7	154,50
2	Comunidad de Aguas Amolanitas	2	7,00
3	Comunidad de Aguas Goyo Díaz	4	106,00
4	Comunidad de Aguas Hijueta Abello Norte	6	260,80
5	Comunidad de Aguas Hijueta Abello Sur	6	61,20
6	Comunidad de Aguas La Capilla	7	432,00
7	Canal El Carmen	1	144,00
8	Comunidad de Aguas Palo Blanco	5	144,00
9	Canal Santa Rosa	1	108,00
10	Comunidad de Aguas Apacheta	4	108,00
11	Comunidad de Aguas Los Loros	19	144,00
12	Comunidad de Aguas Bolsico	2	57,60
13	Comunidad de Aguas El Fuerte	3	86,40
14	Canal La Pirca Nº 1	1	23,20
15	Canal La Pirca Nº 2	1	91,20
16	Canal Casa Blanca Nº 1	1	38,10
17	Canal Casa Blanca Nº 2	1	9,50
18	Comunidad de Aguas Canal La Puerta Nº 1	2	32,40
19	Comunidad de Aguas Canal La Puerta Nº 2	2	21,60
20	Comunidad de Aguas Canal El Sauce	2	30,00
21	Comunidad de Aguas Canal El Naranjo	2	42,00
22	Comunidad de aguas Canal El Jardín	2	180,00
23	Comunidad de Aguas Canal La Cantera	5	187,00
24	Comunidad de Aguas Canal El Carrizo	12	281,00
25	Comunidad de Aguas Canal Niagara	3	144,00
26	Comunidad de Aguas Canal Compuertas Negras	8	1.296,00
27	Comunidad de Aguas Canal Cerrillos	6	288,00
	<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>4.477,50</b>

Fuente: Junta de Vigilancia Río Copiapó

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL.

Los principales impactos se refieren a la extracción unificada de los caudales, en donde se debe considerar la necesidad de estudios y evaluación de impactos ambientales para asegurar los caudales ecológicos.

Además se requiere el traslado de los derechos de aguas desde la actual bocatoma de los canales a la bocatoma unificada. Esto debe ser con consulta al organismo competente, en este caso la DGA.

## 8.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de unificación San Antonio a La Puerta.	2.060	1.932	500	1.570	13	16

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.PU.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	373
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	183

Nota: El costo de estudios totales, se estima conforme a una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 2.616 millones.

III.PU.6.-

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto que es posible al introducir un complemento que permita la generación hidroeléctrica con un potencial estimado en 0,1 Mw en la tubería presurizada, ya citada, se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación:

- Caudal estimado para generación: 0,4 m<sup>3</sup>/s
- Altura de caída bruta: 30 m
- Potencial: 0,1 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$138 millones.
- VAN del uso hidroeléctrico: \$151 millones
- TIR: 17%
- IVAN (VAN/Io) = 1,2

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.III.PU.-

## **9.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Plano catastral sector Río Pulido, Manflas y Jorquera, Lautaro, La Puerta, Mal Paso, Copiapó. 1995 Documento N° 237 Junta de Vigilancia río Copiapó.

### **9.2.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS**

- a) Plan estratégico de la organización. (N° 2.2.1 .- Parte III, Tomo I)
- b) Fortalecimiento en gestión de canales unificados (N° 2.2.3 .- Parte III, Tomo I)

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000

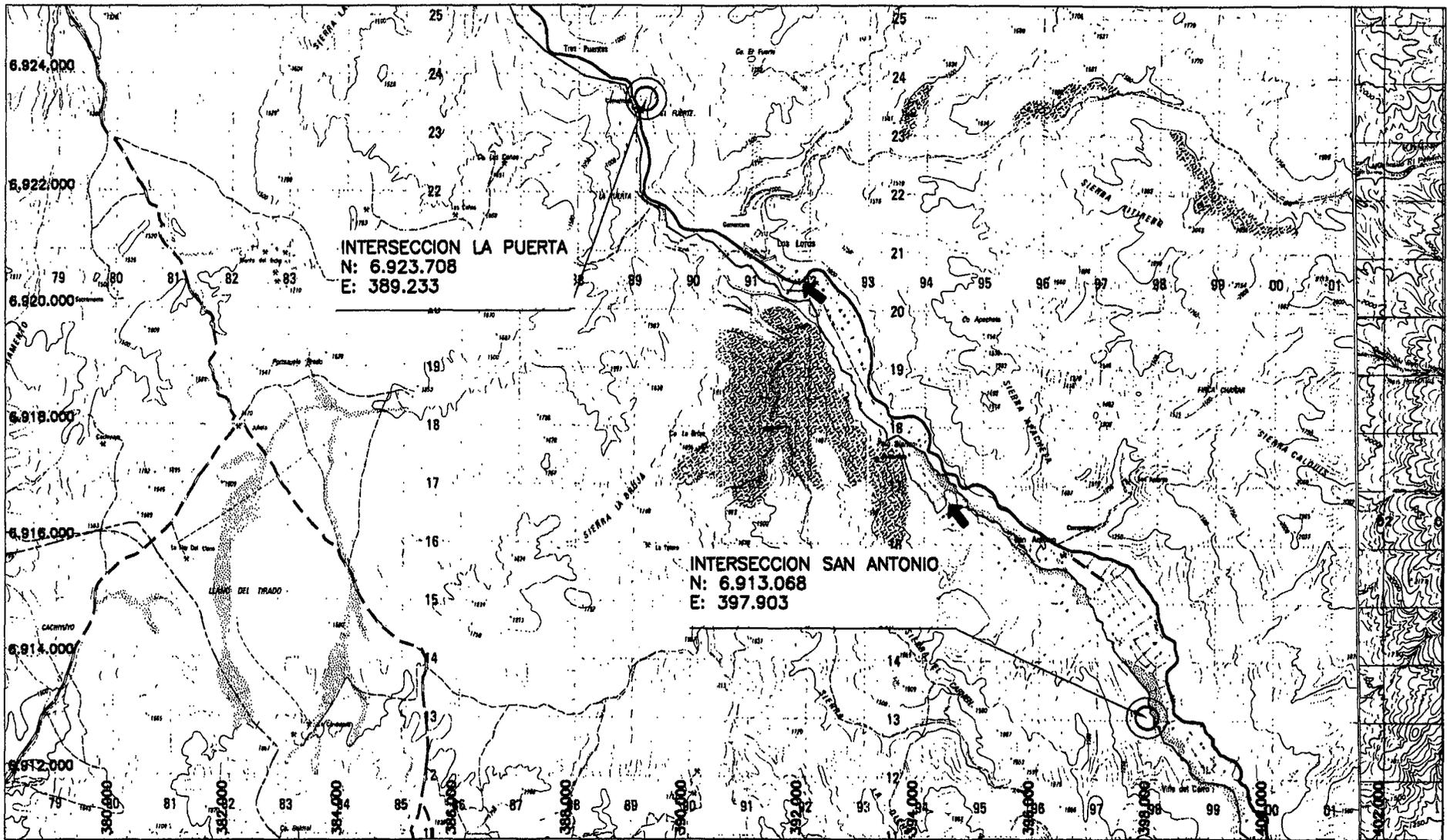
### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

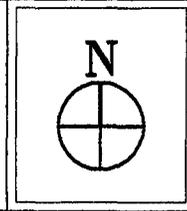
Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

III.PU.7.-



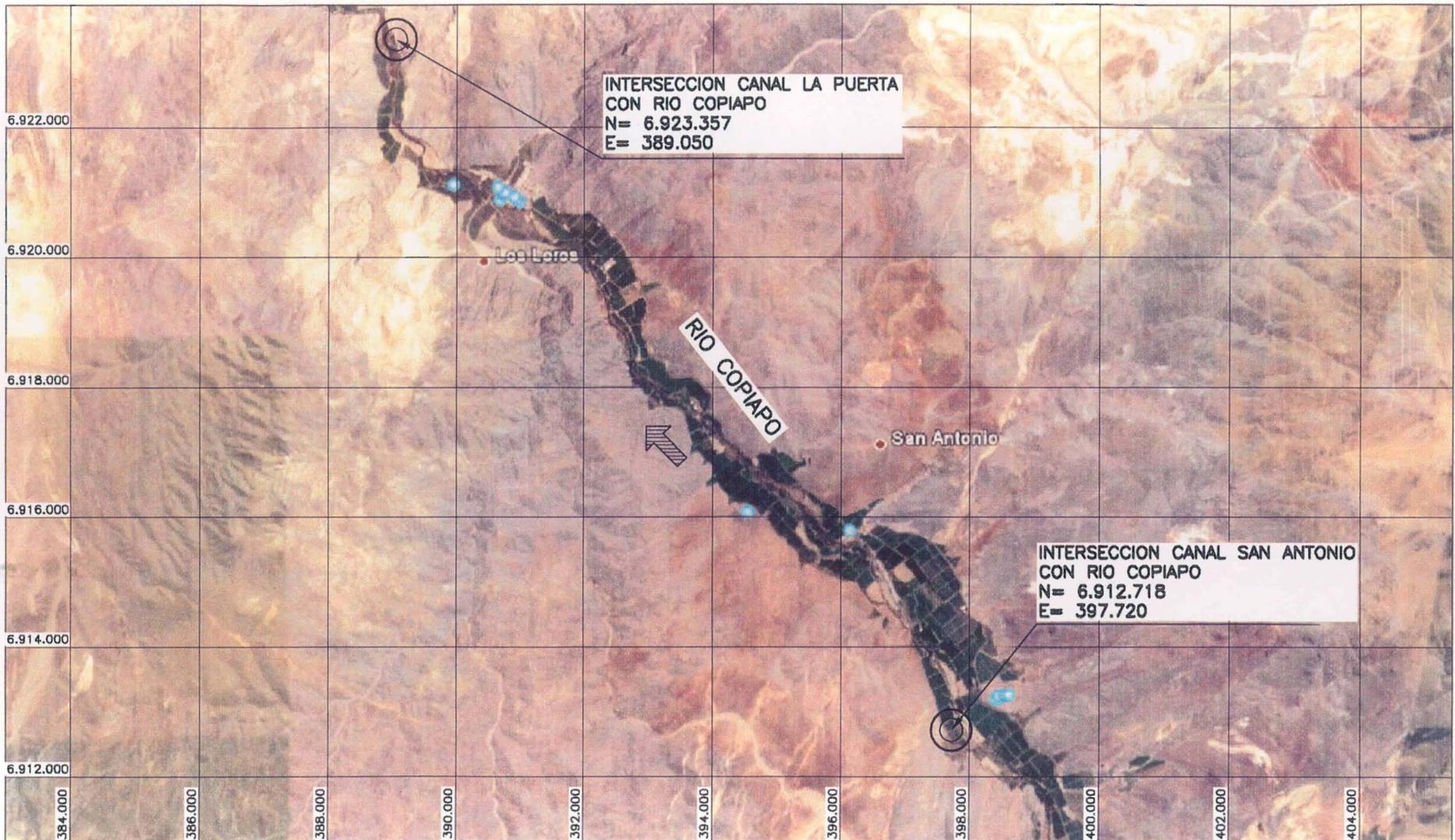
NOTAS:  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-03-0112-00 LOS LOROS-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-03-0113-00 EMBALSE LAUTARO-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO COPIAPO EN TRAMO SAN ANTONIO HASTA LA PUERTA, EN COMUNA DE TIERRA AMARILLA. "PROYECTO DE UNIFICACION DE 23 CANALES EN TRAMO SAN ANTONIO A LA PUERTA". CUENCA RIO COPIAPO - REGION DE ATACAMA		
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.680 - OF. 04 - PROVINCIA - SANTIAGO FONOS: 230 0000 - 235 0000	ESCALA 1:100.000	LAMINA III.PU.1

III.PU.8.-



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



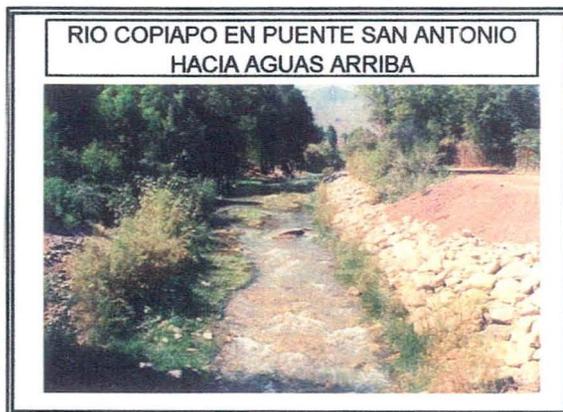
COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO COPIAPO EN TRAMO SAN ANTONIO HASTA LA PUERTA, EN COMUNA DE TIERRA AMARILLA  
 "PROYECTO DE UNIFICACION DE 23 CANALES EN TRAMO SAN ANTONIO A LA PUERTA"  
 CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 04 - PROVINCENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 226 0200 - 226 0200

ESCALA APROX. 1:90.000  
 LAMINA III.PU.2

PROYECTO DE UNIFICACION DE 23 CANALES EN TRAMO SAN ANTONIO A LA PUERTA



**PROYECTO DE NUEVO TRAMO  
DE CANAL MATRIZ UNIFICADO ENTUBADO, PARA  
ALIMENTACIÓN DE LOS CANALES:  
EL NARANJO, EL JARDÍN,  
LA CANTERA, EL CARRIZO.**

**RÍO COPIAPÓ  
COMUNA DE TIERRA AMARILLA**

III.TY.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de los Canales: El Naranjo, El Jardín, La Cantera, El Carrizo.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- **REGIÓN** : Atacama  
2.2.- **COMUNA** : Tierra Amarilla  
2.3.- **CUENCA** : Cuenca del Valle de Copiapó  
2.4.- **ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia del río Copiapó y sus Afluentes  
2.5.- **INFORMANTES** : Cristián Mauricio González Álamos; Gerente General de la Junta de Vigilancia del río Copiapó y sus afluentes. Cristián Cortés Sierra; Jefe Área Técnica.  
Dirección : Calle Salas 310, Copiapó  
Teléfono : 52 - 211574  
Email : jvriocopiapo@yahoo.com
- 2.6.- **CARTA DE INTERÉS** : Se acompaña en Anexo H, la carta de interés de la Junta de Vigilancia en este proyecto.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en un mejoramiento de la situación actual y optimización de la conducción mediante una obra nueva en el cauce del río Copiapó.

### 3.2.- UBICACIÓN

Coordenadas Inicio: Norte: 6.925.807 (m) Este: 386.507 (m)  
Coordenadas Término: Norte: 6.935.351 (m) Este: 380.944 (m)

El sistema de referencia es: WGS 84; HUSO 19

### 3.3.- DESCRIPCIÓN

En este sector el agua es conducida actualmente a través del Río Copiapó en una extensión de 10 km aproximadamente, en la zona media del Valle, entre el sector La Turbina y el Puente El Yeso. En este trayecto se infiltran 500 l/s aproximadamente, que corresponde a un 30% aproximado del caudal pasante, por lo tanto, para evitar este problema se pretende construir un canal matriz, que actualmente no existe en este tramo, entubándolo para lograr una mayor eficiencia de uso del agua.

III.TY.2.-

Además, en este tramo existe una antigua central hidroeléctrica de pasada, la cual está operando en condiciones deficientes. Complementariamente, el proyecto de riego puede abordar privadamente, la rehabilitación de esta central para optimizar su operación. Esta central funciona captando sus aguas mediante un canal de aproximadamente 1 km de longitud, con una caída de aproximadamente 30 m y devolviendo las aguas generadas al río Copiapó.

### **3.4.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

Actualmente en los canales en análisis, se observan problemas en la conducción, distribución y operación; en especial se produce una gran pérdida de agua por el crecimiento de caña y otras malezas en los cauces, las que consumen una gran cantidad de agua. Esta situación afecta el escurrimiento, disminuye la disponibilidad de recursos hídricos y aumenta el costo de limpieza y mantenimiento del canal. Se estima que las pérdidas alcanzan a unos 500 l/s aproximadamente.

El mejoramiento beneficiaría especialmente al Cuarto Distrito del río, pero indirectamente a los Distritos que se ubican aguas abajo: Séptimo, Octavo y Noveno, los que actualmente se ven perjudicados por la escasez de recursos hídricos que reciben.

Las condiciones actuales de la captación y conducción del agua mediante varios canales de tierra en este tramo del río Copiapó favorecen las pérdidas importantes, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas. La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el estío, período de máximas demandas evapotranspirativas y con ello, la expansión de la fruticultura.

Además, la posibilidad de recuperar y optimizar el funcionamiento de la central hidroeléctrica abre oportunidades para la generación de beneficios de esta central. Esta central es de propiedad particular, pero la Junta de Vigilancia está interesada en su recuperación.

### **3.5.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para solucionar los problemas antes señalados, se proponen dos alternativas que apuntan a: mejorar las captaciones, disminuir las pérdidas, aumentar la eficiencia en la distribución y mejorar la seguridad en la operación de los canales. La primera alternativa consiste en la unificación de estos canales, donde la bocatoma común será el canal ubicado aguas arriba. Se consulta construir una obra de captación, entubamiento de 15km de canal matriz unificado y unidades de distribución hacia los demás canales. La segunda alternativa consiste en realizar el mejoramiento integral, para cada uno de los 4 canales en forma independiente.

III.TY.3.-

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.III.TY.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación unificada, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. De este modo se propone el entubamiento del río Copiapó en una extensión de 10 km aproximadamente, en la zona media del Valle entre el sector La Turbina y el Puente El Yeso.

#### 4.- SUPERFICIE BENEFICIADA

El área del proyecto presenta un gran desarrollo agrícola basado en el cultivo de uva mesa en parronal con riego tecnificado. Para ello, cuenta con ventajas comparativas por las excelentes condiciones naturales de clima, que permite la cosecha y exportación temprana con la obtención de altos precios.

Actualmente se riegan hasta unas 3.000 ha con el sistema en uso, que pertenecen a unos 100 predios. Se destacan los rubros productivos: uva de mesa que se riega por goteo y cultivos de chacras, papas y empastadas.

La recuperación de agua con el proyecto y su resguardo de calidad, al evitarse la contaminación orgánica en el paso por poblaciones, permite plantear un patrón productivo, en base a uva de mesa, melones y alfalfa. Con esto se obtiene una superficie de nuevo riego equivalente de unas 611 ha y un mejoramiento con multiuso que beneficiará unas 3.001 ha.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	7%
MEDIANOS (20-50 HA)	25%
GRANDES >50 HA	68%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 3.000 ha
Uva Mesa	Uva Mesa
Papa	Melón
Huerta Casera	Alfalfa
Alfalfa	

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.TY.-

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Se estima que el caudal de diseño sería de 1.800 lt/s aproximadamente. Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Copiapó en la Puerta. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 1,80 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$
$$Q (85\%) = 1,10 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los derechos están inscritos y reconocidos por la Junta de Vigilancia que promueve este proyecto.

Nº	Canal o Comunidad	Acciones
1	Comunidad de Aguas Canal El Naranjo	42
2	Comunidad de Aguas Canal El Jardín	180
3	Comunidad de Aguas Canal La Canterera	187
4	Comunidad de Aguas Canal El Carrizo	281
	<b>TOTAL</b>	<b>690</b>

### 6.1.- NÚMERO DE BENEFICIARIOS

Nº	Canal o Comunidad	Usuarios
1	Comunidad de Aguas Canal El Naranjo	2
2	Comunidad de Aguas Canal El Jardín	2
3	Comunidad de Aguas Canal La Canterera	5
4	Comunidad de Aguas Canal El Carrizo	12
	<b>TOTAL</b>	<b>21</b>

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Los principales impactos se refieren a la extracción unificada de los caudales, en donde se debe considerar la necesidad de evaluación de impactos ambientales. Para asegurar los caudales ecológicos se deberá analizar la usanza actual y las posibilidades de mantener un caudal en el cauce.

Además se requiere el traslado de los derechos de aguas desde la actual bocatoma de los canales a la bocatoma unificada. Esto debe ser con consulta al organismo competente, en este caso la DGA.

III.TY.5.-

El principal beneficio que producirá este proyecto es el mejoramiento de la eficiencia de uso del caudal que transportará el canal. Por tratarse de un canal unificado de 1,8 m<sup>3</sup>/s, este proyecto no debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

## 8.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Unificado entubado, El Naranjo, El Jardín, La Cantera, El Carrizo.	5.075	4.862	3.449	7.134	18	22

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.TY.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	538
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	183

El costo de estudios totales, se estima conforme a una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 5.796 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- a) Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- b) Fortalecimiento en Gestión de Canales Unificados (2.2.3.- Parte III, Tomo I)

III.TY.6.-

## **9.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No se han detectado estudios previos.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA GENERAL DE UBICACIÓN CARTA IGM**

Se acompaña la plancheta IGM a escala 1:50.000 con la ubicación del proyecto.

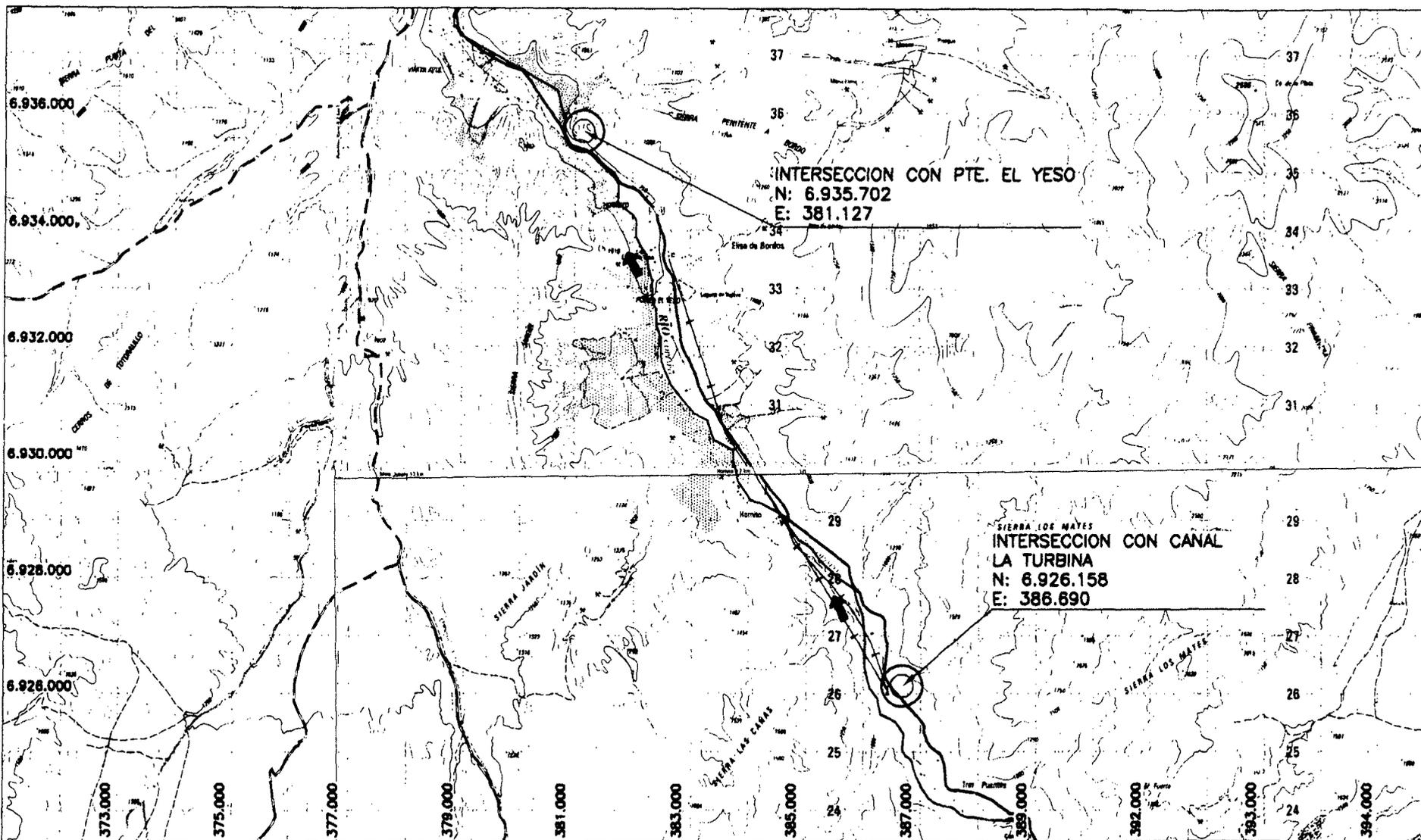
### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

III.TY.7.-

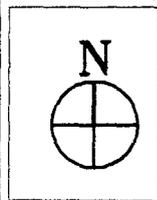


**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-03-0112-00 LOS LOROS-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO COPIAPO EN TRAMO DESDE LA TURBINA HASTA PUNTE EL YESO, COMUNA TIERRA AMARILLA. "PROYECTO DE NUEVO TRAMO DE CANAL MATRIZ UNIFICADO ENTUBADO, PARA ALIMENTACION DE LOS CANALES: EL NARANJO, EL JARDIN, LA CANTERA, EL CARRIZO"  
 CUENCA RIO HUARCO - REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA.  
 ESCRIBIDA EL 11 DE SEPTIEMBRE 1.999 - OF. 04 - PROVINCIAL - SANTIAGO  
 FONOS 226 0226 - 226 0226

ESCALA LAMINA  
 1:100.000 III.TY.1



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO COPIAPO EN TRAMO DESDE LA TURBINA HASTA PUENTE EL YESO, EN COMUNA DE TIERRA AMARILLA  
 "PROYECTO DE NUEVO TRAMO DE CANAL MATRIZ UNIFICADO ENTUBADO, PARA ALIMENTACION DE LOS CANALES:  
 EL NARANJO, EL JARDIN, LA CANTERA, EL CARRIZO"  
 REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 08 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 226 0000 - 226 0000

ESCALA APROX. 1:5.000  
 LAMINA III.TY.2

PROYECTO DE NUEVO TRAMO DE CANAL MATIZ UNIFICADO ENTUBADO, PARA ALIMENTACIÓN DE LOS  
CANALES: EL NARANJO, EL JARDIN, LA CANTERA, EL CARRIZO.

CANAL LA TURBINA: DEVOLUCION DESDE  
CASA MAQUINAS,  
A UNOS 200 M DE DESCARGA AL RIO  
COPIAPO



**PROYECTO DE NUEVO TRAMO  
DE CANAL MATRIZ UNIFICADO ENTUBADO, PARA  
ALIMENTACIÓN DE CANALES: NIÁGARA Y  
COMPUERTAS NEGRAS.**

**RÍO COPIAPÓ  
COMUNA DE TIERRA AMARILLA**

III.PY.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de canales: Niágara y Compuertas Negras, entre Puente El Yeso y Pabellón.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Atacama  
2.2.- COMUNA : Tierra Amarilla  
2.3.- CUENCA : Cuenca del valle de Copiapó  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Junta de Vigilancia Del Río Copiapó y sus afluentes  
2.5.- INFORMANTES : Cristian Mauricio González Álamos; Gerente General de la Junta de Vigilancia del río Copiapó y sus afluentes, Cristian Cortes Sierra; Jefe Área Técnica.  
Dirección : Calle Salas 310, Copiapó  
Teléfono : 52 - 211574  
Email : jvriocopiapo@yahoo.com  
2.6.- CARTA DE INTERÉS : Se acompaña en Anexo H, la carta de interés de la Junta de Vigilancia en este proyecto.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto es una obra de mejoramiento de la capacidad de conducción de un canal existente.

### 3.2.- UBICACIÓN

Coordenadas Inicio: Norte: 6.935.362 m Este: 380.959 m  
Coordenadas Término: Norte: 6.940.537 m Este: 378.240 m

El sistema de coordenadas es: WGS 84; HUSO 19

### 3.3.- DESCRIPCIÓN

El proyecto consiste en el mejoramiento de la capacidad de conducción a través de la construcción de un Canal Matriz entubado, sin presión, en una extensión total de 8,5 km aproximadamente, desde el sector denominado Puente El Yeso hasta el sector llamado Pabellón, disminuyendo especialmente las pérdidas por infiltración y por el consumo de agua que representa el crecimiento de caña y otras malezas en los bordes de cauce del río Copiapó. Para ello se contempla el entubamiento del canal en la

III.PY.2.-

mencionada extensión, de esta manera el agua no escurriría por el cauce natural abierto del río Copiapó, como ocurre actualmente.

### **3.4.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

En los canales en análisis, se han detectado problemas en la: conducción, distribución y operación; en especial se presentan elevadas pérdidas por consumo del agua causado por el profuso crecimiento de caña en el lecho y bordes del cauce, además de la infiltración que alcanza a unos 200 l/s en el tramo mencionado.

Además, producto de las pérdidas mencionadas, se ve afectado el Quinto Distrito, el cual recibe menos agua. Sin embargo, hay que mencionar que en forma indirecta afecta también a los Distritos de Riego: Séptimo, Octavo y Noveno, los que reciben menor caudal, afectando a pequeños agricultores de esta zona.

### **3.5.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para solucionar los problemas señalados, se proponen dos alternativas que apuntan a mejorar las captaciones, disminuir las pérdidas, aumentar la eficiencia en la distribución y mejorar la seguridad en la operación de los canales. La primera alternativa consiste en la unificación de estos canales, donde la bocatoma común será el canal ubicado aguas arriba. Se contempla construir una obra de captación, aumento de capacidad y entubamiento de 8,5km de canal matriz unificado, y unidades de distribución hacia los demás canales. La segunda alternativa consiste en realizar el mejoramiento integral, para cada uno de los 2 canales en forma independiente.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.III.PY.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación unificada, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Considerando lo señalado, la solución propuesta consiste en entubar o revestir el canal en una extensión total entre ambos tramos de 8,5 km aproximadamente, con dos subtramos con diámetros: 1.200 mm y 1.500 mm en tubos de hormigón de base plana ARBP.

## **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El área del proyecto presenta un gran desarrollo agrícola basado en el cultivo de uva mesa en patronal con riego tecnificado. Para ello, cuenta con ventajas comparativas por las excelentes condiciones naturales de clima que permite la cosecha y exportación temprana, obteniendo altos precios.

III.PY.3.-

Actualmente se riegan hasta unas 2.800 ha con el sistema en uso, que pertenecen a unos 120 predios, destacándose los rubros productivos: uva de mesa que se riega por goteo y cultivos de chacras, huerta casera, alfalfa.

Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua mediante varios canales de tierra en este tramo del río Copiapó favorecen las pérdidas importantes, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el estiaje, en período de máximas demandas evapotranspirativas y con ello, expandir los patronales en alrededor de 255 ha equivalentes de nuevo riego y unas 2.800 ha con mejoramiento debido al multiuso del proyecto.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PEDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	6%
MEDIANOS (20-50 HA)	23%
GRANDES >50 HA	71%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 2.800 ha
UVA DE MESA	UVA DE MESA
PAPA	PAPA
HUERTA CASERA	MELON
ALFALFA	ALFALFA

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.PY.-

#### 4.1.- NÚMERO DE BENEFICIARIOS

Nº	Canal o Comunidad	Nº usuarios
1	Comunidad de Aguas Canal Niágara	3
2	Comunidad de Aguas Canal Compuertas Negras	8
	<b>TOTAL</b>	<b>11</b>

Fuente.: Junta de Vigilancia Río Copiapó

## 5.- CAUDAL DE DISEÑO

Se estima que el caudal de diseño de este tramo es de 1.800 lt/s aproximadamente. Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Copiapó en la Puerta. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 1,80 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$
$$Q (85\%) = 1,10 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los canales del proyecto tienen derechos y son reconocidos por la Junta de Vigilancia que promueve este proyecto.

Nº	Canal o Comunidad	Acciones
1	Comunidad de Aguas Canal Niágara	144
2	Comunidad de Aguas Canal Compuertas Negras	1.296
	<b>TOTAL</b>	<b>1.440</b>

Fuente: Junta de Vigilancia Río Copiapó

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Los principales impactos se refieren a la extracción unificada de los caudales, en donde se debe considerar la necesidad de una evaluación de impacto ambiental, para asegurar los caudales ecológicos.

Además se requiere el traslado de los derechos de aguas desde la actual bocatoma de los canales a la bocatoma unificada. Esto debe ser con consulta al organismo competente, en este caso la DGA.

El principal beneficio que producirá este proyecto es el mejoramiento de la eficiencia de uso del caudal que transportará el canal. Por tratarse de un canal unificado de 1,8 m<sup>3</sup>/s este proyecto no debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

## 8.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION lo PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION lo PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Unificado entubado de Niágara y Compuertas Negras.	3.364	3.241	2.730	4.833	19	22

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.PY.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	454
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	408

El costo de estudios totales, se estima con una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 4.226 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- a) Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- b) Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2.- Parte III, Tomo I)
- c) Fortalecimiento en Gestión de Canales Unificados (2.2.3.- Parte III, Tomo I)

## **9.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Proyecto Técnico Reparación Canal Compuertas negras. Waldo Becerra Campos. Ingeniero Agrónomo. 2005. Documento N° 13 Junta de Vigilancia Río Copiapó.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA GENERAL DE UBICACIÓN CARTA IGM**

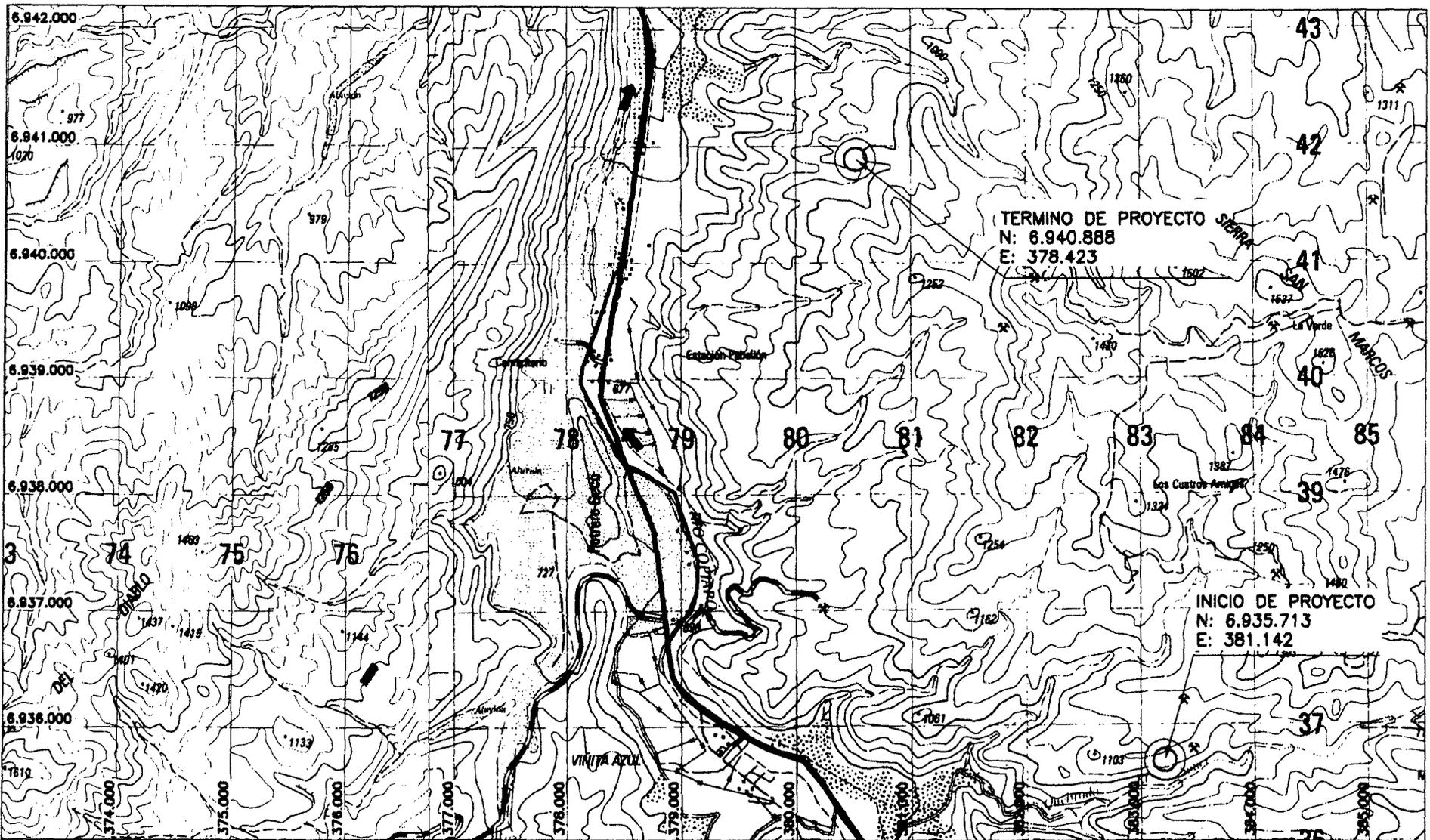
Se acompaña la plancheta IGM a escala 1:50.000 con la ubicación del proyecto.

### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-03-0102-00 NANTOCO-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-03-0103-00 ELISA DE BORDOS-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

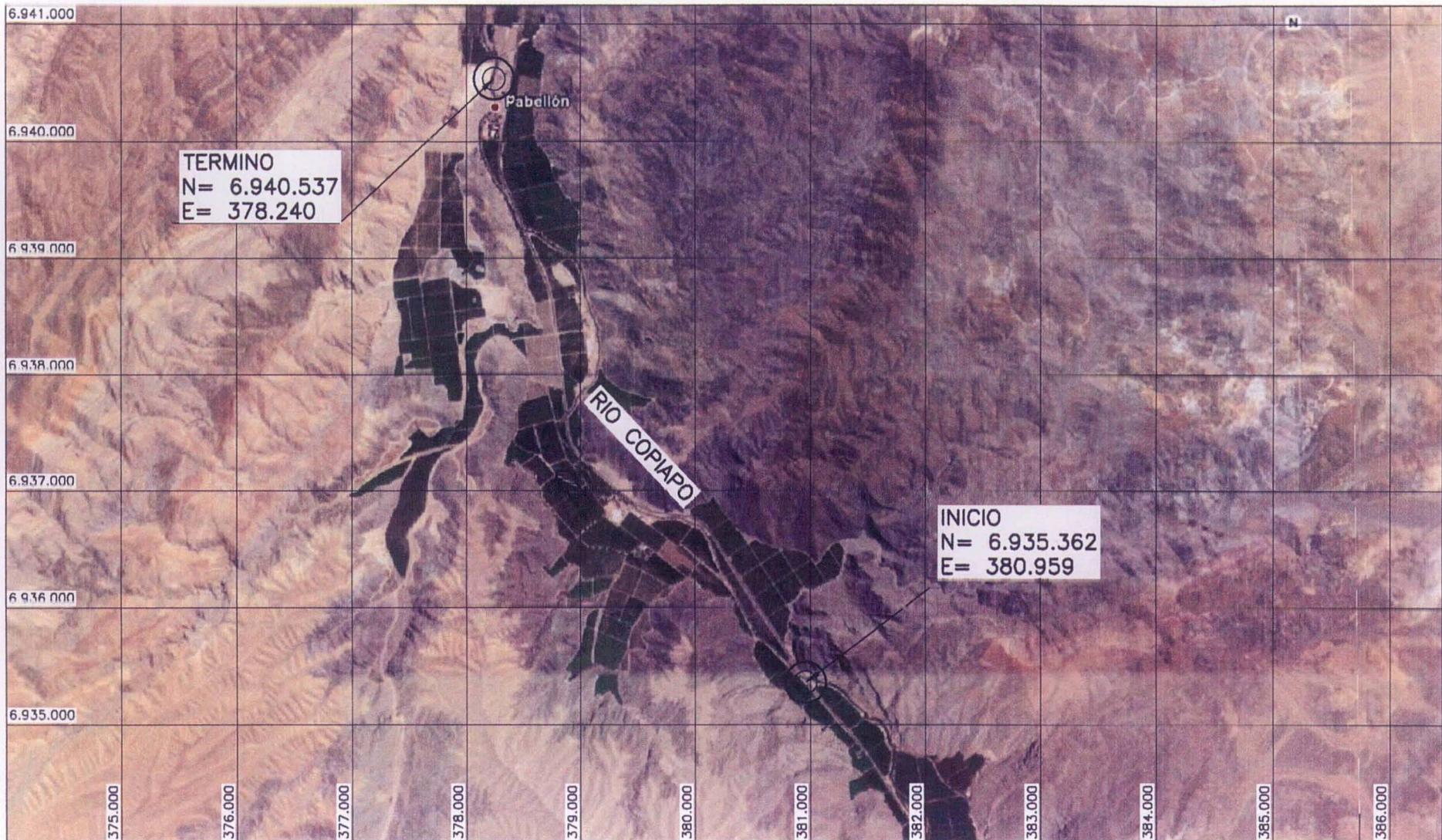


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO COPLAPO EN TRAMO DESDE PUENTE EL YESO HASTA PABELLON, COMUNA DE TIERRA  
 AMARILLA "PROYECTO DE NUEVO TRAMO DE CANAL MATRIZ UNIFICADO ENTUBADO, PARA  
 ALIMENTACION DE CANALES NIAGARA Y COMPUERTAS NEGRAS"  
 CUENCA RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DISEÑADOR: 11 DE SEPTIEMBRE 1.980 - OF. DE - PROVINCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 700 0020 - 529 0000

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA III.PY.1



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA  
 DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO COPIAPO EN TRAMO DESDE PUENTE EL YESO HASTA PABELLON, EN COMUNA DE TIERRA AMARILLA  
 "PROYECTO DE NUEVO TRAMO DE CANAL MATRIZ UNIFICADO ENTUBADO  
 PARA ALIMENTACION DE CANALES : NIAGARA Y COMPUERTAS NEGRAS"  
 REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 224 0262 - 224 0264

ESCALA  
 APROX.  
 1:50.000  
 LAMINA  
 III.PY.2

PROYECTO DE NUEVO TRAMO DE CANAL MATRIZ UNIFICADO ENTUBADO, PARA ALIMENTACIÓN DE  
CANALES NIÁGARA Y COMPUERTAS NEGRAS

SECCION FINAL TRAMO EL YESO -  
PABELLON CANAL COMPUERTAS  
NEGRAS



PUENTE YESO AGUAS ARRIBA



FUENTE YESO HACIA AGUAS ABAJO



**PROYECTO DE OPTIMIZACION  
Y MEJORAMIENTO DE CALIDAD DEL AGUA  
PARA EL CANAL MAL PASO**

**RÍO COPIAPÓ  
COMUNA DE TIERRA AMARILLA**

III.MP.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de optimización y mejoramiento de calidad del agua para El Canal Mal Paso.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Atacama  
**2.2.- COMUNA** : Tierra Amarilla  
**2.3.- CUENCA** : Cuenca del Río Copiapó  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia Río Copiapó y sus Afluentes  
**2.5.- INFORMANTE** : Cristian Mauricio González Álamos  
Cargo : Gerente General  
Dirección : Calle Salas 310 Copiapó  
Teléfono : 52 - 211574  
Email : jvriocopiapo@yahoo.com  
**2.6.- CARTA DE INTERÉS** : Se acompaña en Anexo H, la carta de interés de la Junta de Vigilancia en este proyecto.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto es un mejoramiento de un canal existente orientado a la calidad del agua, incluyendo sus obras de arte.

### 3.2.- UBICACIÓN

La ubicación georreferenciada de las obras es:

Coordenadas Inicio: Norte: 6.955.200 (m) Este: 374.870 (m)  
Coordenadas Término: Norte: 6.965.443 (m) Este: 374.892 (m)

El sistema de coordenadas es: WGS 84; HUSO 19

### 3.3.- DESCRIPCIÓN

El proyecto consiste en la reparación de una longitud de 8 km de canal aproximadamente, con el objetivo de mejorar la conducción del agua, disminuyendo las pérdidas por infiltraciones y desbordes, entre otras, y en la adecuación de las obras de arte que existen en el canal en su recorrido, tales como entregas y puentes.

### **3.4.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

Este canal fue construido en el año 1966 y actualmente se encuentra en un estado regular de mantenimiento. Presenta varios problemas debido al deterioro de su infraestructura y al daño del revestimiento del canal, lo que hace que el funcionamiento de la obra sea inadecuado e ineficiente, además de presentar desbordes en algunos sectores, ocasionando daños a terceros.

De este modo, los principales problemas del canal Mal Paso, consisten en el deterioro de la calidad de aguas, causada por la incorporación de contaminantes en su cruce por sectores urbanos, además el canal presenta problemas de estabilidad de bordes e infiltración. En algunos sectores, este canal es usado por los pobladores como piscina y lugar de recreo en el período de verano, generando problemas, tales como accidentes que se producen por esta razón y el daño a la infraestructura del canal, ya que usan las losetas sueltas del revestimiento actual, así como piedras y otros elementos disponibles para hacer barreras en el canal y generar un remanso que actúe como una piscina para recreación. Estas barreras no son removidas al término de la temporada, ocasionando problemas de escurrimiento, además de las pérdidas producidas por el daño a los taludes y zonas que antes estaban protegidas.

Otro problema de importancia es el crecimiento descontrolado de caña y otros tipos de vegetación que se produce en el cauce, el cual consume el agua de riego sin que tenga valor económico o posibilidad de usos productivos, lo que provoca el aumento de la infiltración a través de las raíces secas y el incremento en la dificultad y costos de las faenas de limpieza. Estas últimas se deben realizar dos veces al año, con un costo aproximado de \$12 millones cada vez (marzo, 2008), lo que representa un costo anual de al menos \$24 millones.

### **3.5.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Ante los problemas ya señalados, se analizó la posibilidad de incorporar medidas conducentes a mitigar la contaminación de las aguas de riego ( $4\text{m}^3/\text{s}$ ) mediante la remoción por exclusión de bacterias y partículas sólidas, para ello se analizó la instalación de plantas de “Filtración del Agua por Cartucho”, esta alternativa además considera complementariamente el revestimiento de 4km de canal para recuperar aguas en los tramos más filtrantes. Una segunda alternativa analizada consiste en la protección del canal en el cruce por los sectores urbanos mediante un entubamiento sin presión de unos 8km de longitud acumulada, lo cual permite la disminución de las incorporaciones de contaminantes, además de la recuperación de aguas en el tramo entubado.

Mediante un análisis de multicriterios, presentado en el Anexo K.i.III.MP.- permite recomendar esta última alternativa de conducción entubada, debido principalmente al menor coste de implementación y a los menores costos de mantención en el tiempo.

III.MP.3.-

De esta forma, las obras principales de la solución propuesta consisten en un entubamiento sin presión del canal en 8 km de extensión, empleando tubos de hormigón de base plana, con diámetro 1,0 m. Se consultan 20 entregas, una para cada comunidad, mediante compuerta y canal de empalme revestido, de 50 m cada una. Además se incluye un desarenador y reja desbasurizadora.

#### 4.- SUPERFICIE BENEFICIADA

El Valle de Copiapó cuenta con excelentes condiciones naturales de clima para el desarrollo de la fruticultura. De hecho, ya existen frutales de alta productividad, representados en este Perfil por la uva de mesa destinada a la exportación, especie de muy alta rentabilidad.

Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua del Canal Mal Paso favorecen las pérdidas de ésta, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el estío, período de máximas demandas evapotranspirativas.

La recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las plantaciones de patronales. La distribución de esa agua debe ser proporcional a los derechos de agua y, por ende, todos los predios, de cualquier tamaño, recibirán una mayor dotación de agua. Se obtiene finalmente con el proyecto, unas 88 ha equivalentes de nuevo riego y 708 ha de mejoramiento por el multiuso.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	13%
MEDIANOS (20-50 HA)	38%
GRANDES >50 HA	49%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA UNAS 796 ha
Uva Mesa	Uva Mesa
Papa	Melón
Huerta Casera	Alfalfa
Alfalfa	

III.MP.4.-

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.MP.-

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño debe ser de 800 litros/segundo, con un 85% de probabilidad de excedencia. Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Copiapó en la Puerta. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q(50\%) = 0,80 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q(85\%) = 0,49 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- NÚMERO DE BENEFICIARIOS Y DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

El total de beneficiarios alcanza a 933, distribuidos en 21 canales, con derechos de agua conforme lo indica la Junta de Vigilancia del Río Copiapó, los que se individualizan en el Cuadro a continuación.

Nº	CANAL O COMUNIDAD	Nº de usuarios	Acciones	Estado	Libro año	Foja	Nº
1	Comunidad de Aguas Canal Mal Paso (Chico)	3	132,20	Activo	1990	48	48
2	Canal Compañía	1	50,00	Inactivo	1996	95	83
3	Comunidad de Aguas Canal Las Arayas	9	131,20	Activo	1990	46	47
4	Comunidad de Aguas Canal San Román	15	108,0	Activo	1990	31	34
5	Comunidad de Aguas Canal Cancha de Carrera	29	9,0	Activo	1990	57	56
6	Comunidad de Aguas Canal Escorial	6	92,0	Activo	1990	29v	33
7	Comunidad de Aguas Canal Palermo	8	238,8	Activo	1990	26v	31
8	Comunidad de Aguas Canal Pedregal	16	130,7	Activo	1990	28	32
9	Comunidad de Aguas Canal Los Patos	35	25,6	Activo	1990	54	55
10	Comunidad de Aguas Canal Las Rojas	80	243,1	Activo	1990	66	59
11	Comunidad de Aguas Canal La Bellavista	2	268,5	Activo	1990	43v	45
12	Comunidad de Aguas Canal Terawaki Roseco	3	108,0	Activo	1990	35	37
13	Comunidad de Aguas Canal Zavala	7	144,4	Activo	1990	42	44
14	Canal Alcaparrosa	1	11,5	Activo	1990	36	38
15	Comunidad de Aguas Canal Alto Meléndez	2	38,0	Inactivo	1990	41	43
16	Canal Buitrón	1	120,0	Activo	1990	95	83
17	Comunidad de Aguas Canal La Florida	15	240,0	Activo	1990	52v	54
18	Comunidad de Aguas Canal Viñitas	1	468,0	Activo	1990	23v	29
19	Comunidad de Aguas Canal Punta Negra	67	468,0	Activo	1990	59v	57
20	Comunidad de Aguas Canal San Fernando	600	1404,4	Activo	1990	72v	61
21	Comunidad de Aguas Canal Ciudad de Copiapó	14	900,0	Activo	1990	2	3

Fuente: Junta de Vigilancia Río Copiapó

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Los principales impactos son positivos y se refieren a la conducción entubada del canal Mal Paso en su atravesado por la zona urbana, donde en la actualidad recibe basuras y otros elementos que contribuyen a su contaminación.

Durante la construcción deberá planificarse la colocación de los tubos de forma que no afecte el funcionamiento de los predios sirvientes.

Los beneficios ambientales del mejoramiento del canal son, por una parte, la disminución de riesgos para la población adyacente y, por otra, el mejoramiento del uso de los recursos hídricos transportados por el canal.

Este proyecto, por tratarse de un mero mejoramiento, no deberá ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental.

## 8.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de optimización hídrica para el Canal Mal Paso	1.542	1.429	107	837	11	14

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.MP.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	325
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	147

III.MP.6.-

El costo de estudios totales, se estima conforme a una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 2.014 millones.

## 9.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS

### 9.1.- ESTUDIOS PREVIOS

Antecedentes legales Canal Mal Paso. Documento N° 195 Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus Afluentes. Sin fecha.

Planta Proyecto Canal Mal Paso Sector Tierra Amarilla Modificación Trazado y Pendiente. Ingenya Ltda. 2006. Documento N° 223 Junta de Vigilancia Río Copiapó.

Plano Junta de Vigilancia Río Mal Paso. Documento N° 229 Junta de Vigilancia del Río Copiapó. Sin fecha.

Plano Canal Mal Paso. Documento N° 232 Junta de Vigilancia Río Copiapó. Sin fecha.

Plano catastral sector Río Pulido, Manflas y Jorquera, Lautaro, La Puerta, Mal Paso, Copiapó. 1995. Documento N° 237 Junta de Vigilancia del Río Copiapó.

### 9.2.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

Se estima que el logro de los objetivos del mejoramiento del canal se verá fortalecido si se incorporan los siguientes proyectos complementarios:

- Plan estratégico de la organización. (N° 2.2.1 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en gestión de uso de aguas limpias (N° 2.2.4.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento organizacional (N° 2.2.5 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento de Juntas de Vigilancia con impacto en cuencas ó sub cuencas con obras PROM (N° 2.2.6 .- Parte III, Tomo I)

**Fortalecimiento de los usuarios del canal.** La operación del canal mejorado requerirá de celadores capacitados para resguardar el buen funcionamiento de la obra, considerando que esta se desarrolla en un medio urbanizado. La coordinación con la municipalidad, Juntas de Vecinos y otras autoridades requiere de una organización bien estructurada y con capacidades para realizar las labores de gestión y administración del canal.

III.MP.7.-

**Piscina social.** Parte de los problemas actuales del canal es su uso como piscina de baño y entretenimiento por parte de la comunidad. Se estima que la posibilidad de contar con una piscina administrada por la Junta de Vigilancia, con las condiciones necesarias para su adecuado funcionamiento, que permita prestar el servicio a la comunidad, ayudaría a evitar una parte importante de los problemas actuales del canal, alejando a la población del uso inadecuado que le da por este motivo.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA IGM**

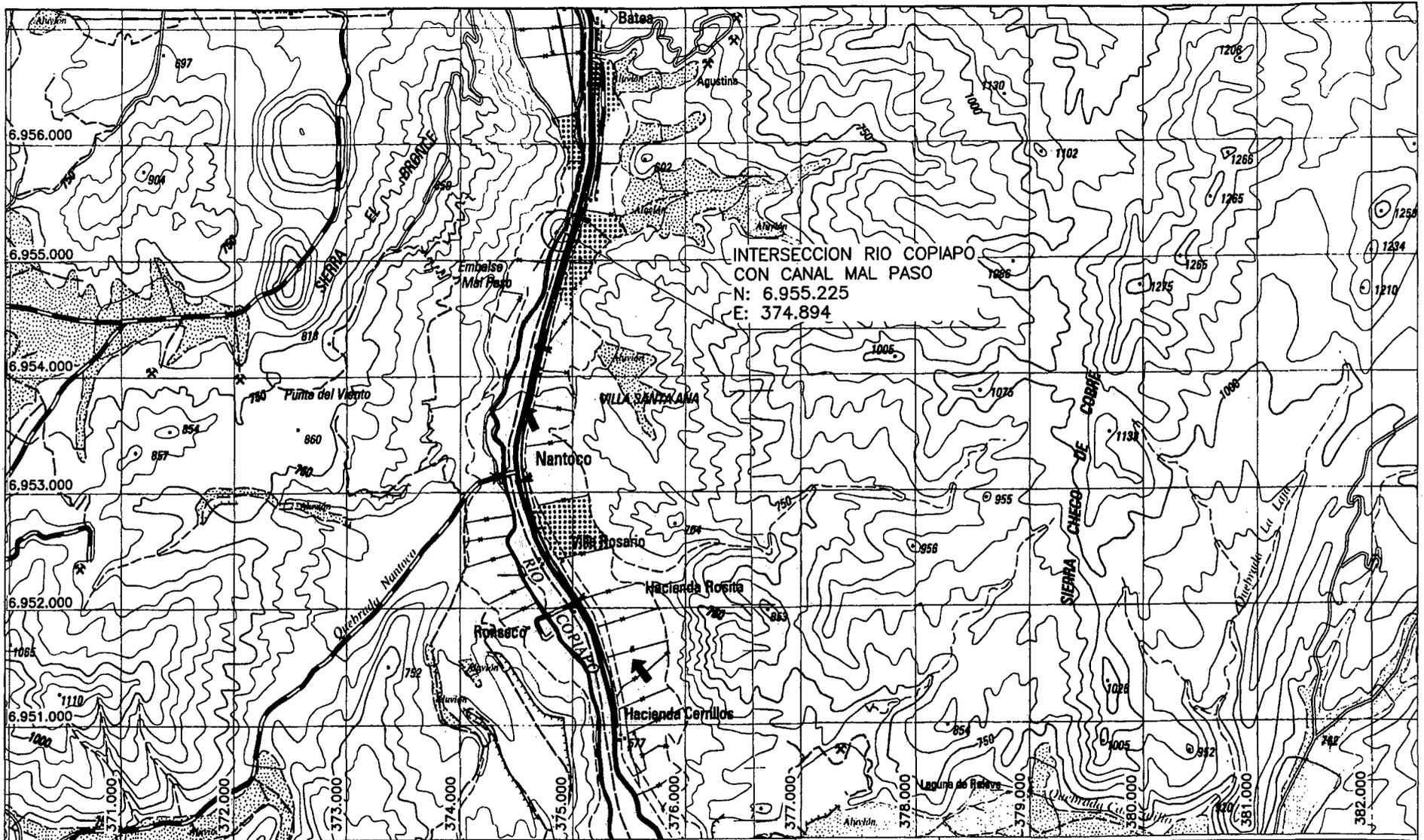
Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000

### **10.2.- FOTO SATELITAL.**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-04-0102-00 NANTOCO-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-04-0103-00 ELISA DE BORDOS-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO COPIAPO EN SECTOR MAL PASO, COMUNA DE TIERRA AMARILLA  
 "PROYECTO DE OPTIMIZACION HIDRICA PARA EL CANAL MAL PASO  
 CUENCA RIO COPIAPO - REGION DE ATACAMA"

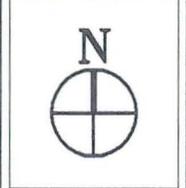
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 236 0325 - 236 8666

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA III.M.P.1



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO COPIAPO EN SECTOR MAL PASO, COMUNA DE TIERRA AMARILLA "PROYECTO DE OPTIMIZACION HIDRICA PARA EL CANAL MAL PASO" REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.690 - OF. 60 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 333 0000 - 333 0000

ESCALA APROX. 1:7.500  
 LAMINA III.MP.2

III.MP.10.-

C.MAL PASO A 50 M DE BOCATOMA  
HACIA AGUAS ABAJO



CANAL MAL PASO: PASO POR SECTORES  
URBANIZADOS



CANAL MAL PASO, DETERIORO DE  
TALUDES POR USO COMO PISCINA  
SECTOR URBANO



ENTREGA A DERIVADO VIÑITA



BARRERA PARA PISCINA EN CANAL



ALGAS EN EL LECHO DEL CANAL



REVESTIMIENTO EN MAL ESTADO



FIN CANAL MAL PASO: UNIF. PTA NEGRA  
(DER) Y DESAGÜE AL RIO



**PROYECTO  
DE NUEVO EMBALSE LA PLATA ó EL CARMEN**

**AFLUENTE RÍO EL CARMEN  
COMUNA DE ALTO DEL CARMEN**

III.EP.1.-

## 1.- PROYECTO

Embalse La Plata ó El Carmen

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Atacama.  
**2.2.- COMUNA** : Alto del Carmen.  
**2.3.- CUENCA** : Río el Carmen.  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes  
**2.5.- INFORMANTE** : Luis Mansilla P.  
Cargo : Gerente General Junta de Vigilancia Río Huasco  
Dirección : Arturo Prat N° 661  
Teléfono : (51) 614 487  
Email : [lmansilla@riohuasco.cl](mailto:lmansilla@riohuasco.cl)  
**2.6.- CARTA INTERÉS** : En Anexo H se acompaña carta de interés de la Junta de Vigilancia, firmada por su Presidente.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en la regulación estacional del río El Carmen, aguas arriba de la confluencia con Q. La Plata, a unos 10 km de la localidad de El Corral. La regulación se plantea principalmente superficial y, en menor medida, subterránea. El embalse estacional tendría unos 8 Hm<sup>3</sup> de capacidad. La descarga del embalse se proyecta en tubería presurizada.

El propósito del proyecto es incrementar la seguridad de riego, ampliar la superficie servida, rehuir los costos en energía para el riego tecnificado y aumentar la eficiencia de uso de los recursos hídricos existentes de la zona agrícola de la localidad, la cual tiene un elevado interés social y económico.

Este proyecto creará las condiciones para introducir el mercado del agua y el embalse controlará las crecidas que causan daños en los suelos de riego. Se trata de una obra de beneficio múltiple.

Además de lo señalado, es posible incorporar generación hidroeléctrica con una microcentral de pasada en la tubería presurizada a una distancia de 1,5 km aguas abajo del nuevo embalse. Este proyecto es privado y tiene su propia evaluación preliminar.

III.EP.2.-

### **3.2.- UBICACIÓN**

La ubicación georreferenciada para el muro de presa propuesto es:

Este: 368.038m                      Norte: 6.767.887m

El sistema de coordenadas es: WGS 84; HUSO 19

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

El presente proyecto pretende solucionar la escasez hídrica y la baja seguridad de abastecimiento, mediante la regulación del río. La regulación propuesta, junto con el sistema de entregas presurizadas al riego sientan las bases del mercado del agua, lo que posibilita un incremento de la eficiencia de los recursos hídricos existentes y a la vez permite la eliminación de pérdidas de agua en la conducción.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

La zona en estudio cuenta con situaciones de escasez hídrica y baja seguridad en el abastecimiento. Para enfrentar esto, se proponen la construcción de un embalse de regulación estacional superficial en el río el Carmen, aguas arriba de la confluencia con la quebrada de La Plata, junto con un sistema de entrega presurizadas para mejorar el sistema de riego.

Para llegar a recomendar una solución de proyecto, previamente se analizaron 2 alternativas de ubicación para el muro del embalse. Mediante un análisis de multicriterios se optó por la alternativa que presenta ventajas en términos de la curva de embalse y del costo del muro. Este análisis es presentado en el Anexo K.i.III.LP.- y del cual se desprende la solución recomendada que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

El embalse constaría principalmente de una presa de enrocados con pantalla impermeable de hormigón armado por el talud de aguas arriba, con una altura de muro de 50m y longitud de coronamiento de 350 m, emplazada en cauce del Río El Carmen. Consulta sus obras anexas correspondientes, vertedero para un caudal de 91m<sup>3</sup>/s, descarga, protección del muro, plintos. Además, contempla una protección adicional por el talud de aguas abajo, mediante enrocados consolidados con hormigón. Asimismo, incluye obras de pared moldeada bajo el muro embalse de al menos 15 m de profundidad, tal que se cierre el relleno acuífero y se incremente el volumen de regulación subterránea. Se considera una tubería dren bajo el muro, dotada de válvulas, la cual se prolonga como descarga presurizada en unos 2.500 m hacia aguas abajo.

III.EP.3.-

La geología zonal es descrita como de origen volcánico, del jurásico y cretáceo inferior; formada por rocas sedimentarias, queratófiro cementadas, del sinclinal andino. Se observan diaclasas paralelas, estructura de bloques y planos de fracturamiento inclinados. La roca aparece meteorizada en superficie. Se observan conos de deyección y abundantes derrames de detritos en algunas laderas. La geotecnia deberá ser objeto de un estudio geotécnico y de recomendaciones especiales para la seguridad del embalse.

Las entregas presurizadas desde el pie del embalse y hasta unos 2.500m hacia aguas abajo, consultan elementos de seguridad, válvulas, machones, y entregas mediante hidrómetros, lo cual posibilitará un mercado del agua especialmente para los periodos de mayor déficit hídrico.

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

La estructura actual del uso de la tierra en el área del proyecto, está condicionada por la estacionalidad de la oferta de agua que se caracteriza por una relativa abundancia en los meses primaverales y una gran disminución en los meses estivales. La actividad agrícola se concentra en cultivos anuales como el trigo y pastos naturales y algunas chacras, únicos capaces de aprovechar la abundancia estacional de agua en primavera.

La fuerte disminución de los caudales disponibles en el estío, período de máxima demanda, tiene muy limitada la superficie con frutales de alta rentabilidad, de gran potencialidad en el área. Con el proyecto se tendrá al menos una superficie de nuevo riego equivalente de unas 364 ha.

La implementación del proyecto permitiría la regulación del cauce de modo que se pueda ajustar, mediante el manejo del embalse, la curva de oferta con la demanda de agua de los cultivos de alta rentabilidad, que son mayoritariamente estivales.

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	28%
MEDIANOS (20-50 HA)	18%
GRANDES >50 HA	54%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES RIEGO EVENTUAL	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA UNAS 364 ha
Uva Mesa	Uva Mesa
Uva Pisquera	Uva Pisquera
Nogal surco	Nogal goteo
Papas	Viña Vinífera
Huerta Casera	Papas
Alfalfa	Alfalfa
Trigo	
P. Natural	

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.EP.-

Los beneficiarios se estiman en 500 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que más del 90% pertenecen al estrato de pequeños productores.

En cuanto a la variable género y según datos censales comunales, se tiene aproximadamente un 14% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Tránsito en Angostura de Pinte. La hoya tributaria del embalse propuesto controla 141 km<sup>2</sup> de cuenca. De esta manera, de acuerdo al procedimiento se obtienen los siguientes caudales para el río El Carmen, que corresponde a la temporada de crecidas altiplánicas.

$$Q (50\%) = 0,36 \quad \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q (85\%) = 0,18 \quad \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Las extracciones que practican los canales de riego existentes tienen una capacidad cercana a 0,7 m<sup>3</sup>/s, los cuales captan todo su caudal en el período de riego en un año hidrológico de tipo húmedo. Estos derechos están inscritos y constituyen el caudal a embalsar.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Los principales impactos se refieren a la zona de inundación de unas 24 ha en un lecho de cauce de unos 300 metros de ancho medio, sin predios particulares ni infraestructura pública; existe una escasa vegetación de matorrales y freatófitas en el contorno del cauce con agua. La zona se ubica en el fondo de una quebrada inhabitada.

El embalse subterráneo que se habilita al construir las fundaciones profundas del muro de presa superficial, permitirá la recuperación de agua que actualmente se infiltra en el cauce del río El Carmen y el incremento del nivel de la napa por aguas arriba, que afectarán en una proporción menor, que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de este muro. Sin embargo, la zona agrícola ubicada por aguas abajo se verá claramente mejorada por esta obra y sus agricultores son los mismos beneficiarios.

El embalse dará seguridad de riego y regulará los recursos hídricos del río El Carmen. Este proyecto deberá ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Geotecnia orientada al proyecto de embalse y sus fundaciones.
- Hidrogeología orientada a determinar la potencialidad de la regulación subterránea y el perfil geológico en la zona de emplazamiento del muro.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en zona del muro e inundación.

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
EMB. LA PLATA	6.663	6.481	406	4.817	11	15

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- El valor de inversión I<sub>0</sub> estimada para el costo del muro de embalse y sus fundaciones, corresponde a la alternativa de regulación para la eficiencia del uso

actual de riego sin optimizar, a fin de cubrirse de eventuales imprevistos del diseño que corresponde analizar en otras etapas más avanzadas de estudios. Esta holgura se aproxima a un 30% en el valor del muro. En el Anexo F se presentan las cubicaciones y valorizaciones estimadas para estas obras.

- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.EP.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	606
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima conforme a una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$7.533 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (N°2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos. (N°2.2.2.- Parte III, Tomo I)

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto, que es posible al introducir un complemento que permita la generación hidroeléctrica con un potencial estimado en 0,24 Mw en la tubería presurizada mediante una microcentral de pasada, ya citada, se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación:

- Caudal estimado para generación: 0,5 m<sup>3</sup>/s
- Altura de caída bruta: 59 m
- Potencial: 0,24 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$339 millones.
- VAN del uso hidroeléctrico: \$421 millones
- TIR: 16%
- IVAN (VAN/I<sub>0</sub>) = 1,4

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.III.EP.-

III.EP.7.-

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Esta iniciativa se identificó en el estudio realizado para el Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Riego, el año 1973 por el Ing. Hans Niemeyer F. Los resultados del estudio se consignan en el informe “Reconocimiento del Valle del Río El Carmen. Anteproyecto Embalse La Plata. Provincia de Atacama”.

No se tienen levantamientos topográficos.

Existe el antecedente hidrológico de la estación de aforo DGA en Río Tránsito en Angostura de Pinte.

Actualmente en la zona se está desarrollando un programa de regularización de los derechos de aprovechamiento, para lo cual se está trabajando en el marco de un convenio en el que participan la Junta de Vigilancia del Río Huasco, el Instituto de Desarrollo Agropecuario y la Dirección Regional de Obras Hidráulicas.

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **11.1.- PLANTA IGM**

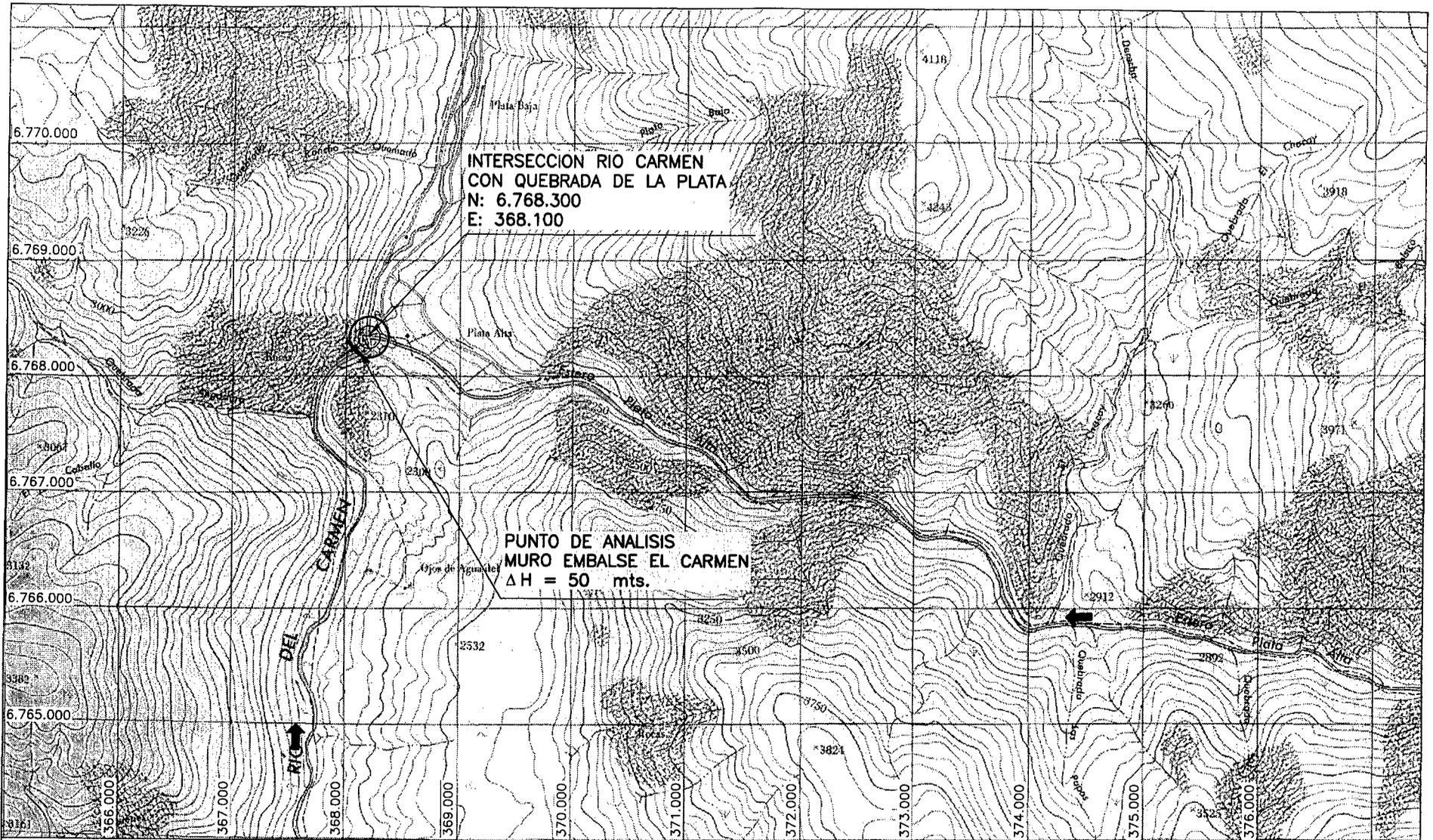
Se acompaña la plancheta a escala 1:50.000 con indicación de la ubicación del embalse propuesto.

### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **11.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-04-0036-00 SIERRA DE TATUL-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

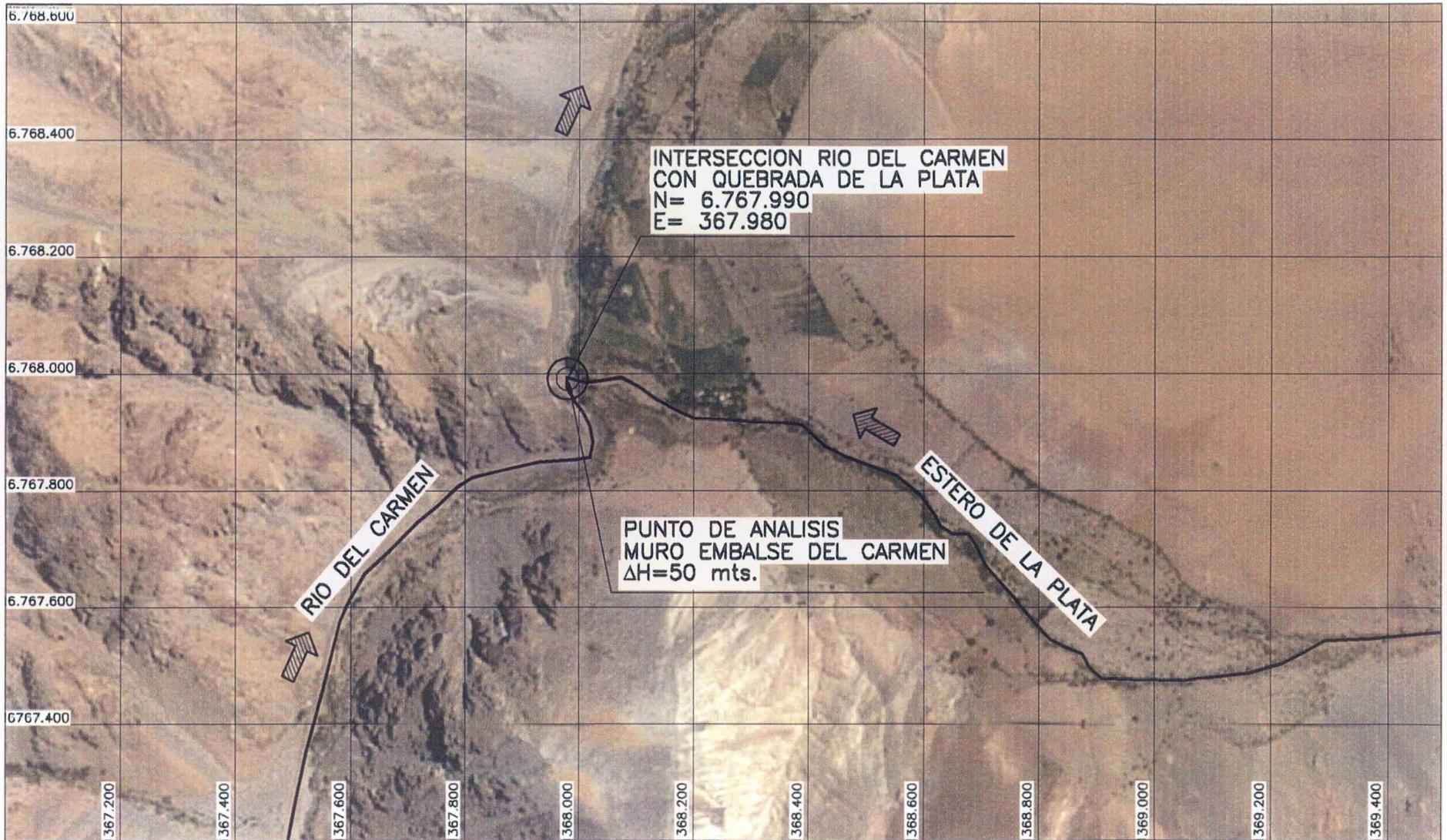


COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 AFLUENTE RIO EL CARMEN EN COMUNA DE ALTO DEL CARMEN  
 PROYECTO DE NUEVO EMBALSE LA PLATA  
 CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

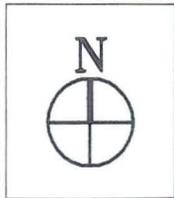
PROYECTISTAS : PROCTVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONO: 236 0325 - 236 2666

ESCALA 1:50.000	LAMINA III.EP.1
--------------------	--------------------



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA CUENCA RIO HUASCO, AFLUENTE RIO EL CARMEN EN COMUNA ALTO DEL CARMEN "PROYECTO NUEVO EMBALSE LA PLATA" CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 04 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 224 0389 - 224 0390	ESCALA APROX. 1:10.000 LAMINA III.EP.2

PROYECTO DE NUEVO EMBALSE LA PLATA

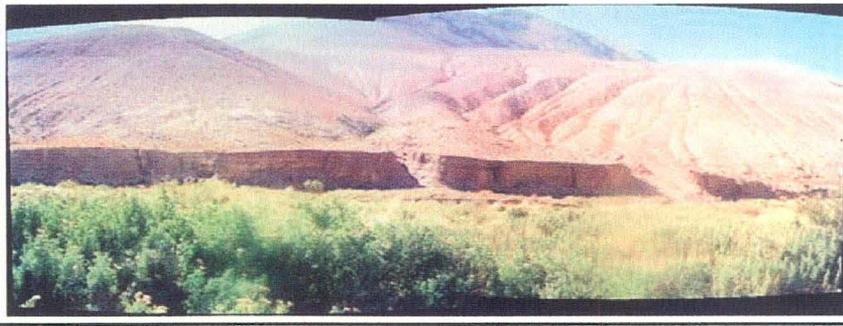
SECCION PARA EMBALSE CANAL EN RIO EL CARMEN, DESDE AGUAS ARRIBA HACIA SECCION DEL MURO



EMBALSE EL CARMEN, VEHICULO EN SECCION DEL EJE DEL MURO



VASOS EMBALSE EL CARMEN, ORILLA DERECHA



**PROYECTO DE UNIFICACIÓN DE CANALES  
CON MULTIUSO DE AGUAS:  
ARMIDITA, PEÑA COLORADA &  
PUNTILLA UNIFICADOS,  
CAMPILLAY & CHANCHOQUÍN UNIFICADOS,  
MOLINO ALVAREZ, TORRES, VALDES.**

**RÍO EL TRÁNSITO  
COMUNA ALTO DEL CARMEN**

III.AR.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de unificación de canales con multiuso de aguas: Armidita, Peña Colorada & Puntilla Unificados, Campillay & Chanchoquín Unificados, Molino Álvarez, Torres, Valdés.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : III Atacama  
2.2.- COMUNA : Alto del Carmen  
2.3.- CUENCA : Río Huasco, sub cuenca Río El Tránsito  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Junta de Vigilancia Río Huasco

Canal	Tipo de Organización
Armidita	Comunidad de Aguas
Unificación Peña Colorada & Puntilla	Comunidad de Aguas
Unificación Campillay – Chanchoquín	Comunidad de Aguas
Molino Álvarez	Comunidad de Aguas
Torres	Comunidad de Aguas
Valdés	Comunidad de Aguas

- 2.5.- INFORMANTES : Francisco Fernando Bou Barroeta. Director de la Junta de vigilancia del río Huasco, Luis Mansilla Pereira. Gerente Gral. Jta Vigilancia Río Huasco.

Dirección : Arturo Prat N° 661  
Teléfono : 51 – 614 487 / 51- 349 491/ 51 – 610 529  
Email : [lmansilla@riohuasco.cl](mailto:lmansilla@riohuasco.cl)

- 2.6.- CARTA DE INTERÉS: Se acompaña en Anexo H, la carta de interés de la Junta de Vigilancia en este proyecto.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en el mejoramiento de los canales existentes, con revestimientos de 12,7 km en tramos filtrantes que es la mayor parte del canal unificado.

### 3.2.- UBICACIÓN

Los canales se encuentran en la ribera Norte del Río El Tránsito, en la subcuenca del mismo nombre. Las bocatomas se encuentran distribuidas en un tramo de 8,2 Km,

III.AR.2.-

siendo el canal Armidita el que se ubica en la cota más alta y que actuaría como el origen de la unificación.

La ubicación georreferenciada es:

Este: 378.018m                      Norte: 6.797.538m    (WGS 84 HUSO 19)

### 3.3.- DESCRIPCIÓN

El proyecto consiste en la unificación de seis canales ubicados en la ribera norte ó derecha del Río El Tránsito, con el revestimiento de 12,7 km. El primer canal que captaría las aguas de todos los canales, corresponde al C Armidita, el cual haría descargas sucesivas a los Canales Torres, Valdés, y Unificación Peña Colorada & Puntilla.

Seguidamente, desde el Canal Unificación Peña Colorada & Puntilla se descargaría el agua al canal Molino Álvarez, y desde éste a la Unificación Campillay - Chanchoquín.

Para lograr establecer la configuración de canales señalada, se requerirá realizar el estudio y diseño hidráulico de las siguientes obras principales:

Obra	Long. (m)
Bocatoma canales unificados (6): Armidita, Torres, Valdés, Unificación Peña Colorada & Puntilla, Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín.	
Ampliación de la capacidad del canal Armidita, para conducir el agua adicional de los canales Torres, Valdés, Unificación Peña Colorada & Puntilla, Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín.	4.300
Entregas a canales Torres, Valdés y Unificación Peña Colorada & Puntilla (incluyéndose en este último caso los derechos propios más los derechos de los canales Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín).	
Ampliación de capacidad del canal Unificación Peña Colorada & Puntilla, para llevar sus derechos, más los derechos del canal Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín	3.000
Entrega a Canal Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín.	
Ampliación de capacidad del Canal Molino Álvarez para llevar sus derechos más los del canal Unificación Campillay – Chanchoquín.	1.250
Entrega a canal Unificación Campillay – Chanchoquín.	

III.AR.3.-

Los canales unificados se revestirán, con el objetivo de disminuir las pérdidas, aumentar su vida útil y mejorar su capacidad de conducción.

Complementariamente, el proyecto puede incluir privadamente la posibilidad de generar electricidad aprovechando el desnivel de unos 40 m y el caudal conducido en el punto de entrega del canal Armidita al canal Unificación Peña Colorada & Puntilla.

### **3.4.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

En los canales en análisis, se han detectado problemas en la conducción, distribución y operación, destacándose que actualmente las bocatomas de los cuatro canales son rústicas, materializándose con patas de cabra, tanto la obra de toma en sí misma como sus obras de seguridad. Además, los canales son antiguos y presentan problemas de filtraciones y sectores en los cuales existen derrumbes, lo cual dificulta su operación y afecta la seguridad del abastecimiento al riego. En general, las obras de infraestructura del canal, tales como descargas y entregas, presentan serias deficiencias.

En épocas de sequía, el poco flujo de agua que conduce el cauce natural del río El Tránsito en el sector donde se emplazan los citados canales suele infiltrarse, no siendo posible disponer del recurso para el riego. Por lo mismo, una ventaja adicional de construir esta obra, sería conducir a través de ella el agua que fluye por el río, evitándose con ello las pérdidas antes señaladas.

La unificación de los canales permitiría reducir los costos de operación, mejorar la vida útil de los canales existentes y podría agregar el beneficio de la microgeneración eléctrica de pasada en la entrega desde el canal unificado Armidita. Esta central operaría con los derechos consuntivos existentes, de los que son titulares los regantes de los canales.

### **3.5.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para solucionar los problemas ya señalados, se proponen dos alternativas que apuntan a mejorar las captaciones, disminuir las pérdidas, aumentar la eficiencia en la distribución y mejorar la seguridad en la operación de los canales. La primera alternativa consiste en la unificación de estos canales, donde la bocatoma común será el canal ubicado aguas arriba. Se contempla construir una obra de captación, aumento de capacidad y revestimiento de 12km de canal, y unidades de distribución hacia los demás canales. La segunda alternativa consiste en realizar el mejoramiento integral, para cada uno de los 6 canales en forma independiente.

III.AR.4.-

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.III.AR.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación unificada, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se explican en el siguiente cuadro resumen:

<b>Obra</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Problema que resuelve</b>
Bocatoma canales unificados (6): Armitita, Torres, Valdés, Unificación Peña Colorada & Puntilla, Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín	Captar las aguas conforme a derechos de los canales unificados	Seguridad de captación y de riego para los canales unificados
Ampliación capacidad del canal Armitita, para conducir el agua adicional de los canales Torres, Valdés, Unificación Peña Colorada & Puntilla, Molino Álvarez y Unificación Campillay - Chanchoquín.	Conducir el agua hasta las entregas secuenciadas.	Seguridad y eficiencia de conducción
Entrega a canal Torres	Recibir las aguas y distribuir las.	
Entrega a canal Valdés	Recibir las aguas y distribuir las.	
Entrega a canal Unificación Peña Colorada & Puntilla de sus derechos, más los derechos del canal Molino Álvarez y Unificación Campillay - Chanchoquín. Posible generación	Recibir las aguas y distribuir las, dejando pasar las de Molino Álvarez y Unificación Campillay - Chanchoquín	
Ampliación de capacidad del canal Unificación Peña Colorada & Puntilla, para llevar sus derechos, más los derechos del canal Molino Álvarez y Unificación Campillay - Chanchoquín	Conducir el agua hasta la entrega a los canales abastecidos.	Seguridad y eficiencia de conducción
Entrega a canal Molino Domínguez y Unificación Campillay - Chanchoquín	Recibir las aguas y distribuir las, dejando pasar las del canal Unificación Campillay - Chanchoquín	
Ampliación de capacidad del canal Molino Álvarez para llevar sus propios derechos más los del canal Unificación Campillay – Chanchoquín	Conducir el agua hasta la entrega al canal abastecido.	Seguridad y eficiencia de conducción
Entrega a canal Unificación Campillay – Chanchoquín	Recibir las aguas y distribuir las	Seguridad de riego.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El área del proyecto presenta un buen desarrollo agrícola basado en la uva, tanto de mesa para la exportación como uva pisquera, con riego tecnificado. Para ello, cuenta con ventajas comparativas por las excelentes condiciones naturales de clima que permite la cosecha y exportación temprana, obteniendo altos precios. De hecho, ya existen alrededor de 2.800 ha con parronales de alta productividad.

III.AR.5.-

### CUADRO RESUMEN DE SUPERFICIE POR CANAL

Canal	Superficie (ha) Bajo cota de canal
Armidita	300
Unificación Peña Colorada – Puntilla	60
Unificación Campillay – Chancoquín	100
Molino Álvarez	50
Torres	10
Valdés	10
<b>Total</b>	<b>530</b>

Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua mediante varios canales de tierra en este tramo del río El Tránsito, se favorecen las pérdidas importantes por infiltración, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el estío, período de máximas demandas evapotranspirativas y, con ello, la expansión de la fruticultura.

Actualmente se riegan hasta unas 700 ha con el sistema en uso, sobre y bajo cota de canal, que pertenecen a unos 85 predios.

### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	9%
MEDIANOS (20-50 HA)	26%
GRANDES >50 HA	65%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 700 ha
Uva Mesa	Uva Mesa
Papa	Melón
Maíz	Maíz
Huerta Casera	Alfalfa
Alfalfa	

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.AR.-

La concreción del proyecto podría permitir la incorporación de unas 213 ha de nuevo riego equivalente.

III.AR.6.-

#### 4.1.- NÚMERO DE BENEFICIARIOS

Canal	Nº Usuarios
Armidita	6
Torres	3
Valdés	9
Unificación Peña Colorada & Puntilla	40
Molino Álvarez	32
Unificación Campillay - Chanchoquín	110
Total	200

#### 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Obra	Q (l/s)
Bocatoma canales unificados (6): Armidita, Torres, Valdés, Unificación Peña Colorada & Puntilla, Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín.	700
Ampliación capacidad del canal Armidita, para conducir el agua adicional de los canales Torres, Valdés, Unificación Peña Colorada & Puntilla, Molino Álvarez y Unificación Campillay - Chanchoquín.	700
Entrega a canal Torres	10
Entrega a canal Valdés	10
Entrega a canal Unificación Peña Colorada & Puntilla de sus derechos, más los derechos de los canales Molino Álvarez y Unificación Campillay - Chanchoquín. Posible generación	320
Ampliación de capacidad del canal Unificación Peña Colorada & Puntilla, para llevar sus derechos, más los derechos del canal Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín	320
Entrega a Canal Molino Álvarez y Unificación Campillay – Chanchoquín	250
Ampliación de capacidad del Canal Molino Álvarez para conducir sus derechos más los del canal Unificación Campillay – Chanchoquín	250
Entrega a canal Unificación Campillay – Chanchoquín	180

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Copiapó en la Puerta. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 0,70 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$
$$Q (85\%) = 0,33 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los derechos están inscritos, reconocidos por la Junta y su distribución es la siguiente:

Canal	Acciones
Armidita	186
Torres	4
Valdés	4
Unificación Peña Colorada & Puntilla	40
Molino Álvarez	32
Unificación Campillay – Chancoquín	92
<b>Total</b>	<b>358</b>

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Los principales impactos se refieren a la extracción unificada de los caudales, en donde se debe considerar la necesidad de evaluación de impactos ambientales, para asegurar los caudales ecológicos en el río.

Además, se requiere el traslado de los derechos de aguas desde la actual bocatoma de los canales a la bocatoma unificada. Esto debe ser con consulta al organismo competente, en este caso la DGA.

El principal beneficio que producirá este proyecto es el mejoramiento de la eficiencia de uso del caudal que transportará el canal y la disminución de los problemas de mantenimiento de bocatomas independientes. Se estima que este proyecto no deberá ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por cuanto considera obras de sólo 0,7 m<sup>3</sup>/s de capacidad.

## 8.- PRESUPUESTO

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Unificación de Canales con multiuso de aguas	2.120	1.925	1.182	2.637	17	21

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.AR.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	384
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	240

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 2.744 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Gestión de Canales Unificados (2.2.3 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento Organizacional. (2.2.5 .- Parte III, Tomo I)

III.AR.9.-

## **9.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No hay estudios previos.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA GENERAL DE UBICACIÓN CARTA IGM.**

Se acompaña la plancheta IGM a escala 1:50.000 con la ubicación del proyecto.

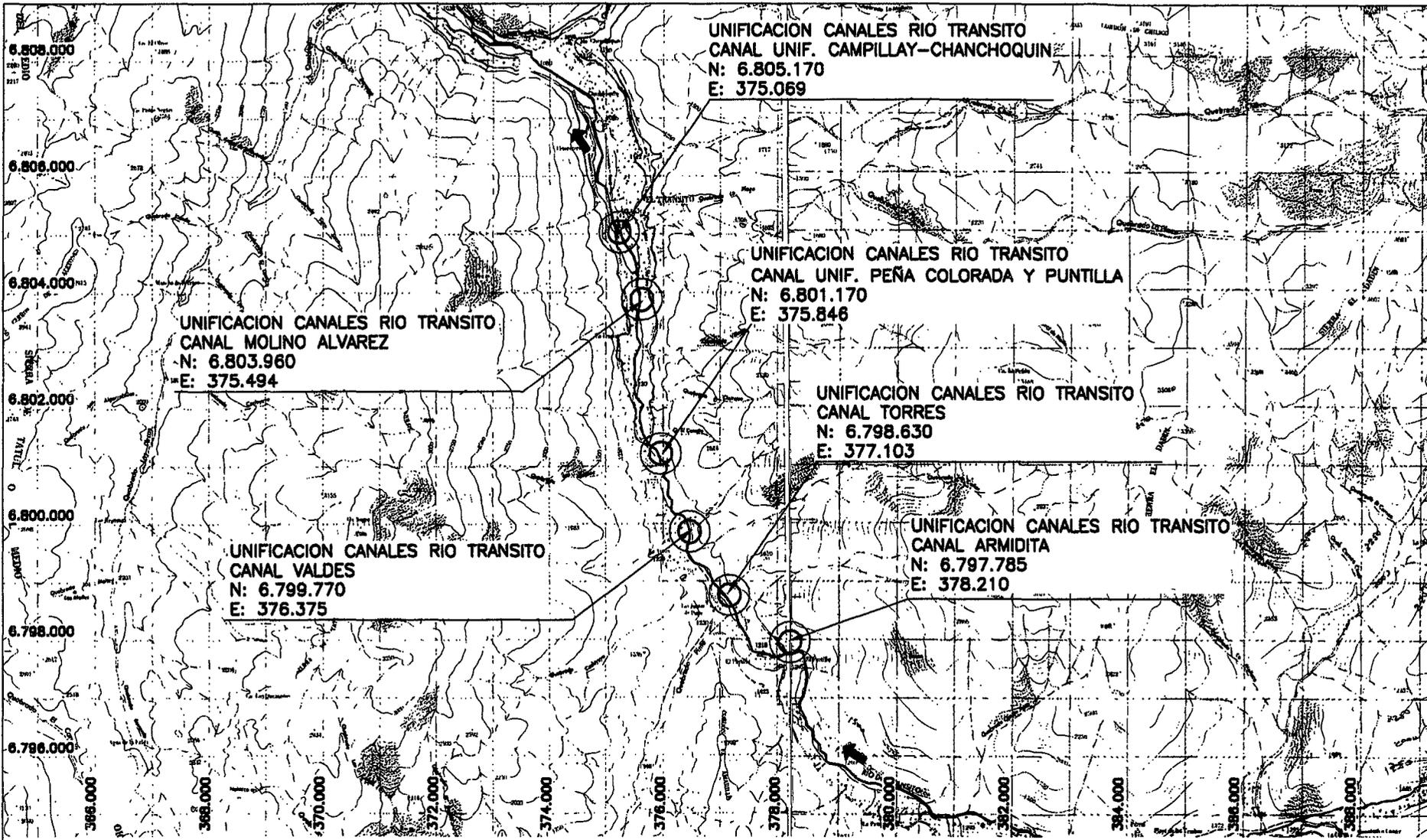
### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno en abril de 2008.

III.AR.10.-



UNIFICACION CANALES RIO TRANSITO  
 CANAL UNIF. CAMPILLAY-CHANCHOQUIN  
 N: 6.805.170  
 E: 375.069

UNIFICACION CANALES RIO TRANSITO  
 CANAL UNIF. PEÑA COLORADA Y PUNTILLA  
 N: 6.801.170  
 E: 375.846

UNIFICACION CANALES RIO TRANSITO  
 CANAL MOLINO ALVAREZ  
 N: 6.803.960  
 E: 375.494

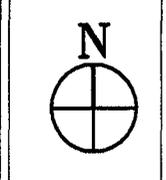
UNIFICACION CANALES RIO TRANSITO  
 CANAL TORRES  
 N: 6.798.630  
 E: 377.103

UNIFICACION CANALES RIO TRANSITO  
 CANAL VALDES  
 N: 6.799.770  
 E: 376.375

UNIFICACION CANALES RIO TRANSITO  
 CANAL ARMIDITA  
 N: 6.797.785  
 E: 378.210

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-04-0025-00 EL TRANSITO-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-04-0029-00 CONAY-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



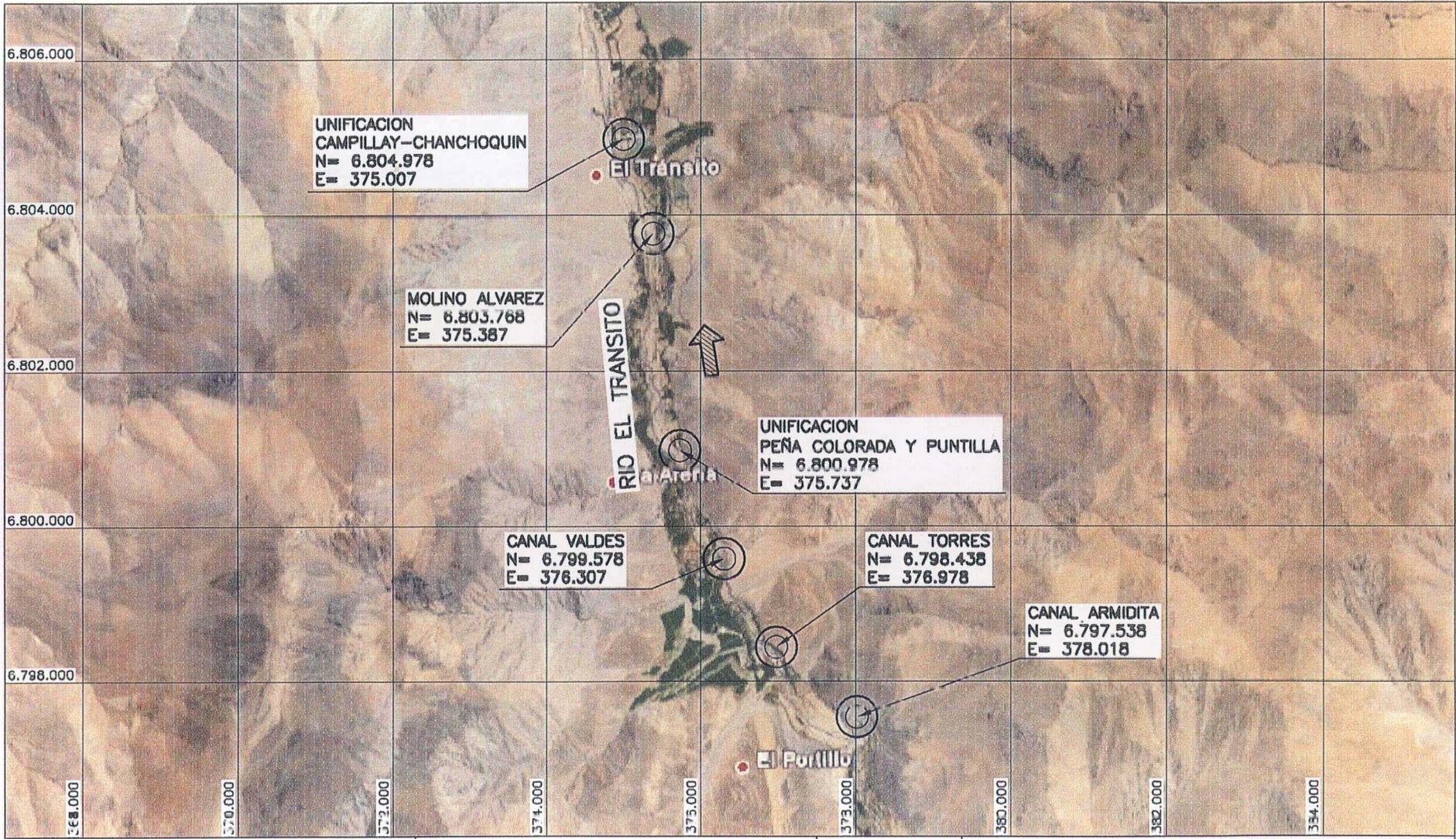
COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO EL TRANSITO EN COMUNA DE ALTO DEL CARMEN. "PROYECTO DE UNIFICACION DE  
 CANALES CON MULTIBUSO DE AGUAS: ARMIDITA, PEÑA COLORADA & PUNTILLA UNIFICADOS,  
 CAMPILLAY & CHANCHOQUIN UNIFICADOS, MOLINO ALVAREZ, TORRES, VALDES.  
 CUENCA RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA.  
 SUBSECTOR 11 DE INGENIEROS 1.400 - 07, 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 296 0555 - 296 0556

ESCALA 1:100.000  
 LAMINA III.AR.1

III.AR.11-



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO EL CARMEN EN COMUNA DE ALTO DEL CARMEN  
"PROYECTO DE UNIFICACION DE CANALES CON MULTIIUSO DE AGUAS:  
ARMIDITA, PEÑA COLORADA & PUNTILLA UNIFICADOS,  
CAMPILAY & CHANCHOQUIN UNIFICADOS, MOLINO ALVAREZ, TORRES, VALDES"  
CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - 07. 08 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FONO: 222 0200 - 222 0400

ESCALA  
APROX.  
1:75.000

LAMINA  
III.AR.2

PROYECTO DE UNIFICACION DE CANALES CON MULTIUSO DE AGUAS: ARMIDITA, PEÑA COLORADA PUNTILLA UNIFICADOS, CAMPILLAY CHANCHOQUÍN UNIFICADOS, MOLINO ALVAREZ, TORRES VALDÉS.



**PROYECTO DE UNIFICACIÓN DE CANALES  
EN AMBAS RIBERAS:  
RIBERA NORTE: MARAÑÓN, VENTANAS, PERALES  
RIBERA SUR: COMPAÑÍA, GALLO Y FERRERA,  
BUENA ESPERANZA, QUEBRADA HONDA.**

**RÍO HUASCO  
COMUNA DE VALLENAR**

III.HU.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de Unificación con revestimiento del Lecho de Canales en Ambas Riberas:  
Ribera Norte: Marañón, Ventanas, Perales;  
Ribera Sur: Compañía, Gallo y Ferrera, Buena Esperanza, Quebrada Honda.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- **REGIÓN** : III Atacama  
2.2.- **COMUNA** : Vallenar  
2.3.- **CUENCA** : Río Huasco  
2.4.- **ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco.

Canal	Tipo de Organización
Marañón	Comunidad de aguas
Ventanas	Canal unitario
Perales	Comunidad de aguas
Compañía	Comunidad de aguas
Gallo y Ferrera	Comunidad de aguas
Buena Esperanza	Comunidad de aguas
Quebrada Honda	Comunidad de aguas

- 2.5.- **INFORMANTES** : Francisco Bou Barroeta. Director de Junta de Vigilancia del río Huasco, Luís Mansilla Pereira. Gerente General Junta de Vigilancia Río Huasco.  
Dirección : Arturo Prat N° 661  
Teléfono : 51 – 614 487 / 51- 349 491/ 51 – 610 529  
Email : [lmansilla@riohuasco.cl](mailto:lmansilla@riohuasco.cl)  
2.6.- **CARTA DE INTERÉS** : Se acompaña en Anexo H, la carta de interés de la Junta de Vigilancia en este proyecto.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto es un mejoramiento de la situación existente y recuperación de agua mediante 21 km de revestimientos de lechos de canales existentes.

### 3.2.- UBICACIÓN

El proyecto se ubica en el río Huasco, en su ribera norte o derecha y en su ribera izquierda o Sur del río Huasco, en su Tramo III, el cual se extiende justo al pie del Embalse Santa Juana, hasta el puente sobre el río Huasco en la Carretera Panamericana.

III.HU.2.-

La ubicación georreferenciada del inicio de las obras es:

Este: 338.378m                      Norte: 6.827.051m

El sistema de coordenadas es: WGS 84; HUSO 19

### **3.3.- DESCRIPCIÓN**

Este proyecto se ubica prácticamente al pie de presa del embalse Santa Juana.

El proyecto en su totalidad envuelve dos sub-proyectos, el primero comprende un mejoramiento y unificación de los canales: Marañón, Ventanas y Perales, ubicados en río Huasco Tramo III. Y el segundo, que considera el revestimiento y unificación de los canales Compañía, Gallo y Ferrera, Buena Esperanza y Quebrada Honda, en río Huasco Tramo III.

El primer subproyecto específicamente consiste en el mejoramiento y optimización de la infraestructura existente, unificando los canales Marañón, Ventanas y Perales. El caudal que deberá conducir para cumplir su objetivo es de  $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Actualmente existe un tramo del canal Marañón que se encuentra revestido y con capacidad para conducir un caudal de  $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , el cual involucra no sólo sus propios derechos de agua, sino que también los derechos de agua correspondientes al canal Compañía, que tiene su trazado por la ribera Sur del río Huasco. El tramo mejorado precisamente se inicia en la bocatoma y termina en el sifón que permite cruzar desde la ribera Norte a la ribera Sur los derechos que le corresponden al canal Compañía.

Este proyecto involucra dos aspectos básicos:

- Liberar al canal Marañón de la conducción que hace hoy de los derechos del canal Compañía, para lo cual este último se deberá abastecer a través de su trazado original que comienza aguas abajo del embalse Santa Juana en la ribera Sur del río Huasco.
- A pesar del cupo liberado por el canal Compañía, para abastecer los canales Marañón, Ventanas y Perales, se necesitará complementar el caudal requerido a través de la conducción de agua por el canal Compañía, mejorando su trazado original y además deberá invertirse el sentido de escurrimiento del sifón existente.

Como para el conjunto de los canales Marañón, Ventanas y Perales, se requiere un caudal de  $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$  y el canal Marañón en su tramo mejorado es capaz de conducir sólo  $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , entonces se necesitará incorporar a estos canales, desde la ribera sur y a través del citado sifón un caudal equivalente a  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Desde el sifón se conduciría todo el caudal de agua a través del canal Marañón, haciéndose entrega de los derechos de agua a los canales Ventanas y Perales en un lugar ubicado al poniente de la Ruta 5 Norte, debiéndose para ello habilitar un tramo

III.HU.3.-

actualmente en desuso del canal Marañón, que se ubica aguas abajo del estanque ubicado en el sector de Cavancha.

Con esta obra además se lograría evitar el paso del canal Ventanas por sectores urbanos de la ciudad de Vallenar.

Adicionalmente, en el punto de entrega a los canales Ventanas y Perales se podría construir una central de generación hidroeléctrica de paso, aprovechándose un desnivel superior a 50 m y un caudal máximo de  $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Del mismo modo se podría proceder, al entregar el agua del canal Perales desde el punto anterior (desnivel de 40 m y caudal máximo de  $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Para el segundo subproyecto se considera específicamente mejoramiento y optimización de la capacidad de porteo de cuatro canales del Tramo III, que son, desde aguas arriba hacia aguas abajo: Compañía, Gallo & Ferrera, Buena Esperanza y Quebrada Honda, a través del revestimiento y unificación de los mismos.

Tal como se explica en el proyecto de Mejoramiento de Canales Marañón, Perales y Ventanas, Tramo III, en el tramo comprendido entre la bocatoma del canal Compañía y el sifón que permitirá derivar  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  a los canales del eje Norte, el canal Compañía deberá conducir  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Por lo tanto, a partir de dicha derivación el canal Compañía sólo conducirá  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ , esto es, el caudal necesario para cubrir tanto sus propios derechos, como los de los canales Gallo & Ferrera, Buena Esperanza y Quebrada Honda.

Luego de ejecutado el proyecto, la Junta considera incluir microgeneración en forma privada, a partir de los caudales entregados. En un punto ubicado  $7,5 \text{ km}$  aguas abajo del sifón, a la altura de la bocatoma del canal Buena Esperanza, se derivaría un caudal equivalente a  $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . En este lugar la Junta considera una eventual generación hidroeléctrica aprovechando un desnivel aproximado de  $60 \text{ m}$ .

La distribución de dicho caudal se haría de la siguiente manera:  $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$  se entregarían al canal Gallo & Ferrera y  $1,93 \text{ m}^3/\text{s}$  al canal Buena Esperanza, que se trata de un caudal equivalente a la suma de los derechos del mismo Buena Esperanza y de los del Quebrada Honda.

Finalmente, desde el canal Buena Esperanza se entregaría al canal Quebrada Honda a través de obra de derivación actualmente existente.

El canal Perales tiene su trazado paralelo al Ventanas por una cota inferior, por lo que, analizando las opciones disponibles, se vislumbra como factible que desde el mismo punto en el cual el Ventanas recibiría el agua del Marañón, se podría hacer una extensión de  $1,3 \text{ km}$  aproximadamente, para entregar al Perales.

III.HU.4.-

### **3.4.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

En los canales en análisis, se han detectado problemas en la conducción, distribución y operación. Actualmente, para el primer subproyecto se tiene que el canal Marañón se encuentra en un estado regular a malo, con pérdidas en su recorrido. Además, el canal Ventanas pasa por sectores urbanos de la ciudad de Vallenar, generándose problemas de contaminación por basuras y daños a la propiedad pública y privada al producirse desbordes del canal.

Para el segundo proyecto se tiene que actualmente los canales presentan problemas importantes de filtraciones y pérdidas, encontrándose en situación muy deteriorada. Estimaciones realizadas por la Junta de Vigilancia del Río Huasco indican que las pérdidas alcanzarían a un 30% del caudal captado. Esta situación lleva acompañado los gastos en que se debe incurrir para dar solución a problemas que se presentan durante la operación de los canales, así como de su mantenimiento.

Junto a lo anterior, la nueva configuración de los canales permitiría evitar que el canal pasara por sectores urbanizados de la Comuna de Vallenar, disminuyendo problemas de basuras, desbordes, daños a la propiedad pública y privada, y costos de operación y mantenimiento.

### **3.5.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Como solución para los problemas detectados, se proponen dos alternativas que apuntan a mejorar las captaciones, disminuir las pérdidas, aumentar la eficiencia en la distribución y mejorar la seguridad en la operación de los canales. La primera alternativa consiste en construir dos subproyectos, el primero contempla la unificación de los canales Marañón, Ventanas y Perales y el segundo subproyecto consulta la unificación de los canales Compañía, Gallo y Ferrera, Buena Esperanza y Quebrada Honda. Se contempla construir una obra de captación, aumento de capacidad y revestimiento de 21km de canal, y unidades de distribución hacia los demás canales. La segunda alternativa consiste en realizar el mejoramiento integral, para cada uno de los 7 canales en forma independiente.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.III.HU, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación unificada, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se contienen en el cuadro resumen siguiente.

III.HU.5.-

<b>Obra</b>	<b>Objetivo</b>
Mejoramiento bocatoma canal Compañía, para captar adicionalmente 1 m <sup>3</sup> /s.	Captar las aguas de los canales unificados
Mejoramiento de 10 km del canal Compañía, hasta el Sifón Compañía-Marañón	Conducir las aguas hasta el Sifón
Cambio de sentido de operación del sifón Compañía-Marañón	Llevar 1 m <sup>3</sup> /s al canal Marañón
Obra de entrega de 1 m <sup>3</sup> /s desde el sifón al canal Marañón	Adecuar la entrega de 1 m <sup>3</sup> /s
Aumento de capacidad del canal Marañón para conducir las aguas del Marañón, Ventanas y Perales, en una longitud de 20 km	Conducir el agua de los canales unificados
Entrega a canal Ventanas y Perales a través de una central	Entregar aguas conforme a derecho. Posible generación hidroeléctrica.
Desde punto anterior entregar a canal Perales a través de una central	Entregar aguas conforme a derecho. Posible generación hidroeléctrica.
Aumento de capacidad de canal Compañía en una longitud de 7,5 km desde Sifón Marañón-Compañía, para conducir sus propios derechos, más los de los canales Gallo & Ferrera, Buena Esperanza y Quebrada Honda.	Unificar los canales
Obra de entrega a canales Gallo & Ferrera; y Buena Esperanza. Generación hidroeléctrica	Distribuir el agua conforme a derechos
Aumento de capacidad canal Buena Esperanza, para lleva adicionalmente el caudal del canal Quebrada Honda, en 5,5km	Unificar los canales

#### 4.- SUPERFICIE BENEFICIADA

El Valle del Río Huasco cuenta con excelentes condiciones naturales de clima para el desarrollo de la fruticultura. De hecho, ya existen frutales de alta productividad y de muy alta rentabilidad. Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua de los canales del sector favorecen las pérdidas de ésta, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el estío, período de máximas demandas evapotranspirativas. La recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las plantaciones frutales. La distribución de esa agua debe ser proporcional a los derechos de agua y, por ende, todos los predios, de cualquier tamaño, recibirán una mayor dotación de agua. El proyecto en su totalidad beneficia de alguna forma a aproximadamente 6.400 há con 530 predios, de las cuales 3.000 há se encuentran asociadas a la unificación por la ribera Norte y considera una superficie de riego de todos los canales involucrados. Con la concreción del proyecto se puede obtener una superficie de nuevo riego equivalente de una 555 ha con alta seguridad de abastecimiento.

El detalle de la superficie atendida por cada canal se muestra en el siguiente Cuadro.

Canal	Superficie (ha)
Marañón	1.285
Ventana	1.200
Perales	515
<b>Total</b>	<b>3.000</b>

De la misma forma anterior para la unificación por la ribera Sur se encuentra asociada una superficie correspondiente a 3.500 ha aproximadamente, las que se distribuyen entre los canales como se presenta en el Cuadro siguiente.

Canal	Superficie (ha)
Compañía	875
Gallo y Ferrera	875
Buena Esperanza	875
Quebrada Honda	875
<b>Total</b>	<b>3.500</b>

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	16%
MEDIANOS (20-50 HA)	38%
GRANDES >50 HA	46%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 6.395 ha
Olivo	Olivo
Papa	Melón
Maíz	Papa
Huerta Casera	Maíz
Alfalfa	Alfalfa
P. Natural	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.HU.-

#### 4.1.- NÚMERO DE BENEFICIARIOS

El número total de beneficiarios alcanza a 622 productores, distribuidos como se muestra en el cuadro siguiente.

Canal	Nº usuarios
Marañón	120
Ventana	1
Perales	1
Compañía	140
Gallo y Ferrera	180
Buena Esperanza	100
Quebrada Honda	80

#### 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Obra	Q (m3/s)
Mejoramiento bocatoma canal Compañía, para captar el agua del canal Compañía, canales del eje Sur (Gallo & Ferrera, Buena Esperanza y Quebrada Honda) y 1 m3/s adicional.	5
Mejoramiento en 10 Km. del canal Compañía, hasta el Sifón Compañía-Marañón	5
Cambio de sentido de operación del sifón Compañía-Marañón	1
Obra de entrega de 1 m3/s desde el sifón al canal Marañón	1
Aumento de capacidad del canal Marañón para conducir las aguas de los canales Marañón, Ventanas y Perales, en una longitud de 20 km	3,4
Entrega o derivación a canales Ventanas y Perales (1,4 km)	1,9
Entrega a canal Perales (1,3 km)	0,58

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Huasco en Santa Juana. Los caudales afluentes de la unificación total, correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 7,52 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q (85\%) = 2,71 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Actualmente para el primer subproyecto se encuentra en desarrollo un programa de regularización de derechos de aprovechamiento, en el marco de un convenio entre la Junta de Vigilancia del Río Huasco, INDAP y la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.

Las acciones por canal serían las que se indican en el cuadro siguiente.

Canal	Acciones (l/s)
Marañón	1.440
Ventana	1.344
Perales	576
<b>Total</b>	<b>3.360</b>

Actualmente para el segundo subproyecto se encuentra en desarrollo un programa de regularización de derechos de aprovechamiento, en el marco de un convenio entre la Junta de Vigilancia del Río Huasco, INDAP y la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.

Las acciones por canal serían las que se indican en el cuadro siguiente.

Canal	Acciones (l/s)
Compañía	960
Gallo y Ferrera	960
Buena Esperanza	960
Quebrada Honda	960
<b>Total</b>	<b>3.840</b>

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Los principales impactos se refieren a la extracción unificada de los caudales, en donde se debe considerar la necesidad de la evaluación de impactos ambientales, para asegurar los caudales ecológicos.

Además, se requiere el traslado de los derechos de aguas desde la actual bocatoma de los canales a la bocatoma unificada. Esto debe ser con consulta al organismo competente, en este caso la DGA.

El mejoramiento y unificación de canales Marañón, Ventanas y Perales, en río Huasco Tramo III, permitirá el aprovechamiento hidroeléctrico del proyecto.

El principal beneficio que producirá este proyecto es el mejoramiento de la eficiencia de uso del caudal que transportará el canal y la disminución de los problemas de mantenimiento de bocatomas independientes. Se estima que este proyecto deberá

ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por cuanto considera obras nuevas de más de 2 m<sup>3</sup>/s de capacidad.

## 8.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Unificación de Canales en Ribera norte y Ribera sur	3.386	3.241	173	1.529	11	13

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.HU.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	457
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	240

El costo de estudios totales, se estima conforme a una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 4.083 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- a) Plan Estratégico de la Organización (2.2.1 .- Parte III, Tomo I)
- b) Fortalecimiento en Gestión de Canales Unificados (2.2.3 .- Parte III, Tomo I)
- c) Fortalecimiento Organizacional (2.2.5 .- Parte III, Tomo I)

III.HU.10.-

## **9.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No se han detectado estudios previos.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA GENERAL DE UBICACIÓN CARTA IGM.**

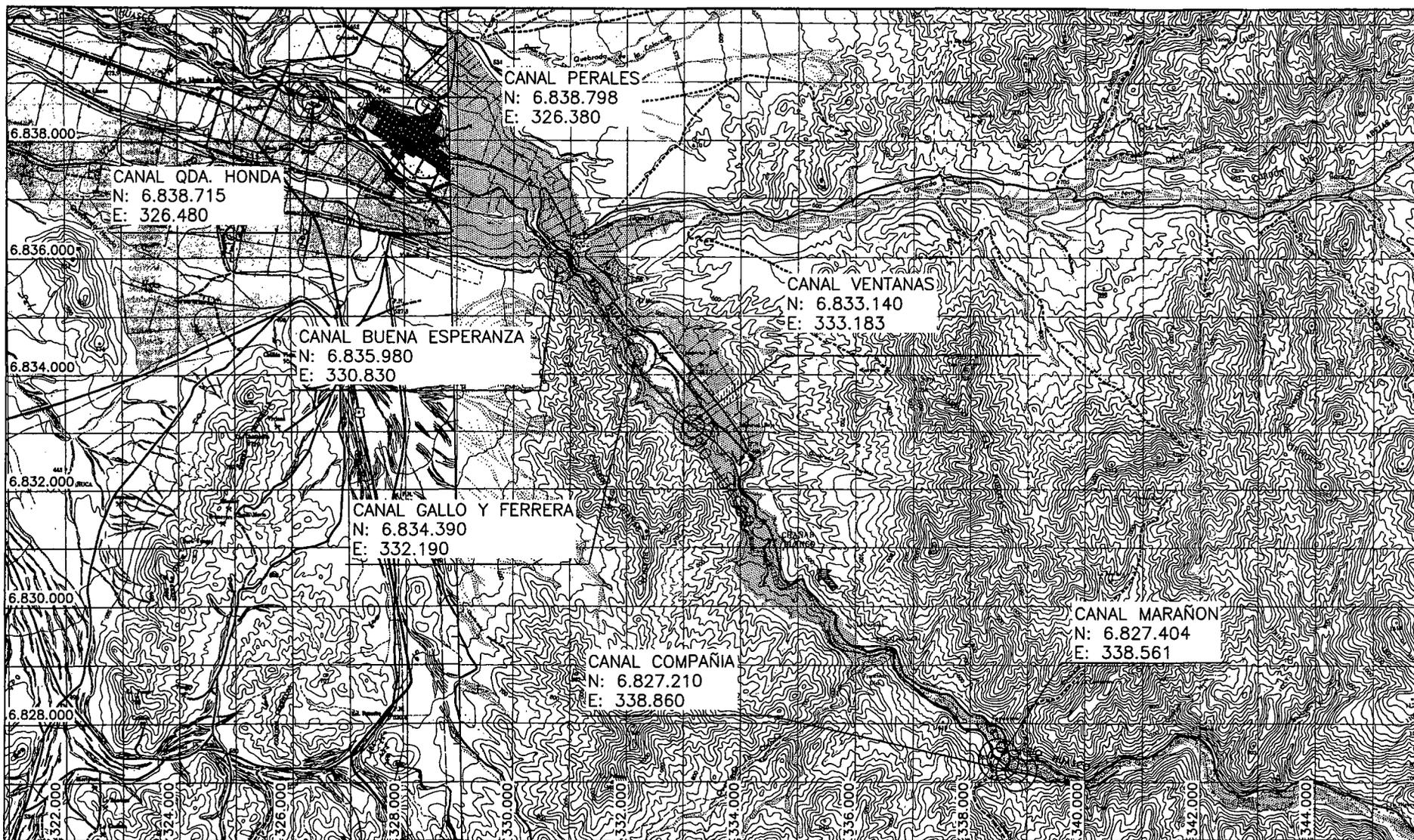
Se acompaña la plancheta IGM a escala 1:50.000 con la ubicación del proyecto.

### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno en abril de 2008.



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-04-0018-00 VALLENAR-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-04-0019-00 CHAÑAR BLANCO-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

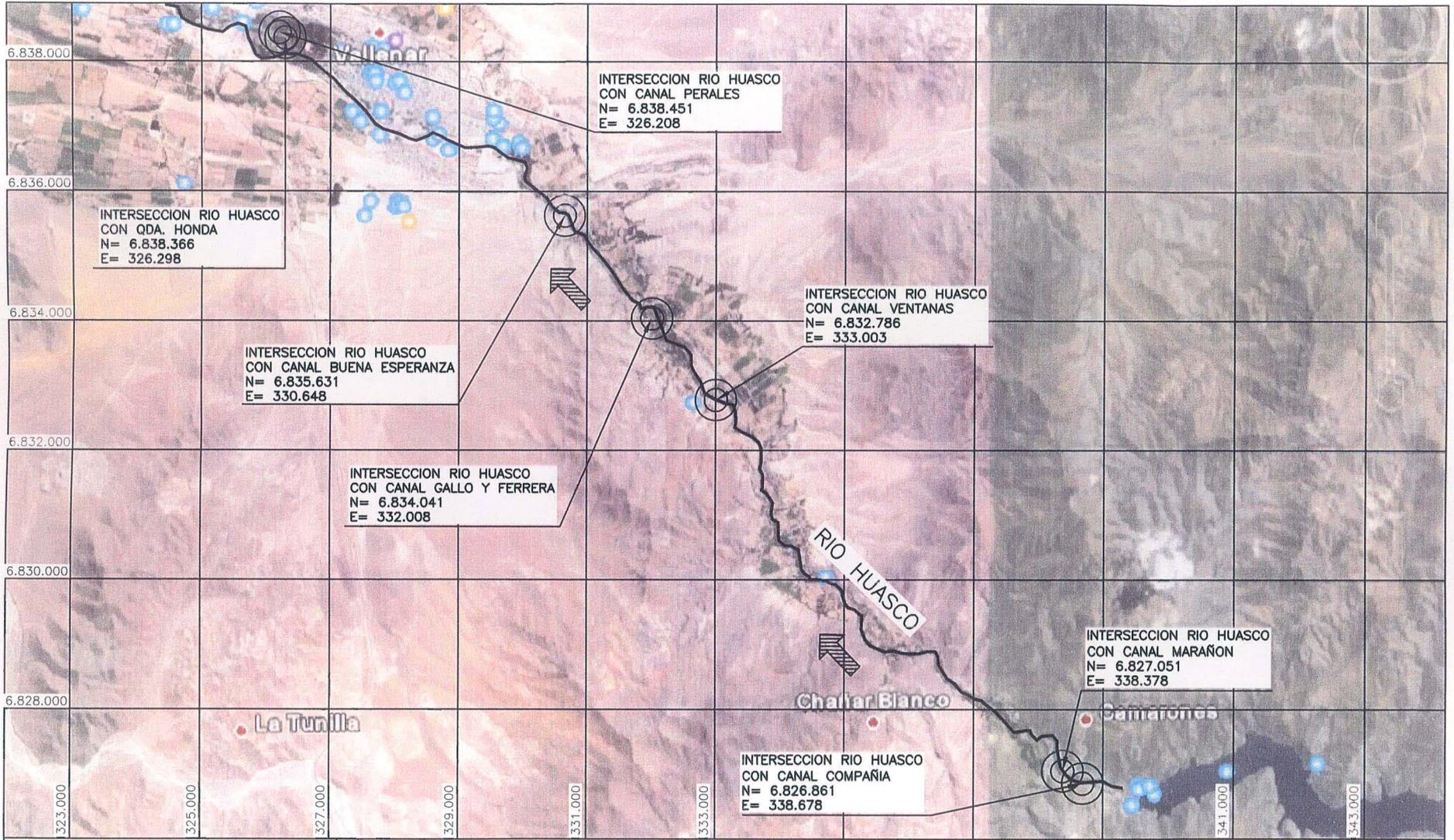


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO HUASCO EN TRAMO III EN COMUNA DE VALLENAR  
"PROYECTO DE UNIFICACION DE CANALES EN AMBAS RIBERAS;  
RIBERA NORTE : MARAÑÓN, VENTANAS, PERALES  
RIBERA SUR: COMPAÑIA, GALLO, FERRERA, BUENA ESPERANZA, QUEBRADA HONDA.  
CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

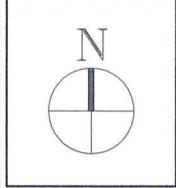
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 88 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FONOS: 836 0266 - 836 0666

ESCALA	LAMINA
1:100.000	III.HU.1



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

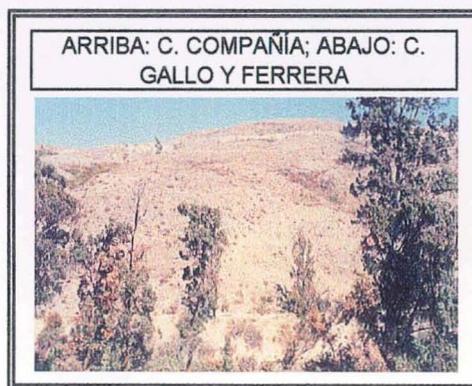
**SIMBOLOGIA:**  
 ➔ DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 ⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO EL HUASCO EN TRAMO III, COMUNA DE VALLENAR "PROYECTO DE UNIFICACION DE CANALES EN AMBAS RIBERAS: RIBERA NORTE: MARAÑON, VENTANAS, PERALES. RIBERA SUR: COMPANIA GALLO FERRERA, BUENA ESPERANZA, QUEBRADA HONDA" CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA	
PROYECTISTAS : <b>PROCIVIL INGENIERIA LTDA.</b> DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - 07. 80 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 226 0255 - 226 0256	ESCALA APROX. <b>1:90.000</b> LAMINA <b>III.HU.2</b>

III.HU.13.-

PROYECTO DE UNIFICACION DE CANALES EN AMBAS RIBERAS: RIBERA NORTE: MARAÑÓN, VENTANAS, PERALES; RIBERA SUR: COMPAÑIA, GALLO, FERRERA, BUENA ESPERANZA, QUEBRADA HONDA



**PROYECTO DE AMPLIACIÓN  
DE LAGUNAS CORDILLERANAS: GRANDE Y CHICA**

**RÍO TRÁNSITO  
COMUNA DE ALTO DEL CARMEN**

III.LC.1.-

## 1.- PROYECTO

Ampliación de lagunas cordilleranas: Grande y Chica.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Atacama.  
**2.2.- COMUNA** : Alto del Carmen.  
**2.3.- CUENCA** : Río Transito; cuenca río Huasco.  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco y sus Afluentes  
**2.5.- INFORMANTE** : Luis Mansilla P. - Gerente General  
Dirección : Arturo Prat N° 661  
Teléfono : (51) 614 487 / (51) 349 491 / (51) 610 529  
Email : [lmansilla@riohuasco.cl](mailto:lmansilla@riohuasco.cl)  
**2.6.- CARTA INTERÉS** : En Anexo H se acompaña carta de interés de la Junta de Vigilancia firmada por su Presidente.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El propósito del proyecto es incrementar la seguridad de riego de la cuenca del río Tránsito, la superficie servida de la zona agrícola aguas abajo, la cual tiene un elevado interés social y productivo y que actualmente dispone de obras de regulación insuficientes para sus posibilidades agroproductivas.

Del análisis de alternativas se obtiene una iniciativa propuesta, consistente en la ampliación de la capacidad de regulación estacional de ambos embalses denominados Lagunas Cordilleranas, Grande y Chica, ubicadas en la cabecera del río Tránsito, mediante sendos peraltes de sus muros de presa. Asimismo, el mejoramiento de las obras existentes y el recambio de las estructuras en mal estado. El aumento de la capacidad se ha estimado en 1,0 Hm<sup>3</sup> para cada una de las lagunas, quedando en 11,0 Hm<sup>3</sup> y 6,0 Hm<sup>3</sup> Laguna Grande y Chica respectivamente. El beneficio de la solución propuesta con embalse es principalmente agrícola.

### 3.2.- UBICACIÓN

La ubicación georreferenciada de las obras es:

Laguna Chica: Este: 417.870 (m) Norte: 6.814.013 (m)  
Laguna Grande: Este: 411.770 (m) Norte: 6.821.990 (m)

El sistema de coordenadas es: WGS-84; Huso19

III.LC.2.-

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

La cuenca del Río Tránsito requiere aumentar la seguridad de riego para conservar la superficie servida de la zona agrícola de aguas abajo, debido a que tienen un elevado interés social y productivo y actualmente dispone de obras de regulación insuficientes para satisfacer sus necesidades hídricas. El presente proyecto pretende aumentar la seguridad de abastecimiento al riego, mediante el aumento del volumen de regulación estacional, controlado por las dos lagunas cordilleranas.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Como solución general posible para el problema expuesto, se propone el aumento de la capacidad de regulación estacional de los embalses de cabecera: Lagunas Cordilleranas, Grande y Chica, mediante el incremento de la altura de sus muros en unos 3 metros y mejorando el sistema de regulación y distribución del agua.

Como alternativas de solución, se analizaron dos variantes constructivas para el aumento de altura en el muro del embalse:

- a.- Peralte del muro con núcleo de enrocado revestido en hormigón armado,
- b.- Peralte del muro completamente de hormigón armado.

Mediante un análisis de multicriterios y dado que ambas alternativas presentan igual curva de embalse, se optó por recomendar la alternativa que presenta ventajas en términos del costo del muro. Este análisis es presentado en el Anexo K.i.III.LC.- y del cual se desprende la solución recomendada, que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

Las obras consistirían principalmente en el peralte del muro existente en las lagunas, el cual se ha estimado en unos 3m; producto de esto, se estima que la capacidad de las lagunas se incrementaría en 1,0 Hm<sup>3</sup> cada una. Las lagunas están ubicadas en los afluentes de la cabecera del Río Tránsito. Se considera además todas las obras anexas correspondientes, vertedero para un caudal de 90m<sup>3</sup>/s, descarga, protección del muro, plintos, etc. Además, se consultan obras de mejoramiento en la cámara de válvulas y en la entrega de las lagunas.

Se propone, a nivel de perfil, un peralte de 3m de altura y 400 m de longitud en el caso de la laguna Chica y 550 m en el caso de la Laguna Grande, mediante solución de enrocado, con pantalla impermeable de hormigón armado por el talud de aguas arriba. Asimismo, consulta una protección adicional por el talud de aguas abajo, mediante enrocados consolidados con hormigón.

III.LC.3.-

La geología zonal es descrita como de origen volcánico, del jurásico y cretáceo inferior, formada por rocas sedimentarias y queratófiros propios del sinclinal andino. Se observan diaclasas paralelas, estructura de bloques y planos de fracturamiento inclinados. La roca aparece meteorizada en superficie. Se observan conos de deyección y abundantes derrames de detritos en algunas laderas. La geotecnia deberá ser objeto de un estudio geotécnico y de recomendaciones especiales para la seguridad del embalse.

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

La agricultura en el área del proyecto es, en la actualidad, de baja seguridad de riego debido a que los caudales disponibles son abundantes sólo en invierno y parte de la primavera, para decaer, fuertemente en los meses estivales, los de máxima demanda. La estructura del uso de la tierra está condicionada por esta variabilidad estacional. Esta situación ha impedido el incremento de rubros de alta rentabilidad, como los frutales. A pesar del potencial agrícola de la zona, parte importante del área regada se concentra en cultivos anuales y pastos naturales, únicos capaces de aprovechar la abundancia estacional de agua en primavera.

El proyecto que se propone, permitirá que las lagunas aumenten la actual superficie servida en al menos 420 ha y 580 ha para las Lagunas Chica y Grande, respectivamente, de las cuales, unas 555 ha corresponden a equivalentes de nuevo riego.

Los beneficiarios se estiman en 933 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que aproximadamente el 50% pertenecen al estrato de pequeños productores. De acuerdo a datos censales comunales, se tiene aproximadamente un 14% de mujeres agricultoras propietarias.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	8%
MEDIANOS (20-50 HA)	18%
GRANDES >50 HA	74%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes:

### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 550 ha NUEVO RIEGO EQUIVALENTE
Uva De Mesa	Uva De Mesa
Uva Pisquera	Uva Pisquera
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Alfalfa	Alfalfa
Pradera Natural	Pradera Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.LC.-

#### 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Tránsito en Angostura de Pinte. La hoya tributaria del embalse propuesto controla 256 km<sup>2</sup> y 333 km<sup>2</sup> de cuenca para la Laguna Chica y Grande, respectivamente. De esta manera, de acuerdo al procedimiento, se obtienen los siguientes caudales afluentes a las lagunas, que corresponde a la temporada de crecidas altiplánicas.

Laguna Chica:

$$Q (50\%) = 0,150 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q (85\%) = 0,330 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

Laguna Grande:

$$Q (50\%) = 0,200 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q (85\%) = 0,430 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

#### 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los derechos de los Canalistas están inscritos. Las extracciones que practican los canales de riego existentes tienen una capacidad cercana a 1,5 m<sup>3</sup>/s, los cuales captan todo su caudal en el período de riego en un año hidrológico de tipo húmedo. Dicho caudal de los canales corresponde al recurso que será regulado con la ampliación de ambos embalses.

#### 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Los principales impactos se refieren a la zona de inundación de unas 24 ha en un lecho de cauce de unos 300 metros de ancho medio, que no tienen propiedades ni infraestructura pública y una escasa vegetación de matorrales y freatófitas en el contorno del embalse. La zona se ubica en una zona cordillerana inhabitada. Las

III.LC.5.-

descargas de agua del embalse deberán regularse para mantener el cauce con el caudal ecológico.

El principal beneficio ambiental será el mejoramiento de la seguridad de suministro de agua proveniente del embalse. Este proyecto deberá considerar los estudios ambientales pertinentes para definir si debe ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental y bajo qué modalidad.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Geotecnia orientada al proyecto de peralte del embalse y sus fundaciones que tendrán una carga hidráulica de 3 metros superior a la actual.
- Hidrología de superficie.
- Topografía en zona del muro e inundación para precisar la curva de embalse actual.

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
LAGUNAS CORDILLERANAS GRANDE Y CHICA	7.425	7.174	1.835	8.856	13	20

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- El valor de inversión I<sub>0</sub> estimada para el costo del muro de embalse y sus fundaciones, corresponde a la alternativa de regulación para la eficiencia de uso actual de riego sin optimizar que exige un mayor volumen, a fin de cubrirse de eventuales imprevistos del diseño que corresponde analizar en otras etapas más avanzadas de estudios. Esta holgura se aproxima a un 30% en el valor del muro. En el Anexo F se presentan las cubicaciones y valorizaciones estimadas en obras.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.LC.-

III.LC.6.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	631
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	39

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II, se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 8.095 millones.

El Programa Complementario recomendado es:

- Plan estratégico de la organización. (N°2.2.1.- Parte III, Tomo I)

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Levantamiento topográfico, batimetría y taquimetría del área de inundación y obras de infraestructura lagunas cordilleranas del Valle del Huasco, convenio DOH y Junta de Vigilancia (pendiente a realizarse en primavera 2008).

No se tienen levantamientos topográficos a la fecha de este estudio.

Existe el antecedente hidrológico de la estación pluviométrica DGA en río Tránsito en Angostura de Pinte.

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación de los embalses propuesto.

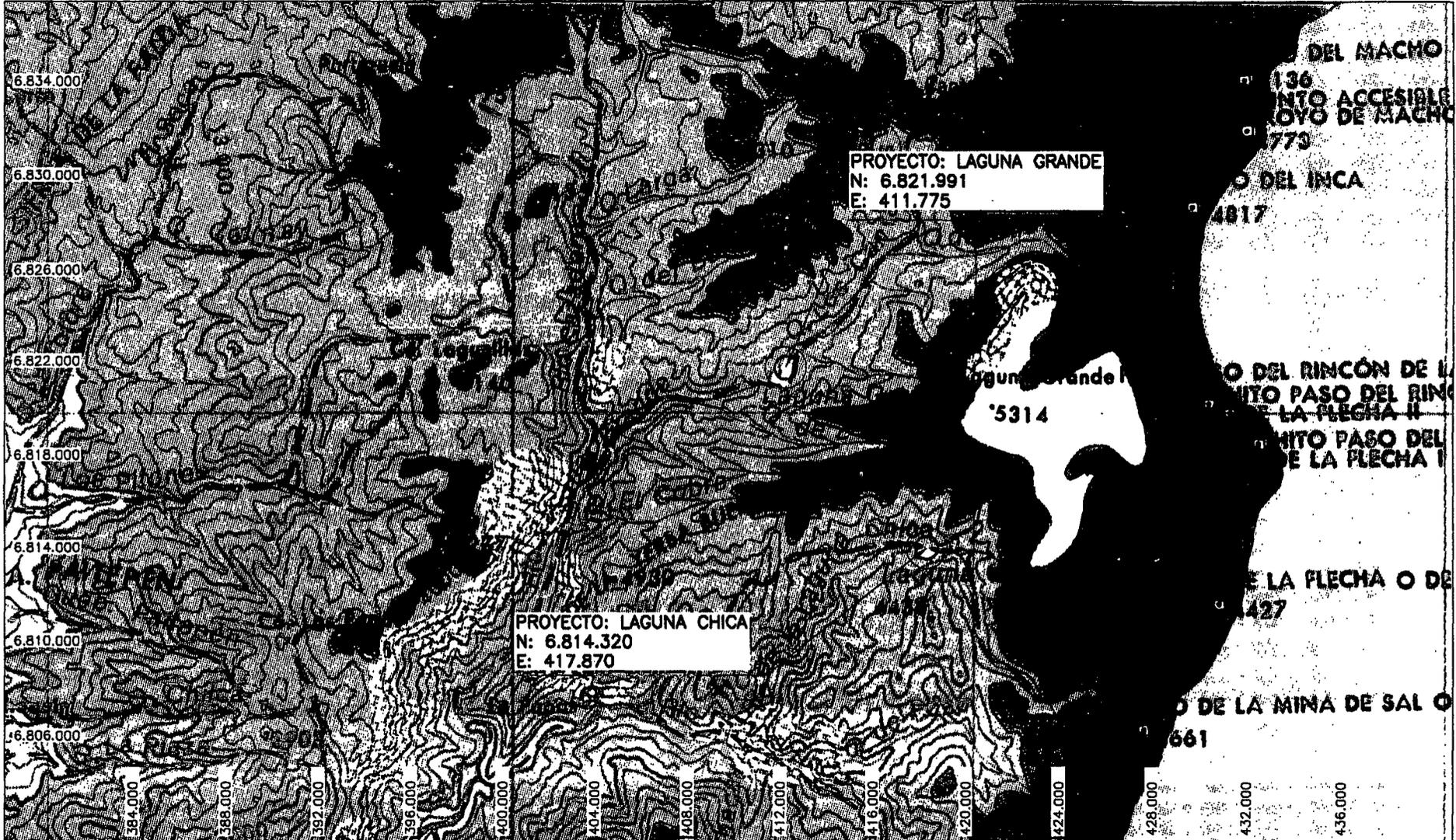
### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **11.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

III.LC.7.-

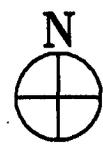


PROYECTO: LAGUNA GRANDE  
 N: 6.821.991  
 E: 411.775

PROYECTO: LAGUNA CHICA  
 N: 6.814.320  
 E: 417.870

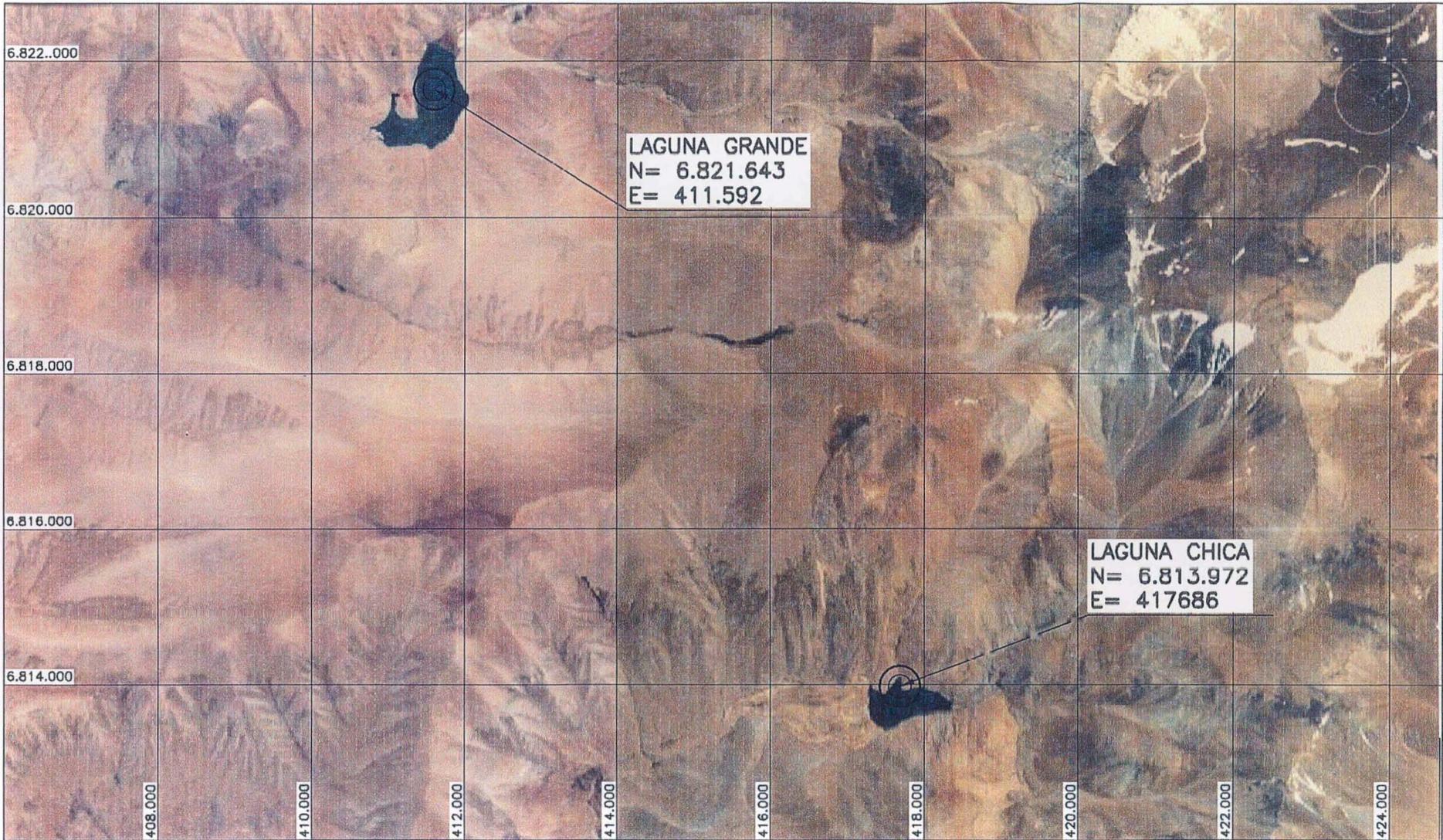
NOTAS:  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-01-04-1901-13 LA SERENA-ESC 1:500.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



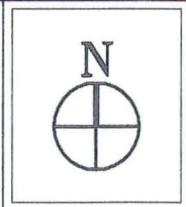
COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO EL TRANSITO EN COMUNA DE ALTO DEL CARMEN "PROYECTO DE AMPLIACION DE LAGUNAS CORDILLERANAS : GRANDE Y CHICA"	
CUENCA RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DESCRIPCIÓN: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - 07. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FUSOS: 028 0220 - 029 0200	ESCALA 1:250.000
	LAMINA III.LC.1

III.LC.8-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



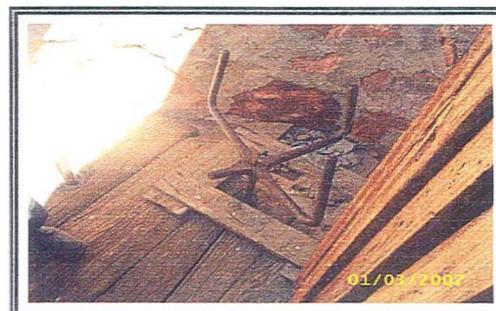
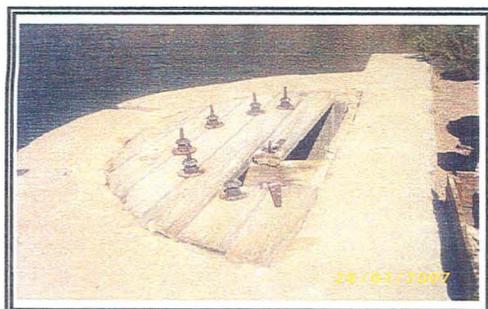
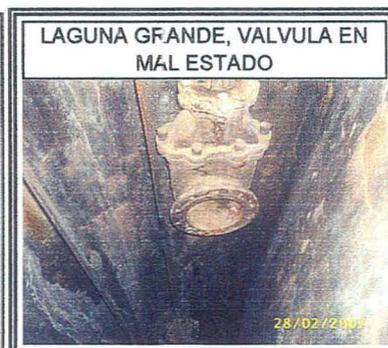
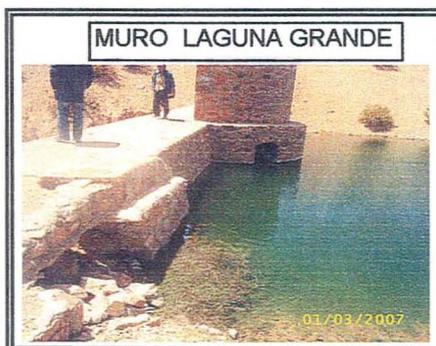
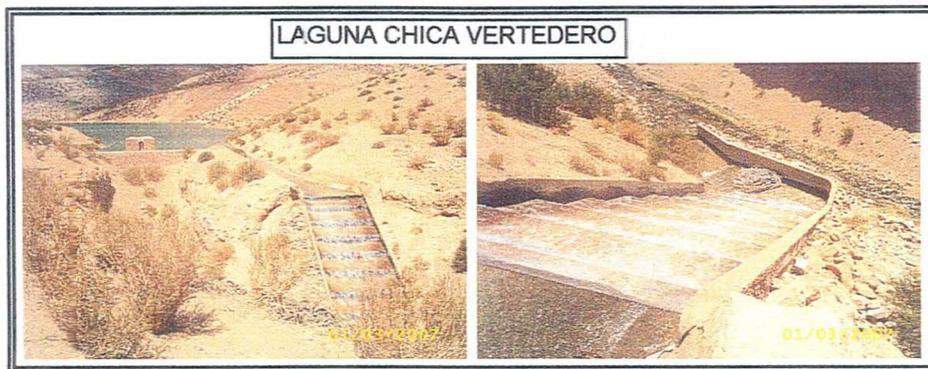
COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO TRANSITO EN COMUNA DE ALTO DEL CARMEN  
 "PROYECTO DE AMPLIACION DE LAGUNAS CORDILLERANAS: GRANDE Y CHICA"  
 CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.690 - 07. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FOTOS: 1993 0200 - 1998 0200

ESCALA APROX. 1:75.000  
 LAMINA III.LC.2

PROYECTO DE AMPLIACION DE LAGUNAS CORDILLERANAS: GRANDE Y CHICA



**PROYECTO DE REVESTIMIENTO  
EN TRAMO IV DEL RÍO HUASCO,  
DE CANALES: SAN JOSÉ, NICOLASA,  
GARCÍA & CAMPUSANO, BELLAVISTA,  
LAS TABLAS, LA CACHINA**

**RÍO HUASCO  
COMUNA DE VALLENAR**

III.SJ.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de revestimiento en Tramo IV del Río Huasco, de canales: San José, Nicolasa, García & Campusano, Bellavista, Las Tablas, La Cachina.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Atacama  
2.2.- RIO : Huasco  
2.3.- COMUNA : Vallenar  
2.4.- CUENCA : Río Huasco  
2.5.- ORGANIZACIÓN : Junta de Vigilancia de la Cuenca del Río Huasco.  
Canales involucrados directamente en el proyecto:

Canal	Tipo de Organización
San José	Comunidad de aguas
Nicolasa	Comunidad de aguas
García & Campusano	Comunidad de aguas
Bellavista	Comunidad de aguas
Las Tablas	Comunidad de aguas
La Cachina	Comunidad de aguas

- 2.6.- INFORMANTES : Francisco Bou Barroeta: Director Junta de Vigilancia del Río Huasco, Luis Mansilla Pereira: Gerente General Junta Vigilancia Río Huasco.

Dirección : Arturo Prat N° 661  
Teléfono : 51-614 487 / 51-349 491/ 51-610 529  
Email : [lmansilla@riohuasco.cl](mailto:lmansilla@riohuasco.cl)

- 2.7.- CARTA DE INTERÉS: Se acompaña en Anexo H, la carta de interés de la Junta de Vigilancia, en este proyecto.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en el incremento de la eficiencia de captación y conducción de los seis canales agrupados en el Tramo IV del Río Huasco, para la recuperación de las aguas que actualmente no se pueden captar y conducir.

### 3.2.- UBICACIÓN

Las bocatomas de los canales se ubican en el Tramo IV del Río Huasco. Los canales Nicolasa, García & Campusano, Bellavista y Las Tablas tienen su bocatoma en la ribera Sur del río Huasco, mientras que San José y La Cachina en la ribera Norte.

III.SJ.2.-

La ubicación georreferenciada del inicio de las obras es:

Este: 314.363 m                      Norte: 6.842.241 m

El sistema de coordenadas es: WGS 84; HUSO 19

### **3.3.- DESCRIPCIÓN**

El proyecto consiste en el mejoramiento y optimización de la capacidad de porteo de seis canales del Tramo IV del río Huasco (San José, Nicolasa, García & Campusano, Bellavista, Las Tablas y La Cachina) a través del revestimiento de los mismos.

Además, se considera el mejoramiento de las condiciones de seguridad de captación de cada uno de ellos, así como el mejoramiento de las entregas y obras de arte del canal.

Este sistema de canales se ubica por aguas abajo del embalse Santa Juana.

### **3.4.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

Actualmente cada uno de los canales tiene su captación individual en condiciones precarias, siendo de tipo rústico con patas de cabra, tanto la captación en sí misma como la obra de seguridad. Además, los canales presentan problemas de filtraciones cuya cuantificación se estima en 35% del caudal; además presenta derrumbes en algunos sectores.

En algunas secciones de los canales se han realizado trabajos tendientes a dar mayor estabilidad a su sección. Por ejemplo, en el canal San José se han hecho revestimientos que alcanzan a un porcentaje del orden del 35% de su longitud, y en el canal Nicolasa cerca del 20%. El Bellavista por su parte tiene aproximadamente un 35% revestido. Estos revestimientos han resuelto parcialmente los problemas de estabilidad y filtraciones. Sin embargo, se requiere un análisis completo de cada canal, tal que permita disminuir los riesgos actuales de cortes, derrumbes y filtraciones.

Respecto a las bocatomas, es importante señalar que su inestabilidad hace que el riego sea muy inseguro. Por ejemplo, la bocatoma del canal Nicolasa se encontraba aproximadamente a 1.000 m aguas arriba del lugar de su actual emplazamiento. Ello se debe a que la crecida del año 1997 destruyó la bocatoma original. Cabe mencionar que aún cuando actualmente existe una capacidad amortiguadora de crecidas en el embalse Santa Juana, es posible que existan crecidas eventuales que deban descargarse desde el embalse, debiendo dotarse de seguridad a las bocatomas de los canales ubicados por aguas abajo.

III.SJ.3.-

### 3.5.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.

Para enfrentar la situación de falencias en la captación y conducción de los canales, se propone el análisis de dos alternativas tendientes mejorar dichas eficiencias, además de reducir las pérdidas por infiltración. Ambas soluciones cuentan con la construcción de bocatoma, revestimiento y obras de distribución. La diferencia entre las alternativas consiste en los materiales utilizados en el ítem más importante que es el revestimiento de los canales principales, mientras que la primera considerará revestimiento de albañilería de piedras, la segunda lo hace con un revestimiento del canal mediante canoa de hormigón armado.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.III.SJ.- se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación unificada, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. De esta forma cada canal requerirá de un estudio de su mejoramiento, desde su obra de captación hasta su última entrega, siendo las obras principales las que se mencionan en el cuadro siguiente, en que se detallan las longitudes totales de los canales.

Todas las obras tienen como objetivo la captación y distribución del agua de riego en condiciones de seguridad y eficiencia, resolviendo los problemas de operación y pérdidas.

Canal	Obra	Cantidad
San José	Bocatoma	1
	Entregas de riego	270
	Longitud (km)	26
Nicolasa	Bocatoma	1
	Entregas de riego	300
	Longitud (km)	21
García & Campusano	Bocatoma	1
	Entregas de riego	150
	Longitud (km)	13
Bellavista	Bocatoma	1
	Entregas de riego	150
	Longitud (km)	16
Las Tablas	Bocatoma	1
	Entregas de riego	70
	Longitud (km)	5
La Cachina	Bocatoma	1
	Entregas de riego	100
	Longitud (km)	5

Nota: las obras de bocatoma incluyen compuerta de regulación y de seguridad.

Los revestimientos consultados para el PROM, distribuidos en los tramos más filtrantes de los seis canales señalados, suman hasta 30 km.

III.SJ.4.-

#### 4.- SUPERFICIE BENEFICIADA

El Valle del Río Huasco cuenta con excelentes condiciones naturales de clima para el desarrollo de la fruticultura. De hecho, ya existen frutales de alta productividad y de muy alta rentabilidad. Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua de los canales del sector favorecen las pérdidas de ésta, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el estío, período de máximas demandas evapotranspirativas. La recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las plantaciones frutales. La distribución de esa agua debe ser proporcional a los derechos de agua y por ende, todos los predios, de cualquier tamaño, recibirán una mayor dotación de agua. Se estima incorporar 467 ha de nuevo riego equivalente y mejorar con el multiuso del proyecto unas 2.732 ha.

La distribución de superficie por canal se muestra en el cuadro siguiente.

Canal	Superficie (ha) Bajo cota de canal
San José	450
Nicolasa	500
García & Campusano	180
Bellavista	270
Las Tablas	200
La Cachina	300
Total	1.900

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	15%
MEDIANOS (20-50 HA)	39%
GRANDES >50 HA	46%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 3.200 ha
Olivo	Olivo
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Huerta Casera	Huerta Casera
Alfalfa	

III.SJ.5.-

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.III.SJ.-

#### 4.1.- NÚMERO DE BENEFICIARIOS

El número total de beneficiarios es de 410 productores. La distribución por canal se muestra en el cuadro siguiente.

Canal	Nº usuarios
San José	34
Nicolasa	31
García & Campusano	121
Bellavista	143
Las Tablas	33
La Cachina	48
<b>Total</b>	<b>410</b>

#### 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Canal	Q (l/s)
San José	800
Nicolasa	1.300
García & Campusano	350
Bellavista	600
Las Tablas	400
La Cachina	<b>400</b>

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Huasco en Santa Ana. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q(50\%) = 3,85 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q(85\%) = 1,39 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

#### 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Canal	Acciones
San José	266
Nicolasa	284
García & Campusano	57
Bellavista	158
Las Tablas	72
La Cachina	125
<b>Total</b>	<b>962</b>

Es importante señalar que actualmente en la zona se está desarrollando un programa de regularización de los derechos de agua, el cual se está ejecutando en el marco de un

III.SJ.6.-

convenio entre la Junta de Vigilancia del Río Huasco, INDAP y la Dirección de Obras Hidráulicas.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

No se detectan impactos ambientales importantes dado que las obras se refieren a mejoramiento al interior de los canales.

El principal beneficio que producirá este proyecto es el mejoramiento de la eficiencia de uso del caudal que transportará el canal y la disminución de los problemas de mantenimiento de bocatomas independientes. Se estima que este proyecto no deberá ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental por cuanto considera obras independientes, todas menores a 2 m<sup>3</sup>/s de capacidad.

## 8.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION lo PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION lo PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de revestimiento en Tramo IV del R Huasco, de 6 canales	2.678	2.478	188	1.052	11	12

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.III.SJ.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	418
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	89

III.SJ.7.-

El costo de estudios totales, se estima conforme a una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.185 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- a) Plan Estratégico de la Organización (2.2.1 .- Parte III, Tomo I)
- b) Fortalecimiento en Gestión de Uso de Aguas Limpias (2.2.4 .- Parte III, Tomo I)

## **9.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Sólo se dispone de estudios y/o proyectos de ciertos tramos en distintos canales (ley de riego e Indap).

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA GENERAL DE UBICACIÓN CARTA IGM.**

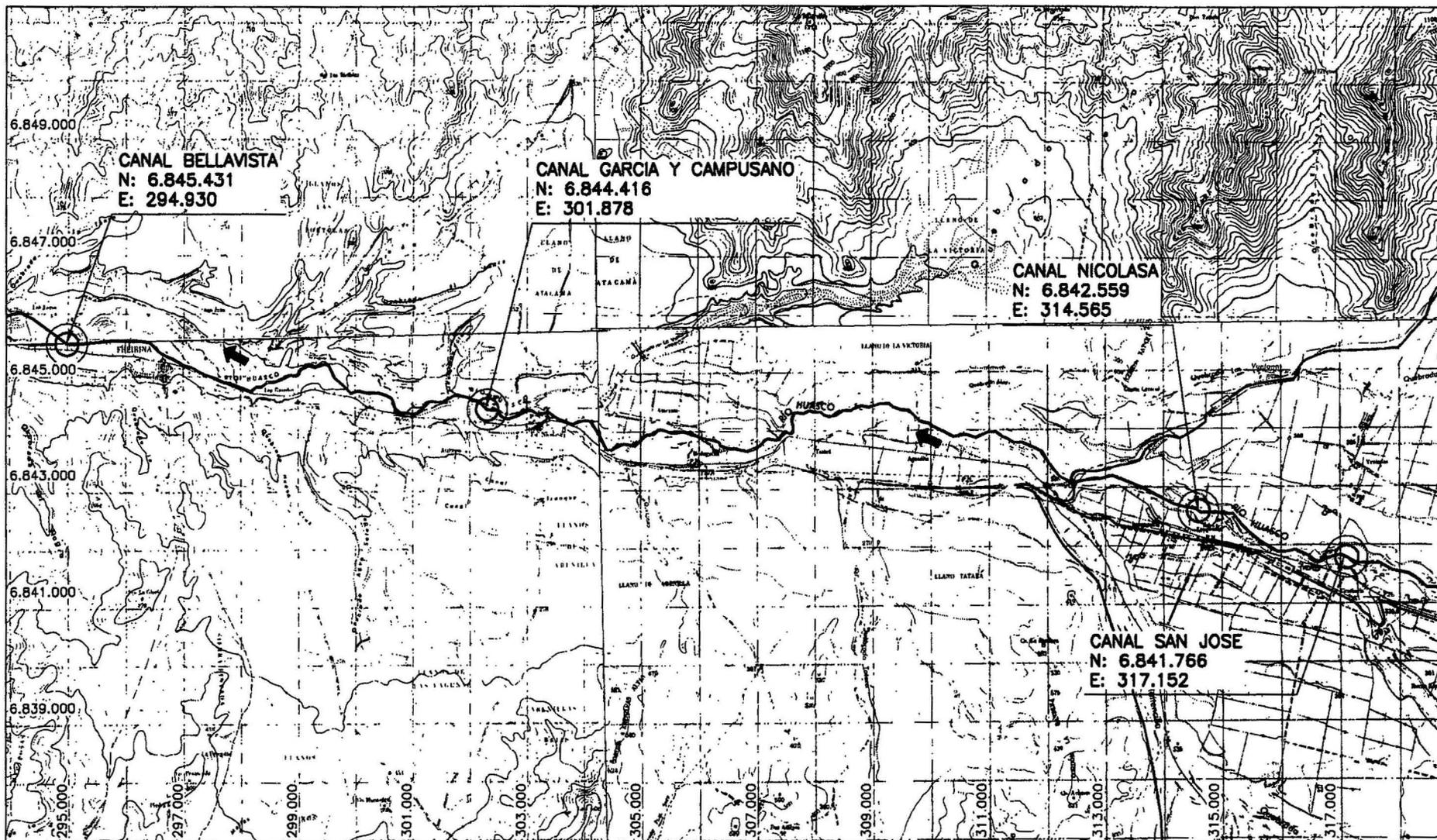
Se acompaña la plancheta IGM a escala 1:50.000 con la ubicación del proyecto.

### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno en abril de 2008.



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-04-0009-00 HUASCO-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-04-0010-00 ASTILLAS-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-04-0017-00 FREIRINA-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-04-0018-00 VALLENAR-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

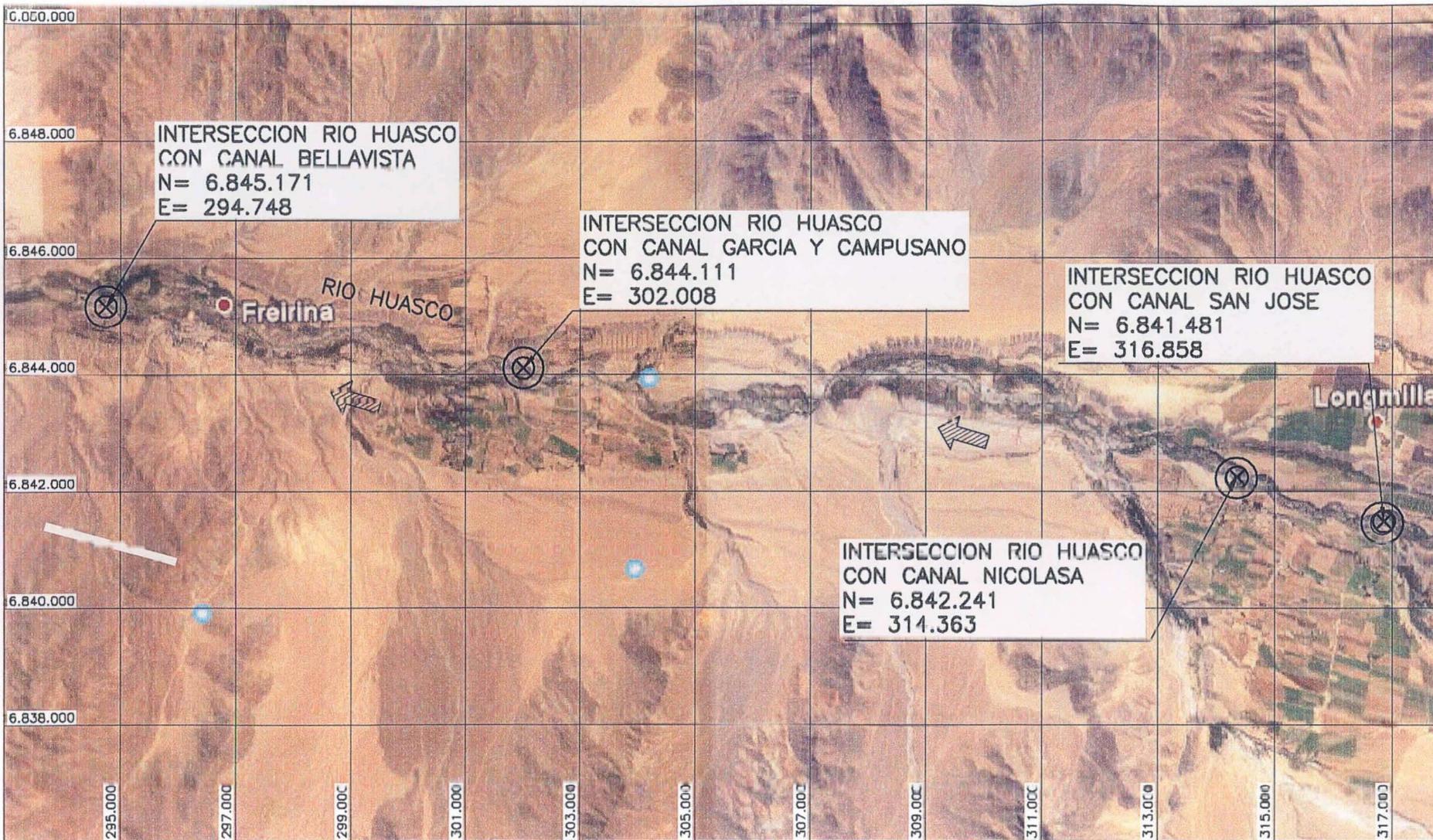


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO HUASCO, TRAMO IV, COMUNA DE VALLENAR  
 "PROYECTO DE REVESTIMIENTO EN TRAMO IV DEL RIO HUASCO, DE CANALES: SAN JOSE, NICOLASA, GARCIA & CAMPUSANO, BELLAVISTA, LAS TABLAS, LA CACHINA"  
 CUENCA DEL RIO HUASCO - REGION DE ATACAMA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.489 - OF. 52 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 808 0880 - 808 8880

ESCALA	LAMINA
1:100.000	III.SJ.1



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA CUENCA RIO HUASCO TRAMO IV, COMUNA DE VALLENAR  
"PROYECTO DE REVESTIMIENTO EN TRAMO IV DEL RIO HUASCO, DE CANALES: SAN JOSE, NICOLASA, GARCIA & CAMPUSANO, BELLAVISTA, LAS TABLAS, LA CACHINA"  
CUENCA DEL RIO HUASCO-REGION DE ATACAMA

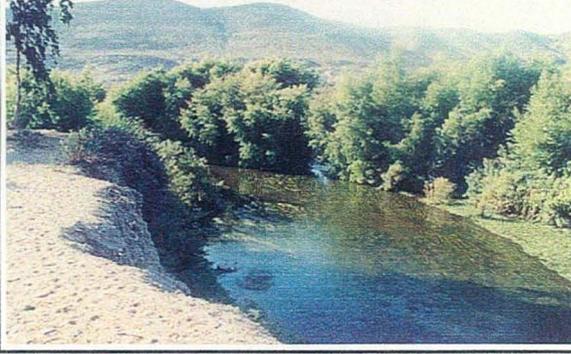
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.660 - OF. 85 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FONO: 333 0333 - 333 6000

ESCALA APROX. 1:100.000

LAMINA III.S7.1

PROYECTO DE REVESTIMIENTO EN TRAMO IV, DEL RIO HUASCO

BOCATOMA CANAL BELLAVISTA, ORILLA SUR  
LADO IZQUIERDO, HACIA AGUAS ABAJO



BOCATOMA CANAL GARCIA Y CAMPUSANO  
HACIA AGUAS ABAJO



## **IV.- REGIÓN DE COQUIMBO**

IV.1.-

**PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN DE USO  
Y REGULACIÓN SUBTERRÁNEA  
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DEL RÍO MOSTAZAL**

**CUENCA DEL RÍO MOSTAZAL  
COMUNA DE MONTE PATRIA**

IV.MO.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de optimización de uso y regulación subterránea de los recursos hídricos del río Mostazal

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Coquimbo.  
2.2.- COMUNA : Monte Patria.  
2.3.- CUENCA : Río Mostazal.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes.  
2.5.- INFORMANTE : Iván Varela - Presidente Junta de Vigilancia del Río Mostazal y sus Afluentes.  
Dirección : Localidad de Pedregal S/N  
Correo : Casilla 22 Correo de Ovalle  
Teléfono satelital : 02-1960806  
Email : pedregal@subsole.cl  
2.6.- CARTA INTERÉS : Se acompaña en Anexo H la carta de interés del Presidente de la Junta Sr. Iván Varela.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

La agricultura constituye la actividad fundamental de este valle rural de 710 predios con una superficie de riego eventual de 2.900 ha, con total dependencia del año hidrológico. El valle se caracteriza por su aislamiento y lejanía de ciudades en que la más cercana es Ovalle a unos 100 km. El agua la provee el río y sus afluentes laterales con un caudal medio en la temporada de riego de aproximadamente 1 m<sup>3</sup>/seg. Sus aguas se caracterizan por su gran variabilidad y elevada calidad físico química y bacteriológica, al no estar contaminada. Asimismo, el clima es muy favorable para la agricultura de primores y permite explotar rubros rentables; además, los suelos no presentan grandes restricciones, salvo las laderas empinadas que también son productivas. La Junta de Vigilancia reparte el agua del río a lo largo de unos 15 km de cauce natural, en que la mayor parte se pierde por infiltración en el mismo cauce del lecho fluvial de alta permeabilidad.

El proyecto planteado consiste en el aprovechamiento optimizado de los actuales recursos hídricos del río Mostazal, mediante dos obras principales: una conducción presurizada mediante tubería enterrada bajo el cauce del río, de unos 5 km, con una captación mediante cámara de carga que permite regulación corta; y además, dos muros de embalse subterráneo ubicados en la Tercera Sección del río, que posibilita el aprovechamiento de recursos hídricos que actualmente se pierden. Se requerirá reforzar operacionalmente la recarga del acuífero, mediante pretilos en el cauce del río en el sector de los embalses subterráneos.

IV.MO.2.-

Esta proposición de proyecto es complementaria con el aprovechamiento hidroeléctrico privado de la tubería presurizada de 0,22 Mw, cuya central de pasada se ubicaría a 1,5 km aguas abajo de la cámara de carga.

### **3.2.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

En los años de escasez hídrica, el caudal medio en la temporada de riego se reduce a unos 400 l/s, lo cual genera un grave problema en la agricultura, especialmente en la Tercera Sección, ya que no existen embalses y los pozos son muy escasos. La ubicación de los embalses subterráneos en la Tercera Sección posibilitará que las primeras dos Secciones empleen toda el agua del río y con una eficiencia de uso mucho mayor, lográndose beneficiar con riego seguro una superficie de hasta unas 420 ha, con la recuperación de un caudal medio equivalente en temporada de riego, de unos 300 l/s. Asimismo, la presurización de la conducción de hasta 600 l/s con trazado bajo el río, permitirá entregar el agua con presión y generar un ahorro en energía que es de un elevado costo actual para los productores del valle, lo cual estimulará la tecnificación que aún no está extendida masivamente.

### **3.3.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

En la zona en estudio, el Río Mostazal presenta una baja seguridad de riego, debido principalmente a que en épocas de escasez hídrica, el caudal medio desciende a 0,4 m<sup>3</sup>/s, lo cual afecta de forma directa y crítica a su Tercera Sección, en la cual no existen embalses superficiales de regulación y a que los pozos son muy escasos.

Para mejorar la situación hídrica expuesta, se proponen dos alternativas por medio de embalses de regulación, para obtener el caudal necesario para la Sección del río más afectada. Una las alternativas sugiere la construcción de un embalse superficial de corta regulación o cámara de carga en el angostamiento Cuestecita para unos 150.000 m<sup>3</sup> de capacidad. Por aguas abajo, dos embalses subterráneos, uno en la quebrada de Tulahuencito y el otro en el cauce del Río Mostazal a la altura de Colliguay Alto, aportando un volumen acumulado al sistema de 1,37 Hm<sup>3</sup>. Mientras la segunda alternativa a considerar corresponde a un embalse de regulación superficial en el sector de Cuestecita aportando un volumen de 1,5 hm<sup>3</sup>. Los antecedentes de esta segunda alternativa fueron extraídos desde el estudio "Optimización del uso del recurso hídrico río Mostazal" DOH, 1998.

Mediante el análisis de multicriterios presentado en el Anexo K.i.IV.MO.- se desprende la solución recomendada que presenta ventajas principalmente en términos de costos y que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

Las nuevas obras principales son:

IV.MO.3.-

- Embalse de regulación corta de superficie en el angostamiento “Cuestecita”, que cumplirá con la función de cámara de carga de la tubería. En invierno permanecerá abierto para facilitar la evacuación de los sedimentos. Su altura se estima en 15 m y su volumen en unos 150 mil m<sup>3</sup>.

Coordenadas UTM: E: 345.240m N: 6.589.640m (WGS84).

- Tubería y red presurizada de PVC-6 de unos 400 mm y de unos 9 km de largo, con trazado bajo el lecho del río, para un caudal inicial de 600 l/s, que varía hasta 200 l/s. Consulta hidrómetros para control de los caudales descargados y sus volúmenes.
- Dos muros con pared moldeadas, de embalses subterráneos. Un muro se proyecta en el cauce de la Quebrada Tulahuencito, lateral al río en las inmediaciones del pueblo de Pedregal y el otro en el cauce del río en la Tercera Sección, frente a Colliguay Alto.
- Tulahuencito.- Coordenadas UTM: E: 338.030m N: 6.584.400m (WGS-84)
- Colliguay Alto- Coordenadas UTM: E: 332.566m N: 6.585.310m (WGS-84)

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

##### **4.1.- RUBROS PRODUCTIVOS**

La estructura actual del uso de la tierra, en el área del proyecto, está condicionada por la estacionalidad de la oferta de agua que se caracteriza por una relativa abundancia en los meses primaverales y una gran disminución en los meses estivales. La fruticultura, de gran potencial productivo en el valle, se ve limitada por la estacionalidad de los caudales. El resto de la actividad agrícola se concentra en cultivos anuales como el trigo y pastos naturales y algunas chacras, únicos capaces de aprovechar la abundancia estacional de agua en primavera.

La implementación del proyecto permitiría la regulación del cauce de modo que se pueda ajustar, mediante el manejo de los embalses, la curva de oferta con la demanda de agua de los cultivos de alta rentabilidad, que son mayoritariamente estivales.

Una manera de aprovechar al máximo el agua disponible del valle del río Mostazal consiste en utilizar los recursos subterráneos bajo el cauce del río. El acuífero es superficial, de acuerdo a sondajes y pozos realizados por particulares. En la parte baja del río estos recursos son posibles de captar mediante un embalse subterráneo.

Rubros agrícolas actuales.

- Uva de mesa con riego por goteo: 83 ha.
- Uva pisquera: 200 ha con 10% de riego tecnificado.
- Otros frutales (nogales, paltos, naranjos): 50 ha
- Cultivos anuales y empastadas: 2.500 ha con riego de baja seguridad.

Como superficie beneficiada se estimó que se puede llegar a incorporar aproximadamente unas 290 ha de riego seguro equivalentes, que para los efectos de la evaluación de este perfil, pueden destinarse a uva de mesa, hortalizas y maíz, regada con métodos tecnificados.

Los métodos de riego imperantes son por surcos, de modo que el proyecto de presurización estimulará la tecnificación, reduciéndose las actuales tasas de riego e incrementando la superficie posible de regar con los mismos recursos hídricos. La recuperación de agua con la tubería presurizada alcanza a unos 165 l/s en año 85% y a 210 l/s en año 50%. El incremento de disponibilidad de agua subterránea con esos dos embalses es de 1,3 Hm<sup>3</sup>.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	14%
MEDIANOS (20-50 HA)	40%
GRANDES >50 HA	46%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 290 ha EQUIVALENTE DE RIEGO
Uva Mesa	Uva Mesa
Uva Pisquera	Melón
Papa	Maíz
Maíz	Alfalfa
Alfalfa	P. Natural
P. Natural	

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.IV.MO.-

## **4.2.- BENEFICIARIOS.**

El valle tiene 710 predios, cuya distribución de tamaño es la siguiente.

- 14 predios medianos a grandes con mas de 30 ha: S total: 474 ha
- 30 predios medianos entre 5 y 10 ha: S total: 220 ha
- 666 predios chicos con menos de 5 ha: S total: 442 ha.

De los 710 predios, existen unas 192 propietarias mujeres, que equivale al 27%.

## **4.3.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS DE APOYO.**

El funcionamiento del proyecto requiere capacitar a la Junta, la cual necesita fortalecerse para abordar el proyecto de optimización del uso del agua. El proyecto introduce elementos operacionales con ribetes técnicos y legales, materias que deben ser de conocimiento de la Administración del río. La Junta deberá profesionalizarse y tener un gerente y técnicos de terreno, así como disponer de fondos para solventar la mantención de las obras y los profesionales. Los ingresos podrán provenir de la mayor superficie de riego seguro y de las cobranzas por los servicios del control, traslado y medición de los arriendos temporales de aguas, requiriéndose de personal, dispositivos de medida y registros de volúmenes de agua. En resumen, los programas requeridos son:

- Fortalecimiento organizacional en temas de manejo administrativo y del sistema presurizado y de embalses subterráneos.

a.- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)

b.- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos.  
(2.2.2.- Parte III, Tomo I)

## **5.- CAUDAL DE DISEÑO**

El caudal de prediseño de la tubería alcanza a 600 l/s, correspondiente a una seguridad hidrológica de aproximadamente 65%, es decir 2 de cada 3 años se tendrá en la temporada de riego un caudal superior al recomendado a nivel de este perfil.

El volumen almacenable en los dos embalses subterráneos alcanza a 1,3 Hm<sup>3</sup>, de explotación anual

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

La Junta de Vigilancia está constituida legalmente y los derechos de agua corresponden a la totalidad del caudal que extraen sus canales, que en conjunto suman 3 m<sup>3</sup>/s. Este río no tributa legalmente al Río Grande. De este modo, el uso de los

IV.MO.6.-

recursos hídricos para este proyecto no tiene restricciones hasta la capacidad de extracción ya indicada, que sustenta la conducción presurizada.

De todas formas, una vez determinado el volumen de regulación subterránea con mayor precisión, será necesario solicitar nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas para las nuevas captaciones, en el caso de que las actuales captaciones y canales que efectivamente captan actualmente los afloramientos de la napa, no permitan extraer todo el caudal que requiere el proyecto.

## 7.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

### 7.1.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION lo PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION lo PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
MOSTAZAL	4.058	3.938	2.904	6.133	18	23

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.IV.MO.-

### 7.2.- ESTIMACIÓN DE COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	495
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

IV.MO.7.-

### **7.3.- COSTO INICIATIVA**

Valor total de la iniciativa: \$ 4.817 millones.

### **7.4.- GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA COMPLEMENTARIA**

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto que es posible al introducir un complemento privado, que permita la generación hidroeléctrica con un potencial estimado en 0,22 Mw en la tubería presurizada, ya citada, se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación:

- Caudal estimado para generación: 0,6 m<sup>3</sup>/s
- Altura de caída bruta: 44 m
- Potencial: 0,22 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$303 millones.
- VAN del uso hidroeléctrico: \$372 millones
- TIR: 18%
- IVAN (VAN/Io) = 1,4

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.IV.MO.-

## **8.- IMPACTO AMBIENTAL.**

Los principales impactos son positivos y se refieren a la recuperación de agua que actualmente se infiltra en el cauce del río Mostazal y Tulahuencito, ambos deficitarios, junto con el incremento del nivel de la napa por aguas arriba de los muros de embalses subterráneos, que afectarán en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de estos muros. De todas formas, tanto por aguas arriba como por aguas abajo deben verse beneficiados con la regulación de las nuevas obras, lo cual es un tema de tipo operacional y de diseño de las extracciones.

En el caso del tranque Cuestecita superficial, de unos 150 mil m<sup>3</sup>, que actuará de regulador inicial y cámara de carga de la presurización, el impacto se refiere a la interrupción de parte del caudal en régimen natural durante la temporada de riego y a la inundación de una superficie de unas 4,0 ha de caja de río y sus laderas aledañas en que existen álamos y matorrales.

Como medidas de mitigación se pueden establecer normas de operación del tranque de regulación corta Cuestecita, para mantener con algún escurrimiento en el cauce en los años secos, además de plantar árboles en otros sectores hacia aguas arriba, que posibiliten recuperar la cobertura vegetal que pueda cubrir el tranque. En el caso

IV.MO.8.-

del resguardo de la napa en la Tercera Sección, la solución se puede plantear en términos de incorporar drenes conectados al embalse subterráneo, que permitan realizar descargas desde éste hacia el tramo de río con menos recuperación, junto con consultar pozos de observación de los niveles acuíferos.

## **9.- ANTECEDENTES.**

### **9.1 ESTUDIOS PREVIOS**

Existen estudios de prefactibilidad y factibilidad para la optimización de los recursos hídricos del río Mostazal, ordenados por la DOH, que contienen mucha información técnica de este valle. Sin embargo se refieren a soluciones clásicas formuladas con criterios imperantes hace una década, cuya baja rentabilidad hace desaconsejable la construcción de la obra. Los estudios son:

- Optimización uso del recurso hídrico río Mostazal; Prefactibilidad DOH-Procivil 1998.
- Explotación y optimización uso del recurso hídrico río Mostazal. Factibilidad DOH-A&C 2000.

### **9.2.- ESTUDIOS BÁSICOS REQUERIDOS**

- Hidrología de caudales de superficie, régimen normal y crecidas e el río Mostazal y sus afluentes.
- Hidrogeología con prospección del relleno acuífero en el río Mostazal en el sector Colliguay Alto y en el río Tuluahuencito, sector La Vertiente.
- Geotecnia en la zona del embalse “Cuestecita” el cual podría consultar una altura de unos 15 metros aproximadamente.
- Topografía del valle.

### **9.3.- ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS**

Se dispone de la Estación pluviométrica DGA “Río Mostazal en Cuestecita”. En los estudios existentes de la DOH se contienen algunos análisis hidrológicos.

### **9.4.- ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS**

No existen levantamientos globales del valle.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS.**

### **10.1.- PLANTA IGM**

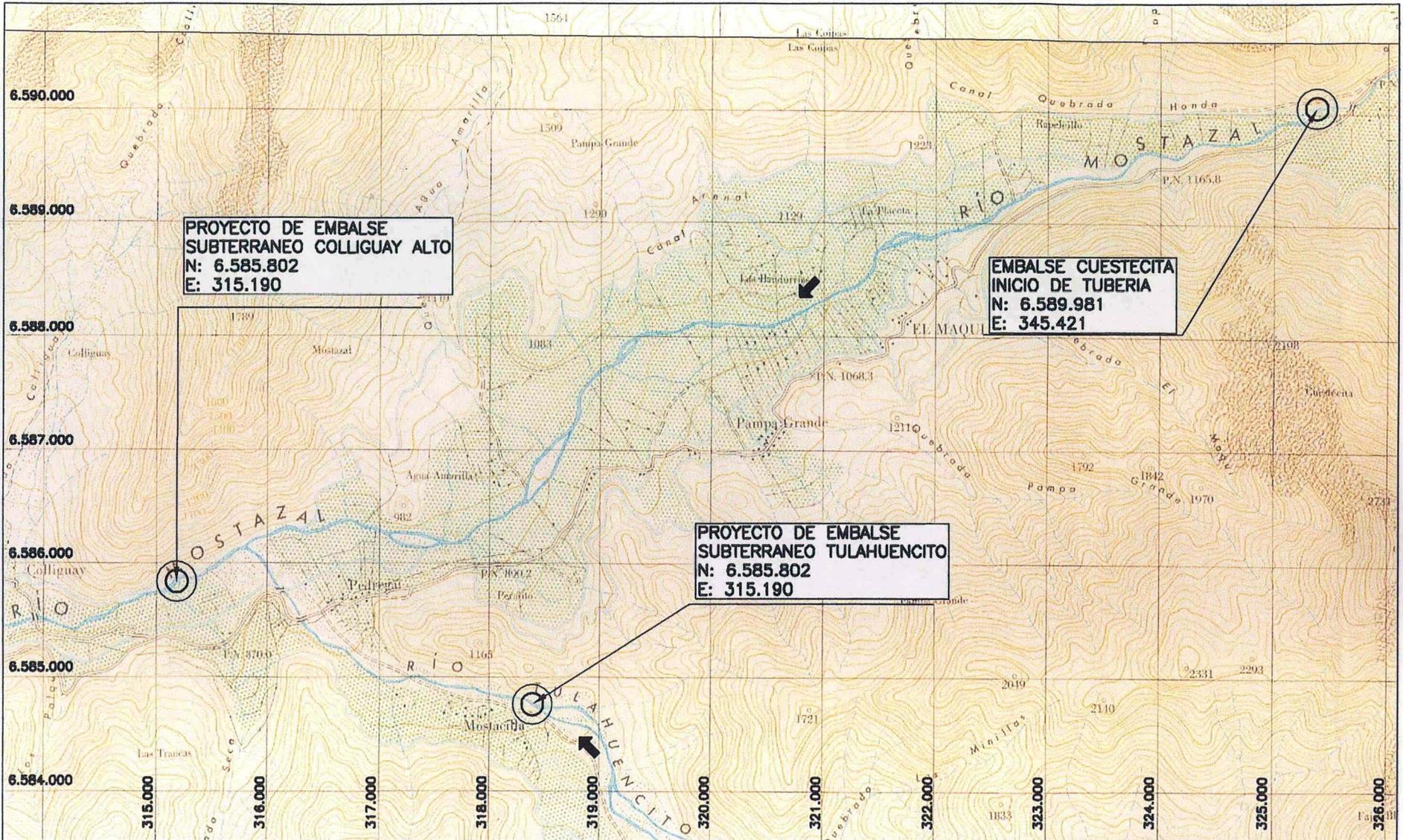
Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
IGM 5-04-04-0085-00 EL MAQUI-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



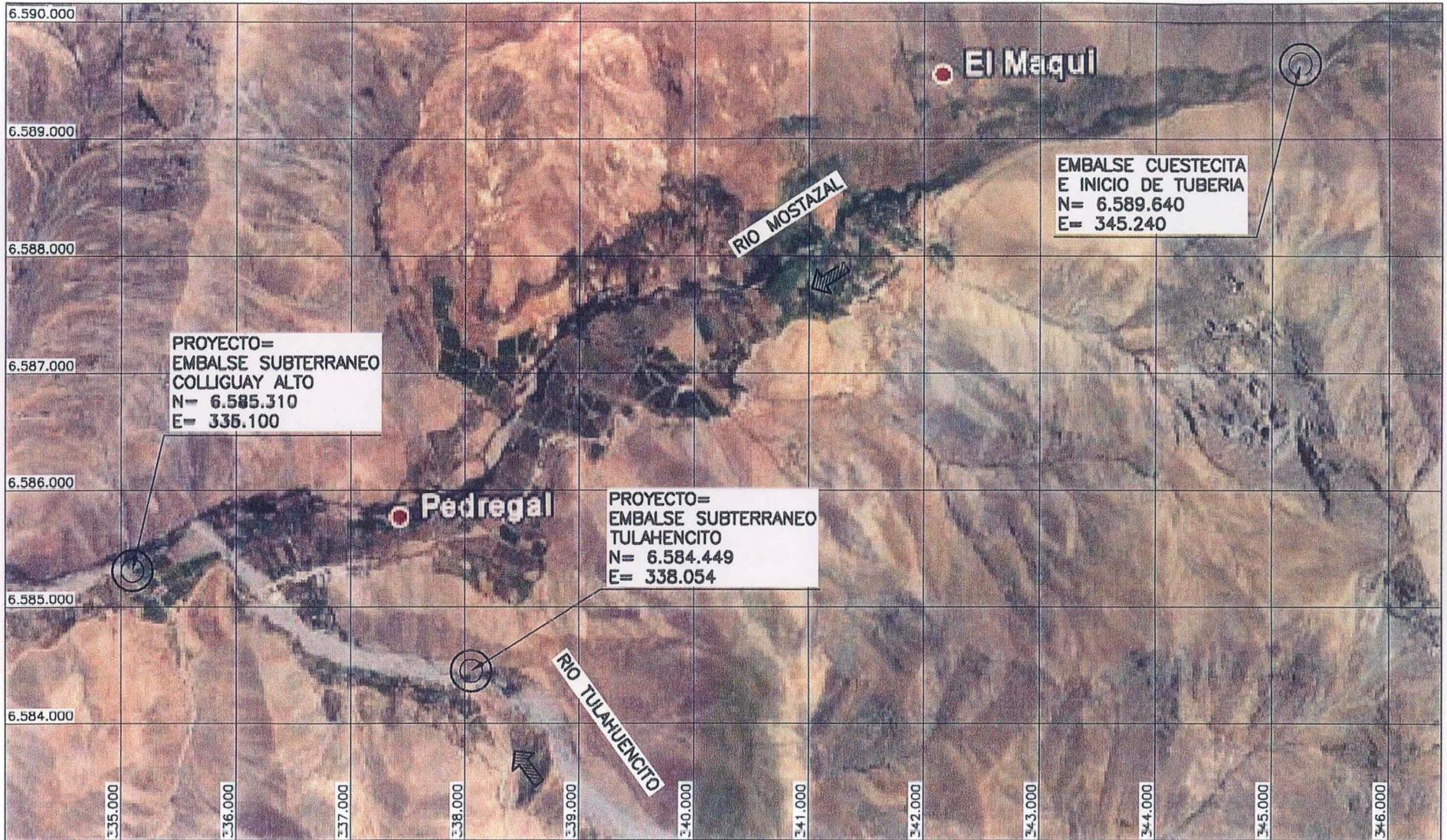
**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO MOSTAZAL EN COMUNA DE MONTE PATRIA  
"PROYECTO DE OPTIMIZACION DE USO Y REGULACION SUBTERRANEA DE LOS  
RECURSOS HIDRICOS DEL RIO MOSTAZAL".  
CUENCA RIO LIMARI - REGION DE COQUIMBO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.650 - OF. 04 - PROVINCIA - SANTIAGO  
FONO: 226 0000 - 226 0000

ESCALA  
1:50.000

LAMINA  
IV.MO.1



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 18

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO MOSTAZAL EN COMUNA DE MONTE PATRIA "PROYECTO DE OPTIMIZACION DE USO Y REGULACION SUBTERRANEA DE LOS RECURSOS HIDRICOS DEL RIO MOSTAZAL" CUENCA DEL RIO LIMARI-REGION DE COQUIMBO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 829 6385 - 829 6396

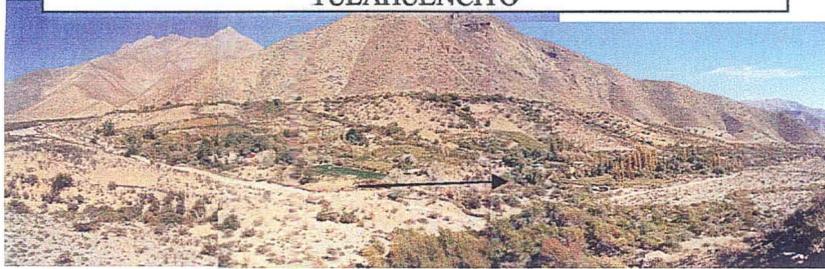
ESCALA APROX. 1:50.000

LAMINA IV.MO.2

TULAHUENCITO SECTOR VERTIENTES



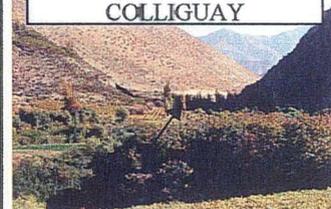
TULAHUENCITO



SECTOR ACUIFERO COLLIGUAY ALTO



ANGOSTAMIENTO COLLIGUAY



RIO MOSTAZAL - ESTACION DGA CUESTECITA



ANGOSTAMIENTO CUESTECITA - INICIO TUBERIA



ZONA INUNDACION - TRANQUE CUESTECITA



**PROYECTO DE REGULACIÓN  
DE RECURSOS SUBTERRÁNEOS  
EN TERCERA SECCIÓN RÍO PAMA**

**CUENCA DEL RÍO PAMA  
COMUNA DE COMBARBALA**

IV.PM.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de regulación de recursos subterráneos en Tercera Sección Río Pama.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Coquimbo.  
2.2.- COMUNA : Combarbalá.  
2.3.- CUENCA : Río Pama.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Junta de Vigilancia del Río Pama.  
2.5.- INFORMANTE : Gabriel Echeverría Presidente Canal Pama Alto y Pama Bajo y Rodolfo Cortés Presidente Canal Matancilla  
Dirección : Pasaje Rafael Castillo No. 413- Pama s/n Combarbalá  
Teléfono : cel: 08-8670666 y 09-0165656  
Email : cavanca@hotmail.com  
2.6.- CARTA INTERÉS : Se dispone en Anexo H la carta de interés firmada por el Presidente del Canal Sr. Gabriel Echeverría.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

La agricultura constituye la actividad fundamental de este valle rural de precordillera que está poblado por unos 400 habitantes. El río Pama dispone de agua en forma permanente, sin embargo sufre de una gran variabilidad de caudales entre los períodos de lluvias y el resto del año. Actualmente se consigue regar unas 104 ha de frutales y vides con 50% de seguridad y además cultivos anuales según la disponibilidad hidrológica. La superficie de riego seguro es de unas 65 ha; la superficie regada bajo canal es de 1.400 ha y sobre cota de canal se dispone de más de 500 ha regables.

Sus aguas se caracterizan por su gran calidad físico química y bacteriológica, al no estar contaminada. Asimismo el clima es muy favorable para la agricultura de primores y permite explotar rubros rentables; además, los suelos no presentan grandes restricciones salvo la pendiente en laderas suaves, que se resuelve con métodos tecnificados. La Junta de Vigilancia reparte el agua del río a lo largo de unos 14 km, de cauce, en que sufre una elevada tasa de infiltración en el mismo cauce del lecho fluvial de elevada permeabilidad.

La proposición de proyecto consiste en el aprovechamiento de los actuales recursos hídricos subterráneos del río Pama en su Tercera Sección, mediante la construcción de una pantalla impermeable que cierre el relleno acuífero, para permitir el almacenamiento de aproximadamente 2 Hm<sup>3</sup> para su explotación estacional e interanual con las recargas de los años húmedos.

IV.PM.2.-

Se requiere reforzar la recarga del acuífero mediante pretilas en el cauce del río en el sector del embalse subterráneo. Esta Tercera Sección corresponde a los canales denominados Pama Alto y Bajo, que totalizan 50 ha con derechos permanentes, más 153 ha con derechos eventuales.

Rubros agrícolas actuales.

Actualmente la agricultura en estos 2 canales es muy incipiente, por la crítica escasez de agua provocada por el consumo en las Secciones Primera y Segunda, quedando limitada a recibir agua estacional de primavera para regar cultivos anuales y tunas, llegando a una superficie cultivada máxima de unas 20 ha.

### **3.2.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

En los años de escasez hídrica, el caudal medio del río en la temporada de riego se reduce a unos 90 l/s medidos en el inicio de la Primera Sección, lo cual genera un grave problema en la agricultura, especialmente en la Tercera Sección, ya que no existen embalses y los pozos son muy escasos y de muy bajo caudal. La ubicación del embalse subterráneo en la Tercera Sección posibilitará que las primeras dos secciones podrán emplear toda el agua del río y con una eficiencia de uso mucho mayor, lográndose beneficiar con riego seguro una superficie de unas 220 ha equivalentes y una superficie total de unas 700 ha.

### **3.3.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

En la zona en estudio, el Río Pama presenta una baja seguridad de riego, debido principalmente a que en épocas de escasez hídrica, el caudal medio desciende a menos de 90 l/s, lo cual afecta de forma severa a su Tercera Sección, en la cual no existen embalses superficiales de regulación y a que los pozos son muy escasos. Para mejorar esta situación se proponen dos alternativas que por medio de embalses de regulación, se obtenga el caudal necesario para la sección del río afectada.

Una de las alternativas propone la construcción de una pantalla impermeable de cierre del relleno acuífero a modo de embalse subterráneo, de esta forma se aprovecharía de mejor forma los recursos hídricos del río Pama, logrando embalsar un volumen de aproximadamente 2 Hm<sup>3</sup>. Mientras la segunda alternativa a considerar corresponde a un embalse de regulación superficial en el sector de La Viñita aportando un volumen de 4,6 Hm<sup>3</sup>. Los antecedentes de esta segunda alternativa fueron extraídos desde el estudio "Optimización del uso del recurso hídrico río Pama", DOH, 1998.

Mediante el análisis de multicriterios presentado en el Anexo K.i.IV.PM.- se desprende la solución recomendada que presenta ventajas principalmente en términos de costos y que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

Las nuevas obras principales son:

IV.PM.3.-

Las nuevas obras principales son:

- Un muro con pared moldeada subterránea de 650 m de longitud y 20 m de profundidad media. El muro se proyecta en el cauce del río Pama, a unos 1.500 m aguas abajo del puente del camino público sobre el río Pama, con drenes de control de ascenso de la napa. Para el eje del muro propuesto, las coordenadas UTM son:

E-303.190 N-6.547.212 (WGS 84 – HUSO 19)

- Se consulta además el mejoramiento de los canales Pama Alto y Pama Bajo, en una extensión de 8 km, con perfilamiento y revestimientos.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

##### **4.1.- RUBROS Y BENEFICIOS**

El área del proyecto se ubica en la parte baja del Río Pama (Tercera Sección) donde, a pesar de su alto potencial productivo, presenta un limitado desarrollo agrícola debido a la escasez de agua en los períodos estivales de alta demanda. Sin embargo, este tramo del río es el que cuenta con la mayor parte de la superficie regable y con el 75% de las acciones de las agua superficiales. Además, existen laderas de cerros y piedmont plantables si se contara con el recurso hídrico para regarlas.

La zona, a pesar de contar con precipitaciones de mayor magnitud que Ovalle, La Serena, Vallenar (280 mm anuales), por la baja altura de la sub cuenca del Pama, la acumulación de nieve no es abundante y su derretimiento prematuro provoca que un gran caudal baje por el río Pama en los meses de octubre y noviembre (1 a 3 m/seg) y disminuya, dramáticamente, desde Enero en adelante (10 a 50 lt/s). El abundante recurso hídrico estacional se aprovecha en el riego de pastos naturales, cereales y escasas chacras, pero la escasez estival limita la implantación de frutales u otros cultivos anuales de verano. Existen sólo 11 ha de vid en el área del proyecto.

Aunque existe un proyecto de la construcción de un embalse de regulación, éste se ubicará en la parte alta del valle, a 30 kilómetros de la Tercera Sección del río Pama, área de este proyecto.

Una manera de aprovechar al máximo el agua disponible del valle de Pama consiste en utilizar los recursos subterráneos bajo el cauce del río. El acuífero es superficial, de acuerdo a sondajes y pozos realizados por particulares. En la Tercera Sección estos recursos son posibles de captar mediante un embalse subterráneo.

El proyecto permitiría incrementar la superficie de frutales desde 11 ha actuales hasta alrededor de 220 ha equivalentes.

IV.PM.4.-

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	2%
MEDIANOS (20-50 HA)	12%
GRANDES >50 HA	86%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 220 ha EQUIVALENTES EN NUEVO RIEGO
Vid Pisquera	Vid Pisquera
Vid Vinífera	Vid Vinífera
Papa	Papa
P. Natural	P. Natural
	Uva Mesa
	Nogal

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.IV.PM.-

#### 4.2.- BENEFICIARIOS

El sector del valle que se beneficia directamente corresponde a 13 predios, cuya distribución de tamaño es la siguiente:

- 3 predios medianos a grandes con más de 30 ha: S total: 132 ha
- 6 predios medianos entre 5 y 10 ha: S total: 61 ha
- 4 predios chicos con menos de 5 ha: S total: 10 ha.

De los 13 predios, sólo uno tiene propietaria mujer.

#### 4.3.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS DE APOYO

El funcionamiento del proyecto requiere capacitar a la Junta, la cual necesita fortalecerse para abordar el proyecto de optimización del uso del agua. El proyecto introduce elementos operacionales con ribetes técnicos y legales, materias que deben ser de conocimiento de la Administración del río. La Junta deberá profesionalizarse y tener técnicos de terreno, así como disponer de fondos para solventar la mantención de las obras y los profesionales. Los ingresos podrán captarse de la mayor superficie de riego seguro y de las cobranzas por los servicios del control, traslado y medición de los arriendos temporales de aguas, requiriéndose de personal, dispositivos de medida y registros de volúmenes de agua.

IV.PM.5.-

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Fortalecimiento organizacional en temas de manejo administrativo y del sistema presurizado y de embalses subterráneos.

a.- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1 .- Parte III, Tomo I)

b.- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos.

(2.2.2.- Parte III, Tomo I)

## 5.- CAUDAL DE DISEÑO

El volumen de relleno acuífero estimado para esta solución de muro subterráneo es de aproximadamente 2 Hm<sup>3</sup>. Se determinó una tasa media anual de riego tecnificado, de 6.890 m<sup>3</sup>/ha/año, que permite servir 220 ha.

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

La Junta de Vigilancia está constituida legalmente y los derechos de agua corresponden a la totalidad del río Pama que captan sus canales, que en conjunto suman un caudal de 1,96 m<sup>3</sup>/s. El río Pama no tributa legalmente al río Cogotí y por ese motivo los usuarios pueden aprovechar íntegramente los recursos, incluidos los subterráneos hasta la capacidad de sus obras de aprovechamiento del agua.

Eventualmente, durante el invierno, se puede plantear realizar la recarga del embalse subterráneo con los derechos del Canal Pama Alto y Bajo. No obstante, se estima pertinente solicitar derechos de agua subterránea adicionales, una vez determinado el volumen regulable por esta nueva obra.

## 7.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

### 7.1.- RESUMEN DE PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
PAMA	2.708	2.603	1.639	3.110	17	20

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.

IV.PM.6.-

- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.IV.PM.-

## **7.2.- ESTIMACIÓN DE COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS DE APOYO**

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	420
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

## **7.3.- COSTO TOTAL DE INICIATIVA.**

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.392 millones.

## **8.- IMPACTO AMBIENTAL.**

El principal impacto es positivo y se refiere al aprovechamiento de los recursos hídricos del río para asegurar una nueva superficie de riego de unas 220 ha, cuyo régimen natural actual no logra entregar una relativa seguridad de abastecimiento a la agricultura del valle, especialmente en su Tercera Sección que sufre la escasez hídrica con mayor énfasis.

La recuperación de agua que actualmente se infiltra en el cauce del río Pama y el incremento del nivel de la napa por aguas arriba del muro de embalse subterráneo, afectarán en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de este muro, en el cual no existen captaciones de agua, ni población rural.

En el caso del resguardo de la napa en la Tercera Sección, la solución se puede plantear en términos de incorporar drenes conectados al embalse subterráneo, que permitan realizar descargas desde éste hacia el tramo de río con menos recuperación, junto con consultar pozos de observación de los niveles del acuífero.

IV.PM.7.-

## **9.- ESTUDIOS Y PROGRAMAS.**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Existen estudios de prefactibilidad para la optimización de los recursos hídricos del río Pama, ordenados por la DOH, que contienen mucha información técnica de este valle. Sin embargo, se refieren a soluciones clásicas formuladas con criterios imperantes hace una década. De este proyecto de prefactibilidad se materializó una parte consistente en el revestimiento de unos 1.500 m del canal Matancilla, 1.500 m del canal Quintal y 2.500 m del canal Pama Alto, totalizando 5.500m revestidos.

Los estudios disponibles son:

- Optimización Uso Recurso Hídrico río Pama; Prefactibilidad DOH-Procivil 1997.
- Estudio embalse Viñita. DOH - Geofun Ltda.

### **9.2.- ESTUDIOS BÁSICOS REQUERIDOS**

- Actualización de hidrología de caudales de superficie, régimen normal y crecidas en, el río Pama.
- Hidrogeología con prospección del relleno acuífero en el río Pama en el sector de los canales Los Muñoces.
- Topografía del valle.

### **9.3.- ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS**

Se dispone de la Estación de referencia DGA "Río Pama en Valle Hermoso, con coordenadas UTM 6.547.212 y 303.190 (WGS 84). En los estudios existentes de la DOH se contienen algunos análisis hidrológicos.

### **9.4.- ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS**

No existen levantamientos globales del valle.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

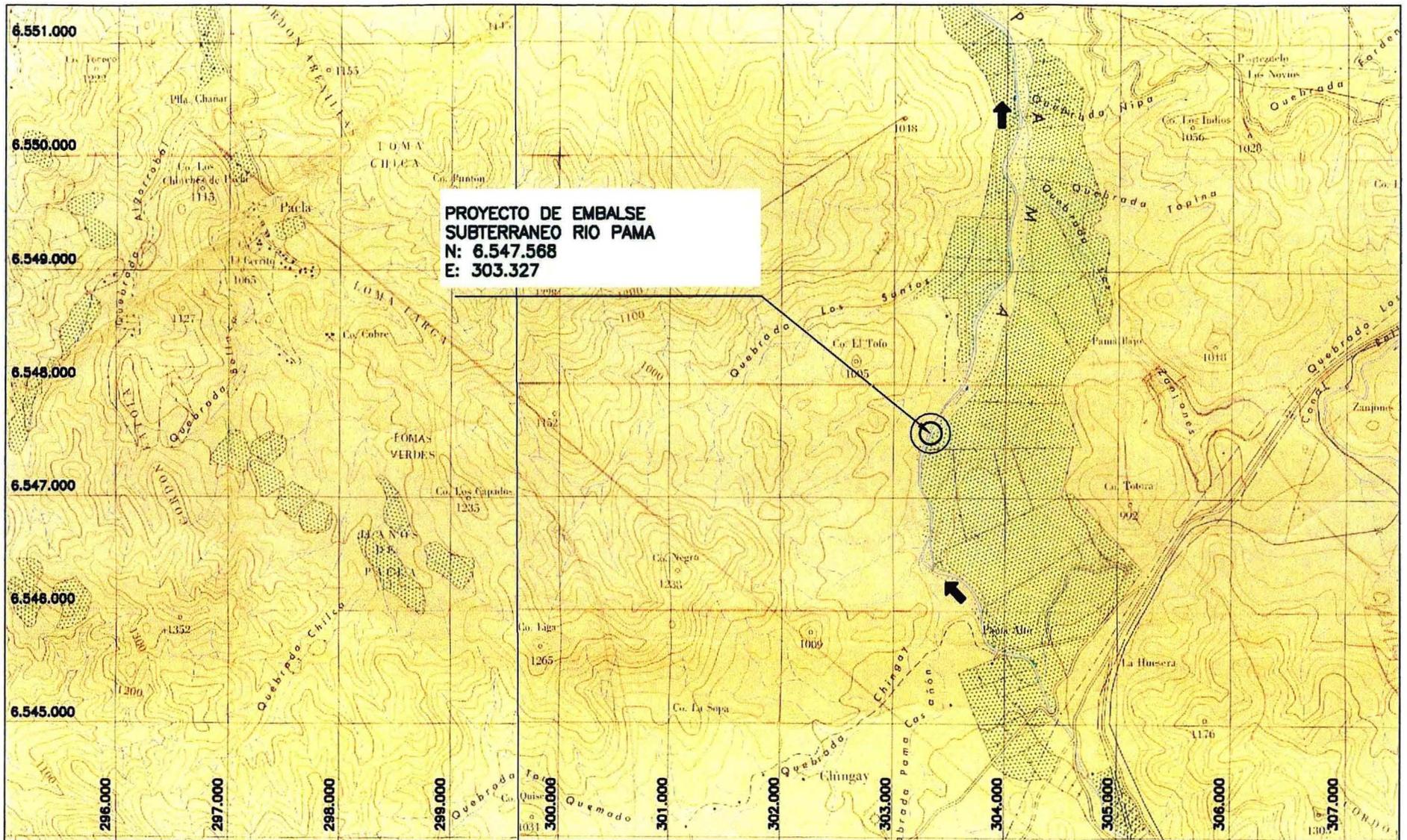
### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

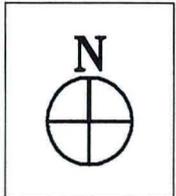
IV.PM.8.-



**PROYECTO DE EMBALSE  
SUBTERRANEO RIO PAMA  
N: 6.547.568  
E: 303.327**

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0003-00 COMBARBALA-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO**

PLANTA DE GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PAMA EN COMUNA DE COMBARBALA  
 PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN LA TERCERA  
 SECCION DEL RIO PAMA  
 CUENCA DEL RIO LIMARI - REGION DE COQUIMBO

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 04 - PROVINCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 220 0200 - 220 0200

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA IV.PM.1



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

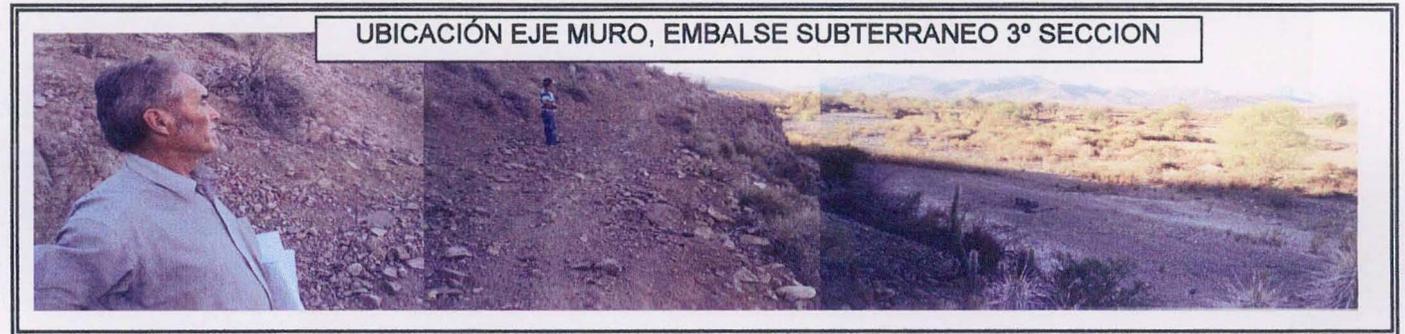
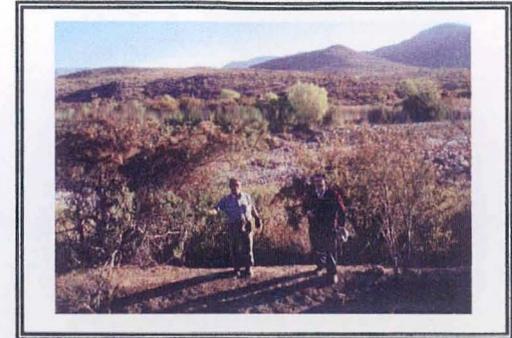
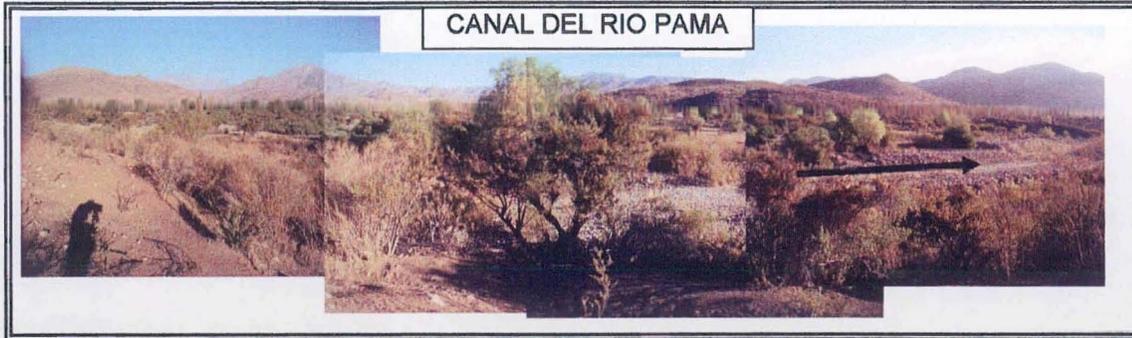
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PAMA EN COMUNA DE COMBARBALA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS  
 EN LA TERCERA SECCION DEL RIO PAMA"  
 REGION DE COQUIMBO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVINCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 222 0200 - 222 6200

ESCALA  
 APROX.  
 1:7.500

LAMINA  
 IV.PM.2

RIO PAMA



## V.- REGIÓN DE VALPARAÍSO

V.1.-

**PROYECTO DE REGULACIÓN  
DE RECURSOS SUBTERRÁNEOS  
EN RÍO PETORCA**

**RÍO PETORCA  
COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA**

V.PT.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Petorca.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Valparaíso.  
2.2.- COMUNA : La Ligua y Petorca  
2.3.- CUENCA : Río Petorca.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Sólo existen las comunidades de canalistas; las Juntas de Vigilancia están iniciando sus procesos de constitución.  
2.5.- INFORMANTES : Gregorio Correa (Agropetorca) y Hugo Díaz (Coordinadora)  
Dirección : Ruta E39; N°52  
Teléfono : 33-761776  
E-Mail : agropetorcaag@hotmail.cl  
2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés de dos representativos locales, el Presidente de Agropetorca y el Presidente de Coordinadora Regantes Provincia de Petorca.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

Esta iniciativa consiste en la regulación de los recursos hídricos subterráneos del valle medio y bajo del río Petorca.

Con este objeto, se propone ocho muros ó paredes moldeadas subterráneas para interrumpir parcialmente el flujo del acuífero, que actualmente se pierde en el mar, posibilitando el ascenso de la napa freática hasta la cota de los futuros drenes combinados con los muros de embalse. Se consultan, además, otros drenes profundos que permitan captar agua desde el relleno saturado ubicado por aguas arriba de los muros y conectarlo con el relleno acuífero ubicado por aguas abajo de cada muro, para permitir el manejo del acuífero por ambos lados de cada muro; para esto se dispondrá una válvula ubicada en este dren profundo, con cámara de acceso para ejercer un efectivo control del peralte del nivel saturado. Además, se consulta una operación de recarga mediante pretilos rústicos a lo largo del río, que facilite la infiltración del agua que escurre libremente en el período de lluvias.

Con la construcción de los 8 embalses subterráneos, el volumen geométrico para el acuífero con nivel peraltado, se estimó en 55 Hm<sup>3</sup>, volumen que permite manejar el sistema de 8 embalses con regulación interanual. Este manejo debe caracterizarse por

V.PT.2.-

la interacción río-acuífero a lo largo de todo el tramo de río con estas obras, para lo cual se requiere de una Junta de Vigilancia debidamente constituida y preparada. Los embalses subterráneos funcionan en complemento con otras obras de regulación de superficie que la DOH ha proyectado para la parte alta de la cuenca.

### 3.2.- UBICACIÓN.

La ubicación georreferenciada de las 8 pantallas impermeables es:

a.-	E: 282.928m	N: 6.419.889m	(WGS 84 HUSO 19)
b.-	E: 287.970m	N: 6.422.207m	(WGS 84 HUSO 19)
c.-	E: 296.004m	N: 6.419.281m	(WGS 84 HUSO 19)
d.-	E: 302.050m	N: 6.413.279m	(WGS 84 HUSO 19)
e.-	E: 305.258m	N: 6.419.872m	(WGS 84 HUSO 19)
f.-	E: 310.004m	N: 6.426.792m	(WGS 84 HUSO 19)
g.-	E: 321.404m	N: 6.431.097m	(WGS 84 HUSO 19)
h.-	E: 327.534m	N: 6.435.276m	(WGS 84 HUSO 19)

Los sitios analizados beneficiarían principalmente a los siguientes canales:

- Sitio a: Canales San Manuel y La Arena con una red de canales cercana a los 18 km.
- Sitio b: Pullacón y Alamo con 10 km de canales.
- Sitio c: La Engorda y Las Cuadras o El Almendro con 10 km de canales.
- Sitio d: El canal Pichilemu que tiene 5 km de largo.
- Sitio e: Aguas Arriba se encuentra 3 canales y 2 canales aguas abajo de esta zona.
- Sitio f: Con más de 12 km acumulado de diversos canales.
- Sitio g: Los canales Polcura, Chimba Norte y Chimba Sur los que cuentan con unos 13 km de trazado.

### 3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE

La superficie plantada del valle se duplicó en la última década; para este crecimiento, los agricultores se apoyaron en la explotación del agua subterránea, que está acusando una sobreexplotación en muchos puntos del valle, en circunstancias que los estudios hidrológicos existentes indican que se pierde anualmente en el mar un volumen de agua de unos 35 Hm<sup>3</sup> en año normal y 7 Hm<sup>3</sup> para el año 85%, los cuales podrían subsanar los problemas hídricos del valle. Los beneficios del proyecto son principalmente agronómicos, al aumentar la seguridad de riego actual que es muy baja, e introducir un mejor aprovechamiento de los recursos subterráneos, lo cual induce un incremento de la superficie productiva de riego seguro.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Como solución para revertir la sobreexplotación del agua subterránea por parte de los agricultores fruteros, se plantean dos alternativas. La primera consiste en una serie de 8 embalses subterráneos en la cuenca del Río Petorca, cuya capacidad acumulada sería aproximadamente de unos 55 Hm<sup>3</sup>. Mientras que la segunda propone 3 embalses de superficies, alternativa que ha sido desarrollada en el estudio "Evaluación social de embalses de riego para los valles de Ligua y Petorca V<sup>a</sup> Región de Valparaíso", requerido por DOH; donde se plantea la construcción de los embalses por separado, dos de ellos en las distintas combinaciones y por último los 3 en conjunto.

Los embalses de superficie considerados en esta alternativa, tienen por nombre: Pedernal, Sobrante y las Palmas, los cuales embalsan un volumen de 30, 50 y 50 Hm<sup>3</sup> respectivamente. Producto que los dos últimos embalses poseen el mismo volumen que la alternativa 1, se hará entre estos la comparación objetiva de presupuesto.

Mediante un análisis de multicriterios presentado en el Anexo K.i.V.PT.- se desprende la solución recomendada que presenta ventajas principalmente en términos de costos y que cuenta con las obras principales que se describen a continuación.

Las obras principales del proyecto consisten en la construcción de 8 pantallas tipo membranas impermeables para el confinado del flujo del acuífero, que tiene una profundidad variable y que típicamente oscila en el rango 20 m a 30 m. Se considera también la construcción de obras anexas, como es el caso de un sistema de drenes, los cuales evitan que la napa freática se eleve hasta el afloramiento y, además, la construcción del dren profundo para el trasvase de recursos a la zona acuífera ubicada inmediatamente aguas abajo de cada pantalla impermeable.

### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS.**

El área del proyecto presenta ya un gran desarrollo frutícola, por sobre la seguridad que le otorgan los recursos de agua superficiales disponibles en el río Petorca, lo que se explica sólo por la muy alta rentabilidad del rubro en el área. Este cauce se caracteriza por una abundancia relativa de agua entre finales de invierno y la primavera, pero decae fuertemente en el estío. Durante el otoño y parte del invierno y hasta que se producen lluvias significativas, el río Petorca sólo escurre en su primer tramo y desaparece en el resto del valle.

La base de sustentación del desarrollo frutícola del valle han sido los recursos subterráneos obtenidos mediante pozos excavados en la caja del río y elevados hasta los terrenos plantados, especialmente con paltos, muchos de ellos en ladera de cerros.

V.PT.4.-

Aunque existen proyectos de construcción de embalses de regulación superficial, éstos han sido evaluados como no rentables, por la escasa capacidad y poca superficie que regarían en relación al costo y además se ubicarían en la parte alta del valle.

Una manera de aprovechar al máximo el agua disponible del valle del río Petorca, especialmente en los sectores medios y bajos, consiste en utilizar los recursos subterráneos bajo el cauce del río. El acuífero es de gran potencial, de acuerdo a sondajes y pozos realizados en el valle.

El proyecto permitiría asegurar el riego de las actuales plantaciones e incrementarlas hasta aproximadamente 796 ha adicionales.

Es de interés destacar que en este valle los años de sequía se repiten con una frecuencia media de una vez cada 10 años, los cuales inducen a los agricultores de frutales, especialmente paltos, a efectuar podas profundas que afectan la producción durante 3 años hasta la recuperación de los árboles. Este hecho se ha considerado en la evaluación económica mediante una reducción de la producción, afectándola con un factor correctivo que oscila en torno a 0,7 respecto a la producción en pleno desarrollo, lo que se estima constituye una hipótesis conservadora para los efectos de la evaluación a nivel de perfil.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	4%
MEDIANOS (20-50 HA)	16%
GRANDES >50 HA	80%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 796 ha NUEVO RIEGO EQUIVALENTE
Paltos	Paltos
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Alfalfa	Alfalfa
Trigo	Trigo
P. Natural	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.PT.-

Los beneficiarios se estiman en 1.080 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que más del 50% pertenecen al estrato de pequeños productores.

V.PT.5.-

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 19% de mujeres agricultoras propietarias.

## **5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO**

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estadística generada en Nodo #14 modelo SICSA-IPLA.

Actualmente la descarga de agua en el mar alcanza a un volumen anual de 35Hm<sup>3</sup> para el año hidrológico 50% y 7Hm<sup>3</sup> para el año hidrológico 85%. Es posible embalsar estos recursos que no se están empleando actualmente, en forma repartida en las 8 nuevas obras subterráneas, las cuales tienen 55Hm<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento en conjunto, es decir, se produce una regulación interanual para su empleo en años de escasez. El volumen anual de explotación promedio se estima en 21Hm<sup>3</sup> para servir adecuadamente una superficie nueva de frutales, equivalente a 796 ha.

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

Actualmente los agricultores tienen sus derechos asociados a los canales de riego, además de numerosos pozos profundos entre los cuales, sin embargo, existen muchas captaciones clandestinas o no regularizadas.

Los drenes asociados a cada nuevo embalse pueden entregar agua al cauce superficial del río cuando los niveles freáticos superan las cotas del dren más profundo y así, éste puede descargar agua gravitacionalmente; de este modo los embalses también pueden beneficiar a algunos canales.

En resumen, los derechos de agua del proyecto corresponden a los mismos derechos de los pozos, norias y aguas de superficie de los canalistas, que podrán agruparse en torno a las nuevas obras comuneras de regulación subterránea, las cuales inducirán un incremento del volumen de agua disponible.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL.**

Los sistemas de embalses subterráneos permitirán la recuperación de agua que actualmente se pierde en el mar, e incrementará el nivel de la napa por aguas arriba, que afectará, en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de estos muros. Sin embargo, las zonas agrícolas ubicadas por aguas abajo se verán claramente beneficiadas por estas obras, ya que se consultan dispositivos de drenes controlados con válvulas, para los efectos de manejar los niveles freáticos también por aguas abajo de los muros.

V.PT.6.-

Un antecedente de interés, es el precedente que establece el caso que existe en la Q. de Tarapacá con el embalse subterráneo Pachica, originalmente: “Embalse de Escollera Pachica”; Dirección General de Obras Públicas; Departamento de Riego –1931. Entre las visitas a terreno a esa región, es muy destacable el reconocimiento efectuado para observar el funcionamiento de ese embalse subterráneo, el cual opera adecuadamente hasta ahora y posibilita el riego permanente de una comunidad. Se conocieron en terreno los detalles de sus características y el servicio que presta, resaltando el gran interés que despierta, para su aplicación en otros valles como es el caso del valle del río Petorca.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Hidrogeología actualizada de la zona involucrada en el proyecto, media y baja del valle. Orientación a determinar capacidad de los acuíferos, que según los últimos estudios es superior a los valores supuestos en esta última década. Modelación del acuífero integrado con el escurrimiento superficial del río.
- Hidrología de superficie

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION lo PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION lo PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Petorca.	7.442	7.211	1.933	4.562	13	14

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.PT.-

V.PT.7.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	633
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	322

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 8.397 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento Organizacional. (2.2.5.- Parte III, Tomo I)

## 10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS

### 10.1.- ESTUDIOS PREVIOS

En el análisis de la presente iniciativa se consultaron los siguientes antecedentes:

Estudio preliminar: “Planteamiento de los regantes para la optimización de los recursos hídricos de los ríos Ligua y Petorca”; CORFO-Codesser y Agropetorca, 2006. Procivil 2006

“Estudio integral de riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. Factibilidad” CNR-CICA; 1982

“Análisis y evaluación de los recursos hídricos de las cuencas de los Ríos Ligua y Petorca” DGA-IPLA; 1998.

Proyectos de embalses Frutillar y Pedernales. DOH.

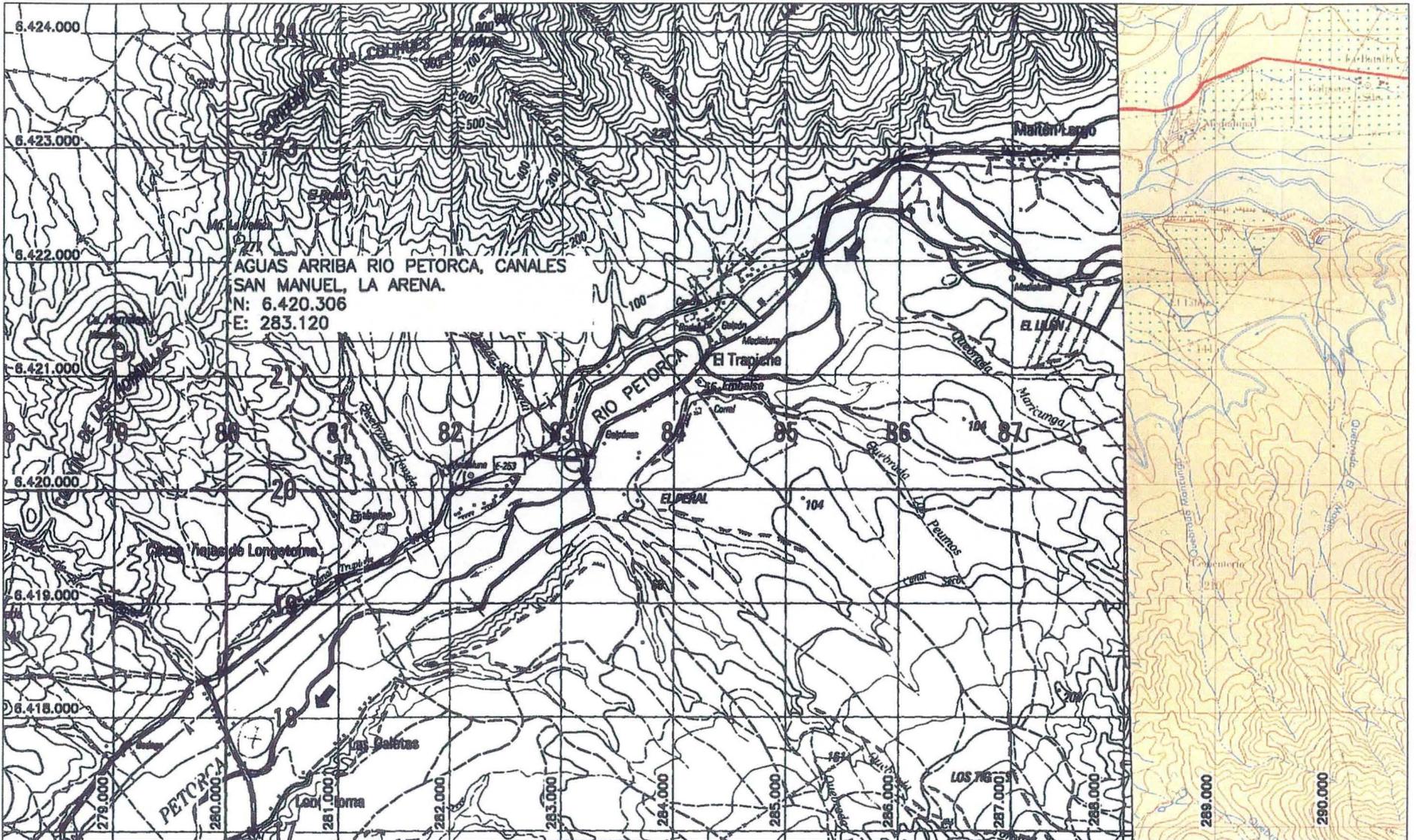
## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-05-0028-00 PLACILLA-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

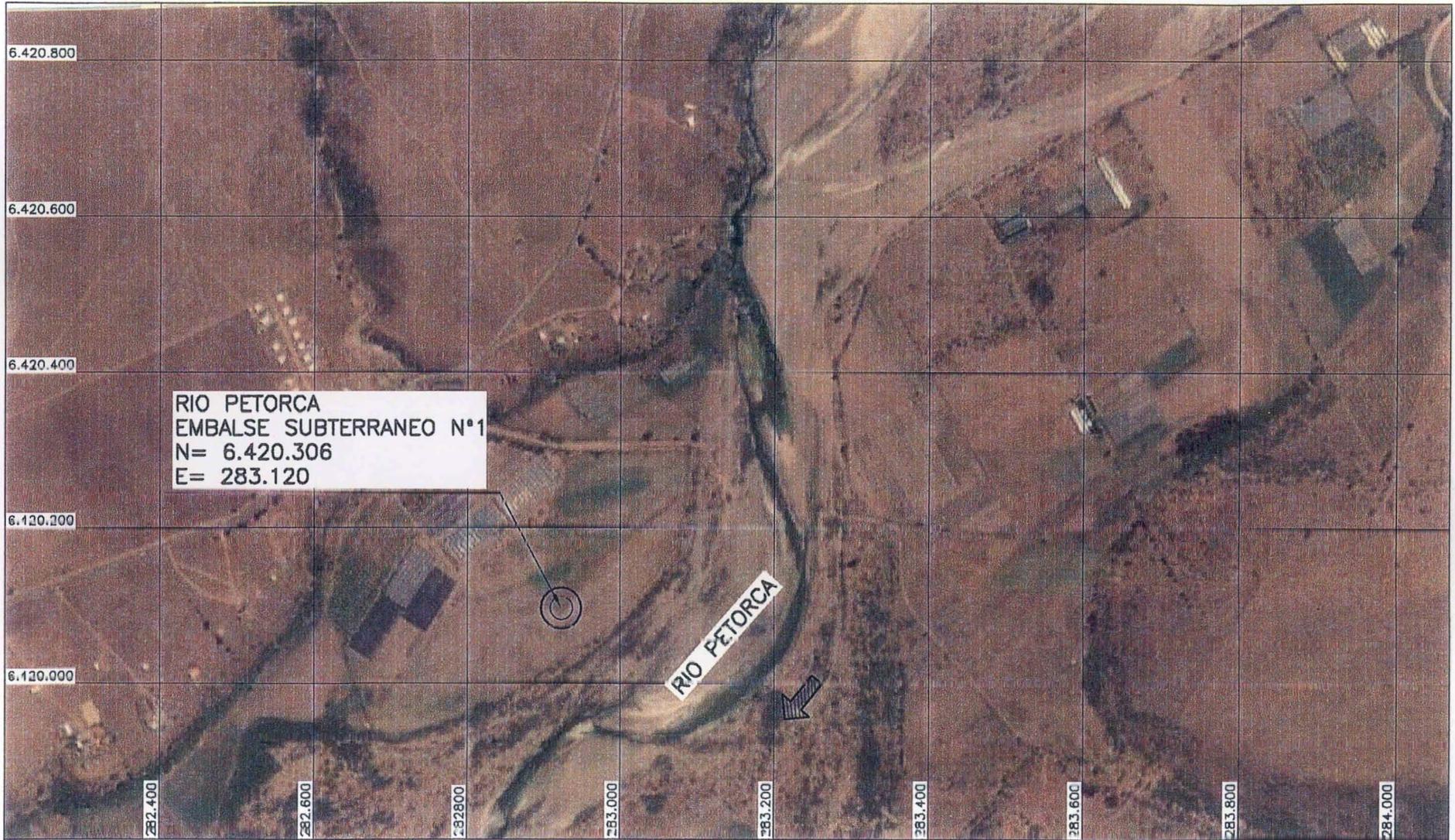


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
"PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
CUENCA DEL RIO PETORCA - REGION DE VALPARAISO

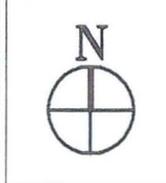
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.409 - 07. 68 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FONO: 329 0039 - 329 0040

ESCALA 1:50.000	LAMINA V.PT.1A
--------------------	-------------------



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



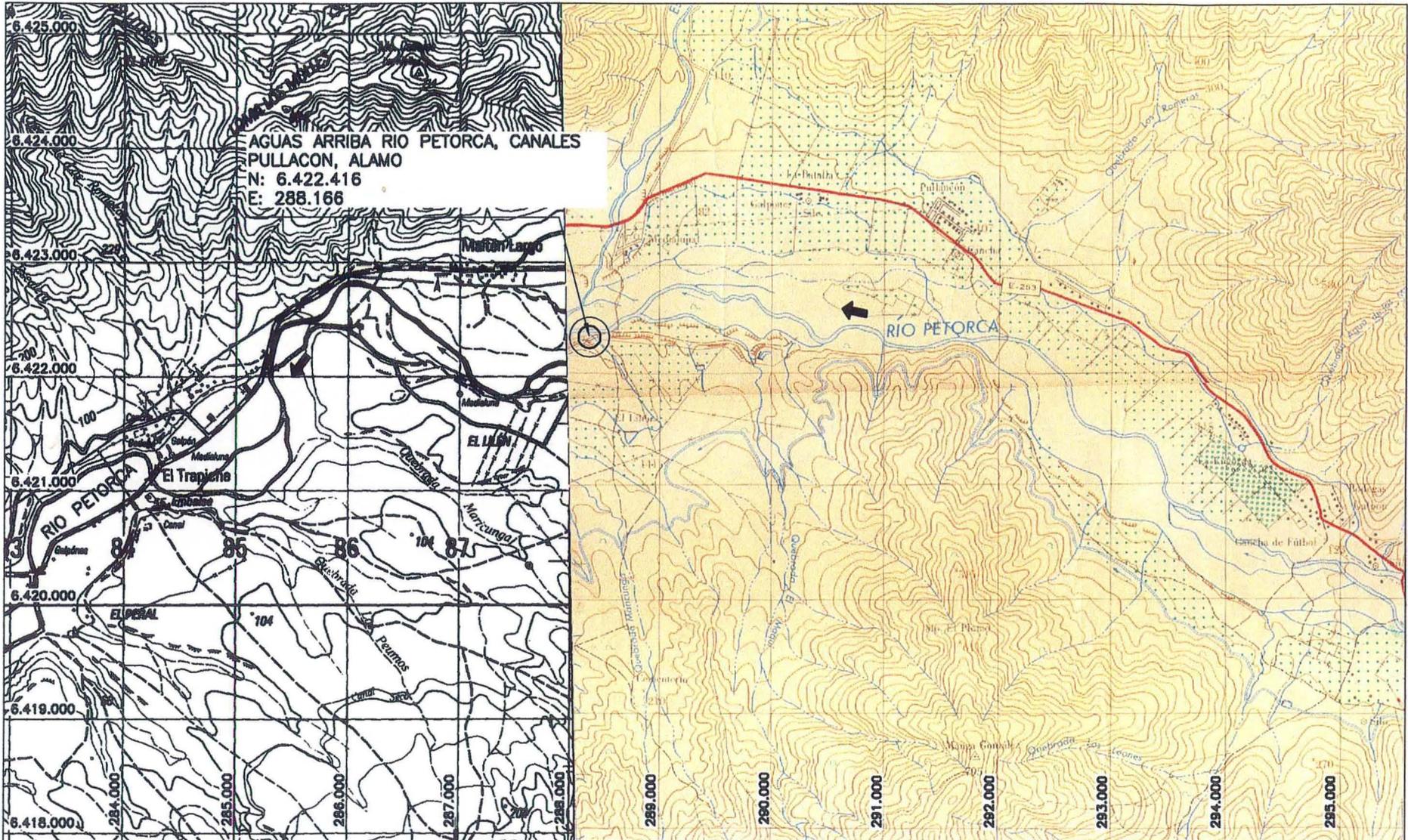
COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 FROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.699 - 07. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 326 0889 - 326 0890

ESCALA APROX. 1:7.500  
 LAMINA V.PT.2A

V.PT.11.-



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-05-0028-00 PLACILLA-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
"PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
CUENCA DEL RIO PETORCA - REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - 07. DE - PROVINCIA - SANTIAGO  
FONO: 238 0208 - 238 0800

ESCALA 1:50.000  
LAMINA V.PT.1B



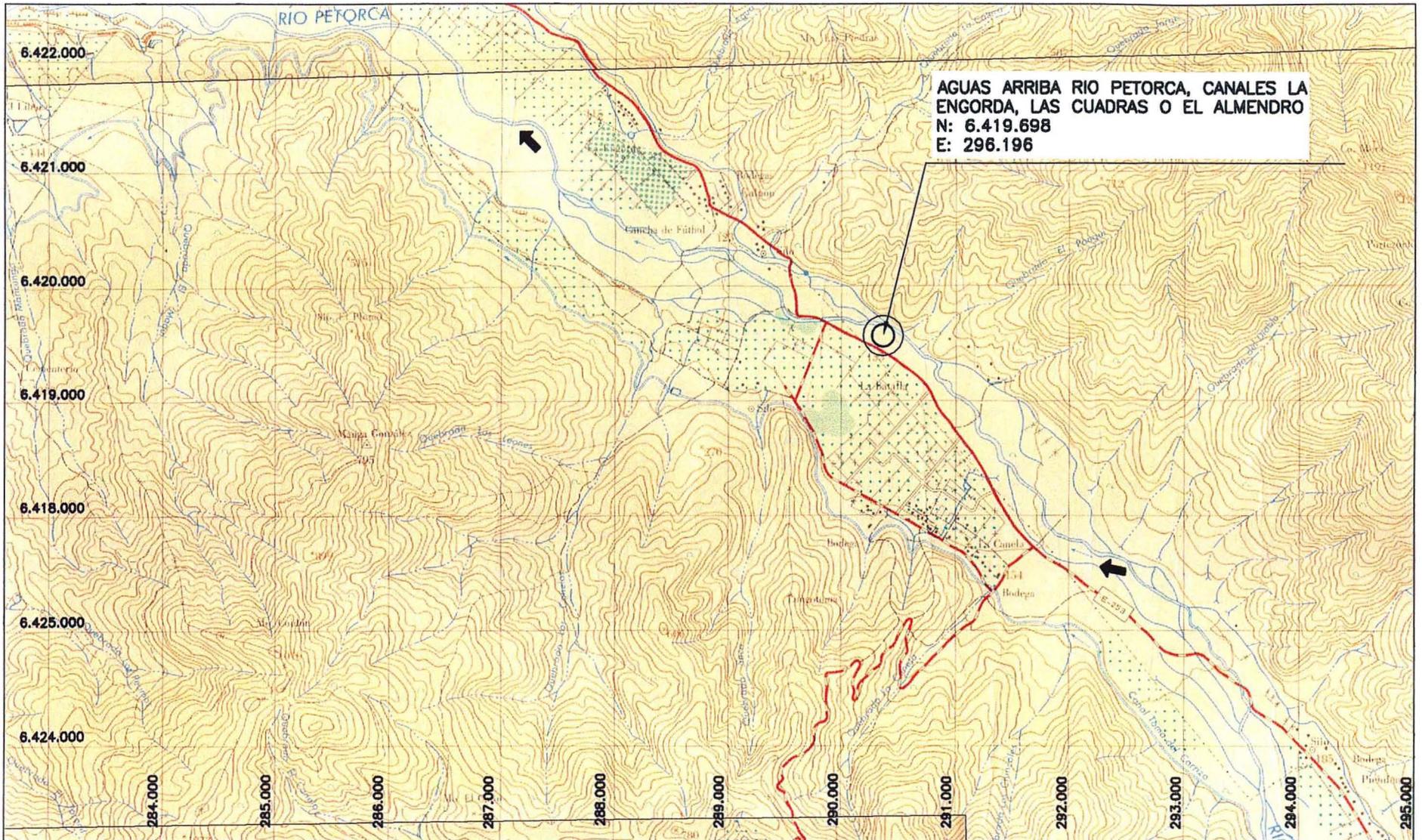
RIO PETORCA  
 EMBALSE SUBTERRANEO N°2  
 N= 6.422.207  
 E= 287.970

NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA  
 DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO FROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA" REGION DE VALPARAISO	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - CT. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONO: 226 0500 - 226 0500	ESCALA APROX. 1:7.500
	LAMINA V.PT.2B



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
"PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
CUENCA DEL RIO PETORCA - REGION DE VALPARAISO

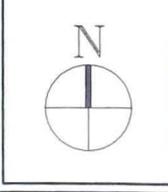
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.699 - 07. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FONOS: 226 0222 - 226 0266

ESCALA 1:50.000  
LAMINA V.PT.1C



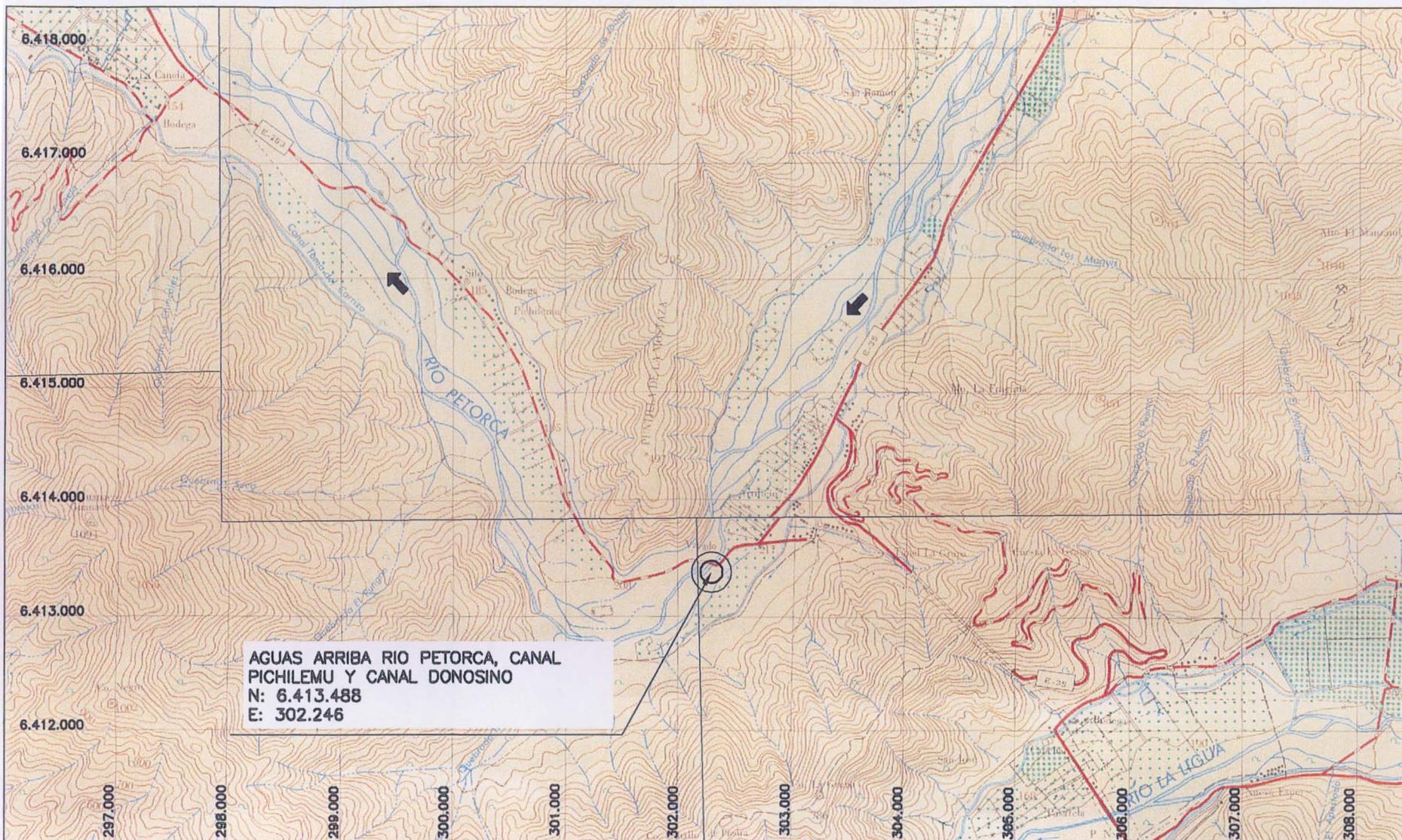
**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 → DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 ⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



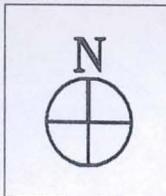
<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA" REGION DE VALPARAISO	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. REVISION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 08 - PROVINCIA - SANTIAGO FONOS: 226 0055 - 226 0056	ESCALA APROX. 1:7.500 LAMINA V.PT.2C

V.PT.15.-

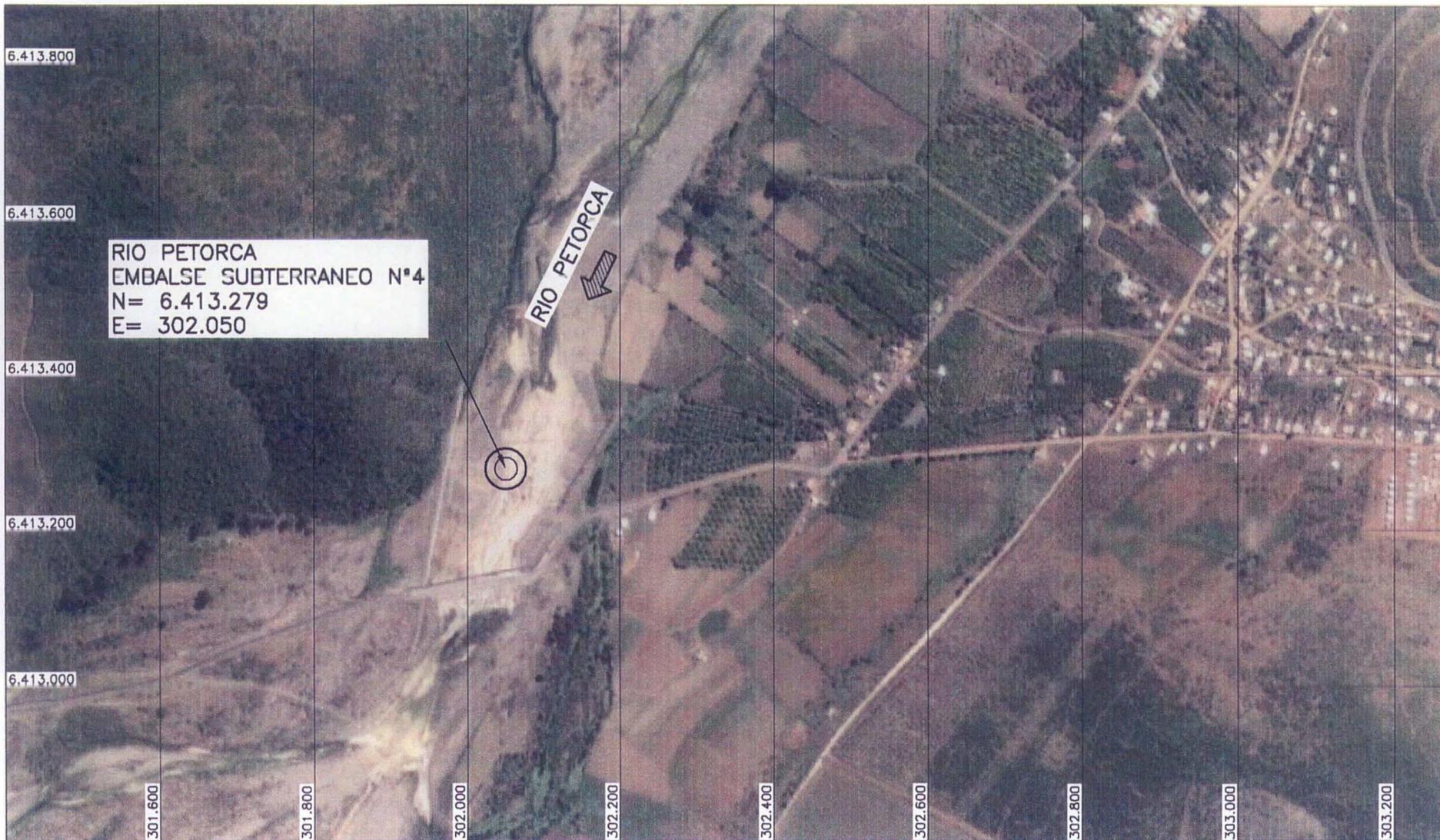


**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA <b>"PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"</b> CUENCA DEL RIO PETORCA - REGION DE VALPARAISO	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - 07. 80 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 226 0000 - 226 0000	ESCALA <b>1:50.000</b> LAMINA <b>V.PT.1D</b>



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

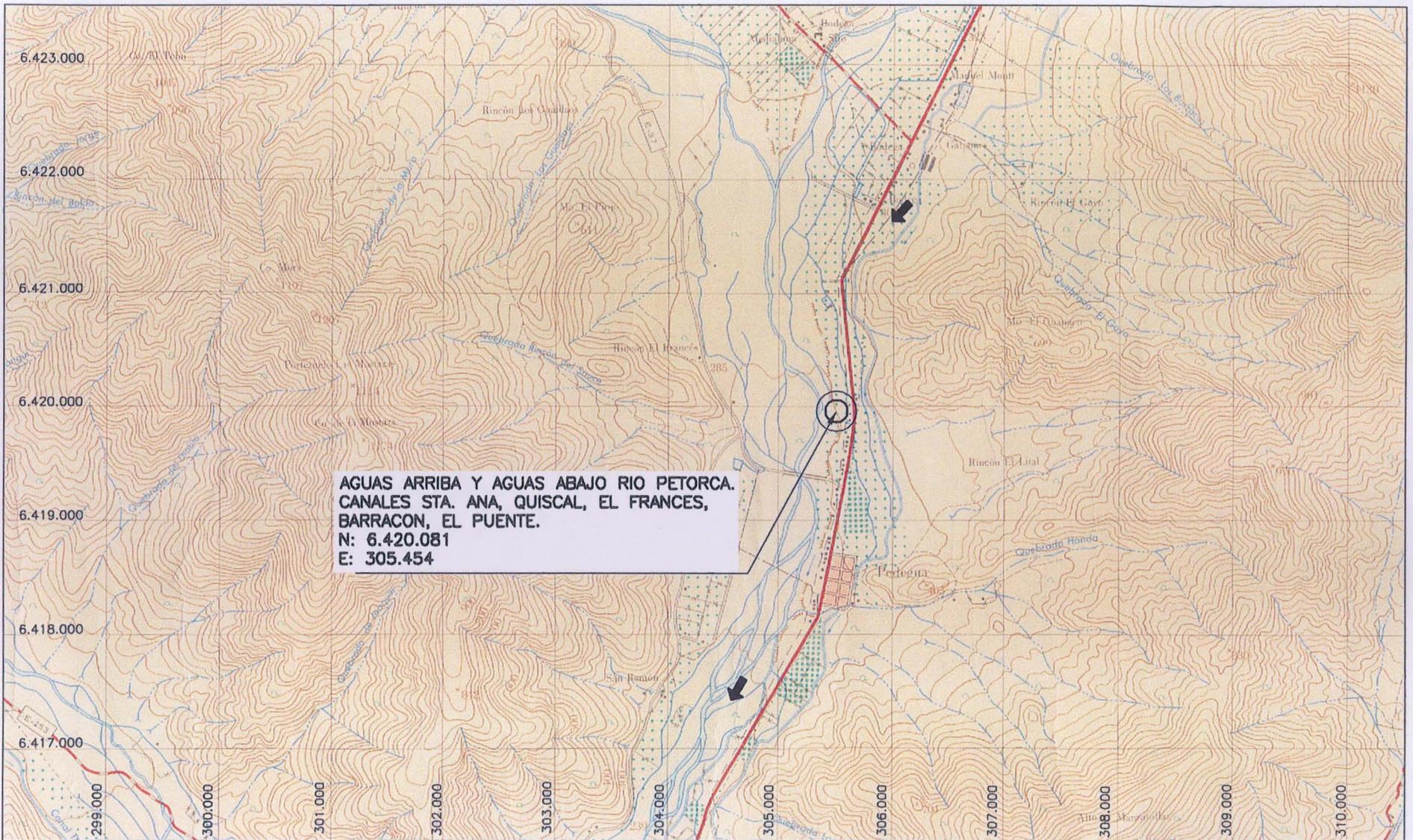


COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
 REGION DE VALPARAISO

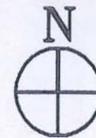
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 84 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 806 0505 - 806 8506

ESCALA APROX. 1:7.600  
 LAMINA V.PT.2D



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

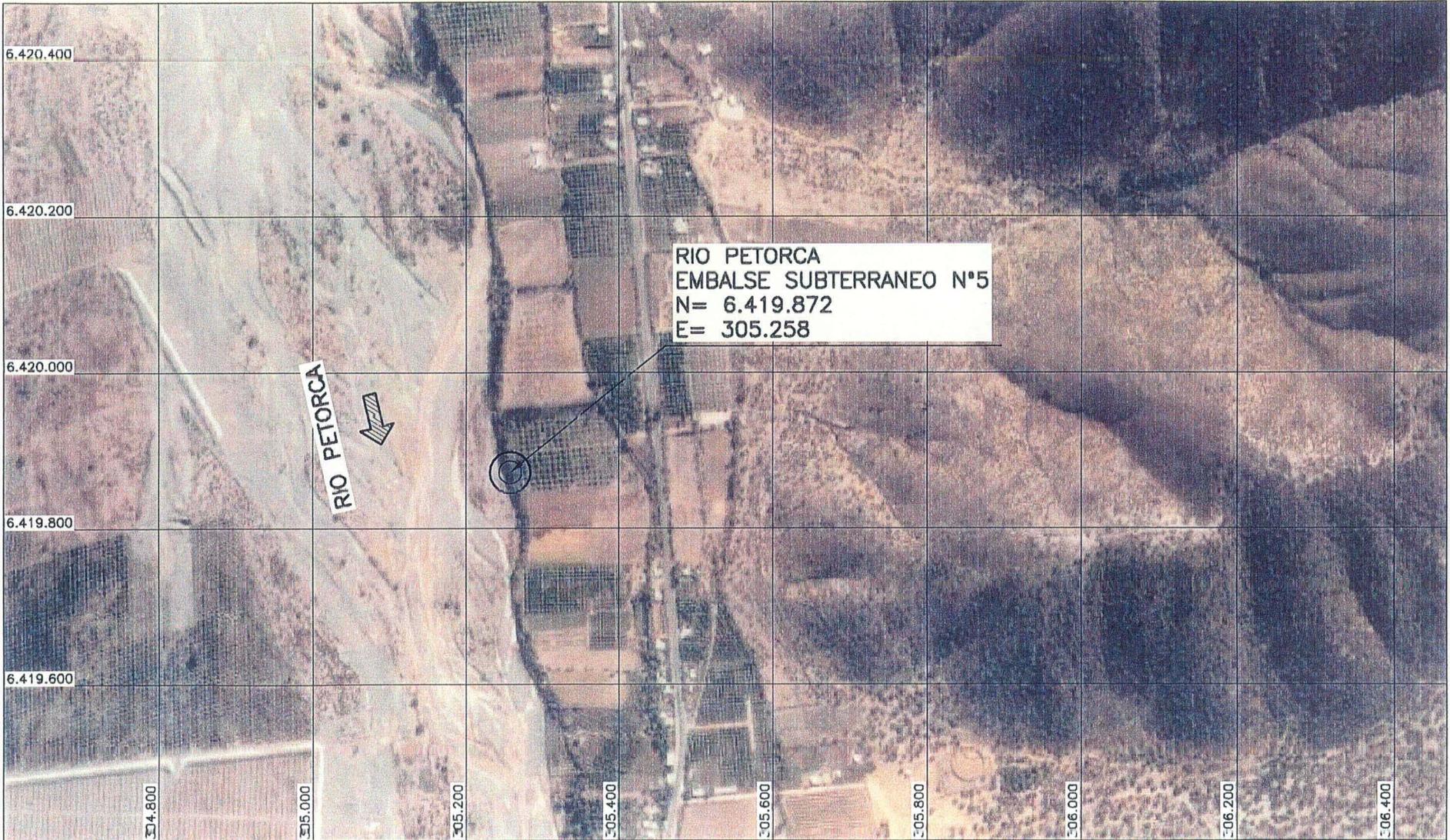


**COMISION NACIONAL DE RIEGO**

**PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
 CUENCA DEL RIO PETORCA - REGION DE VALPARAISO**

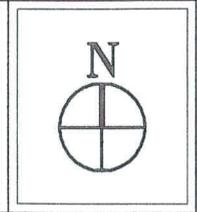
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 04 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 290 0200 - 290 0200

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA V.PT.1E



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA" REGION DE VALPARAISO	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.650 - C/7. 84 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONTEL: 296 0508 - 296 0506	ESCALA APROX. 1:7.500
	LAMINA V.PT.2E

V.PT.19.-





RIO PETORCA  
 EMBALSE SUBTERRANEO N°6  
 N= 6.426.792  
 E= 310.004

RIO PETORCA

**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

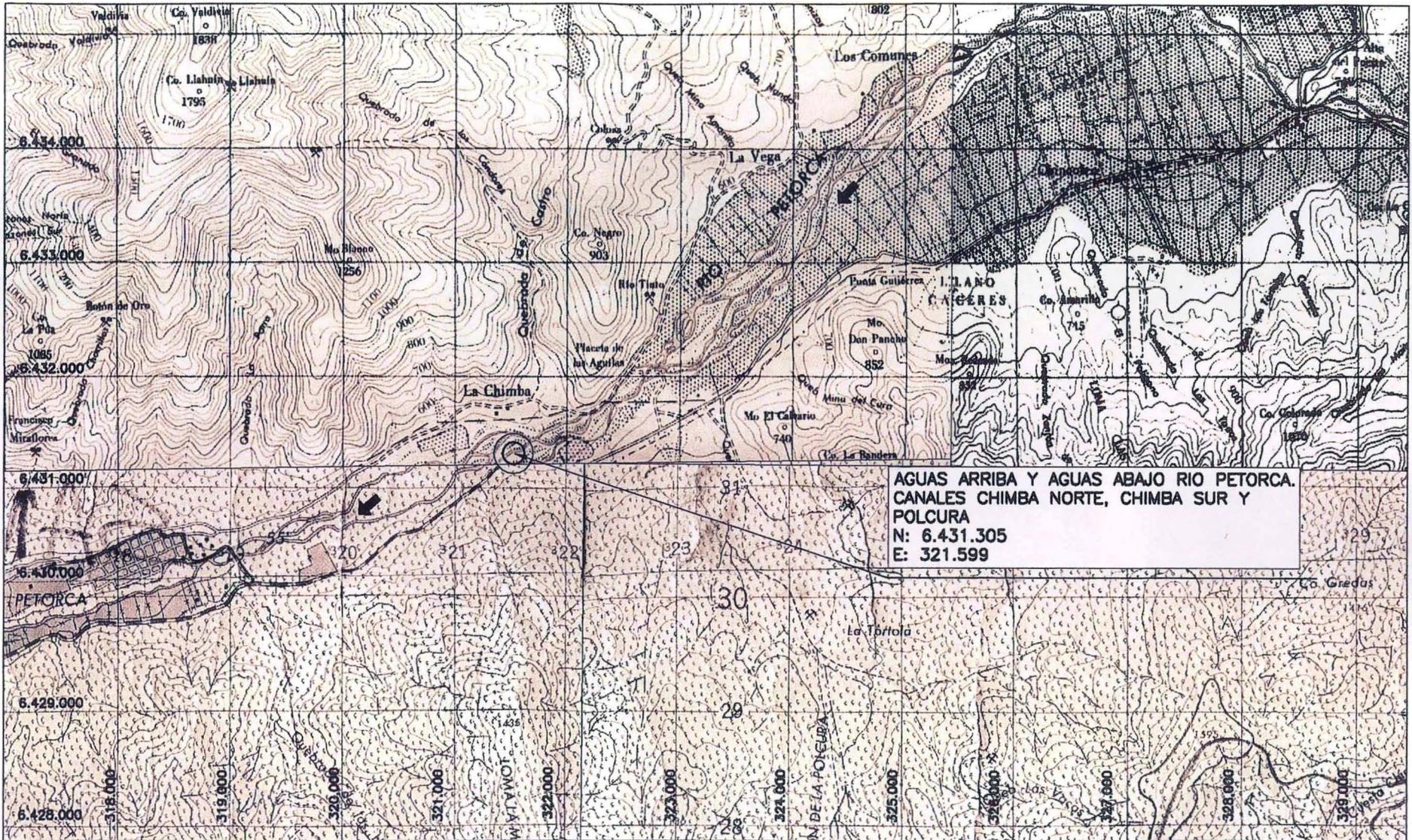


COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 FROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.689 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 838 0388 - 838 0380

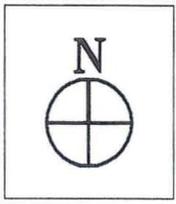
ESCALA APROX. 1:7.500  
 LAMINA V.PT.2F



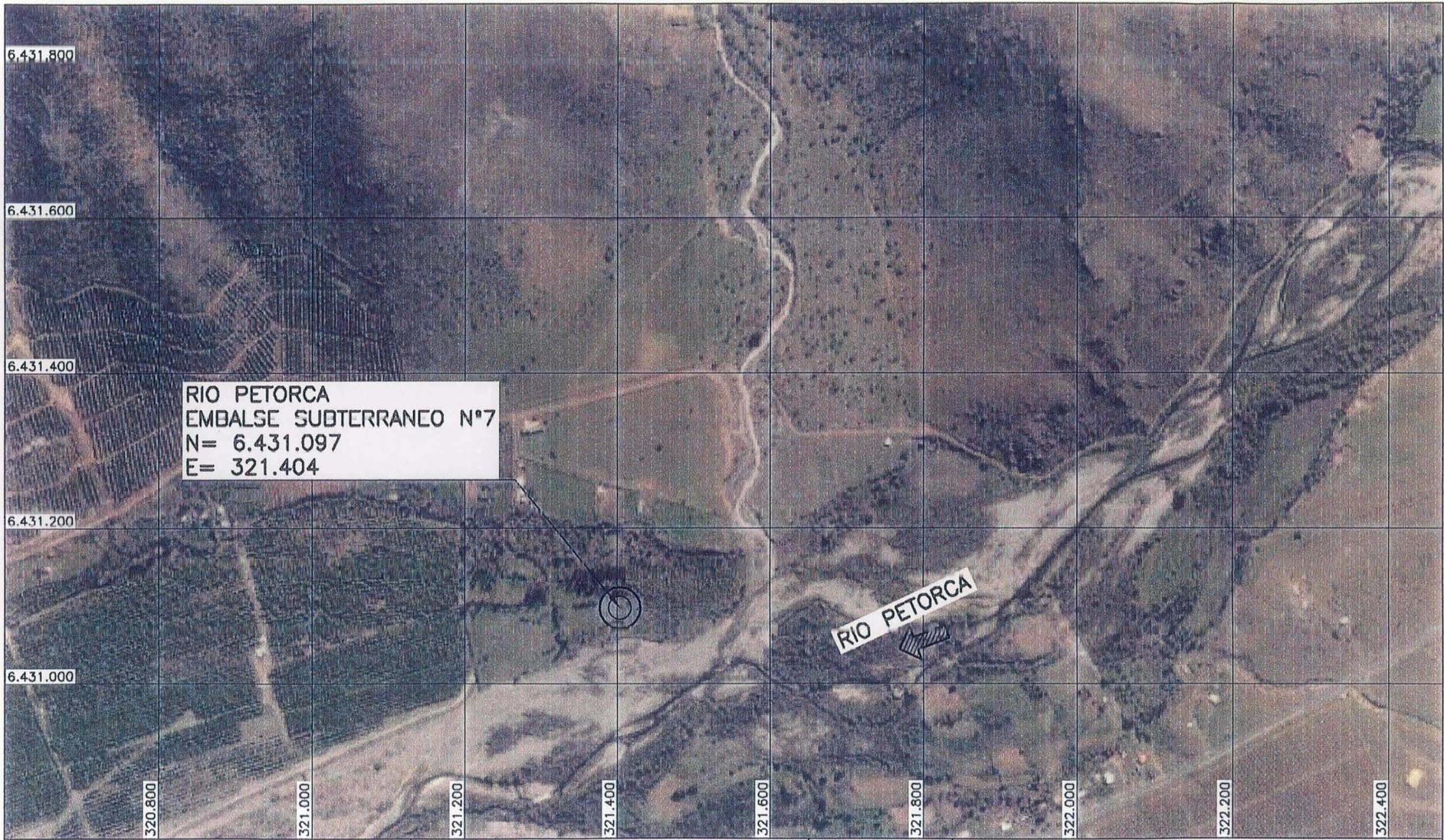
AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO RIO PETORCA.  
 CANALES CHIMBA NORTE, CHIMBA SUR Y  
 POLCURA  
 N: 6.431.305  
 E: 321.599

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0025-00 PETORCA-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0030-00 SAN LORENZO-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO</b>		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA" CUENCA DEL RIO PETORCA - REGION DE VALPARAISO		
PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 228 0000 - 228 0000	ESCALA 1:50.000	LAMINA V.PT.1G



**RIO PETORCA**  
**EMBALSE SUBTERRANEO N°7**  
 N= 6.431.097  
 E= 321.404

**RIO PETORCA**

**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



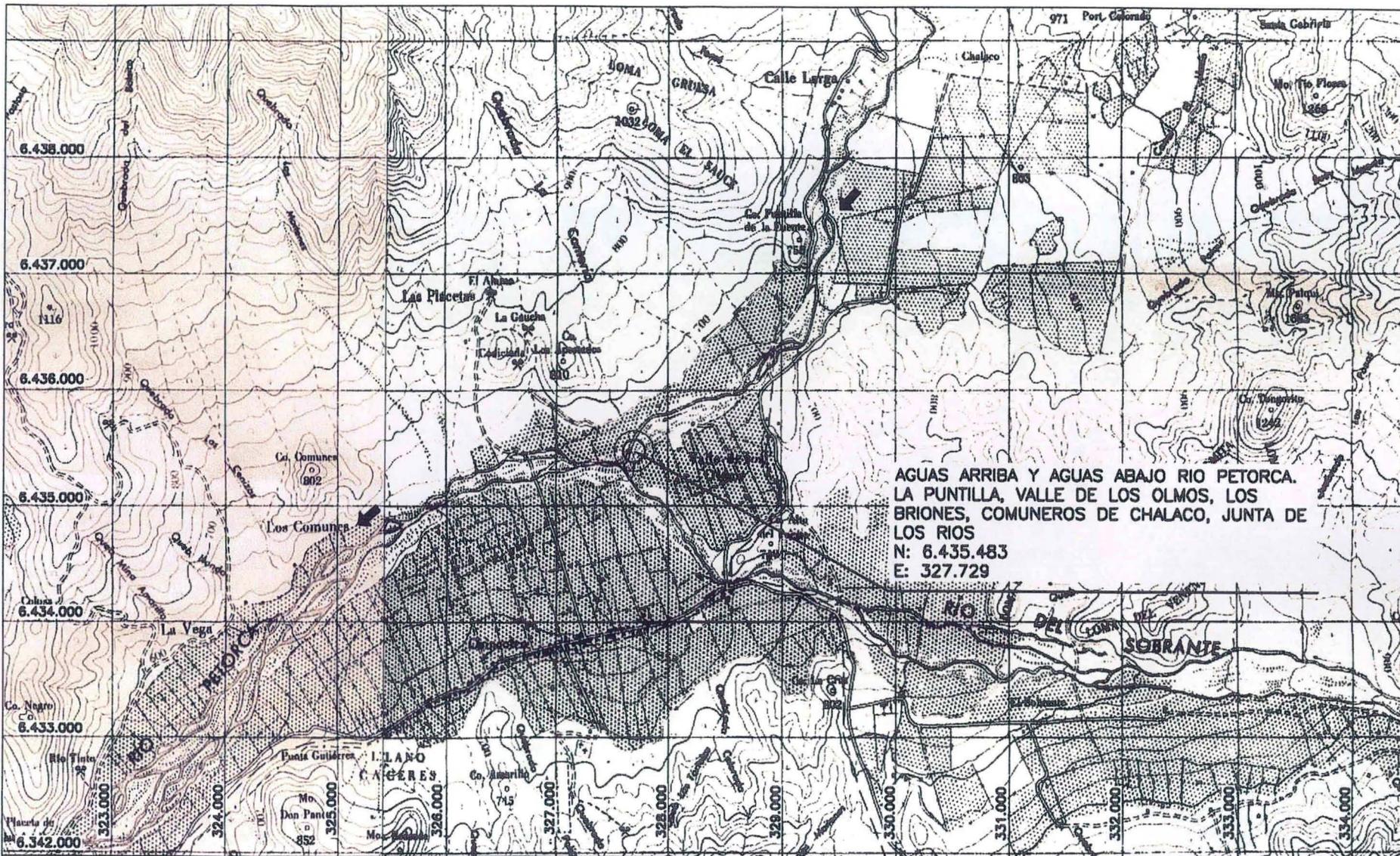
**COMISION NACIONAL DE RIEGO**  
**PROM**

**PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA**  
**RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA**  
**"PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"**  
**REGION DE VALPARAISO**

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 555 0500 - 555 0501

ESCALA  
 APROX.  
 1:7.500

LAMINA  
 V.PT.2G



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-05-0025-00 PETORCA-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-05-0030-00 SAN LORENZO-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

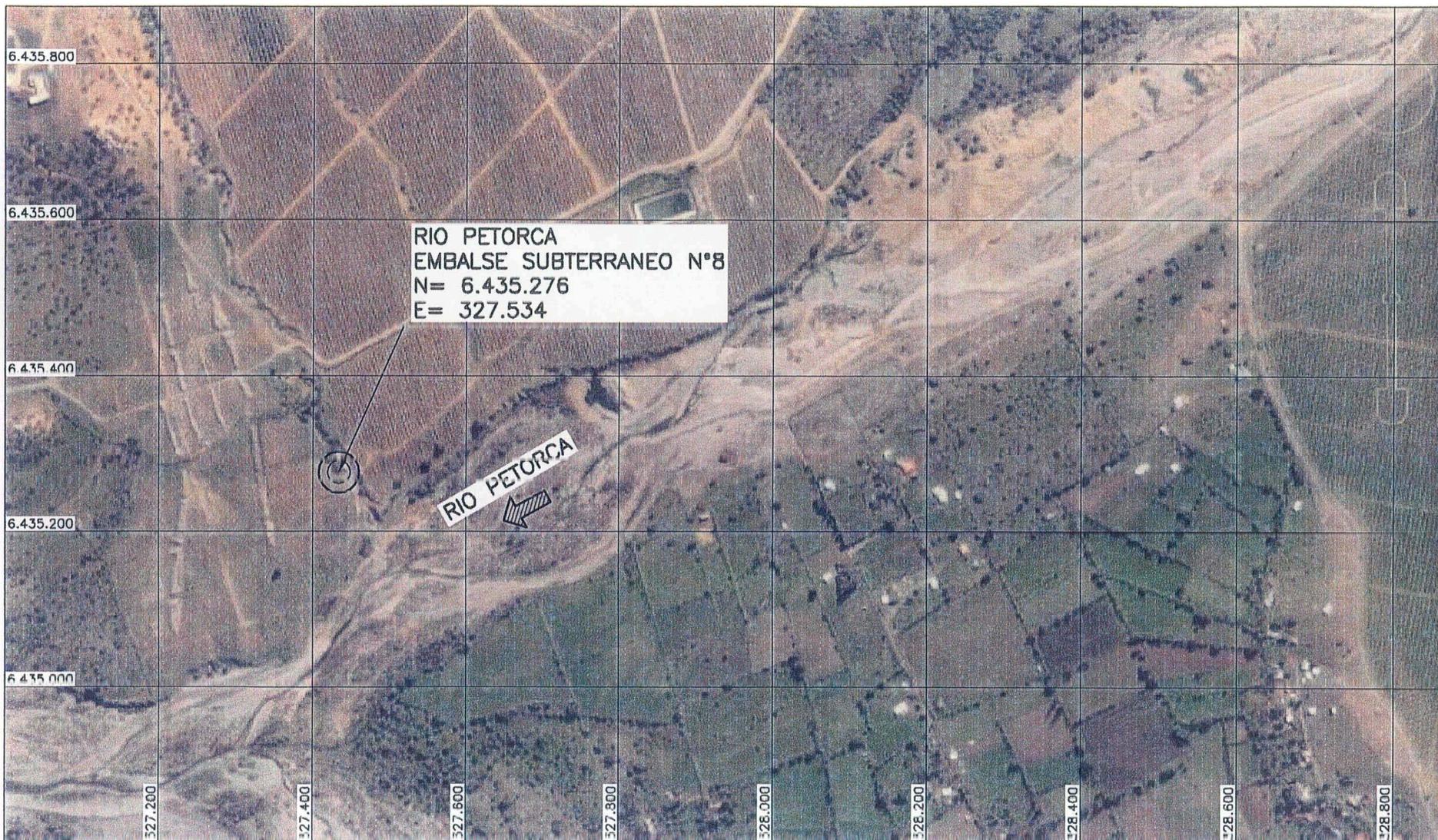


**COMISION NACIONAL DE RIEGO**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LAGUNA Y PETORCA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
 CUENCA DEL RIO PETORCA - REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 08 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 228 0008 - 228 0000

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA V.PT.1H

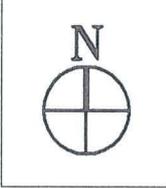


**RIO PETORCA  
 EMBALSE SUBTERRANEO N°8  
 N= 6.435.276  
 E= 327.534**

**RIO PETORCA**

**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 PROM**

**PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PETORCA EN COMUNA DE LA LIGUA Y PETORCA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO PETORCA"  
 REGION DE VALPARAISO**

**PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 333 0200 - 333 0204**

**ESCALA APROX. 1:7.500  
 LAMINA V.PT.2H**

V.PT.25.-

**PROYECTO DE REGULACIÓN  
DE RECURSOS SUBTERRÁNEOS  
EN RÍO LIGUA**

**RÍO LIGUA  
COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO**

V.LI.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Ligua.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Valparaíso.  
**2.2.- COMUNAS** : La Ligua y Cabildo  
**2.3.- CUENCA** : Río Ligua.  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Sólo existen las comunidades de canalistas; las Juntas de Vigilancia están iniciando sus procesos de constitución.  
**2.5.- INFORMANTES** : Gregorio Correa (Agropetorca) y Hugo Díaz (Coordinadora)  
Dirección : Ruta E39; N°52  
Teléfono : 33-761776  
E-Mail : agropetorcaag@hotmail.cl  
**2.6.- CARTA INTERÉS** : En Anexo H se acompaña carta de interés de dos representantes locales, el Presidente de Agropetorca y el Presidente de Coordinadora Regantes Provincia de Petorca.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

Esta iniciativa consiste en la regulación interanual de los recursos hídricos subterráneos del valle medio y bajo del río Ligua, mediante muros profundos y transversales al relleno acuífero.

Con este objeto, se propone seis muros ó paredes moldeadas subterráneas para interrumpir el flujo del acuífero que actualmente se pierde en el mar, posibilitando el ascenso de la napa freática hasta la cota de los futuros drenes de superficie combinados con sus embalses. Se consultan, además, otros drenes profundos que permitan captar agua desde el relleno saturado ubicado por aguas arriba de los muros y conectarlo con el relleno acuífero ubicado por aguas abajo de cada muro, para permitir el manejo del acuífero por ambos lados de cada muro; para esto se dispondrá una válvula ubicada en este dren profundo, con cámara de acceso para ejercer un efectivo control del peralte del nivel saturado. Además, se consulta una operación de recarga mediante pretilles rústicos a lo largo del río, que facilite la infiltración del agua que escurre libremente en el período de lluvias.

Con la construcción de los 6 embalses subterráneos, el volumen geométrico para el acuífero con nivel peraltado, se estimó en 53 Hm<sup>3</sup>, volumen que permite manejar el sistema de embalses con regulación interanual. Este manejo debe caracterizarse por la

V.LI.2.-

interacción río-acuífero a lo largo de todo el tramo de río con estas obras, para lo cual se requiere de una Junta de Vigilancia debidamente preparada.

Los embalses subterráneos funcionan en complemento con otras obras de regulación de superficie que la DOH ha proyectado para la parte alta de la cuenca.

### 3.2.- UBICACIÓN

La ubicación georreferenciada de las 6 pantallas impermeables es:

a.-	E: 285.347m	N: 6.408.513m	(WGS 84 HUSO 19)
b.-	E: 296.579m	N: 6.403.770m	(WGS 84 HUSO 19)
c.-	E: 306.908m	N: 6.411.264m	(WGS 84 HUSO 19)
d.-	E: 309.919m	N: 6.410.473m	(WGS 84 HUSO 19)
e.-	E: 322.631m	N: 6.413.500m	(WGS 84 HUSO 19)
f.-	E: 324.344m	N: 6.415.048m	(WGS 84 HUSO 19)

Los sitios analizados beneficiarían principalmente a los siguientes canales:

- Sitio a: En las cercanías de los canales Comuneros de Placilla, Lobino y Illalolén o Pullally, con 22,3 km de canales.
- Sitio b: En las proximidades de los canales Valle Hermoso y las Garzas que tienen 12,5 km de canales.
- Sitio c: Aguas arriba de los canales Montegrande y La Palma, los que cuentan con más de 32 km de longitud en canales.
- Sitio d: En este caso se tiene un sistema de riego que incluye 3 canales principales, estos son los canales: La Laja, Del Medio y Del Bajo o del Hombre los que sumados cuentan con más de 30 km de trazados.
- Sitio e: Esta zona tiene una red de canales formado por los canales Ño Polo y La Arenita. Aguas arriba se ubica el canal El Embudo
- Sitio f: Existe actualmente una gran cantidad de canales entre ellos destacan los canales: Bartolillo, Los Loros, El Maitenal, El Canelito y La Polcura.

### 3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE

La superficie plantada del valle se duplicó en la última década; para este crecimiento, los agricultores se apoyaron en la explotación del agua subterránea, que está acusando una sobreexplotación en muchos puntos del valle. Simultáneamente, los estudios hidrológicos existentes indican que se pierde anualmente en el mar un volumen de agua, que podría subsanar todos los problemas hídricos del valle. Los beneficios del proyecto son principalmente agronómicos, al aumentar la seguridad de riego actual

V.LI.3.-

que es muy baja, e introducir un mejor aprovechamiento de los recursos subterráneos, lo cual genera un incremento de la superficie productiva de riego seguro.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Ante los problemas hídricos señalados, se propone revertir la sobreexplotación del agua subterránea mediante dos alternativas básicas. La primera consiste en una serie de 6 embalses subterráneos en la cuenca del Río Ligua, cuya capacidad acumulada es aproximadamente de unos 53 Hm<sup>3</sup>. Mientras que la segunda propone 3 embalses de superficies, alternativa que ha sido desarrollada en el estudio "Evaluación social de embalses de riego para los valles de Ligua y Petorca V<sup>a</sup> Región de Valparaíso", requerido por DOH; donde se plantea la construcción de los embalses por separado, dos de ellos en las distintas combinaciones y por último los 3 en conjunto.

Los embalses de superficie que se plantean en esta alternativa, se denominan: Alicahue, Los Ángeles y La Patagua, embalsando cada uno 50 Hm<sup>3</sup>, lo que permite realizar una comparación de costos con la alternativa primera. Mediante un análisis de multicriterios, presentado en el Anexo K.i.V.LI.- se desprende la solución recomendada que cuenta con las obras principales que se describe a continuación.

Las obras principales del proyecto consisten en la construcción de 6 pantallas tipo membranas impermeables para interrumpir el flujo del acuífero, que tiene una profundidad variable y que típicamente oscila en el rango 20 m a 30 m. Se considera también la construcción de obras anexas, como es el caso de un sistema de drenes, los cuales evitan que la napa freática se eleve hasta aflorar y, además, la construcción de drenes profundos para el trasvase de recursos a la zona acuífera ubicada inmediatamente aguas abajo de cada pantalla impermeable.

### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El área del proyecto presenta ya un gran desarrollo frutícola, por sobre la seguridad que le otorgan los recursos de agua superficiales disponibles en el río La Ligua, lo que se explica sólo por la muy alta rentabilidad del rubro en el área. Este cauce se caracteriza por una abundancia relativa de agua entre finales de invierno y la primavera, pero decae fuertemente en el estío. Durante los meses de otoño, parte del invierno y hasta que se produzcan lluvias significativas, el río La Ligua sólo escurre en su primer tramo y desaparece en el resto del valle.

La base de sustentación del desarrollo frutícola del valle han sido los recursos subterráneos obtenidos mediante pozos excavados en la caja del río y elevados hasta los terrenos plantados, especialmente con paltos, muchos de ellos en ladera de cerros.

V.LI.4.-

Aunque existen proyectos de construcción de embalses de regulación superficial, éstos han sido evaluados como no rentables, por la escasa capacidad y poca superficie que regarían en relación al costo, y se ubicarían en la parte alta del valle.

Una manera de aprovechar al máximo el agua disponible del valle del río Ligua, especialmente en los sectores medios y bajos, consiste en utilizar los recursos subterráneos bajo el cauce del río. El acuífero es de gran potencial, de acuerdo a sondajes y pozos realizados en el valle.

El proyecto permitiría asegurar el riego de las actuales plantaciones e incrementarlas por sobre las 817 ha adicionales.

Es de interés destacar que en este valle los años de sequía se repiten con una frecuencia media de una vez cada 10 años, los cuales inducen a los agricultores de frutales, especialmente paltos, a efectuar podas profundas que afectan la producción durante 3 años hasta la recuperación de la plantación. Este hecho se ha considerado en la evaluación económica mediante una reducción de la producción afectándola con un factor correctivo que oscila en torno a 0,7 respecto a la producción en pleno desarrollo, lo que se estima constituye una hipótesis conservadora para los efectos de la evaluación a nivel de perfil.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	5%
MEDIANOS (20-50 HA)	16%
GRANDES >50 HA	79%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 817 ha NUEVO RIEGO EQUIVALENTE
Paltos	Paltos
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Alfalfa	Alfalfa
Trigo	Trigo
P. Natural	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.LI.-

Los beneficiarios se estiman en 911 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que aproximadamente el 60% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene 19% de mujeres agricultoras propietarias.

## **5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO**

Para los fines de este proyecto, interesa fundamentalmente el volumen hídrico almacenado que incorporan los seis muros subterráneos. La hidrología se contiene en diversos estudios de la DOH, en que se menciona la estadística generada en el Nodo #15 del modelo CNR-CICSA-IPLA.

Actualmente la descarga de agua en el mar alcanza a un volumen anual de 32 Hm<sup>3</sup> para el año hidrológico 50% y 6 Hm<sup>3</sup> para el año hidrológico 85%. Es posible embalsar estos recursos que no se están empleando actualmente, en forma repartida en las 6 nuevas obras subterráneas, las cuales tienen 53 Hm<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento en conjunto, es decir, se produce una regulación interanual para su empleo en años de escasez. El volumen anual de explotación promedio se estima en 17 Hm<sup>3</sup> para servir adecuadamente una superficie nueva de frutales, equivalentes a unas 817 ha.

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

Actualmente los agricultores tienen sus derechos asociados a los canales de riego, además de numerosos pozos profundos entre los cuales, sin embargo, existen muchas captaciones clandestinas o no regularizadas.

Los drenes asociados a cada nuevo embalse pueden entregar agua al cauce superficial del río, cuando los niveles freáticos superan las cotas del dren más profundo y así, éste puede descargar agua gravitacionalmente; de este modo los embalses también pueden beneficiar a algunos canales.

En resumen, los derechos de agua del proyecto corresponden a los mismos derechos de los pozos, norias y aguas de superficie de los canalistas, que podrán agruparse en torno a las nuevas obras comuneras de regulación subterránea.

La construcción de los embalses subterráneos supone una intervención en el cauce natural de uso público, en este caso del acuífero, y por tanto interviene la DGA y debe abordarse como proyecto de interés público, en que el beneficio es para los propietarios de los pozos en aquellos sectores en que la sobreexplotación está llevando al mínimo los niveles acuíferos. Debe destacarse que la aprobación de la obra

V.LI.6.-

hidráulica, que corresponde al muro subterráneo, no está ligada necesariamente a la solicitud de derechos de agua. Esta última será una alternativa a considerar, una vez que construida la obra y comprobado el ascenso del nivel freático en los mismos pozos existentes.

Por otra parte, los nuevos embalses subterráneos y su correcta operación, incrementarán la disponibilidad de los recursos hídricos, posibilitando la solicitud de nuevos derechos, tal como ocurre con la generación de nuevos derechos en los nuevos embalses de regulación superficial.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL**

Los sistemas de embalses subterráneos permitirán la recuperación de agua que actualmente se pierde en el mar, en este valle deficitario, e incrementará el nivel de la napa por aguas arriba, que afectará, en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de estos muros. Sin embargo, las zonas agrícolas ubicadas por aguas abajo se verán claramente beneficiadas por estas obras, ya que deben consultarse dispositivos de drenes controlados con válvulas, para los efectos de manejar los niveles freáticos también por aguas abajo de los muros.

Un antecedente de interés es el precedente que establece el caso existente en la Q. de Tarapacá con el embalse subterráneo Pachica, originalmente: “Embalse de Escollera Pachica”; Dirección General de Obras Públicas; Departamento de Riego – 1931. Entre las visitas a terreno a esa región, es muy destacable el reconocimiento efectuado para observar el funcionamiento de ese embalse subterráneo, el cual opera adecuadamente hasta ahora y posibilita el riego permanente de una comunidad. Se conocieron en terreno los detalles de sus características y el servicio que presta, resaltando el gran interés que despierta, para su aplicación en otros valles, como es el caso del valle del río Ligua.

## **8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Hidrogeología actualizada de la zona involucrada en el proyecto, media y baja del valle. Orientación a determinar capacidad de los acuíferos, que según los últimos estudios es superior a los valores supuestos en esta última década. Modelación del acuífero integrado con el escurrimiento superficial del río.
- Hidrología de superficie

V.LI.7.-

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Ligua.	8.754	8.623	996	4.248	11	13

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.LI.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	648
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	322

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 9.724 millones

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento Organizacional. (2.2.5 .- Parte III, Tomo I)

V.LI.8.-

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

En el análisis de la presente iniciativa se consultaron los siguientes antecedentes:

Estudio preliminar: “Planteamiento de los regantes para la optimización de los recursos hídricos de los ríos Ligua y Petorca”; CORFO-Codesser y Agropetorca, 2006. Procivil 2006

“Estudio integral de riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. Factibilidad” CNR-CICA; 1982

“Análisis y evaluación de los recursos hídricos de las cuencas de los Ríos Ligua y Petorca” DGA-IPLA; 1998.

Proyectos de embalses Los Ángeles y El Arenal. DOH.

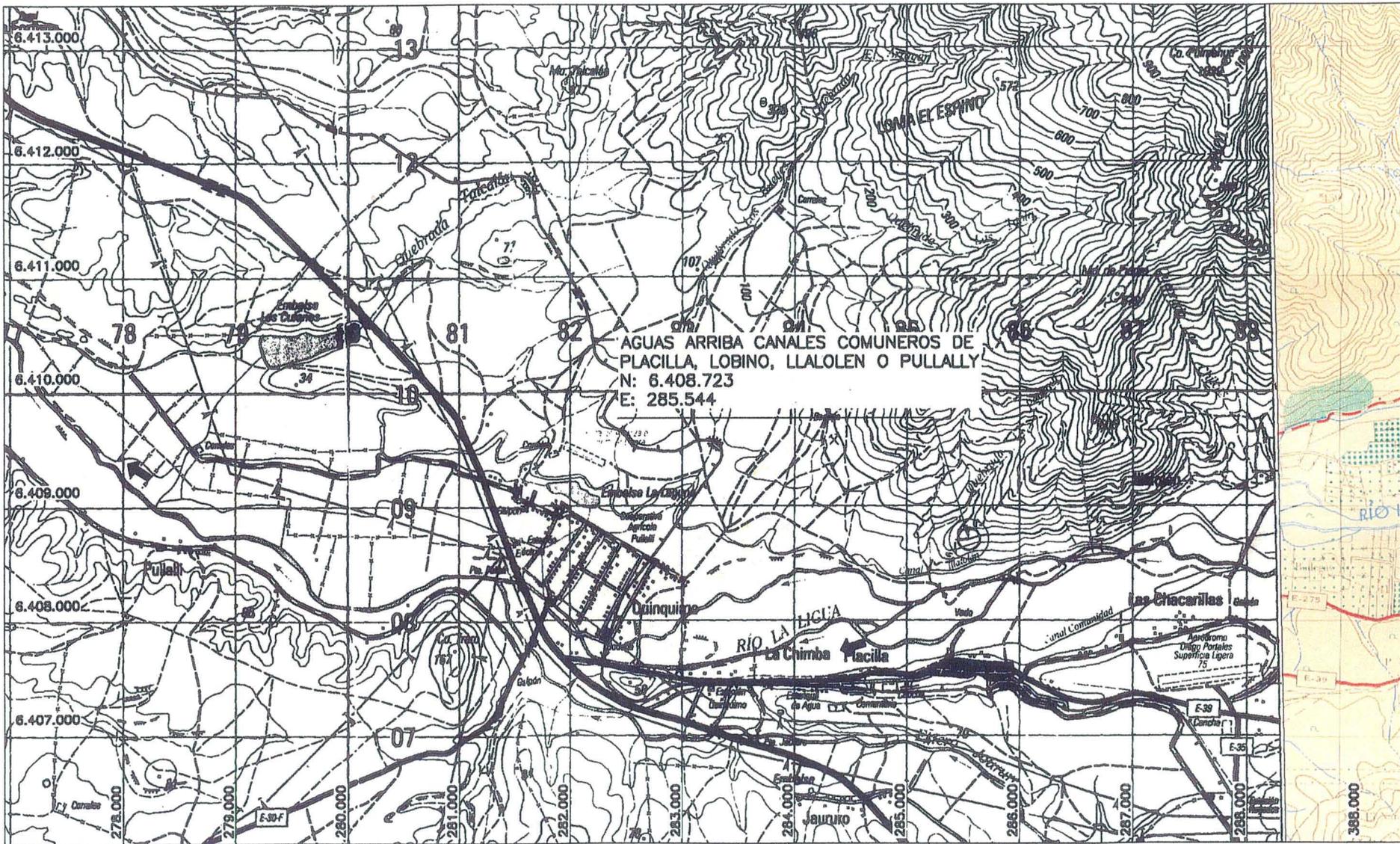
## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.



NOTAS:  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0028-00 PLACILLA-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
 PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA  
 CUENCA DEL RIO LA LIGUA - REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 04 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 226 0288 - 226 0284

ESCALA  
 1:50.000  
 LAMINA  
 V.LI.1A



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



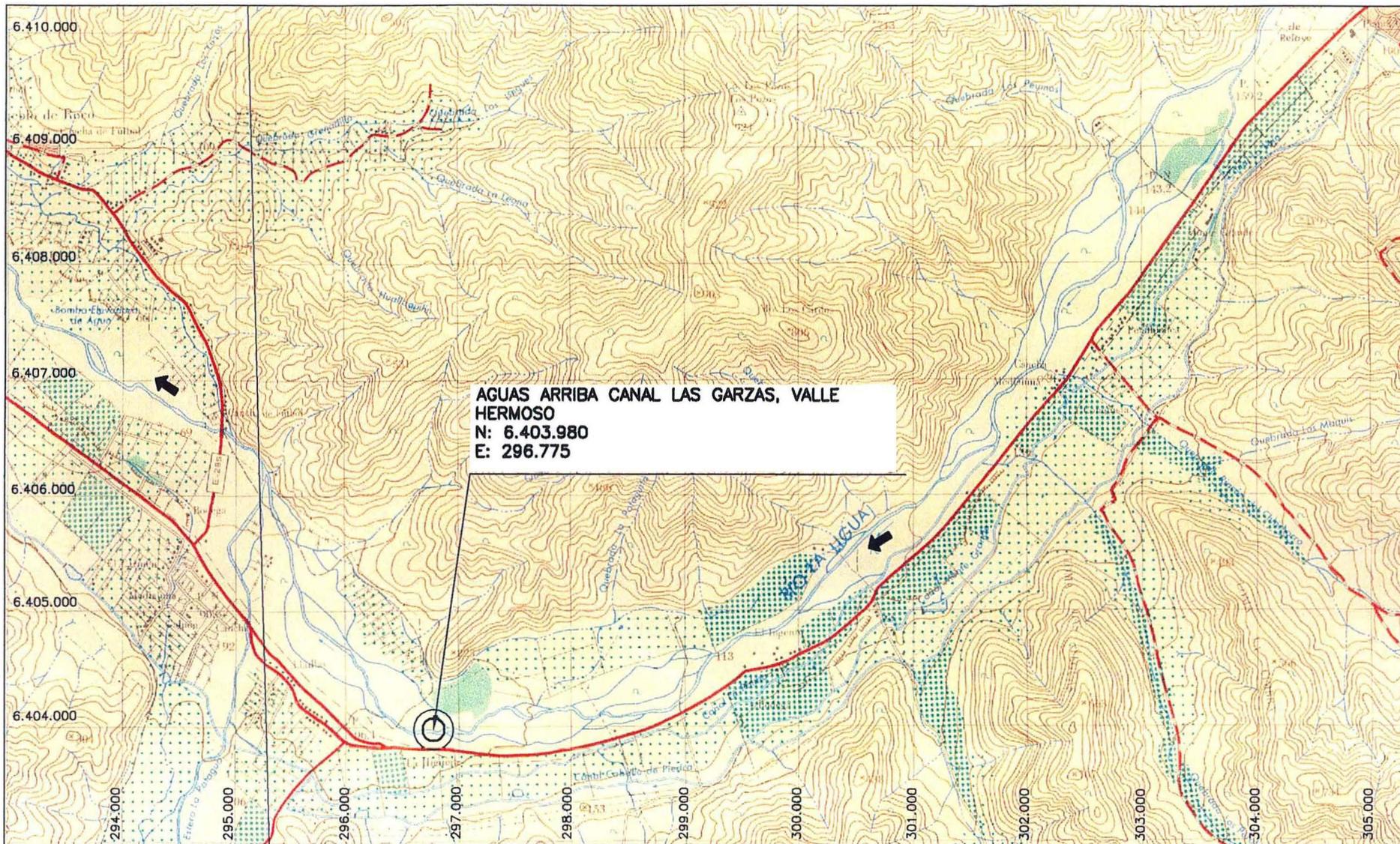
COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.660 - 07. 08 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 339 0338 - 339 6399

ESCALA  
 APROX.  
 1:7.500

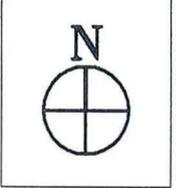
LAMINA  
 V.LI.2A



**AGUAS ARRIBA CANAL LAS GARZAS, VALLE HERMOSO**  
**N: 6.403.980**  
**E: 296.775**

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

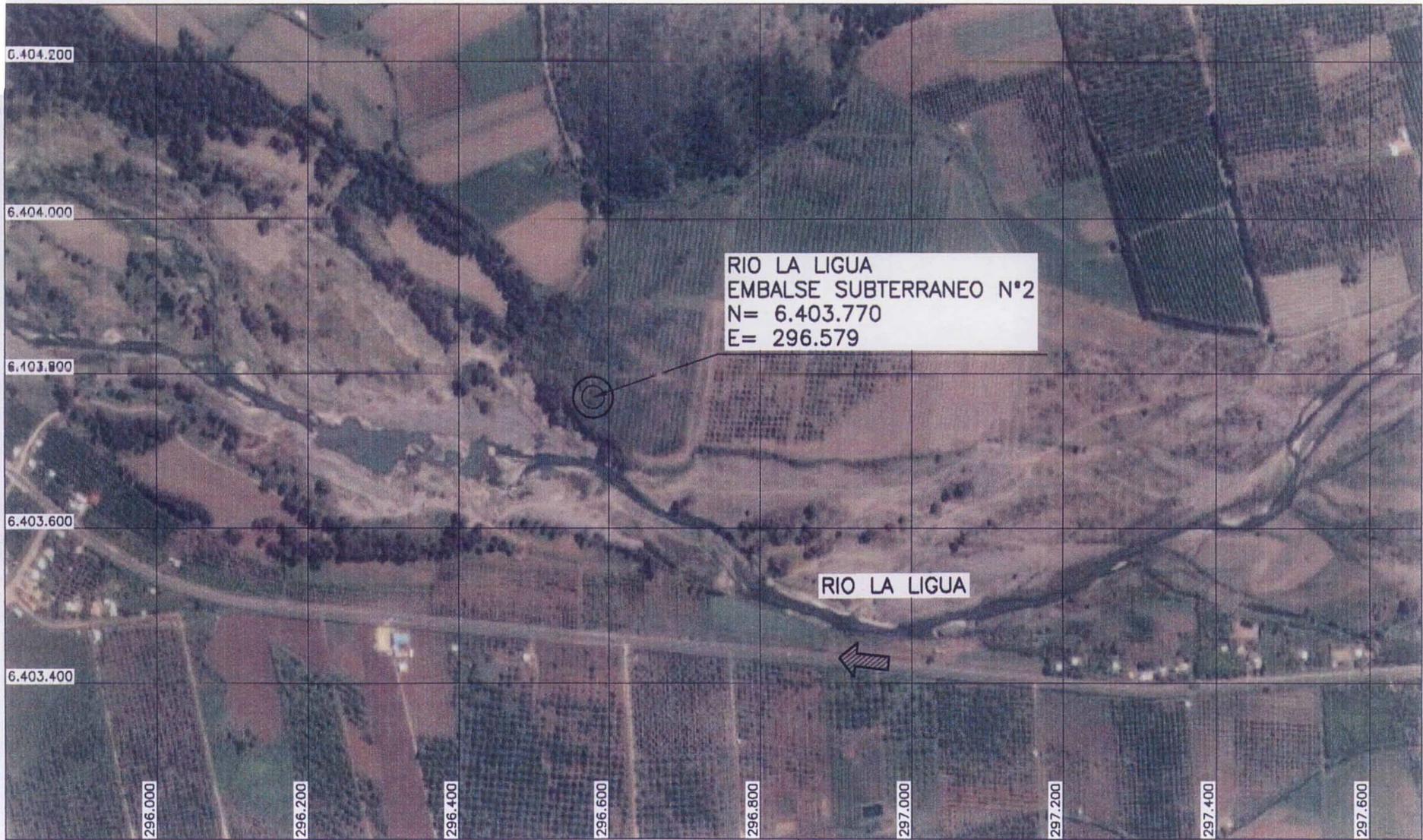


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

**PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA**  
**RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO**  
**PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA**  
**CUENCA DEL RIO LA LIGUA - REGION DE VALPARAISO**

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.650 - OF. 04 - PROVINCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 226 0206 - 226 0206

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA V.LI.1B



RIO LA LIGUA  
 EMBALSE SUBTERRANEO N°2  
 N= 6.403.770  
 E= 296.579

RIO LA LIGUA

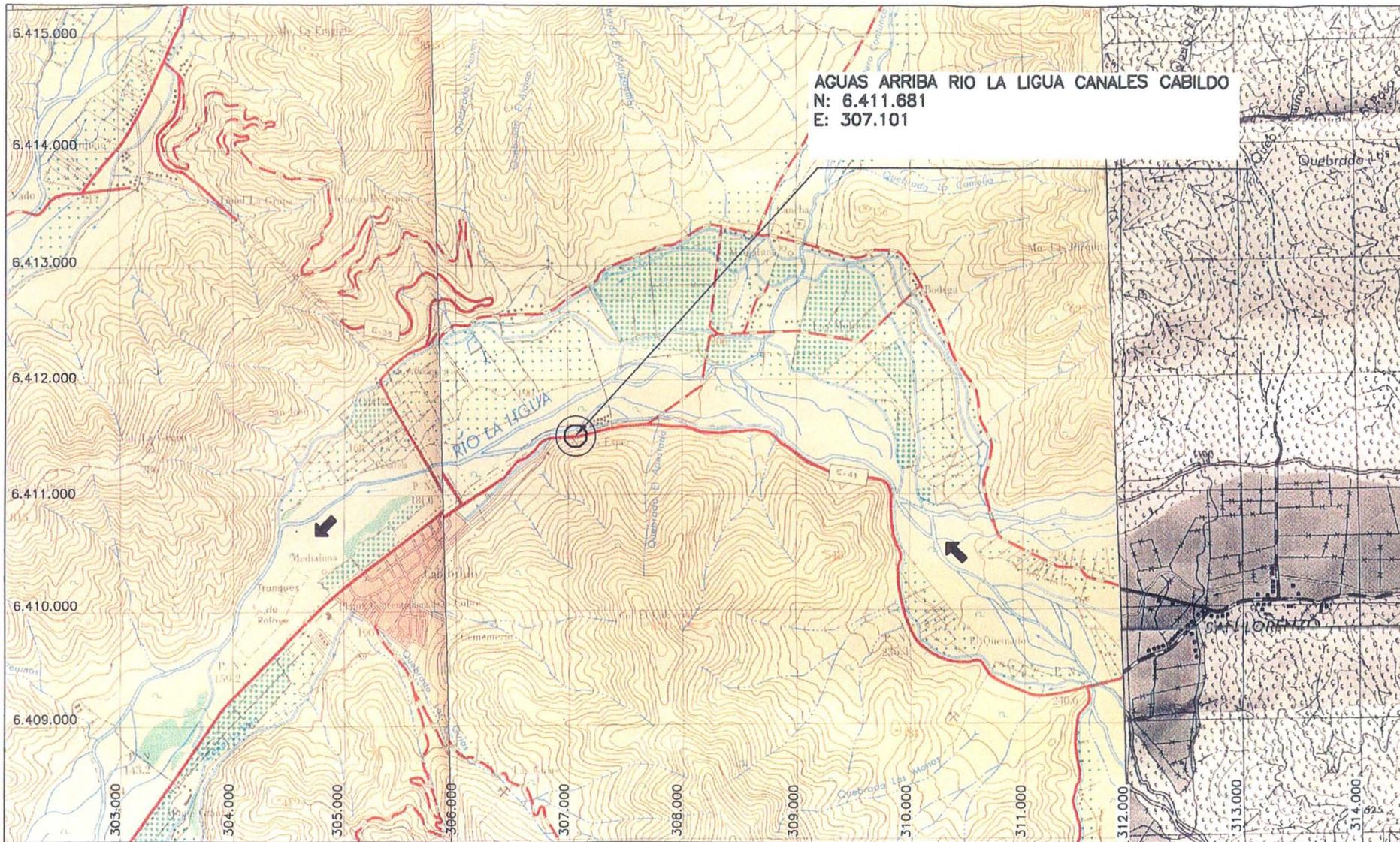
**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA  
 DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO PROM</b>		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA" REGION DE VALPARAISO		
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONO: 236 6200 - 236 6000	ESCALA APROX. 1:7.500	LAMINA V.LI.2.B

V.LI.13.-



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-05-0030-00 SAN LORENZO-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

- DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
- INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

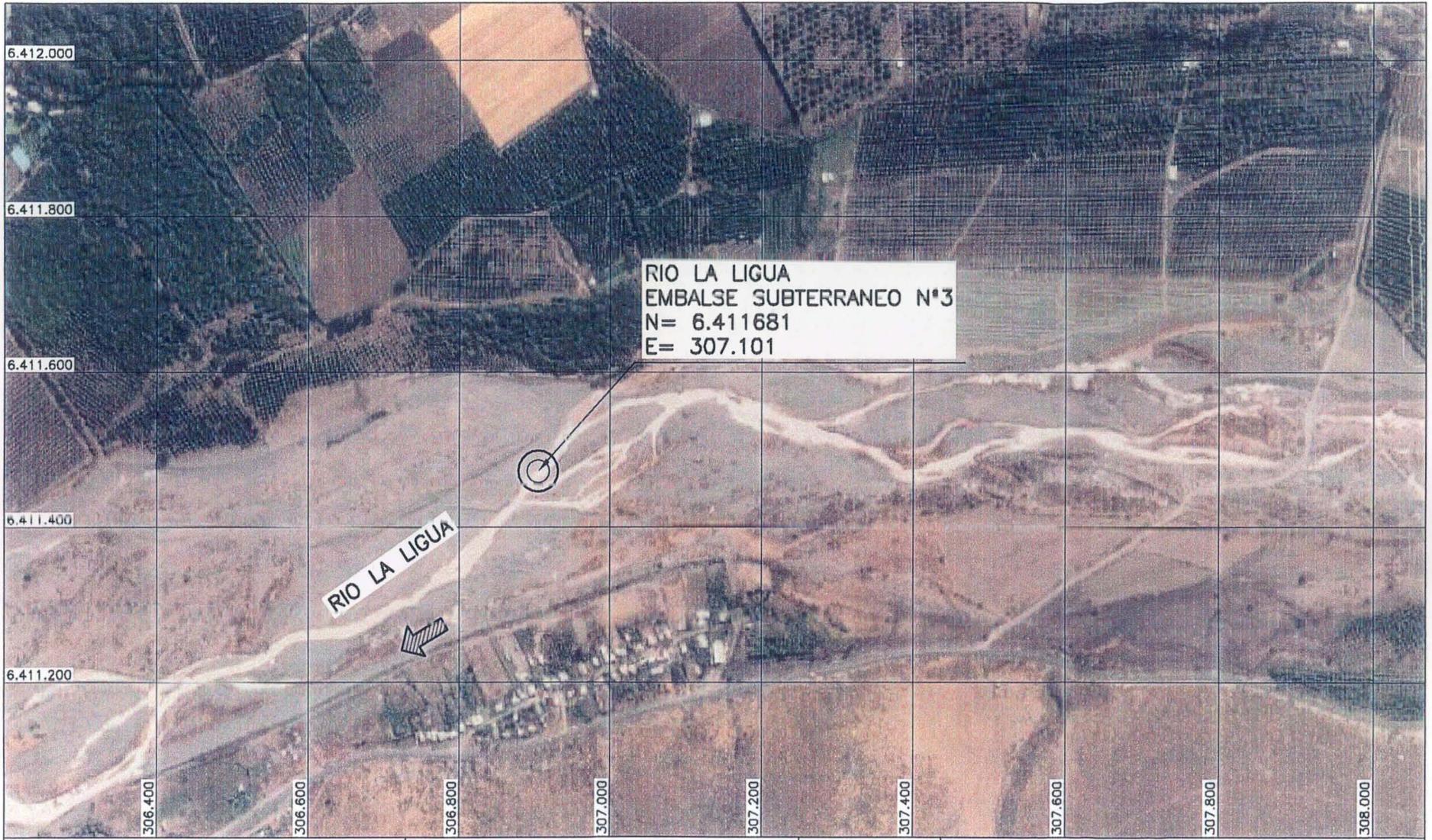


COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
 PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA  
 CUENCA DEL RIO LA LIGUA - REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 04 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 224 0205 - 224 0206

ESCALA	LAMINA
1:50.000	V.LI.1C

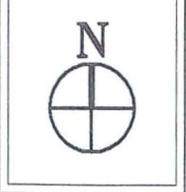


RIO LA LIGUA  
 EMBALSE SUBTERRANEO N°3  
 N= 6.411681  
 E= 307.101

RIO LA LIGUA

NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA  
 DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 18

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 PROM

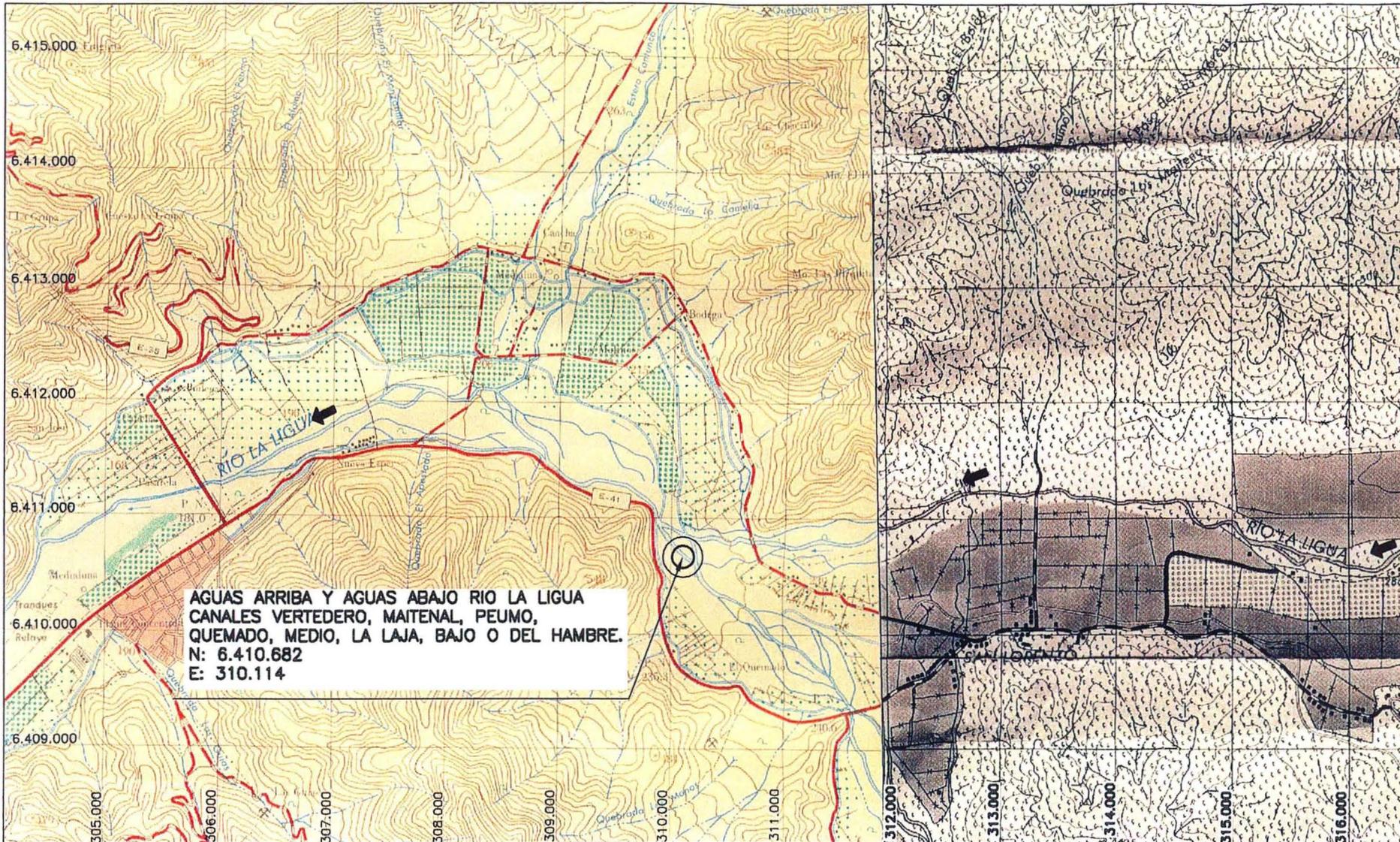
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - 07. 81 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 538 0330 - 538 0360

ESCALA  
 APROX.  
 1:7.500

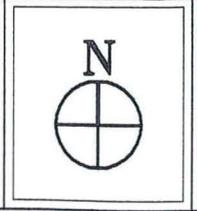
LAMINA  
 V.LI.2C

V.LI.15.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0030-00 SAN LORENZO-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

**PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
 PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LA LIGUA  
 CUENCA DEL RIO LA LIGUA - REGION DE VALPARAISO**

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 04 - PROVINCIA - SANTIAGO FONOS: 222 0028 - 222 0026	ESCALA 1:50.000	LAMINA V.L.I.D
--	--------------------	-------------------



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 18

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

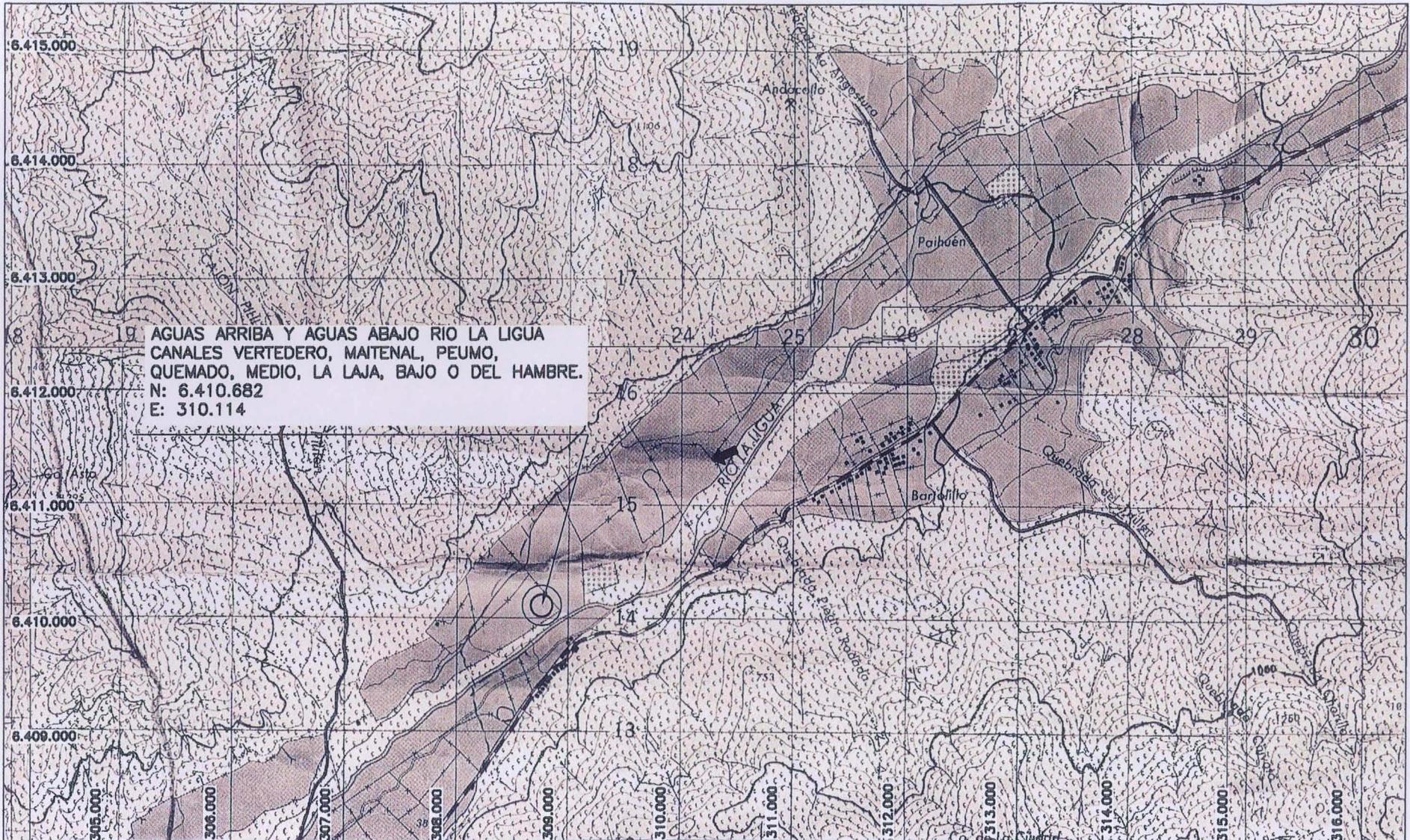


**COMISION NACIONAL DE RIEGO  
PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
"PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA"  
REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 88 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FONOS: 224 0222 - 224 0240

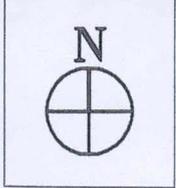
ESCALA APROX. 1:7.500  
LAMINA V.LI.2D



19 AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO RIO LA LIGUA  
 CANALES VERTEDERO, MAITENAL, PEUMO,  
 QUEMADO, MEDIO, LA LAJA, BAJO O DEL HAMBRE.  
 N: 6.410.682  
 E: 310.114

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0029-00 LIGUA-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0030-00 SAN LORENZO-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

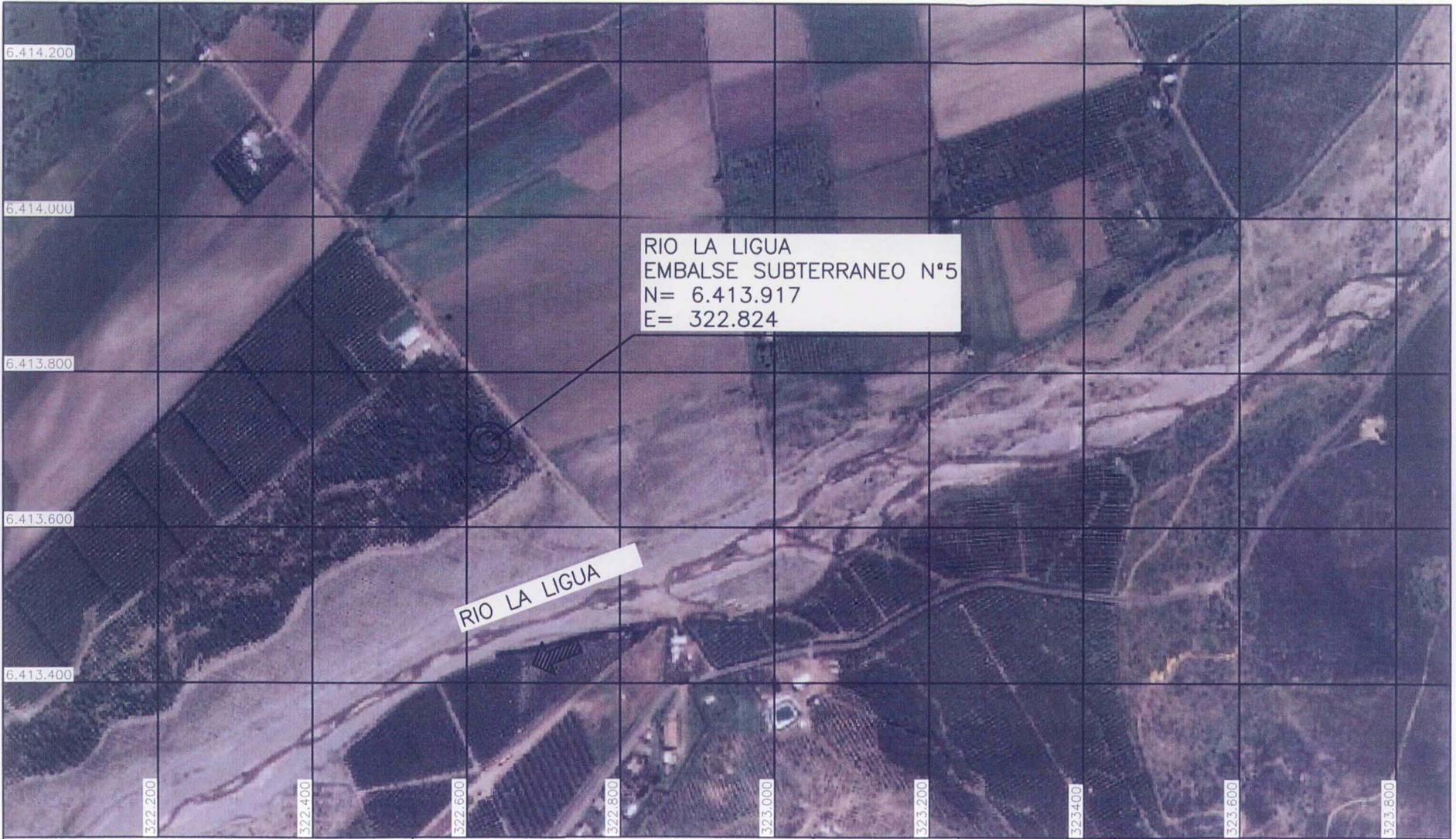
**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

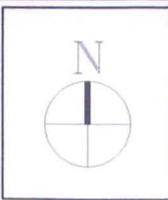
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
 PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LA LIGUA  
 CUENCA DEL RIO LA LIGUA - REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 - OF. 68 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 220 0223 - 220 6264	ESCALA 1:50.000	LAMINA V.LI.1E
---	--------------------	-------------------

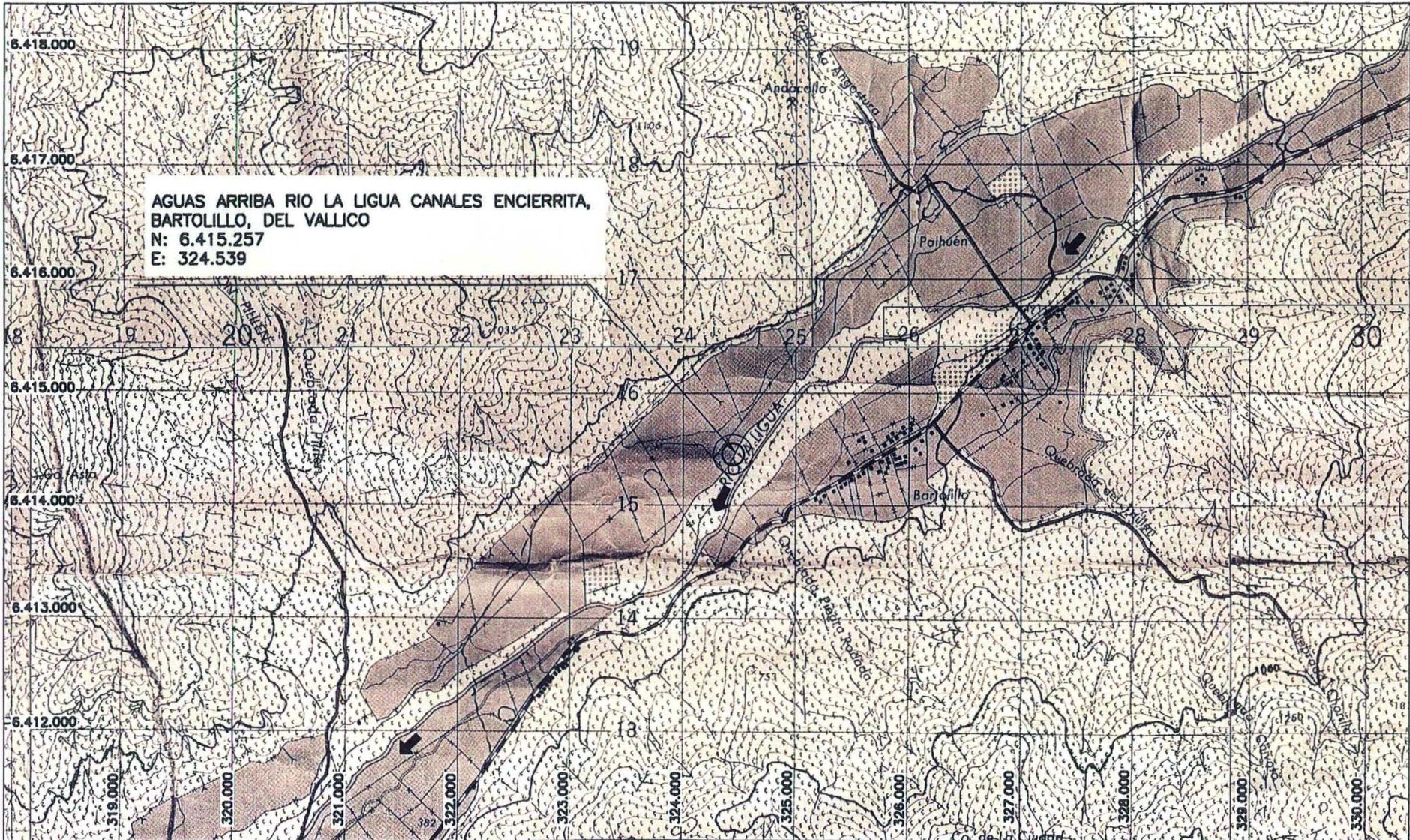


**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA  
 DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 ➔ DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 ⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

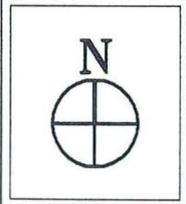


<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA" REGION DE VALPARAISO	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. SECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONO: 226 0226 - 226 8066	ESCALA APROX. 1:7.600
LAMINA V.II.2E	



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0030-00 SAN LORENZO-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA CUENCA DEL RIO LA LIGUA - REGION DE VALPARAISO	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - C/7. 04 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 228 0526 - 228 0506	ESCALA 1:50.000 LAMINA V.L.I.1F

V.L.I.20.-



RIO LA LIGUA  
 EMBALSE SUBTERRANEO N°6  
 N= 6 415.048  
 E= 324.344

RIO LA LIGUA

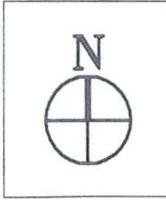


**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

- DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
- INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO  
 PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO LA LIGUA EN COMUNA DE LA LIGUA Y CABILDO  
 "PROYECTO DE REGULACION DE RECURSOS SUBTERRANEOS EN RIO LIGUA"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 330 9000 - 330 0000

ESCALA APROX. 1:7.500  
 LAMINA V.LI.2F

V.LI.21.-

**PROYECTO DE BOCATOMA  
Y MEJORAMIENTO DEL CANAL LA PETACA**

**PRIMERA SECCION DEL RÍO ACONCAGUA  
COMUNAS DE LOS ANDES Y CALLE LARGA**

V.LP.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de bocatoma y mejoramiento del Canal La Petaca

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Valparaíso  
2.2.- COMUNA : Comuna de los Andes y Calle Larga  
2.3.- CUENCA : Río Aconcagua. Primera Sección.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Comunidad de aguas Canal La Petaca; Comunidad organizada.  
2.5.- INFORMANTE : Luis Alberto Luraschi D. - Presidente  
Dirección : Tres Carreras 345 Los Andes  
Teléfono : 034-424123  
Email : lluraschi@agricolafrontera.cl  
2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés del Sr. Luraschi, Presidente de la Comunidad de Aguas Canal La Petaca.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto del Canal La Petaca se refiere al incremento de la eficiencia de captación, conducción y distribución del agua de riego. Este canal matriz tiene una longitud que supera los 22 km, que le permite regar unas 632 há. Su infraestructura cuenta con 6 marcos partidores, 6 compuertas, 1 taco y 1 canoa. Este canal tiene 2 derivados importantes denominados: Cristo Redentor Alto y Cristo Redentor Bajo, los que en conjunto tienen un largo de unos 7,1 km. Su bocatoma es rústica y no le permite captar el agua del río Aconcagua cuando diariamente se producen oscilaciones diarias, especialmente durante los meses del estiaje.

El proyecto consiste en sus obras principales, en la construcción de una bocatoma permanente, además del revestimiento de 3 km del canal amagado. La estabilidad de la obra de captación le permitirá elevar la seguridad de abastecimiento para todo el canal. Se incrementará la eficiencia de uso de los recursos hídricos mediante el revestimiento de tramos filtrantes en el canal. Se incluye además obras de desagüe para ser usados en la evacuación de aguas lluvias que actualmente producen rebalses y roturas de bordes.

### 3.2.- UBICACIÓN

La ubicación georreferenciada del inicio de la entubación es:

Bocatoma: E: 357.520 m N: 6.364.975 m (WGS 84 HUSO 19)

V.LP.2.-

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

La bocatoma rústica actual impide la captación de los derechos, debido a las fuertes fluctuaciones de caudal que sufre el río Aconcagua en ese punto, ubicado por aguas abajo del tranque de compensación que maneja la empresa hidroeléctrica Guardia Vieja. El canal La Petaca no se beneficia de dicho tranque de compensación y esta situación crea una falencia con un perjuicio de escasez de agua para la asociación, con una baja seguridad en el abastecimiento. Al incluir obras de revestimiento se disminuye la infiltración en la red, elevando la disponibilidad hídrica especialmente hacia el final del extenso canal en ladera, que tiene unos 30 km de largo.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Como soluciones alternativas para los problemas expuestos, se sugieren dos alternativas tendientes mejorar la eficiencia de conducción y de distribución, además de disminuir las pérdidas por infiltración y aumentar la estabilidad de los bordes amagados. Ambas soluciones cuentan con la construcción de bocatoma, aumento de capacidad y revestimiento de 3 km de canal. La diferencia entre las alternativas consiste en los materiales utilizados en el ítem más importante que es el revestimiento del canal, mientras que la primera considera 3km de revestimientos de albañilería de piedras. La segunda lo hace con un revestimiento equivalente pero mediante la construcción de una canoa de hormigón armado.

En el análisis de multicriterios de ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.V.LP.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación del canal, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se explican a continuación.

Las obras principales son la construcción de una bocatoma del tipo barrera y las obras anexas que permitan darle seguridad y estabilidad al fondo del río en donde se emplazará la bocatoma permanente. Se consultan defensas con cajones articulados y enrocados. La bocatoma contará con estructuras de compuertas de acceso al canal y de devolución al río. Se consulta, además, la construcción de una descarga del canal para abordar el tema de las aguas lluvias y las emergencias, de una longitud de 130m y para un caudal de 1,0 m<sup>3</sup>/s.

Además se revestirá el canal en un tramo de unos 3 km.

V.LP.3.-

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

El área del proyecto, ubicado en la parte alta del Valle del Aconcagua, cuenta con excelentes condiciones naturales de clima y suelos para el desarrollo de la fruticultura. De hecho, ya existen frutales de alta productividad, representados en este Perfil por la uva de mesa, durazneros y nogales, especies de alta y muy alta rentabilidad.

Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua favorecen las pérdidas de ésta, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el período de máximas demandas evapotranspirativas.

La recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las especies frutales, representadas en la situación futura. La distribución de esa agua debe ser proporcional a los derechos de agua y por ende, todos los predios, de cualquier tamaño, recibirán una mayor dotación de agua.

Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de unos 110 l/s en el año normal y 65 l/s en el año 85%. Con los mejoramientos del proyecto, se estima disponer de 107 ha de nuevo riego equivalente además de un mejoramiento indirecto de hasta 1.061 ha.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	17%
MEDIANOS (20-50 HA)	59%
GRANDES >50 HA	24%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 107 ha NUEVO RIEGO EQUIVALENTE
Uva Mesa	Uva Mesa
Durazno	Durazno
Nogales	Nogales
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Trigo	Trigo
P. Natural	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.LP.-

V.LP.4.-

Los beneficiarios son 186 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que un 70% de los agricultores pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 19% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente, considerando la estación Aconcagua en Chacabuquito. Los caudales afluentes al canal correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q(50\%) = 1,36 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$
$$Q(85\%) = 0,8 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

El sistema del canal la petaca extrae sus recursos desde dos fuentes hídricas. La primera y más importante es el río Aconcagua en su primera sección y secundariamente el Estero Pocuro mediante el canal el Carmen. La determinación de los recursos hídricos se extraen de la estación DGA "Aconcagua en Chacabuquito", mediante la suma de los caudales provenientes, obteniéndose para el río Aconcagua un caudal  $Q(85\%)=22 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $Q(50\%) = 37 \text{ m}^3/\text{s}$ . Para el estero Pocuro se tiene un  $Q(85\%)= 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $Q(50\%)= 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sin embargo la información entregada es de un caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  en bocatoma.

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

El canal tiene derechos de agua inscritos, con 468 acciones de río permanentes y 699 acciones de río eventuales, lo que totaliza 1.185 acciones en total de la Primera Sección del Río Aconcagua. Además dispone del 38% del Estero Pocuro.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

El principal impacto es positivo al mejorar la seguridad de la actual captación, amagada por las crecidas y las fuertes oscilaciones del nivel del río, que deja regularmente en seco al canal.

La bocatoma en el río supone una pequeña alteración del cauce, que se ubicará sobre un macizo rocoso y masivo. Las defensas permitirán encauzar el escurrimiento en un tramo de cauce encajonado.

En la etapa de ejecución de los revestimientos, deben proveerse accesos al canal en ladera, mediante caminos de servicio, que sin embargo se trazan sobre laderas de cerro severamente antropizadas.

El estudio de la bocatoma deberá presentarse a la DGA.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Topografía en tramos propuestos de mejoramientos y obras.

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ÍTEM GLOBALIZADO	INVERSIÓN I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSIÓN I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de bocatoma y mejoramiento del canal La Petaca.	1.814	1.689	1.338	2.404	18	22

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.LP.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	354
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	314

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de

V.LP.6.-

la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 2.482 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan estratégico de la organización. (N°2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en operación de obras integradas con otros usos. (N°2.2.2.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en gestión de aguas limpias (N°2.2.4.- Parte III, Tomo I)

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No se tienen antecedentes de levantamientos topográficos.

Existe el antecedente hidrológico de la estación pluviométrica DGA Aconcagua en Chacabuquito. Existen algunos proyectos presentados a la CNR por parte del canal.

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

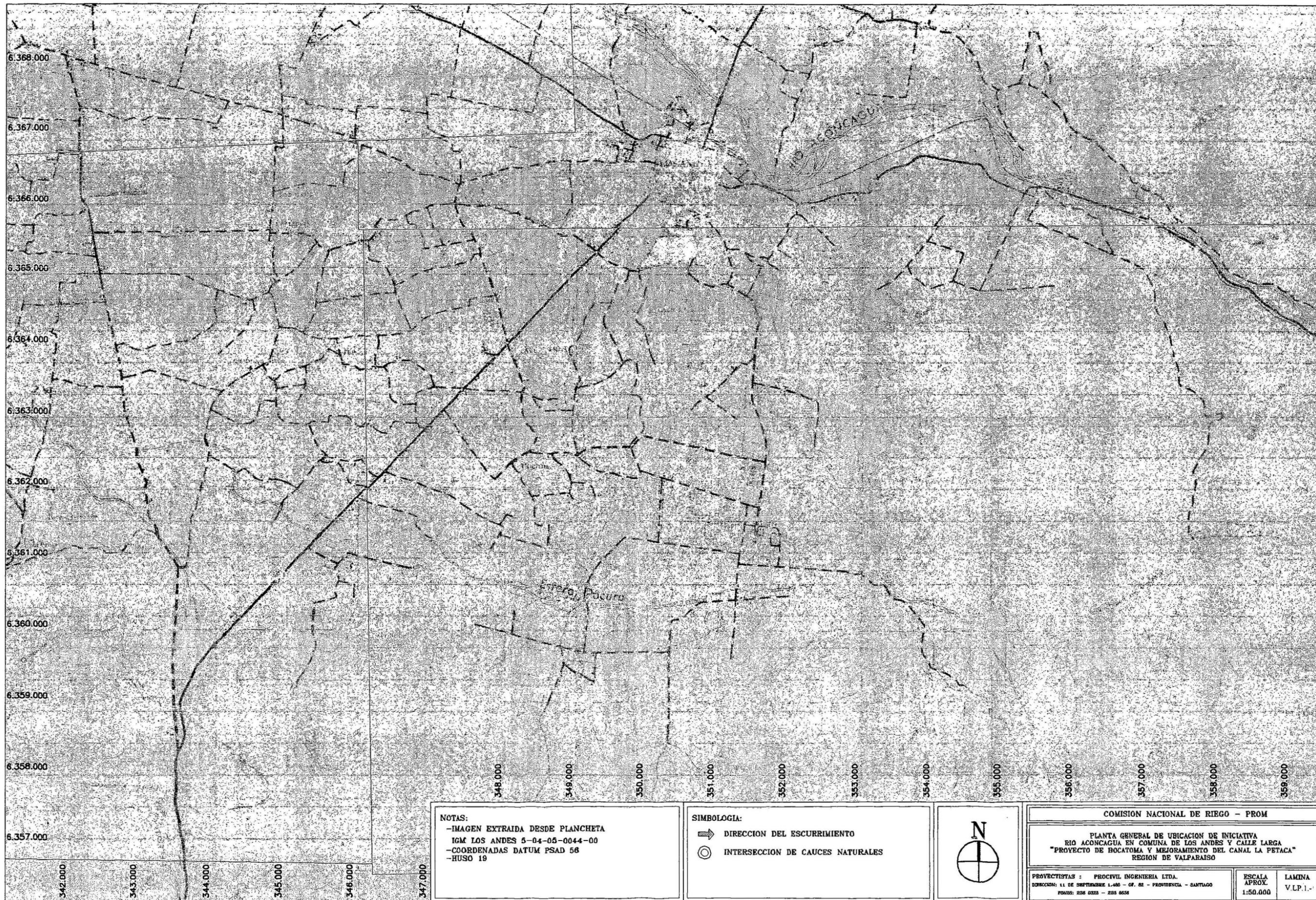
### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **11.2.- FOTO SATELITAL**

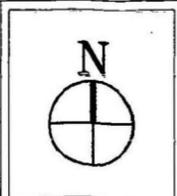
Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

V.LP.7.-



NOTAS:  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM LOS ANDES 5-04-05-0044-00  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

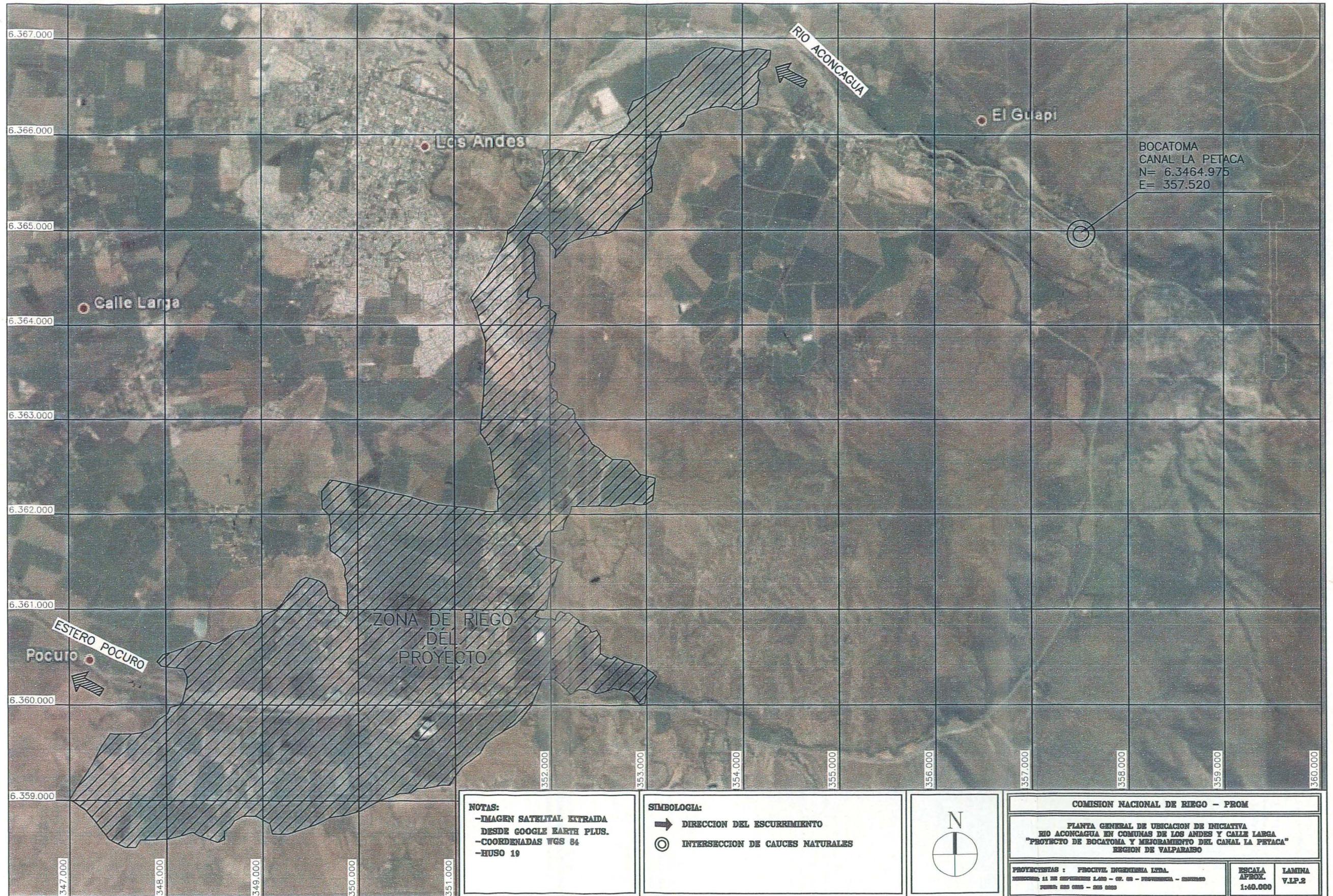


COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO ACONCAGUA EN COMUNA DE LOS ANDES Y CALLE LARGA  
 "PROYECTO DE BOCATOMA Y MEJORAMIENTO DEL CANAL LA PETACA"  
 REGION DE VALPARAISO

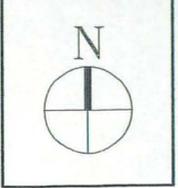
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 226 0223 - 226 8558

ESCALA APROX. 1:50.000  
 LAMINA V.LP.1.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 → DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 ⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO ACONCAGUA EN COMUNAS DE LOS ANDES Y CALLE LARGA "PROYECTO DE BOCATOMA Y MEJORAMIENTO DEL CANAL LA PETACA" REGION DE VALPARAISO		
PROYECTISTAS : FROCEVEL INGENIERIA LTDA. REVISOR: 11 DE SEPTIEMBRE 2009 - OF. 02 - FORTALESCA - SANTIAGO FUND: 023 025 - 023 023	ESCALA APROX. 1:40.000	LAMINA V.I.P.2

**PROYECTO DE MULTIUSO DE AGUAS  
Y MEJORAMIENTO DEL CANAL RINCONADA**

**RÍO ACONCAGUA  
COMUNA DE LOS ANDES, CALLE LARGA Y RINCONADA**

V.RI.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento del canal Rinconada.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Valparaíso.
- 2.2.- COMUNA : Los Andes, Calle Larga y Rinconada
- 2.3.- CUENCA : Río Aconcagua en Primera Sección.
- 2.4.- ORGANIZACIÓN : Asociación del Canal de Rinconada.
- 2.5.- INFORMANTE : Director: Javier Crasseman.
- 2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés del Presidente Sr. César Ramón Ramírez.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

La presente iniciativa corresponde a un proyecto de optimización del uso del recurso hídrico en el canal comunero matriz Rinconada, especialmente para su mejor aprovechamiento en riego, además del multiuso de las aguas. El canal Rinconada matriz tiene una longitud aproximada de unos 20,5 km, en su recorrido cuenta con 8 marcos partidores, 15 compuertas y un entubamiento, la red de derivados principales está compuesta por 8 canales con una longitud total de 36,5 km de canales. Los derivados principales son: Alameda, Hidalgo, Zanjón, Georgina, Varino, Cabrerano, Vivanco Norte y Vivanco Sur.

Se propone mejorar la calidad de las aguas e incorporar desarenación para todo el canal matriz, así como presurización de la conducción en una parte de los caudales que posee por derecho el canal. Al multiuso puede añadirse la evacuación de aguas lluvias que actualmente caen al canal, implementando un desague para uso en período invernal.

Secundariamente a las obras de riego, podría incorporarse una central hidroeléctrica de paso de unos 3 Mw, la cual corresponde a una obra privada y complementaria al proyecto PROM. Los dispositivos propuestos, especialmente el tranque de regulación corta, permiten introducir la operatoria del mercado del agua en este estero, con beneficios productivos y sociales.

### 3.2.- UBICACIÓN

La ubicación georreferenciada de las obras es:

Bocatoma: E: 351.386m N: 6.366.793m (WGS 84 HUSO 19)

V.RI.2.-

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

La optimización del uso de las aguas permite el incremento de la eficiencia de uso de los recursos existentes. La conducción entubada, con entregas presurizadas permite eliminar las pérdidas de agua de la alta infiltración actual, en los tramos que se propone entubar. El entubamiento, junto con la construcción de un desarenador al inicio del canal, permiten disminuir el material particulado en suspensión en las aguas, por lo que son menores los embanques y las obstrucciones de los filtros en riegos tecnificados, además del consiguiente beneficio por ahorros para la Asociación.

La desarenación además de limpiar las aguas, permite la explotación comercial de la arena captada por dicha obra.

Las conducciones entubadas con entregas con hidrómetros posibilitan el traspaso de caudales entre regantes, lo que introduce unas bases para el mercado del agua.

Se contempla la construcción de un tranque de regulación corta para amortizar las variaciones horarias del caudal.

El desagüe del canal permite la conducción de aguas lluvia, disminuyendo los anegamientos.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Tal como se indicó, este canal presenta altas infiltraciones y tiene necesidad de optimizar el uso de los recursos hídricos disponibles; actualmente están afectados especialmente los regantes de sus tramos finales, esto debido a la gran longitud del canal y a las pérdidas de infiltración en su trayecto. Para solucionar estos problemas, se proponen dos soluciones que apuntan a mejorar principalmente el riego. La primera alternativa consiste en la implementación de un sistema de conducción presurizada desde la bocatoma, lo que permite la recuperación de aproximadamente 340 l/s en temporada de riego para un año de hidrología normal. La mejor eficiencia de distribución, permiten un incremento de la disponibilidad al riego. La segunda alternativa propone recuperar para el riego un caudal equivalente al incremento de 340 l/s producto de la entubación mediante la implementación de tranques de regulación, que permitan la incorporación de dichos caudales al riego en verano. Las entregas desde estos tranques se harán presurizadas.

Después de un análisis de multicriterios, se propone la alternativa de la conducción entubada, en atención a su menor costo de inversión inicial y su factibilidad junto con incorporar otros beneficios permitiendo el multiuso, especialmente en ahorros energéticos y generación. Este análisis es presentado en el Anexo K.i.V.RI.- y del cual se desprende la solución propuesta que cuenta con las obras que se describen a continuación.

V.RI.3.-

Se consulta la construcción de un desarenador con una capacidad de al menos 4 m<sup>3</sup>/s. Después del desarenador se considera la construcción de un tranque de regulación corta con una capacidad de unos 20.000 m<sup>3</sup>. Además de las obras señaladas, se contempla la construcción de una reja desbasurizadora que permita captar elementos de gran tamaño y evitar la entrada a la red de canales. Estos elementos pueden provocar tacos con consiguientes desbordes.

La presurización de la red propuesta corresponde aproximadamente al 20% del total de la red matriz, es decir unos 20 km. y con un caudal en cabecera de 1,4 m<sup>3</sup>/s. La presurización cuenta con todas las obras anexas que permitan tanto la seguridad y estabilidad de las tuberías como entregas presurizadas con hidrómetros. Lo último facilita el traslado de caudales entre usuarios facilitando el mercado del agua.

Se considera la construcción de un desagüe del canal al río, formado por 2 tubos de 1.500 mm de diámetro y con una longitud de unos 50m.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El área del proyecto, ubicado en el valle del río Aconcagua, cuenta con excelentes condiciones naturales de clima y suelos para el desarrollo de la fruticultura y otros cultivos anuales de alta rentabilidad. De hecho, ya existen más de 2.100 ha de frutales de alta productividad, representados en este perfil por la uva de mesa, vid vinífera, durazneros y nogales, especies de alta rentabilidad. El canal riega unas 3.400 ha en total.

Sin embargo, las condiciones actuales de conducción del agua en el canal el que, en la primera parte de su recorrido debe cruzar la ciudad de Los Andes, favorecen las pérdidas y contaminación de sus aguas, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros de exportación.

La implementación del proyecto permitiría mejorar la calidad biológica del agua y recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el estío, período de máximas demandas evapotranspirativas. Esta recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las especies frutales.

Las aguas conducidas por la tubería presurizada posibilitarán el mercado del agua. Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de hasta unos 500 l/s en año normal y 352 l/s para el año seco. Con la concreción del proyecto, se estima que podrán incorporarse unas 130 ha de nuevo riego equivalente y mejorar el riego, calidad del agua y multiuso, para la totalidad de las 3.400 ha del canal. La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

V.RI.4.-

## TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	3%
MEDIANOS (20-50 HA)	53%
GRANDES >50 HA	44%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

## CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 3.400 ha
Uva Mesa	Uva Mesa
Durazno	Durazno
Nogal	Nogal
Viña Vinífera	Viña Vinífera
Papas	Papas
Maíz	Maíz
Huerta Casera	Huerta Casera
Alfalfa	Alfalfa
Trigo	Trigo

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.RI.-

Los beneficiarios se estiman en 900 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que aproximadamente el 80% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 19% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Río Aconcagua en Chacabuquito. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 6,60 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q (85\%) = 4,00 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

V.RI.5.-

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

La Asociación del canal de Rinconada pertenece a la Primera Sección del Río Aconcagua, los derechos de este canal corresponden a 4.000 acciones de un total de 24.552 acciones.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL**

Se prevén impactos positivos con la construcción del proyecto al mejorar la calidad del agua y con esto los rendimientos de la actividad agrícola en la zona, con el cambio de rubros y el mejoramiento de la seguridad de riego.

Los impactos que se vislumbran se refieren a las modificaciones del cauce del canal, que será entubado en un tramo, en el cual actualmente se vierten, además, aguas lluvias, que no corresponde verter al canal, como tampoco la abundante basura urbana que los vecinos le arrojan en su atraveso por la ciudad de Los Andes.

Las rejas desbasurizadoras consultadas en el proyecto generarán acopio de basura urbana que es necesario retirar, conforme lo establece el Código de Aguas en su Art N°92, que compromete la responsabilidad comunal. Como medida de mitigación del acopio excesivo de basura, se plantea un convenio entre la I. Municipalidades de Los Andes, la de Calle Larga y la Asociación, para resolver este tema de seguridad vecinal.

## **8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Topografía en tramos propuestos para presurización.

V.RI.6.-

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar sobre beneficios que no incluyen la eventual generación hidroeléctrica.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento del canal Rinconada.	13.242	13.106	1.080	3.934	11	11

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.RI.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ÍTEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BÁSICOS	583
PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	314
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	314

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 14.139 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Gestión de Uso de Aguas Limpias (2.2.4.- Parte III, Tomo I)

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto, que es posible al introducir un complemento privado que permita la generación hidroeléctrica con un potencial estimado en 3 Mw en la tubería presurizada, ya citada, se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

V.RI.7.-

- Caudal estimado en generación: 9,2 m<sup>3</sup>/s
- Altura de caída total: 40,6 m
- Potencial: 3 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$4.288,- millones.
- VAN del uso hidroeléctrico: \$4.288 millones
- TIR: 19%
- IVAN (VAN/Io) = 1,4

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.V.RI.-

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No se tienen antecedentes de levantamientos topográficos, salvo el aerofotogramétrico del estudio integral de la CNR para el Aconcagua.

Existe el antecedente hidrológico de la estación de aforo DGA en Aconcagua en Chacabuquito.

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

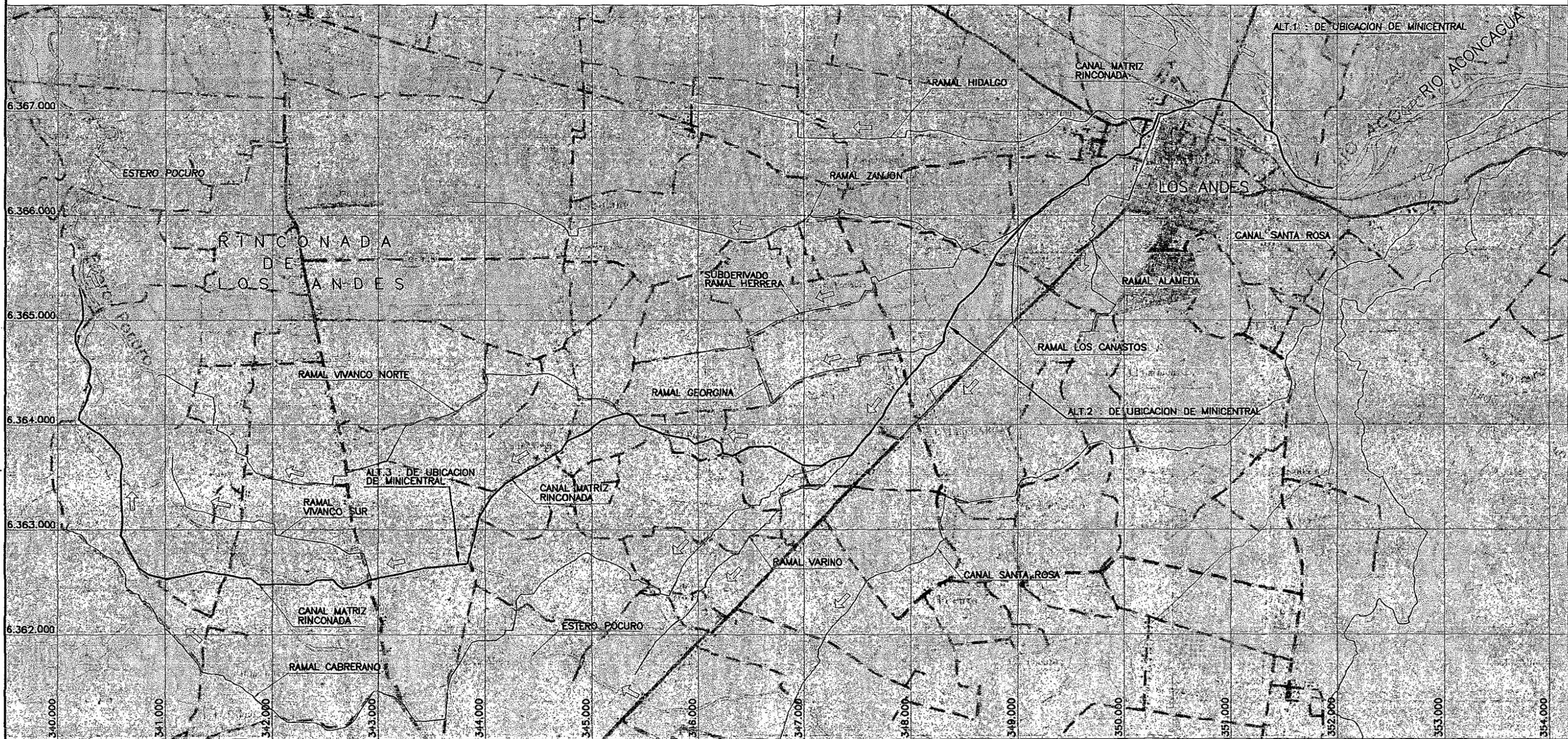
### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **11.2.- FOTO SATELITAL**

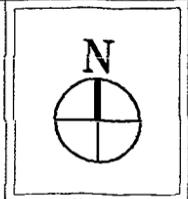
Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

V.RI.8.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM LOS ANDES 5-04-05-0044-00  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 58  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 ➔ DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 ⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO ACONCAGUA EN COMUNA DE LOS ANDES, CALLE LARGA Y RINCONADA "PROYECTO DE MULTUOSO DE AGUAS Y MEJORAMIENTO DEL CANAL RINCONADA" REGION DE VALPARAISO		
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONO: 228 0225 - 230 8558	ESCALA APROX. 1:40.000	LAMINA V.R.I.1

**PROYECTO DE UNIFICACIÓN DE BOCATOMAS  
Y MULTIUSO DE AGUAS  
DE CANALES: ARRIBA DE CATEMU;  
ABAJO DE CATEMU Y PEPINO**

**RÍO ACONCAGUA  
COMUNA DE CATEMU**

V.CA.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de unificación de bocatomas y multiuso de aguas de canales: Arriba de Catemu; Abajo de Catemu y Pepino.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN** : Valparaíso.  
**2.2.- COMUNA** : Catemu  
**2.3.- CUENCA** : Río Aconcagua en su Segunda Sección.  
**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Asociación Canales Unidos de Catemu  
Canal Arriba de Catemu; Organización Constituida.  
Canal Abajo de Catemu; Organización Constituida.  
Canal Pepino o Huidobro.  
**2.5.- INFORMANTES** : Gianfranco Rossi F.; Pdte. Canal Arriba de Catemu  
José Luis Rossi S.; Pdte. Canal Abajo de Catemu;  
Alfredo Díaz V. Pdte. Canal Pepino Huidobro.  
DIRECCION : García Huidobro #222 Oficina #5 Catemu.  
FONO : 034- 631371  
E-MAIL : canalescatemu@hotmail.com  
**2.6.- CARTA INTERÉS** : En Anexo H se acompaña carta de interés firmada por los Presidentes de estos tres canales. Además se acompaña carta de interés del Alcalde de Catemu.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

La presente iniciativa consiste principalmente en el incremento de la eficiencia de manejo del agua, en: captación, conducción, distribución y su mejoramiento de calidad, así como el aumento de seguridad de algunas obras y de la población que atraviesan los canales, junto con el multiuso de las aguas. Estos objetivos generales requieren de las obras necesarias para unificar tres canales: Arriba de Catemu, Abajo de Catemu y Pepino, en la actual bocatoma del canal Arriba de Catemu (ó Catemu del Alto). En la conducción unificada se consideran las obras necesarias que permitan conducir los caudales unificados, esto es, ampliación de la capacidad del canal Catemu del Alto. Se proponen entregas presurizadas al riego para aprovechar el desnivel entre el canal unificado y los canales inferiores y el valle.

El canal de Arriba de Catemu tiene aproximadamente 46 km de largo, en su extenso recorrido cuenta con 74 compuertas y 5 marcos partidores, entre sus obras de conducción además cuenta con 2 túneles. El canal Abajo de Catemu tiene 37 km de largo, en su trayecto el canal cuenta con 1 marco partidor, 1 canoa y 63 compuertas.

V.CA.2.-

El canal Pepino o Huidobro tiene una longitud aproximada de 22,4 km. de longitud, en su trayecto el canal cuenta con las siguientes obras de distribución y conducción: un marco partidior, una canoa, un sifón y 31 compuertas, su red tiene 3 canales derivados de importancia que son los canales: San José De Catemu, sitios San José y Santa Margarita.

Para evitar los amagos de aniego sobre el pueblo de Catemu, se propone un nuevo túnel en el atraveso del pueblo, el cual está severamente amagado por los desbordes de los dos canales en ladera: el Canal Arriba de Catemu y el Canal Abajo de Catemu.

El canal unificado además requiere protección o abovedamiento en los tramos de cruce de quebradas.

Complementariamente al uso de riego, existe un interesante potencial hidroeléctrico aprovechable en invierno y verano, para su desarrollo privado.

### **3.2.- UBICACIÓN.**

La ubicación georreferenciada de las obras es:

Bocatoma:                      E: 327.950m                      N: 6.373.780m (WGS 84 HUSO 19)

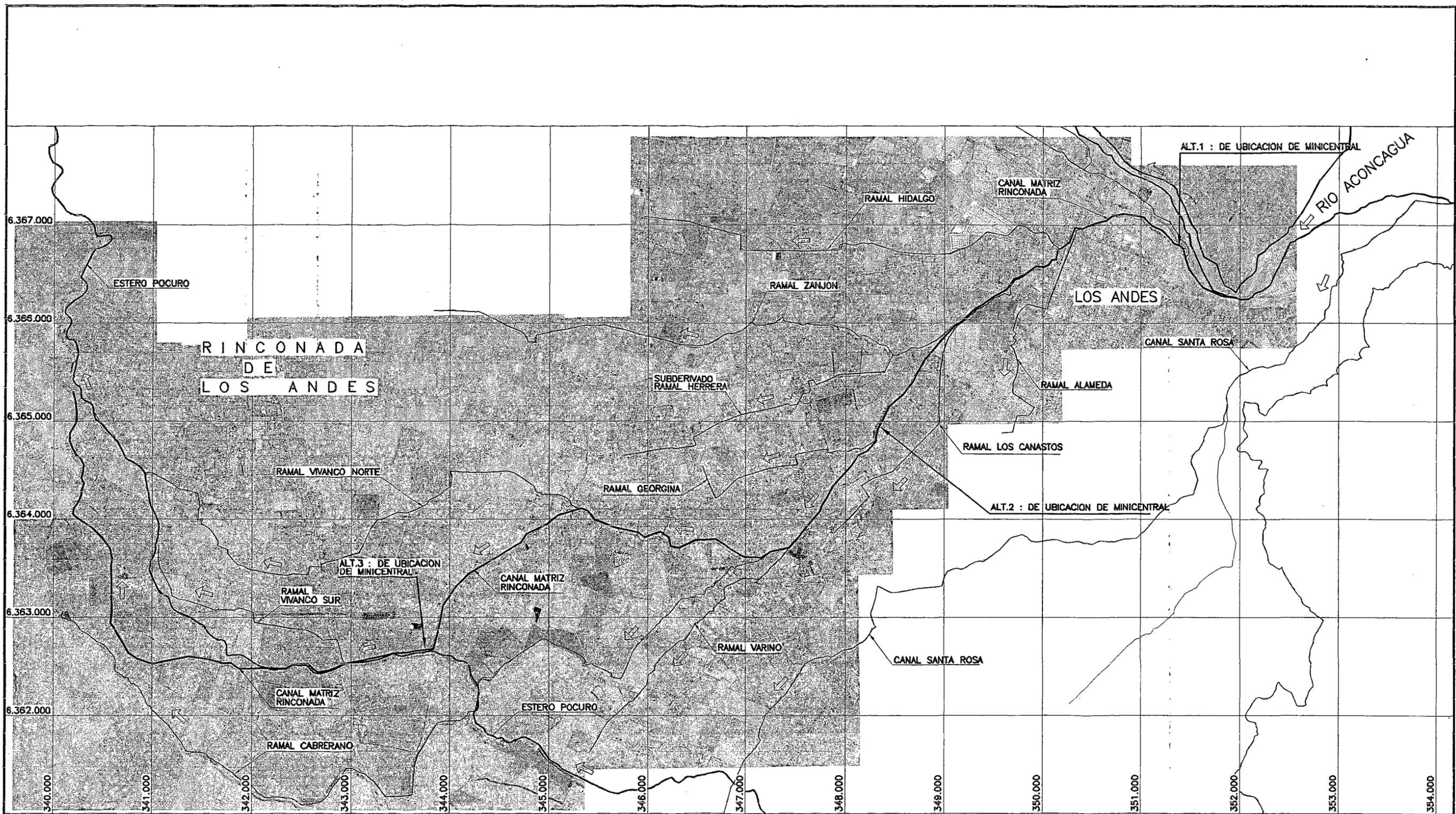
### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

Actualmente existen elevadas pérdidas en la extensa conducción por los canales matrices en ladera de cerro. Además, los cerros se caracterizan por su tendencia al planchoneo y derrames, especialmente de maicillos y suelo de baja cohesión sobre los cauces de los canales, principalmente como desestabilización por exceso de humedad invernal. Así, se produce el embancamiento que suele derivar en rebalses de los canales con la consiguiente rotura del borde y de la mesa. La seguridad de riego se ve comprometida por esta tendencia a la inestabilidad en el trazado de los canales y las frecuentes roturas del mismo. Las presentes obras reducirán las pérdidas por infiltración e incrementarán la superficie regada y los rendimientos de los actuales cultivos. Las obras del proyecto producirán una mejoría en la calidad del agua, producto del retiro de finos de manera controlada en el desarenador proyectado.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

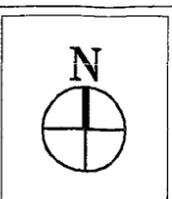
Para solucionar los problemas ya señalados, se proponen dos alternativas que apuntan a mejorar las captaciones, disminuir las pérdidas, aumentar la eficiencia en la distribución, y mejorar la seguridad en los bordes y operación de los canales. La primera alternativa consiste en la unificación de los canales Arriba de Catemu, Abajo

V.CA.3.-



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 ➡ DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 ⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

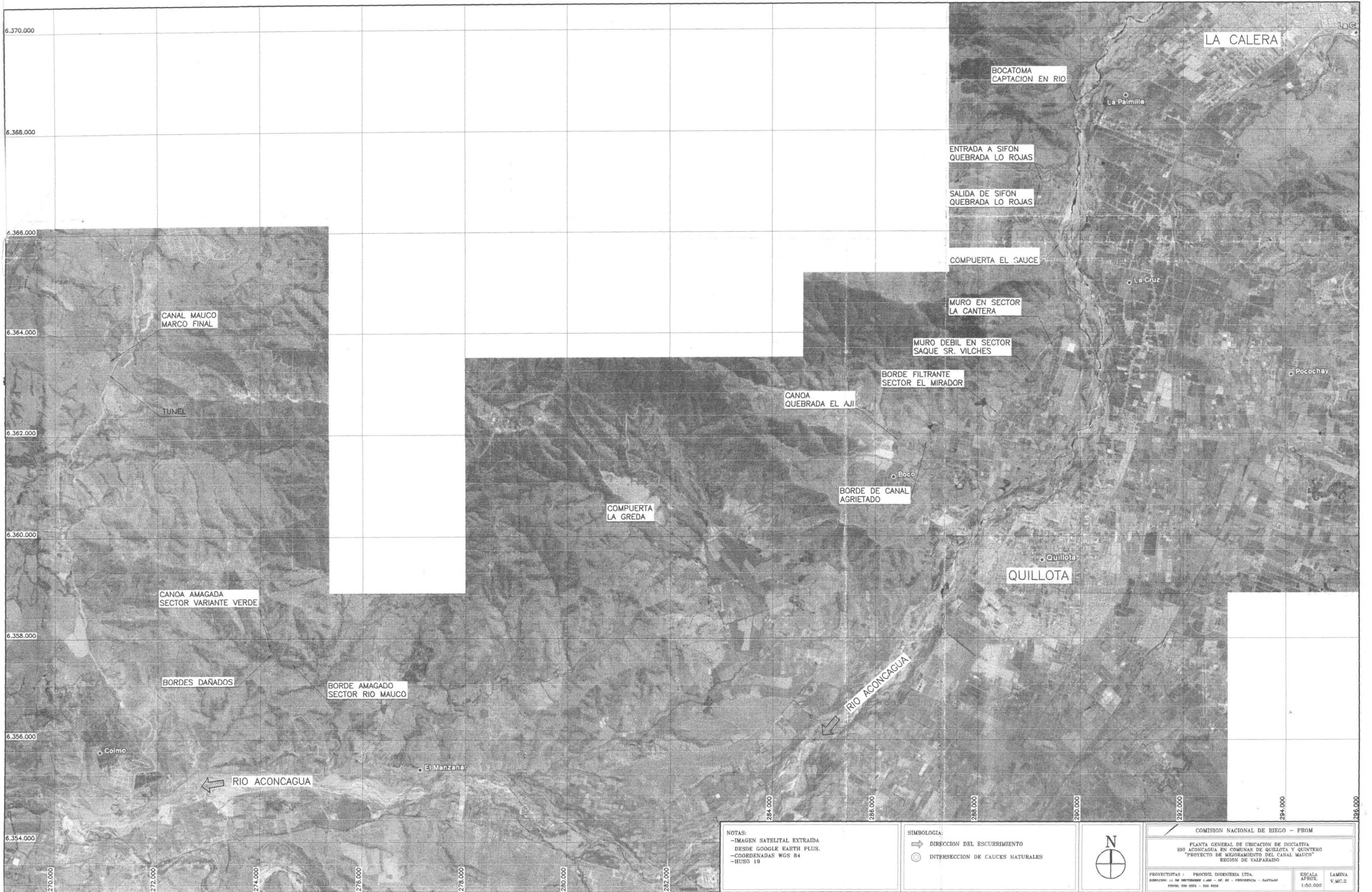


COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO ACONCAGUA EN COMUNA DE LOS ANDES, CALLE LARGA Y RINCONADA  
 "PROYECTO DE MULTIUSO DE AGUAS Y MEJORAMIENTO DEL CANAL RINCONADA"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONES: 226 0325 - 226 8656

ESCALA APROX. 1:40.000  
 LAMINA V.RI.2



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 → DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 ○ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM  
 PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO ACONCAGUA EN COMUNAS DE QUILLOTA Y QUINTERO  
 "PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL CANAL MAUCO"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION : 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS : 224 8225 - 224 8226

ESCALA APROX. 1:50.000  
 LAMINA V.MC.2

de Catemu y Pepino o Huidobro. Se contempla construir una obra de captación, aumento de capacidad y revestimiento de 14,5 km de canal, y unidades de distribución hacia los demás canales. La segunda alternativa consiste en realizar el mejoramiento integral, de cada uno de los 3 canales en forma independiente.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.V.CA.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación unificada, además de presentar menores impactos negativos en su entorno.

Las obras que se consideran en la presente iniciativa son:

- Nueva estructura de bocatoma unificada en el río, la cual posibilitará la captación de los caudales unificados que corresponden a 7 m<sup>3</sup>/s.
- Desarenador al inicio.
- Aumento de la capacidad del canal Catemu del Alto en una extensión de unos 15 km. Se consideran obras anexas necesarias para cumplir el caudal objetivo. Y el recubrimiento para los cruces de quebradas.
- Aumento de la capacidad del túnel #1.
- Construcción de un nuevo túnel en el pueblo de Catemu. De longitud 1.100 m para evitar pérdidas por infiltración y con capacidad para el caudal de los canales de Arriba y de Abajo.
- Entregas presurizadas a riego en 2 puntos de la red.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El área del proyecto cuenta con excelentes condiciones naturales de clima y suelos para el desarrollo de la fruticultura. De hecho, ya existen frutales de alta productividad, representados en este perfil, a través de la uva de mesa y durazneros conserveros, especies de alta rentabilidad.

Sin embargo, las condiciones actuales de la captación y conducción del agua favorecen las altas pérdidas de ésta, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el período de máximas demandas evapotranspirativas.

La recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las especies frutales, representadas en la situación futura, también por uva de mesa y durazneros. La distribución de esa agua debe ser proporcional a los derechos de agua y por ende, todos los predios, de cualquier tamaño, recibirán una mayor dotación de agua.

V.CA.4.-

Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de unos 700 l/s en el año normal y 268 l/s para el año seco.

El proyecto en conjunto beneficiaría directamente a 5.680 ha con 1.047 beneficiarios. En donde 1.232 ha corresponde a la porción de riego beneficiado directamente del Canal Alto Catemu y 1.122 ha al Canal Bajo Catemu. Las obras del proyecto en su conjunto significarán incorporar una superficie de nuevo riego equivalente de 473 ha y el mejoramiento de unas 3.634 ha con mejor calidad de agua y multiuso.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	8%
MEDIANOS (20-50 HA)	24%
GRANDES >50 HA	68%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 3.634 ha
Uva Mesa	Uva Mesa
Durazneros	Durazneros
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Alfalfa	Alfalfa
P. Natural	Trigo
	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.CA.-

Los beneficiarios se estiman en 1.047 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que aproximadamente el 40% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 19% de mujeres agricultoras propietarias.

V.CA.5.-

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estadística generada en Nodo #12 modelo DGA. Los caudales afluentes a los tres canales correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$\begin{aligned} Q(50\%) &= 9,7 && \left(\frac{m^3}{s}\right) \\ Q(85\%) &= 2,8 && \left(\frac{m^3}{s}\right) \end{aligned}$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Se tienen los siguientes antecedentes:

Canal Arriba de Catemu: Le corresponde el 16% de la Segunda Sección con 2,6 m<sup>3</sup>/s de capacidad. Los derechos inscritos en el CBR son por 6 m<sup>3</sup>/s. La DGA le reconoce 258,2 acciones.

Canal Abajo de Catemu: Le corresponde el 8,6% de la Segunda Sección con 2,0 m<sup>3</sup>/s de capacidad. Los derechos inscritos en el CBR son por 6 m<sup>3</sup>/s. La DGA le reconoce 195,5 acciones.

Canal Pepino: Le corresponde el 7,1% de la Segunda Sección con 1,65 m<sup>3</sup>/s de capacidad. Derechos inscritos.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

El principal impacto se refiere al túnel nuevo propuesto de 1,2 km de longitud en el atraveso del pueblo de Catemu, para los canales de Arriba y de Abajo. Esta obra en la ladera del cerro colindante con el pueblo de Catemu, permitirá eliminar el severo amago de rebalse y socavación del cerro con el consiguiente aluvión sobre el pueblo, lo cual ya ha ocurrido en su entorno.

La unificación de bocatomas, reducirá el caudal del río en este tramo, pero sin llegar a comprometer el escurrimiento que se mantendrá aún en años secos. El traslado de los derechos de los canales de Abajo y Pepino hasta la bocatoma del canal de Arriba, supone una autorización de la DGA.

V.CA.6.-

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Hidrología de superficie en el punto de unificación de bocatomas.
- Topografía.

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

### 9.1.- PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION lo PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION lo PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de unificación de bocatomas y multiuso de aguas de canales: Arriba de Catemu; Abajo de Catemu y Pepino.	4.123	3.727	3.513	6.212	20	24

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.CA.-

### 9.2.- RESUMEN DE COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS.

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	495
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	314

V.CA.7.-

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 4.932 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Gestión de Uso de Aguas Limpias (2.2.4 .- Parte III, Tomo I)

### **9.3.- HIDROGENERACIÓN**

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto, éste es posible. Al introducir un complemento privado que permite la generación hidroeléctrica, se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación en microcentrales al interior del canal:

- Potencia total dos microcentrales: 1,1 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$ 1.570 millones
- VAN del uso hidroeléctrico: \$ 1.840 millones
- TIR : 17%

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.V.CA.-

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

- MOP- Ingendesa 1998: Modelo de simulación hidrogeológica; Valle del Río Aconcagua.
- DOH-Procivil 1996: Mejoramiento canal Catemu. Prefactibilidad
- DOH-Electrowatt: 1998 Proyecto mejoramiento canal Catemu. Factibilidad.
- CNR-CICA: Estudio integral de los valles Aconcagua, Putaendo Ligua y Petorca.
- DOH-Arcadis-Geotécnica-BF Conic- 2005: Estudio de operación y reparto de aguas, Valle del Aconcagua.

V.CA.8.-

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

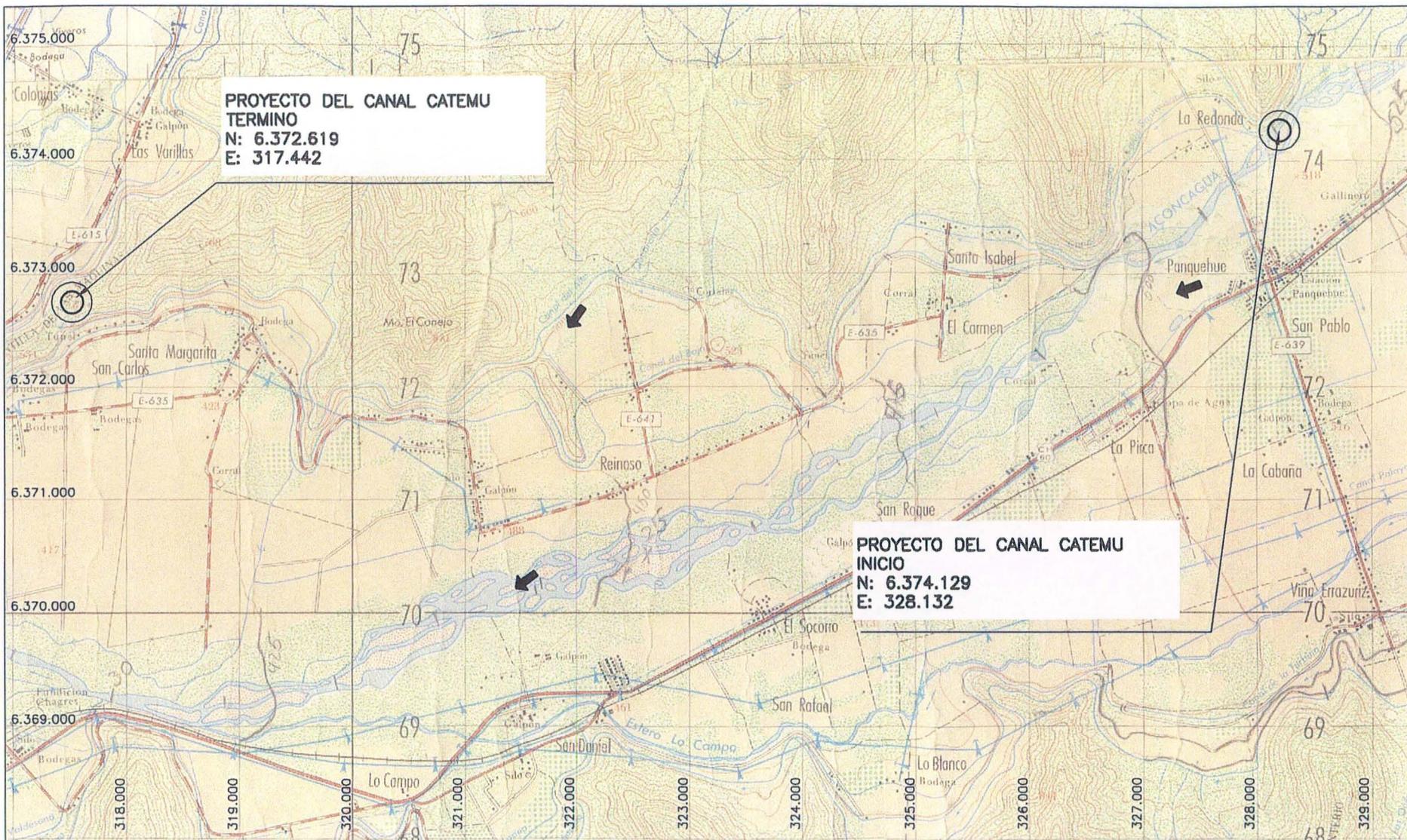
### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

V.CA.9.-

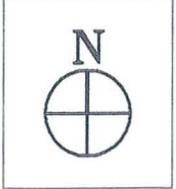


**PROYECTO DEL CANAL CATEMU  
TERMINO**  
 N: 6.372.619  
 E: 317.442

**PROYECTO DEL CANAL CATEMU  
INICIO**  
 N: 6.374.129  
 E: 328.132

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0036-00 NILHUE-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0043-00 LLAILLAY-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

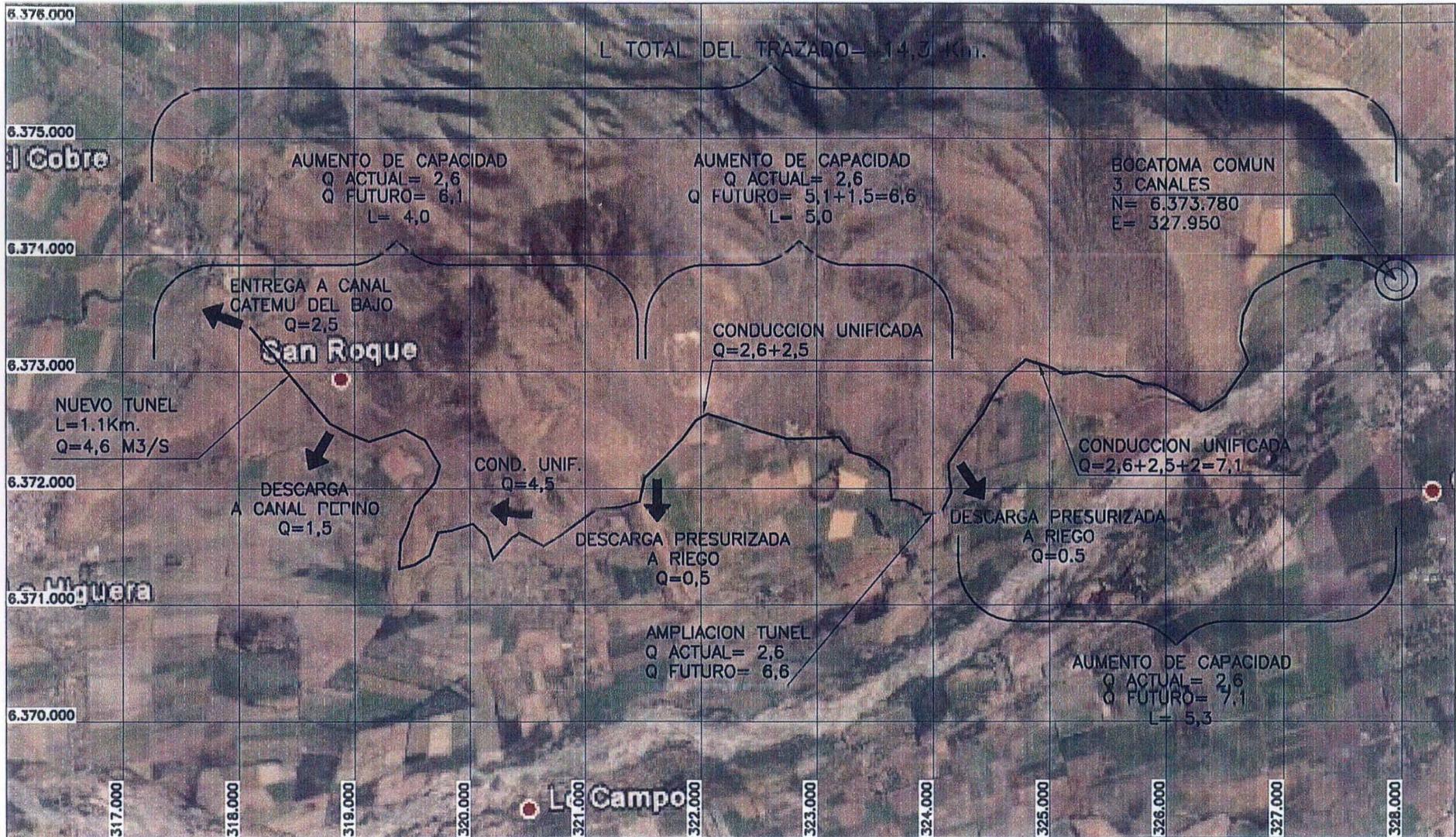


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO ACONCAGUA EN COMUNA DE CATEMU  
 PROYECTO DE UNIFICACION DE BOCATOMAS Y MULTIUSO DE AGUAS DE CANALES  
 ARRIBA DE CATEMU, ABAJO DE CATEMU Y PEPINO  
 CUENCA DEL RIO ACONCAGUA - REGION DE VALPARAISO

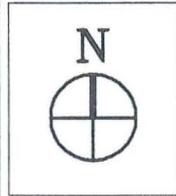
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECTOR: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - ST. 01 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 220 0000 - 2200 0000

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA V.CA.1



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO ACONCAGUA EN COMANA DE CATEMU "PROYECTO DE UNIFICACION DE BOCATOMAS Y MULTUSO DE AGUAS DE CANALES ARRIBA DE CATEMU; ABAJO DE CATEMU Y PEPINO" REGION DE VALPARAISO	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. DE - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 888 0088 - 888 0090	ESCALA APROX. 1:50.000 LAMINA V.CA.2

V.CA.11.-

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO  
DEL CANAL MAUCO**

**CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA  
COMUNAS DE QUILLOTA Y QUINTERO**

V.MC.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de mejoramiento del canal Mauco

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

2.1.- REGIÓN : Valparaíso  
2.2.- COMUNA : Quillota y Quintero  
2.3.- CUENCA : Río Aconcagua.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Asociación de Canalistas del Canal Mauco  
2.5.- INFORMANTE : José Foster Moreno  
Cargo : Presidente (S) de la Asociación  
Dirección : Aníbal Pinto N° 86 - Quillota  
Teléfono : (033) - 312715  
Email : canalmauco@tie.cl

2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés del Presidente (S) de la Asociación de Canalistas del Canal del Mauco

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El Proyecto se refiere al aumento de la seguridad de riego actual, mejoramiento de la calidad del agua y optimización del uso del recurso hídrico al reducir las pérdidas en el sistema de conducción.

La agricultura constituye la actividad fundamental de esta parte del valle, que se riega desde el río Aconcagua en su Tercera Sección. La Asociación se compone de unos 315 usuarios con una superficie de riego de 5.000 ha, principalmente con cultivo de frutales tales como paltos y cítricos, y también hortalizas. El canal Mauco tiene una longitud de aproximadamente 70 Km con trazado en ladera de cerro; en su extenso trazado cuenta con: 32 marcos partidores, 38 compuertas, 1 canoa, 1 sifón, 6 túneles y 8 secciones entubadas. Entre sus derivados cuenta con el canal La Gaviota el que tiene aproximadamente 5,2 km de largo y cuenta con de 2 marcos partidores, 1 compuerta y 3 entubamientos.

La bocatoma del canal Mauco está ubicada en la ribera derecha ó norte del río Aconcagua, en su Tercera Sección, a unos 2 Km aguas arriba de las casas del Fundo Lo Rojas. Su estructura es de tipo rústico con patas de cabra y una canalización para ingreso del agua, con media sección excavada en roca masiva al pie de cerro. Ese afloramiento rocoso da precisamente cierta estabilidad a la captación, brindando alguna firmeza sin socavación en el borde derecho. Esta obra permite captar como máximo unos 2,5 m<sup>3</sup>/s. En general, el sistema de captación pierde gran parte del agua por su estructura rústica permeable, y por tanto no brinda la seguridad adecuada que requiere una bocatoma para el tipo y tamaño de superficie que sirve.

V.MC.2.-

El otro aspecto relevante del canal Mauco se refiere al trazado que presenta numerosos tramos de bordes debilitados en ladera de cerro, que ocasionan pérdidas por infiltración. Dichos sectores debilitados limitan también la capacidad del canal. Finalmente, existen 2 canoas muy amagadas, en las quebradas: El Ají y Variante Agua Verde que requieren ser reconstruidas.

Sin embargo, actualmente la obra más prioritaria es la reparación del túnel El Colmo de 800 m de largo, que presenta desplome del techo rocoso producto de una falla geológica.

### **3.2.- DESCRIPCIÓN**

El proyecto consulta principalmente mejorar la zona de la bocatoma para captar en forma segura unos 2,8 m<sup>3</sup>/s. Se consulta, además, la reparación del borde débil en el canal, como asimismo nuevas obras de arte. Se incluye la reparación del túnel El Colmo que está muy amagado. Se consultan 20 km de revestimiento de tramos filtrantes.

El canal Mauco recibe las descargas de unos 300 l/s en 3 puntos desde el canal Lo Rojas, que arrastran material y sedimento, ocasionando embanque y en consecuencia desbordes, todo lo cual va debilitando el borde del lado del valle. Por otra parte, con frecuencia ocurren planchoneos del talud que obstruyen el canal, desbordándose y generando también mayor debilidad del borde en ese lado del valle. El proyecto consulta mejorar las obras de descargas que son muy antiguas.

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

El canal Mauco, presentan falencias importantes en la captación, conducción y distribución del agua. Con el proyecto se pretende incrementar la actual seguridad en el abastecimiento de agua de riego, que en este caso es de alta importancia por el tipo de plantaciones de frutales que sostiene. Asimismo, se logra un aumento del caudal captado y se mejora la calidad de aguas mediante un desarenador en la entrada del canal, junto con la reja desbasurizadora y vertedero de seguridad en el sector del sifón.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para solucionar los problemas ya señalados, se propone el análisis de dos alternativas tendientes mejorar la eficiencia de conducción y de distribución, además de disminuir las pérdidas por infiltración y aumentar la estabilidad de los bordes amagados. Ambas soluciones cuentan con la construcción de bocatoma, aumento de capacidad y revestimiento de 20 km del canal matriz y obras de distribución. La diferencia entre

V.MC.3.-

el revestimiento del canal, mientras que la primera considera 20km de revestimientos de albañilería de piedras. La segunda lo hace con un revestimiento equivalente pero mediante 20km de canoa de hormigón armado.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.V.MC.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación del canal, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se describen a continuación.

Las nuevas obras principales son:

- Mejoramiento de la captación con compuertas de control, excavación en roca en el inicio del ingreso del agua, vertedero lateral estable de hormigón anclado en la roca, de unos 10 m de largo y protección exterior con fundación para el terraplén inicial de unos 30 m de largo.

Coordenadas: E-290.000 N-6.368.600 (WGS 84 HUSO 19).

- Revestimiento y refuerzos de borde totalizando 20 Km de mejoramiento, que son los sectores que mayoritariamente producen la pérdida de agua en el canal.
- Desarenador y dos cámaras de rejas.
- Reparación del túnel: 125 m de reperfilado en roca y revestimientos con hormigón armado en tramo con tendencia a los desmoronamientos.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El área del proyecto, aún cuando tiene excelentes condiciones naturales de clima y suelos para un mayor desarrollo agrícola que el actual, al obtener sus aguas de la Tercera Sección del Río Aconcagua, presenta baja seguridad de riego lo que provoca que una proporción significativa de sus suelos sólo cuenten con riego eventual.

A lo anterior se suma las condiciones actuales de conducción del agua, que se realizan en gran parte por laderas de cerros, lo que favorece las pérdidas de ésta, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros más rentables, especialmente frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el período de máximas demandas evapotranspirativas. Esta recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las especies frutales. Además, por la posición elevada del canal durante su trayectoria permitirá la presurización de parte de la red secundaria lo que favorece el riego tecnificado sin consumo de energía.

V.MC.4.-

Las recuperaciones de agua de riego producto de las obras consultadas de mejoramiento en bocatoma y por la menor infiltración se estiman en unos 625 l/s en año 50%, y 207 l/s en año 85%. La superficie nueva equivalente que se incorpora al riego seguro es de 408 ha y el mejoramiento indirecto de hasta 4.592 ha.

De acuerdo a datos censales comunales, se tiene 28 mujeres agricultoras propietarias. La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	10%
MEDIANOS (20-50 HA)	53%
GRANDES >50 HA	37%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 408 ha NUEVO RIEGO EQUIVALENTE
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Alfalfa	Cebollas
Trigo	Alfalfa
P. Natural	Trigo
	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.MC.-

Los beneficiarios se estiman en 500 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que más del 75% pertenecen al estrato de pequeños productores.

## 5.- CAUDAL DE DISEÑO

El caudal año 50% en la bocatoma del canal Mauco es de 2.500 l/s. En año 85% el caudal se reduce a 1.380 l/s. Los caudales medios mensuales se obtuvieron basados en estadísticas de caudales de la 3ª Sección del Río Aconcagua contenidas en el proyecto: "Mejoramiento Bocatoma Canal Lo Rojas", Procivil – 2006, que se ubica por aguas arriba del Mauco.

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

La Asociación de Canalistas del Canal Mauco está legalmente constituida, sin embargo, inició su tramitación ante la DGA recién el año 2005. Los derechos de agua que reparte ascienden a 4.990 acciones permanentes y adicionalmente 1.100 l/s eventuales, inscritos en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Quillota.

## 7.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>o</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
MAUCO	4.981	4.536	3.022	6.667	17	22

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.MC.-

## 8.- IMPACTO AMBIENTAL.

Este proyecto no genera efectos de impacto ambiental, por tratarse básicamente de reparaciones de obras existentes.

## 9.- ESTUDIOS Y PROGRAMAS

### 9.1.- ESTUDIOS PREVIOS

- Canal Mauco – Informe de visita a terreno - 2005. Procivil.
- Proyecto de Reparación Canal Mauco 2005 – HRA

### 9.2.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS DE APOYO.

El funcionamiento del proyecto requiere capacitar a las directivas y a los usuarios de la Asociación que necesitan fortalecerse mediante un plan estratégico para abordar el proyecto de optimización del uso del agua.

V.MC.6.-

Además, se requiere de un segundo programa complementario de operación de obras integradas y, finalmente, un fortalecimiento en gestión de aguas limpias. La organización deberá profesionalizarse y tener un técnico de terreno, así como disponer de fondos para solventar la mantención de las obras.

En resumen, el programa que se requiere es:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2 .- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en gestión de uso de aguas limpias (2.2.4 .- Parte III, Tomo I)

### 9.3.- ESTUDIOS BASICOS REQUERIDOS

- Estudio de mecánica de suelos en el tramo que se comprenden las obras de arte y en bocatoma.
- Estudio geotécnico para el diseño del mejoramiento del túnel.
- Estudio de crecidas en el río Aconcagua en el sector de la bocatoma
- Topografía detallada en la zona de influencia en el río, en tramos de canal que se reparan y en el túnel.

### 9.4.- ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS

Se dispone del estudio hidrológico realizado para el proyecto: Proyecto de Rehabilitación Bocatoma canal Lo Rojas en Estero Los Litres, que contiene antecedentes de caudales en la tercera sección del río Aconcagua. Procivil – 2006. Coord. 6.372.008N – 293.658E. (WGS84).

### 9.5.- ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS

- Cartografía general Estudio Maipo CNR.

### 9.6.- ESTIMACIÓN DE COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS.

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	543
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	314

V.MC.7.-

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 5.838 millones.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

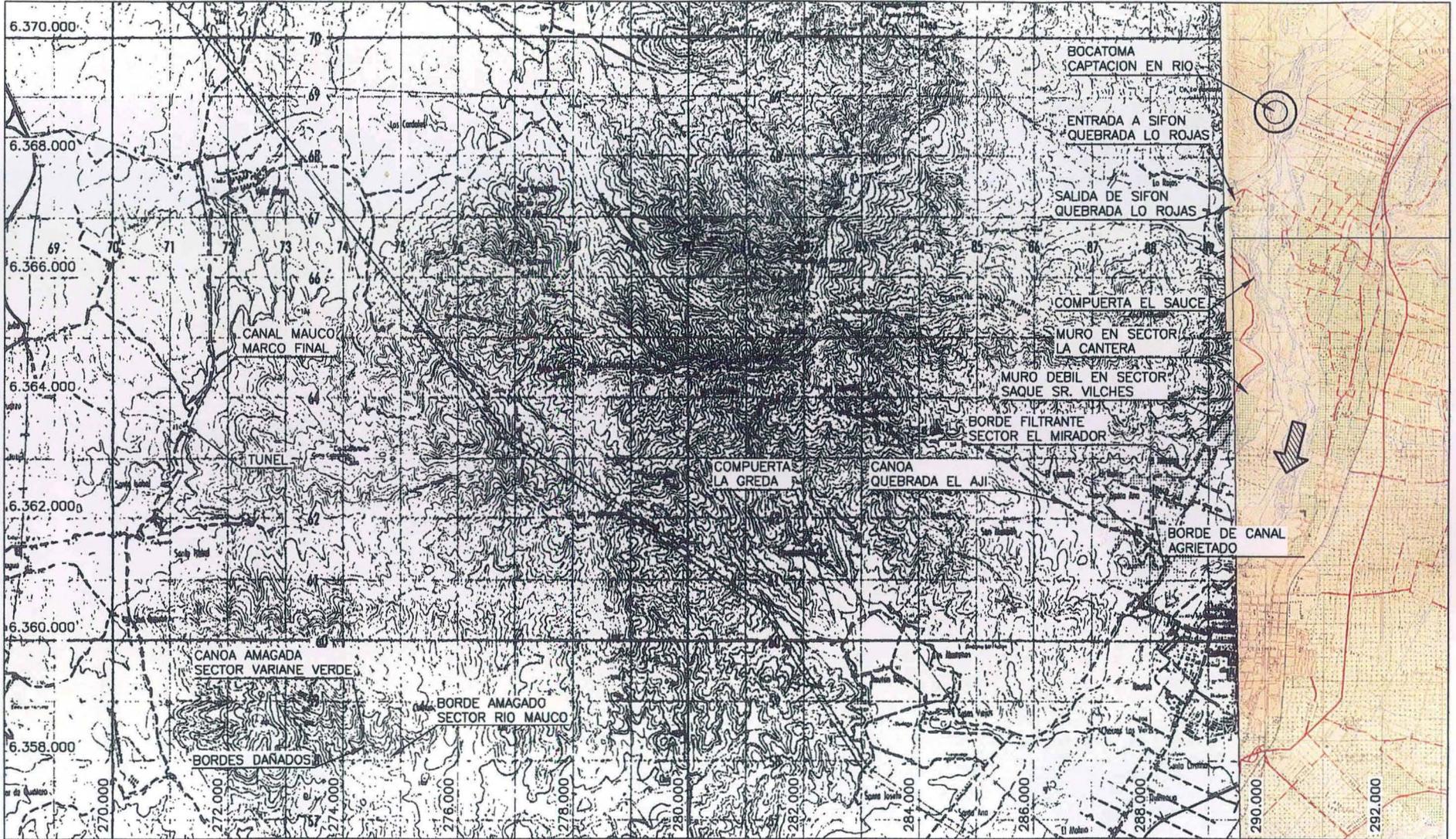
### **10.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

V.MC.8.-



**NOTAS:**

- IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA
- IGM 5-04-05-0041-00 LIMACHE-ESC 1:50.000
- IGM 5-04-05-0042-00 LA CALERA-ESC 1:50.000
- COORDENADAS DATUM PSAD 56
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO ACONCAGUA EN COMUNAS DE : QUILLOTA Y QUINTERO  
PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL CANAL MAUCO

CUENCA DEL RIO ACONCAGUA - REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
REVISION: 14 DE SEPTIEMBRE 1.980 - 07. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FORMA: 258 0200 - 258 0200

ESCALA 1:100.000 LAMINA V.M.C.1

**PROYECTO DE REGULACIÓN  
DE AGUAS SUBTERRÁNEAS  
EN TERCERA SECCIÓN DEL RÍO ACONCAGUA**

**RÍO ACONCAGUA  
COMUNA DE LA CALERA  
LA CRUZ Y QUILLOTA**

V.AC.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de regulación de aguas subterráneas en Tercera Sección del río Aconcagua.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Valparaíso.  
2.2.- COMUNA : Quillota  
2.3.- CUENCA : Río Aconcagua.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Junta de Vigilancia Tercera Sección del Río Aconcagua.  
2.5.- INFORMANTES : José Foster, Presidente Junta de Vigilancia  
Dirección : Aníbal Pinto 86 Quillota  
Teléfono : 033-265109  
E-Mail : juntadevigilancia@tie.cl  
2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés del residente de Junta de Vigilancia de Tercera Sección del Río Aconcagua

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

Esta iniciativa consiste en la regulación de los recursos hídricos subterráneos del valle del río Aconcagua en la comuna de Quillota.

El sistema actual de riego directo en esta zona, está determinado por los canales San Víctor, Colmo y Molino Rautén los que cuentan con una red de aproximadamente unos 21,5 km de canales, las compuertas son el tipo de obra de distribución predominante en esta zona.

El acuífero de la Tercera Sección está sobreexplotado, lo cual se nota principalmente en los años de escasez hídrica. El nivel freático se ubica a pocos metros de profundidad, en que existe una clara interacción río-acuífero, la cual se expresa en infiltración del río superficial hacia el acuífero y también en afloramientos de la napa a lo largo del cauce. En las últimas series de años secos se han comprobado fuertes descensos de la napa que superan los 17 metros en algunos sectores de la zona agrícola, dejando colgados a los pozos profundos y norias, además de algunos canales, lo cual hace aconsejable una solución mediante embalse subterráneo que evite esta oscilación y retenga recursos hídricos que se están perdiendo en el mar. En la desembocadura del río Aconcagua se comprueba la existencia de un importante caudal incluso en años secos.

Con este objeto, se propone un muro ó pared moldeada subterránea para interrumpir el flujo del acuífero que actualmente se pierde en el mar, posibilitando el ascenso de la napa freática hasta la cota de los futuros drenes. Se consultan, además, otros drenes

V.AC.2.-

profundos para captar agua desde el relleno saturado ubicado por aguas arriba del muro y conectarlo con el relleno acuífero ubicado por aguas abajo del muro, para permitir el manejo del acuífero por ambos lados del muro; para esto se puede disponer una válvula ubicada en este dren profundo, con cámara de acceso para ejercer un efectivo control del peralte del nivel saturado. Además, se consulta una operación de recarga mediante pretilos rústicos a lo largo del río, que facilite la infiltración del agua que escurre libremente en el período de lluvias. Este manejo debe caracterizarse por la interacción río-acuífero, para lo cual se requiere de la Junta de Vigilancia debidamente preparada para desempeñar esta función.

Con la construcción de un embalse subterráneo, se podrá almacenar en forma segura un volumen explotable de agua de al menos 3,3 Hm<sup>3</sup>.

El proyecto incluye además un tranque de regulación superficial de fin de semana, de unos 40.000 m<sup>3</sup>, ubicado a unos 1.500 m por aguas debajo de la pantalla subterránea, cuya función es la regulación corta de los caudales que descarga el dren profundo, antes de su entrega a los canales ubicados hacia aguas abajo.

El embalse subterráneo propuesto, funciona en complemento con otras obras de regulación de superficie que la DOH ha proyectado para la parte alta de la cuenca y los pozos profundos comunitarios.

### **3.2.- UBICACIÓN**

El muro del embalse se plantea en el agostamiento El Manzanar, a unos 12 km aguas abajo de la localidad de Quillota.

La ubicación georreferenciada de la pantalla impermeable propuesta es:

E: 277.191m            N: 6.355.019m (WGS 84 HUSO 19)

El tranque de fin de semana se podrá ubicar a unos 1.500m aguas abajo del muro subterráneo.

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

La superficie plantada del valle se ha incrementado notoriamente en la última década, conforme se indica en el último Censo. Para este crecimiento, los agricultores se apoyaron en la explotación del agua subterránea, que está acusando fuertes descensos de la napa en años de escasez hídrica.

La construcción de la pantalla impermeable posibilita la retención de los recursos hídricos que actualmente se pierden en el mar y, por otra parte, regula estos caudales otorgando disponibilidad hídrica en años de escasez.

V.AC.3.-

Los beneficios del proyecto son principalmente agronómicos, al aumentar la seguridad de riego actual que es muy baja en la Tercera Sección, y que alcanza aproximadamente al 49%.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para mejorar la seguridad de riego y solucionar los problemas hídricos señalados, se plantean dos alternativas. La primera consta de un embalse subterráneo en el río Aconcagua, a unos 12 Km aguas abajo de Quillota; su pantalla subterránea embalsaría unos 3,3 Hm<sup>3</sup>. Mientras que la segunda propone un embalse de superficie en el estero Catemu, aguas arriba en la confluencia de los esteros Gómez y El Sauce. Esta alternativa que ha sido desarrollada en el estudio "Embalses de regulación para el río Aconcagua, V<sup>a</sup> región de Valparaíso", requerido por MOP, donde se desarrolla a nivel de factibilidad el embalse Catemu, que tendría un volumen de 250 Hm<sup>3</sup>. Para realizar una comparación objetiva, se ha hecho una estimación de un embalse de superficie equivalente al volumen que contiene la primera alternativa, pero bajo las condiciones técnicas del Catemu, por tanto, los costos asociados serán para un volumen de 8,3 Hm<sup>3</sup>, que incluye la capacidad del embalse subterráneo más un volumen muerto de 5 Hm<sup>3</sup>.

Mediante un análisis de multicriterios presentado en el Anexo K.i.V.AC.- se desprende la solución recomendada que presenta ventajas principalmente en términos de costos, la cual se describe como sigue. Las obras principales del proyecto consisten en la construcción de una pantalla tipo membrana impermeable para el interrumpir el flujo del acuífero, el cual tiene una profundidad variable y que típicamente oscila en torno a los 30 m. La longitud de la pantalla se estima en 550 m. La ubicación es a 12 km aguas abajo de la localidad de Quillota.

Se considera además la construcción de obras anexas como es el caso de un sistema de drenes hacia aguas arriba, los cuales evitan que la napa freática se eleve hasta el nivel de terreno. Además, se consulta un dren profundo dotado de válvulas y cámara de registro, para el trasvase de recursos a la zona acuífera ubicada inmediatamente aguas abajo de cada pantalla impermeable.

Se incluye un tranque de regulación superficial de fin de semana, de unos 50.000 m<sup>3</sup>, cuya función es la regulación corta de los caudales que descarga el dren profundo, antes de su entrega a los canales ubicados por aguas abajo de la pantalla impermeable. Se consultan 10 km de conducción revestida en calidad de empalme hacia los canales.

V.AC.4.-

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

El área del proyecto se ubica en la parte baja del Río Aconcagua en su Tercera Sección, donde se presenta un alto potencial productivo, pero tiene un limitado desarrollo agrícola debido a la escasez de agua en los períodos estivales. Sin embargo, este tramo del río es el que cuenta con recursos subterráneos que están sobre explotados. En el sector existen laderas de cerros y piedmont plantables con frutales si se contara con el recurso hídrico para regarlas.

Una manera de aprovechar al máximo el agua disponible del valle consiste en utilizar los recursos subterráneos bajo el cauce del río. El acuífero es potente, de acuerdo a sondajes y pozos realizados por particulares. En la Tercera Sección estos recursos son posibles de levantar y captar mediante un embalse subterráneo.

El proyecto que se propone, permitirá incrementar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos existentes, al aumentar la oportunidad de abastecimiento con la incorporación de los recursos subterráneos.

Los recursos se han estimado en este caso en capacidad geométrica de incremento de almacenamiento subterráneo, en al menos 3,3 Hm<sup>3</sup>, que equivalen a incorporar al riego seguro una superficie de al menos 497 ha nuevas equivalentes.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	10%
MEDIANOS (20-50 HA)	49%
GRANDES >50 HA	41%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 497 ha EQUIVALENTES DE NUEVO RIEGO
Paltos	Paltos
Cítricos	Cítricos
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Alfalfa	Cebollas
P. Natural	Alfalfa
	P. Natural

V.AC.5.-

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.AC.-

Los beneficiarios se estiman en 190 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que más del 70% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 19% de mujeres agricultoras propietarias.

## **5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO**

Para los fines de este proyecto, interesa fundamentalmente el volumen hídrico almacenado inducido por el muro subterráneo, que corresponde a una pequeña fracción de los recursos que llegan al mar. La hidrología se contiene en diversos estudios de la DOH y el Estudio Integral de la CNR. En este último estudio público, se señalan 206 Hm<sup>3</sup> para el volumen de regulación estimado en el acuífero desde Puntilla La Cruz hasta Tabolango. Es decir, este proyecto sólo plantea conservadoramente un aprovechamiento de aproximadamente un 1,6% del total explotable en este sector, para lo cual se introduce una obra nueva que mejora notablemente la regulación efectiva en un tramo de río.

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

Actualmente los agricultores tienen sus derechos asociados a los canales de riego, además de numerosos pozos profundos con derechos establecidos y muchos en proceso de tramitación.

El proyecto permitirá incorporar recursos hídricos a la explotación racional del acuífero y la recuperación de pozos y norias, de gran significación social y productiva.

La construcción del embalse subterráneo supone una intervención en el cauce natural de uso público, en este caso del acuífero y por tanto la DGA tiene competencia en este tema. Debe abordarse como proyecto de interés público, en que el beneficio es para los propietarios de los pozos en los sectores en que se emplazarán estos muros subterráneos y en que la sobreexplotación está llevando al mínimo los niveles acuíferos. Los drenes asociados a cada nuevo embalse, pueden entregar agua al cauce superficial del río cuando los niveles freáticos superan las cotas del dren más profundo, de este modo los embalses también pueden beneficiar a algunos canales. Los derechos de agua del proyecto, corresponden a los mismos derechos de los pozos, norias y aguas de superficie de los canalistas, que podrán agruparse en torno a las nuevas obras comuneras de regulación subterránea.

Por otra parte, los nuevos embalses subterráneos y su correcta operación, incrementarán la disponibilidad de los recursos hídricos, posibilitando la solicitud de

V.AC.6.-

nuevos derechos, tal como ocurre con la generación de nuevos derechos en los nuevos embalses de regulación superficial.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL.**

Los sistemas de embalses subterráneos, permitirán la recuperación de agua que actualmente se pierde en el mar, e incrementará el nivel de la napa por aguas arriba, que afectará, en una proporción que deberá analizarse, a la recuperación de la napa en el tramo de río ubicado por aguas abajo de estos muros. Sin embargo, las zonas agrícolas ubicadas por aguas abajo se verán claramente beneficiadas por estas obras, ya que se consultan dispositivos de drenes controlados con válvulas, para los efectos de manejar los niveles freáticos también por aguas abajo de los muros.

Un antecedente de interés, es el precedente que establece el caso existente en la Q. de Tarapacá con el embalse subterráneo Pachica, originalmente: “Embalse de Escollera Pachica”; Dirección General de Obras Públicas; Departamento de Riego –1931. Entre las visitas a terreno a esa región, es muy destacable el reconocimiento efectuado para observar el funcionamiento de ese embalse subterráneo, el cual opera adecuadamente hasta ahora y posibilita el riego permanente de una comunidad. Se conocieron en terreno los detalles de sus características y el servicio que presta, resaltando el gran interés que despierta, para su aplicación en otros valles, como es el caso específico de la Tercera Sección del Río Aconcagua, por aguas arriba del angostamiento en que podría plantearse un embalse subterráneo de relativo bajo costo.

## **8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Hidrogeología actualizada de la zona involucrada en el proyecto; se orienta a determinar capacidad de los acuíferos y las características del angostamiento escogido. Modelación del acuífero integrado con el escurrimiento superficial del río.
- Hidrología de superficie.

V.AC.7.-

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de regulación de recursos subterráneos en río Aconcagua.	4.806	4.605	5.085	7.738	22	24

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.AC.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	529
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 5.599 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2 .- Parte III, Tomo I)

V.AC.8.-

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

En el análisis de la presente iniciativa se consultaron los siguientes antecedentes:

- “Estudio integral de riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. Factibilidad” CNR-CICA; 1982
- Modelo de Simulación hidrogeológica Valle del Río Aconcagua. DOH-Ingendesa y AC Ingenieros Ltda. 1998.
- Plan preliminar para el aprovechamiento de los recursos hídricos del río Aconcagua. Primera Etapa. Confederación del Río Aconcagua - Procivil Ing. Ltda. 2000.

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

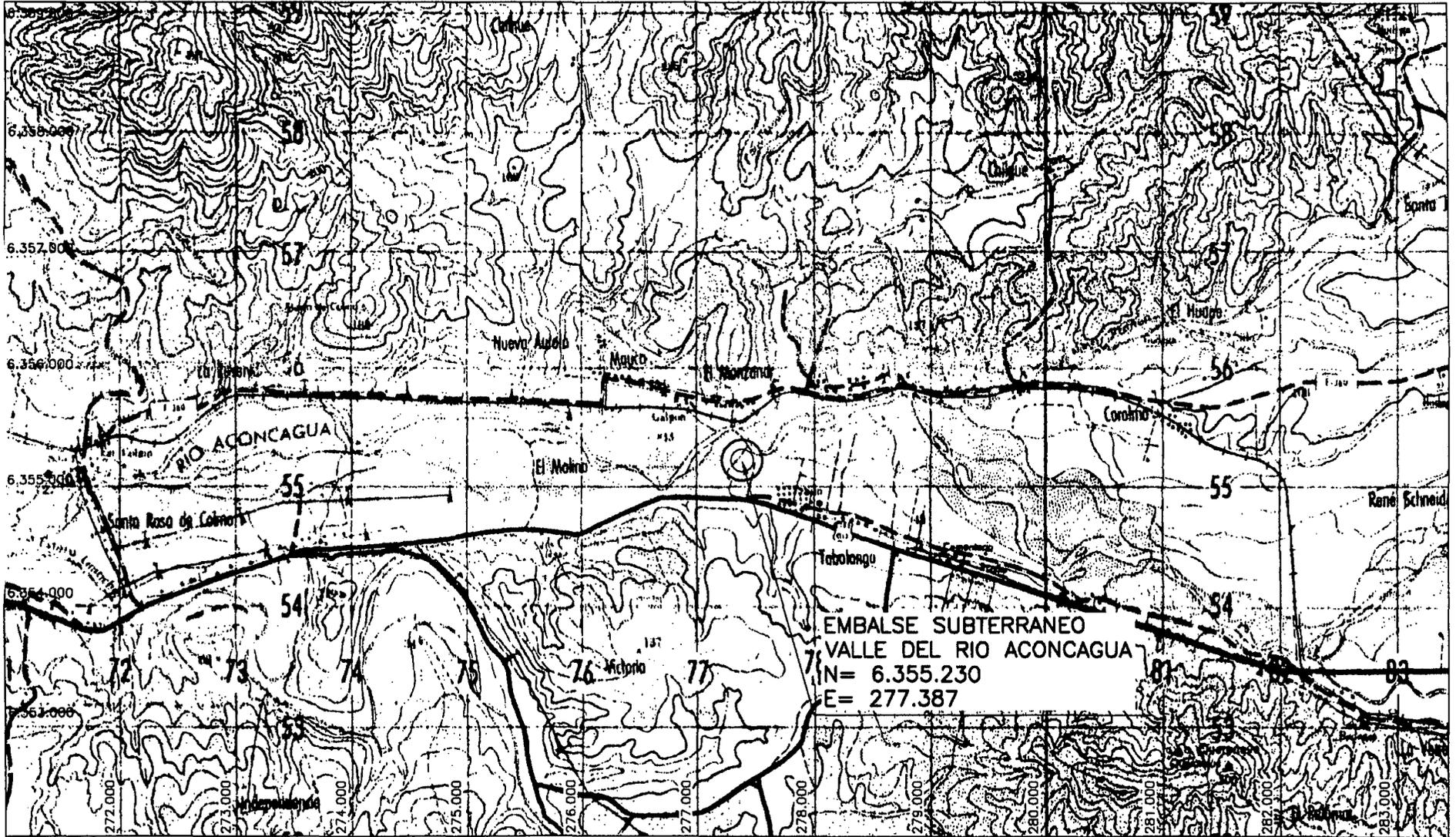
### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1:50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **11.2.- FOTO SATELITAL**

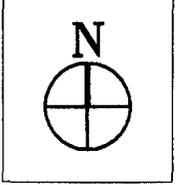
Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

V.AC.9.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTARIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0041-00 LIMACHE  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO ACONCAGUA EN COMUNAS DE LA CALERA, LA CRUZ Y QUILLOTA "PROYECTO DE REGULACION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN TERCERA SECCION DEL RIO ACONCAGUA" REGION DE VALPARAISO		
PROYECTISTAS : PROCVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 24 - PROVIDENCIA - SANTIAGO PERIODO: 2000 USOS - 2000 USOS	ESCALA APROX. 1:50.000	LAMINA V.AC.1

V.AC.10.-

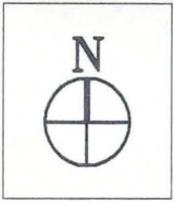


**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO ACONCAGUA EN COMUNAS DE LA CALERA, LA CRUZ Y QUILLOTA  
 "PROYECTO DE REGULACION DE AGUAS SUBTERRANEAS  
 EN TERCERA SECCION DEL RIO ACONCAGUA"  
 REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 04 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 226 0200 - 226 0202

ESCALA  
 APROX.  
 1:10.000

LAMINA  
 V.AC.2

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO  
CANAL LO ROJAS**

**ESTEROS LOS LITRES Y PUCALAN  
CUENCA DEL RÍO ACONCAGUA  
COMUNAS DE QUILLOTA Y LA CRUZ**

V.LR.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de mejoramiento del canal Lo Rojas.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Valparaíso.  
2.2.- COMUNA : Quillota y La Cruz.  
2.3.- CUENCA : Aconcagua  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Asociación de Canalistas Canal Lo Rojas  
2.5.- INFORMANTES : Luis Macchiavello - Presidente y Claudio Vivanco Administrador  
Dirección : Fundo El Encierro, Quillota-Av. El Amuco #20, La Cruz.  
Correo : Casilla 56 – La Cruz.  
Teléfono : (033) - 316713 – La Cruz.  
Email : canalorojas@hotmail.com  
2.6.- CARTA INTERÉS : El proyecto cuenta con carta de interés de los regantes firmada por el Presidente, que se presenta en Anexo H.

## 3.- TIPO DE PROYECTO Y DESCRIPCIÓN

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en el mejoramiento de las principales obras del canal, que producirá un incremento de la superficie productiva con riego seguro, induciendo un cambio en el patrón de cultivo.

### 3.2.- DESCRIPCIÓN

La nueva iniciativa se refiere al aprovechamiento optimizado de los recursos hídricos disponibles principalmente en el Estero Los Litres, mejorando la captación del canal y los sectores actualmente más amagados que son sus bordes débiles, además de los tramos restrictivos de capacidad del canal que tienen angostamientos y bordes bajos. Asimismo, incluye 10 km de revestimientos en los tramos más filtrantes. Aforos practicados en diferentes tramos de canal señalan que la pérdida actual alcanza al 60% del agua captada en bocatoma.

Los mejoramientos tienden a reducir la eventual interrupción del suministro la cual no debe extenderse ya que el riego predominante en frutales es con métodos tecnificados; la actual interrupción está limitada a sólo 1 mes/año por motivos de su mantención. El canal Lo Rojas es el último canal de riego de este estero Los Litres, cuya toma está ubicada a sólo 1,5 Km aguas arriba de la desembocadura al río Aconcagua. Además recibe recursos de agua eventuales del Estero Pucalán.

V.LR.2.-

La Asociación se compone de unos 57 usuarios con una superficie de riego de 750 ha, principalmente con cultivo de frutales tales como paltos y cítricos, y también hortalizas.

La bocatoma del canal Lo Rojas opera actualmente con una gran manga costosa de mantener, la cual tiene unos 450 m de longitud, que permiten captar íntegramente el estero para el canal en época de baja disponibilidad. La manga se destruye parcialmente en las crecidas invernales, pero especialmente en grandes crecidas que alcanzan hasta unos 500 m<sup>3</sup>/s. Eso ha llevado a pensar en una estructura de captación tipo vertedero desmontable que cruza el estero, más una ataguía fusible, todo lo cual resulta más rápido y económico de reinstalar en la época de riego.

El canal Lo Rojas construyó hace algunos años una obra de captación tipo vertedero con enrocado transversal al estero, pero ésta colapsó en una crecida histórica. Ello llevó a pensar en una obra desmontable en conjunto con un pretil fusible, que no sea impedimento para evacuar crecidas.

El otro aspecto relevante del canal Lo Rojas es su altísima pérdida por conducción, cercana a 60%. Ello se debe a que el canal Lo Rojas tiene un trazado por sectores de gran extensión muy cercanos al río Aconcagua. Dichos sectores están muy debilitados limitando la capacidad del canal y además tienen pérdidas concentradas de agua muy significativas.

El proyecto consulta mejorar la zona de captación y también tramos significativos de canal que totalizan 10 Km, de un total de 14 Km de trazado.

Rubros agrícolas actuales.

- Cultivos permanentes, frutales (paltos): 274 ha.
- Hortalizas, cultivos anuales, praderas y flores: 168 ha.

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

El canal Lo Rojas, presentan falencias importantes en la captación, conducción y distribución del agua, así como debilidad del borde en tramos importantes de su trayecto en ladera de cerro. El mejoramiento de la captación en el estero Los Litres y el mejoramiento en el canal mediante refuerzos de borde y revestimiento en tramos significativos, se espera tengan una respuesta positiva muy inmediata en la agricultura del sector, la cual está en su límite de crecimiento por la falta de abastecimiento de agua. Algunos agricultores han optado por construir pozos, pero esta solución es muy puntual.

V.LR.3.-

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para solucionar los problemas señalados, se propone el análisis de dos alternativas tendientes mejorar la eficiencia de conducción y de distribución, además de disminuir las pérdidas por infiltración y aumentar la estabilidad de los bordes amagados. Ambas soluciones cuentan con la construcción de bocatoma, revestimiento y obras de distribución. La diferencia entre las alternativas consiste en los materiales utilizados en el ítem más importante que es el revestimiento del canal, mientras que la primera considera 10 km de revestimientos de albañilería de piedras, y 8km de refuerzo del borde débil con media canoa de H.A. la segunda lo hace con un revestimiento de 18km del canal mediante canoa de hormigón armado.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.V.LR.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación del canal, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se explican a continuación.

Las nuevas obras principales son:

- Nueva estructura de captación con barrera móvil tipo vertedero y pretil fusible. Enrocados de protección en la ribera izquierda, frente a la bocatoma.

Coordenadas de bocatoma: E- 293.658 N- 6.372.008 (WGS84 - HUSO 19).

- Defensas en sectores de riesgo de colapso por socavación.
- Revestimiento y refuerzos de borde en el trazado por cuatro puntillas de cerro totalizando 10 Km de mejoramiento, que son los sectores que mayoritariamente producen la pérdida de agua en el canal.

### **4.- CAUDAL DE DISEÑO**

En el estero Los Litres, el caudal año 50% en bocatoma del canal Lo Rojas es de 1.270 l/s. En año 85% el caudal se reduce a 700 l/s. La hidrología utilizada está basada en el estudio: Proyecto de Rehabilitación Bocatoma canal Lo Rojas en Estero Los Litres. Procivil – 2006. El diseño se calculó con un caudal de 1 m<sup>3</sup>/s, sin embargo al ocupar las revanchas se puede llegar a 1,2 m<sup>3</sup>/s.

V.LR.4.-

## 5.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

El área del proyecto cuenta con excelentes condiciones naturales de clima y suelos para el desarrollo de la fruticultura. De hecho, ya el 60% de la tierra regada está dedicada a estos rubros de alta productividad, representados en este perfil por paltos y cítricos, mandarinas, de alta rentabilidad.

Sin embargo, las condiciones actuales de conducción del agua, que se realizan en gran parte por laderas de cerros, favorecen las pérdidas de ésta, factor que limita la disponibilidad de agua de riego en el estío e impiden un mayor desarrollo de los rubros frutícolas.

La implementación del proyecto permitiría recuperar parte de las pérdidas de agua, especialmente las que se producen en el período de máximas demandas evapotranspirativas. Esta recuperación de agua, con alta seguridad (85%), permitiría incrementar las especies frutales, representadas en la situación futura, también por manzanas y cerezas. Además, por la posición elevada del canal durante su trayectoria permitirá la presurización de parte de la red secundaria lo que favorece el riego tecnificado sin consumo de energía.

Las recuperaciones de agua de riego producto de las obras consultadas se estiman en unos 560 l/s en año 50%, y 280 l/s en año 85%. La concreción del proyecto en su conjunto significará incrementar en 192 ha la superficie de riego seguro e incrementar en 357 ha el nuevo riego equivalente.

De los 52 predios, existen 12 con propietarias mujeres.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	2%
MEDIANOS (20-50 HA)	17%
GRANDES >50 HA	81%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

V.LR.5.-

## CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO SOBRE Y BAJO COTA CANAL PARA 192 ha DE NUEVO RIEGO Y 357 ha DE NUEVO RIEGO EQUIVALENTE
Paltos	Paltos
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Trigo	Cebollas
P. Natural	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.V.LR.-

### 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

La Asociación de Canalistas Canal Lo Rojas está legalmente constituida y registrada en la DGA con Res 1.148 del 03 de junio de año 2003. Los derechos de agua que reparte ascienden a 10.000 acciones, inscritos en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de La Cruz. El caudal máximo que puede captar es de unos 1,2 m<sup>3</sup>/seg. No existe Junta de Vigilancia en el Estero Los Litres.

### 7.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

#### 7.1.- PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN.

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
LO ROJAS	4.168	3.940	2.116	4.224	16	18

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.V.LR.-

V.LR.6.-

## 7.2.- COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS.

El funcionamiento del proyecto requiere capacitar a las directivas y a los usuarios de la Asociación que necesitan fortalecerse mediante un plan estratégico para abordar el proyecto de optimización del uso del agua.

Además, se requiere de un segundo programa complementario, considerando el interés señalado en las entrevistas para establecer redes de distribución presurizadas desde el canal, y eventual generación en las caídas disponibles. La organización deberá profesionalizarse y tener un técnico de terreno, así como disponer de fondos para solventar la mantención de las obras y al profesional. Los ingresos podrán captarse de la mayor superficie de riego seguro y de las cobranzas por los servicios del control y medición de los recursos de agua, requiriéndose de personal y de dispositivos de medida de agua.

En resumen, el programa que se requiere es:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2 .- Parte III, Tomo I)

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	500
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor estimado de la iniciativa: \$ 4.932 millones.

## 8.- IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto tendrá un gran impacto positivo en el canal al recuperar un importante caudal para una zona productiva escasa de agua. Además, la protección consultada en la bocatoma mejorará la seguridad de la ribera izquierda que actualmente está amagada.

Este proyecto no presenta efectos negativos de impacto ambiental, por tratarse básicamente de reparaciones de obras existentes.

V.LR.7.-

## **9.- ESTUDIOS Y PROGRAMAS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

- Diagnóstico y Estudio de Ingeniería Básica – Proyecto de Mejoramiento Integral Canal Lo Rojas. CORFO 2005.
- Proyecto de Rehabilitación Bocatoma canal Lo Rojas en Estero Los Litres. Procivil – 2006 y Estudio de alternativas de Mejoramiento canal Lo Rojas Tramo Km 1170 al Km 4500. Procivil – 2007.

### **9.2.- ESTUDIOS BÁSICOS REQUERIDOS**

- Estudio de mecánica de suelos en el tramo Km 4,5 al Km 14 donde termina el canal.
- Topografía detallada en el tramo Km 4,5 al Km 14 donde termina el canal.

### **9.3.- ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS**

Se dispone del estudio hidrológico realizado para el estudio: Proyecto de Rehabilitación Bocatoma canal Lo Rojas en Estero Los Litres. Procivil – 2006.

### **9.4.- ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS**

- Cartografía general Estudio Integral CNR.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

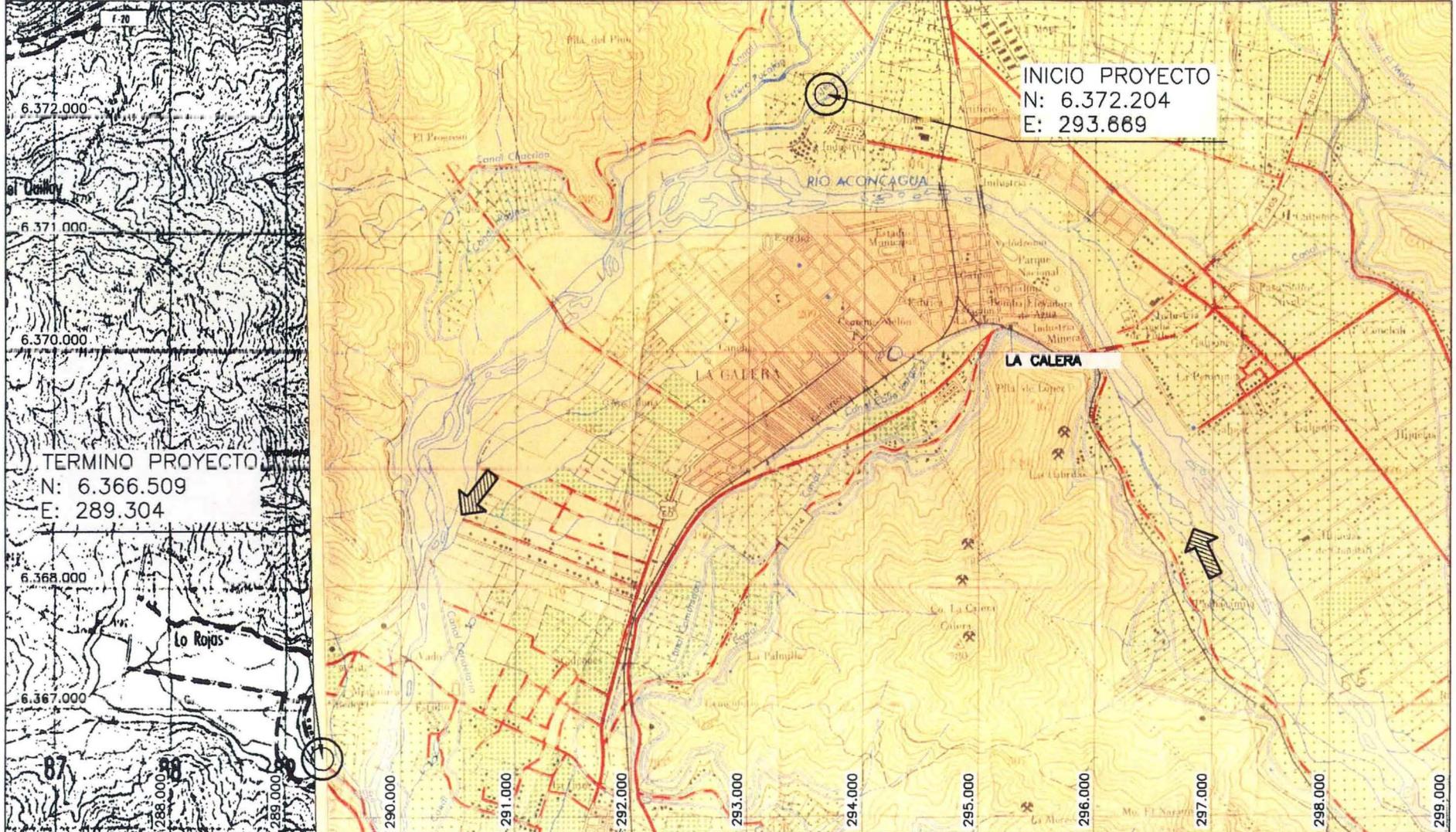
### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

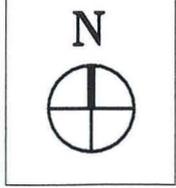
Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

V.LR.8.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0041-00 LIMACHE-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0042-00 LA CALERA-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

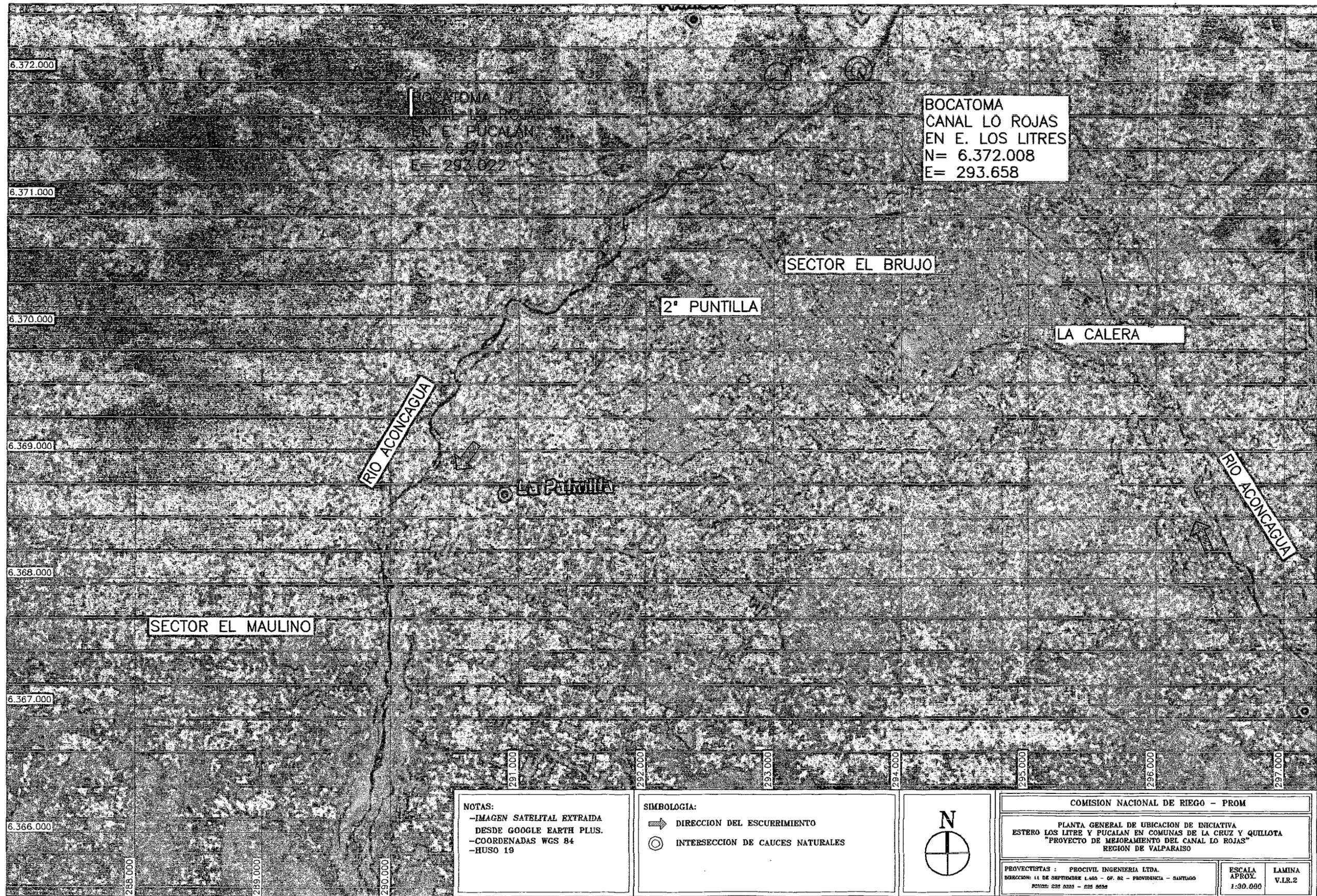


**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**  
 PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 ESTERO LOS LITRES Y PUCALAN EN COMUNAS DE LA CRUZ Y QUILLOTA  
 PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL CANAL LO ROJAS  
 CUENCA DEL RIO ACONCAGUA - REGION DE VALPARAISO

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 08 - PROVINCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 896 0329 - 893 8888

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA V.LR.1

V.LR.9.-



BOCATOMA  
CANAL LO ROJAS  
EN E. PUCALAN  
N= 6.371.050  
E= 293.022

BOCATOMA  
CANAL LO ROJAS  
EN E. LOS LITRES  
N= 6.372.008  
E= 293.658

SECTOR EL BRUJO

2° PUNTILLA

LA CALERA

RIO ACONCAGUA

La Puntilla

RIO ACONCAGUA

SECTOR EL MAULINO

NOTAS:  
-IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA  
DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
-COORDENADAS WGS 84  
-HUSO 19

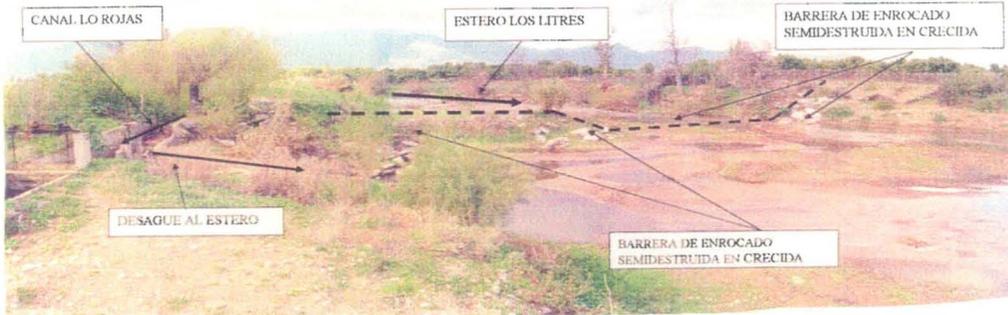
SIMBOLOGIA:  
➔ DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



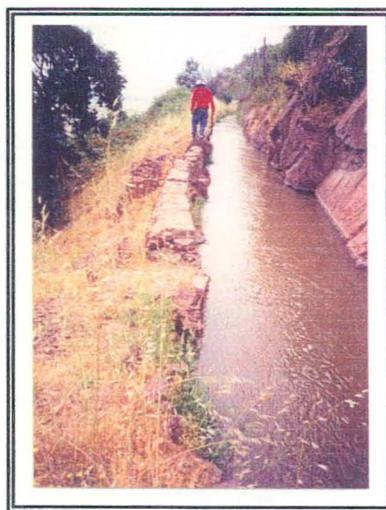
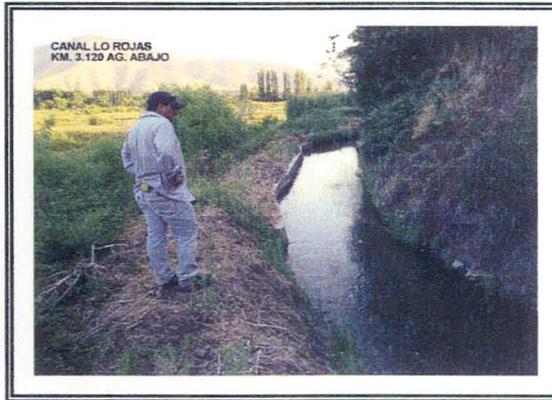
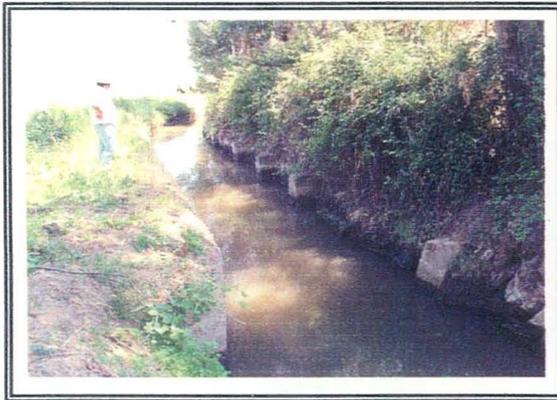
COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA ESTERO LOS LITRE Y PUCALAN EN COMUNAS DE LA CRUZ Y QUILLOTA "PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL CANAL LO ROJAS" REGION DE VALPARAISO		
PROYECTISTAS : PRECIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONO: 226 0333 - 026 8456	ESCALA APROX. 1:30.000	LAMINA V.I.R.2

# CANAL LO ROJAS

VISTA HACIA AGUAS ARRIBA DE LA BOCATOMA DEL CANAL LO ROJAS EN EL ESTERO LOS LITRE, SE APRECIAN LOS ENROCADOS SEMIDESTRUIDOS EN UNA CRECIDA INVERNAL.



CANAL LO ROJAS-SECTORES DE TRAZADO EN LADERA DE PUNTILLAS DE CERRO, CON BORDES DEBILITADOS Y FILTRANTES QUE SON LIMITANTES DE LA CAPACIDAD DEL CANAL



## **RM.- REGIÓN METROPOLITANA**

RM.1.-

**PROYECTO DE MULTIUSO DE AGUAS  
Y MEJORAMIENTO DE OBRAS  
EN ASOCIACIÓN DE CANALES UNIDOS DE BUIN**

**RÍO MAIPO  
COMUNAS DE BUIN Y PAINE**

RM.BU.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras en Asociación de Canales Unidos de Buin.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Metropolitana.  
2.2.- COMUNA : Buin y Paine  
2.3.- CUENCA : Río Maipo.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Asociación de Canales de Buin  
2.5.- INFORMANTE : Sr. Felipe Moreno, Presidente y Sr. José Luis Fuentes, Gerente.  
Dirección : Longitudinal Sur N° 426 Buin  
Fono : 8213083  
E-mail : acub@terra.cl  
2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés del Presidente de la Asociación Sr. Felipe Moreno.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en el mejoramiento del canal orientado a asegurar el suministro de agua recuperando pérdidas, asegurando la captación y conducción, además de mejorar su calidad eliminando factores de la contaminación urbana.

Entre las obras se destacan, el reforzamiento de las defensas fluviales actualmente amagadas. Además se contempla el mejoramiento de la calidad del agua, con desarenación, desbasurización y eliminación de focos contaminantes. Recuperación de la capacidad de porteo de algunos canales que actualmente se embancan.

Los canales considerados en esta iniciativa actualmente son abastecidos por el canal Tronco Viluco-Paine-Quinta y el canal Tronco Santa Rita-Fernandino, del primero de ellos se desprenden 3 canales, el canal Paine que en su recorrido tiene 7 marcos partidores de tipo matriz; el canal Viluco que tiene 9 marcos partidores de tipo matriz y 1 canoa, el cual además cuenta con 3 derivados de importancia, los canales: Colonia, Santa Victoria y San Miguel-Viluco. El canal Quinta en su trayectoria cuenta con 7 marcos partidores de tipo matriz. El canal Tronco Santa Rita-Fernandino por su parte en su recorrido cuenta con 9 marcos partidores de tipo matriz, 1 canoa y 1 entubamiento. En su red la componen además 3 ramales principales: canal Santa Rita, canal Fernandino, canal Hijuela Larga y canal El Recurso.

Se mejorará el paso de los canales Viluco, Paine y Quinta por la zona urbana, recuperando el camino de servicio lo que elevará la seguridad de la obra en general.

RM.BU.2.-

Se consulta la recuperación de agua de infiltración en el canal Fernandino mediante revestimiento, que además servirá para aumentar su capacidad de porteo, en su trazado en contrapendiente al terreno natural.

### **3.2.- UBICACIÓN**

La ubicación georreferenciada de las obras es:

Bocatoma: Este: 346.200m Norte: 6.275.300m (WGS 84 HUSO 19)

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

Con las obras de reparación de las defensas fluviales se busca elevar la seguridad del cañal matriz, actualmente amagado, la cual podría verse comprometida en una crecida, ya que las excavaciones y explotación masiva y descontrolada de la arena en el lecho del río, lo hizo descender en más de 7 metros, dejando las defensas sin fundaciones seguras. Por otra parte, la inclusión de desarenación en la red, posibilita la disminución del volumen de material particulado que se transforma en embanque de los canales, que resulta excesivo especialmente en el canal Fernandino. Otro beneficio potencial de esta última obra es la posible explotación comercial de la arena que es captada por el desarenador.

Las obras en el canal Fernandino, que son tales como revestimiento de 5 km, recuperación del camino de servicio, refuerzos y peraltes de bordes, permiten incrementar su capacidad de porteo que actualmente es insuficiente.

Los canales Viluco, Paine y Quinta, serán abovedados en unos 3.000 m, lo que impedirá su contaminación con basura urbana y riles, mejorando la calidad de las aguas.

Además de los beneficios señalados, se tienen aquellos agronómicos asociados a la mayor disponibilidad hídrica, y a la mejor calidad de las aguas. Por lo que esta iniciativa presenta múltiples beneficios.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Conforme a lo señalado, en los canales de esta asociación, se han detectado problemas en la seguridad de riego, además de problemas de calidad de aguas producto principalmente de la contaminación en su cruce por zonas urbanas. En los canales en análisis: Fernandino y derivados del Tronco Viluco-Paine-Quinta, se han detectado los principales problemas. Para solucionarlos, se proponen dos alternativas que apuntan a mejorar la conducción aumentando la seguridad de riego y permitiendo la

RM.BU.3.-

recuperación de aguas infiltradas, además de mejorar la calidad de las aguas. A nivel de la captación en el río, se requiere la reparación de 5 de los espigones que protegen la ribera izquierda en el tramo inicial del canal matriz.

La primera alternativa consiste en el revestimiento con albañilería de piedras y entubamientos de algunos tramos de los canales Fernandino y algunos del Tronco Viluco-Paine-Quinta antes del Marco #D y otros del Canal Quinta. En cambio la segunda consiste en revestir los mismos tramos con hormigón armado además de incorporar medidas conducentes a mitigar la contaminación de las aguas de riego (1m<sup>3</sup>/s) mediante la remoción por exclusión de bacterias y partículas sólidas, para ello se analizó la instalación de plantas de Filtración del agua por Cartucho. En ambas alternativas se considera la construcción de obras de desarenado.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.RM.BU.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con revestimientos de canales filtrantes con trazado en contrapendiente, además del abovedamiento de tramos con elevada contaminación, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial; estos presentan menores impactos negativos en su entorno. Las características de las soluciones propuestas se explican a continuación.

Las obras principales consisten en la reparación de 5 de los espigones emplazados en la ribera Sur del río Maipo y que son propiedad de la asociación, los cuales están actualmente amagados.

Se contempla la construcción de un desarenador de capacidad al menos de 17m<sup>3</sup>/s, el cual permitirá mejorar la calidad del agua y explotar comercialmente la arena.

Se consideran obras de revestimiento y refuerzos de borde en el canal Fernandino en una longitud de unos 10.000m.

Se abovedará el canal Tronco Viluco-Paine-Quinta y derivados, en un tramo de longitud 7.000m.

La recuperación del camino de servicio consulta, además, la construcción de cercos y panderetas en una extensión de unos 20.000 metros lineales de cercos.

#### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

El proyecto que se propone, permitirá incrementar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos existentes y el aumento de la seguridad de abastecimiento. Se tiene además la mejora en la calidad de las aguas y la recuperación de pérdidas de agua en la conducción. Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de unos 226 l/s en el C. Fernandino. Con las obras del proyecto en su conjunto, se espera incrementar en unas 240 ha de nuevo riego equivalente y mejorar el riego de la totalidad del canal en 13.760 ha con calidad del agua y mayor seguridad de servicio.

RM.BU.4.-

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	10%
MEDIANOS (20-50 HA)	34%
GRANDES >50 HA	56%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA UNAS 13.760 ha TOTALES BENEFICIADAS
Uva de Mesa	Uva de Mesa
Durazno	Durazno
Nogal	Nogal
Viña Vinífera	Viña Vinífera
Papas	Papas
Maíz	Maíz
Huerta Casera	Huerta Casera
Trébol Rosado	Trébol Rosado
Alfalfa	Alfalfa

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.RM.BU.-

Los beneficiarios se estiman en 1.600 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que aproximadamente el 50% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 23% de mujeres agricultoras propietarias.

#### 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Maipo en La Obra. Los caudales que puede captar el canal correspondiente a la temporada de riego de mayor demanda hídrica, son:

$$Q(50\%) = 17,0 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q(85\%) = 5,0 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

RM.BU.5.-

## **6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO**

Los derechos están inscritos y corresponden a 1.046 acciones de la Primera Sección del Río Maipo.

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL**

El mayor impacto es positivo al mejorar la seguridad de las obras de captación y conducción en el río; además, el mejoramiento de la calidad del agua permitirá el cambio de rubros hacia cultivos más rentables, junto con disponer de un mayor caudal.

En el río el desarenador requerirá de un movimiento de tierras, con interrupción del servicio de suministro de agua en el canal matriz mientras éste se interviene, el cual puede mitigarse disponiendo de un by pass.

Otros impactos se refieren a la ejecución de obras en las canalizaciones que atraviesan predios sirvientes, en los cuales deben proveerse de accesos. La recuperación del camino de servicio requiere remover cercos, panderetas y estructuras que forman parte de los patios de las viviendas que han invadido el camino de servicio del canal.

## **8.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS DE APOYO**

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2.- Parte III, Tomo I)

## **9.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Topografía de canales en tramos con obras.
- Monitoreo de calidad del agua.

RM.BU.6.-

## 10.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

### 10.1.- PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras en Asociación de Canales Unidos de Buin.	7.252	6.975	2.897	6.741	15	17

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.RM.BU.-

### 10.2.- RESUMEN DE COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS.

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	631
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$8.147 millones.

RM.BU.7.-

### **10.3.- HIDROGENERACIÓN**

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto, éste es posible. Al introducir un complemento privado que permite la generación hidroeléctrica, se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación en microcentrales al interior del canal:

- Potencia total de varias microcentrales:	1,5 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas:	\$ 2.000 millones
- VAN del uso hidroeléctrico:	\$ 2.280 millones
- TIR :	16%

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.RM.BU.-

## **11.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **11.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No se tienen antecedentes de levantamientos topográficos.

Existe el antecedente hidrológico de la estación fluviométrica DGA Maipo en la Obra.

## **12.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **12.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

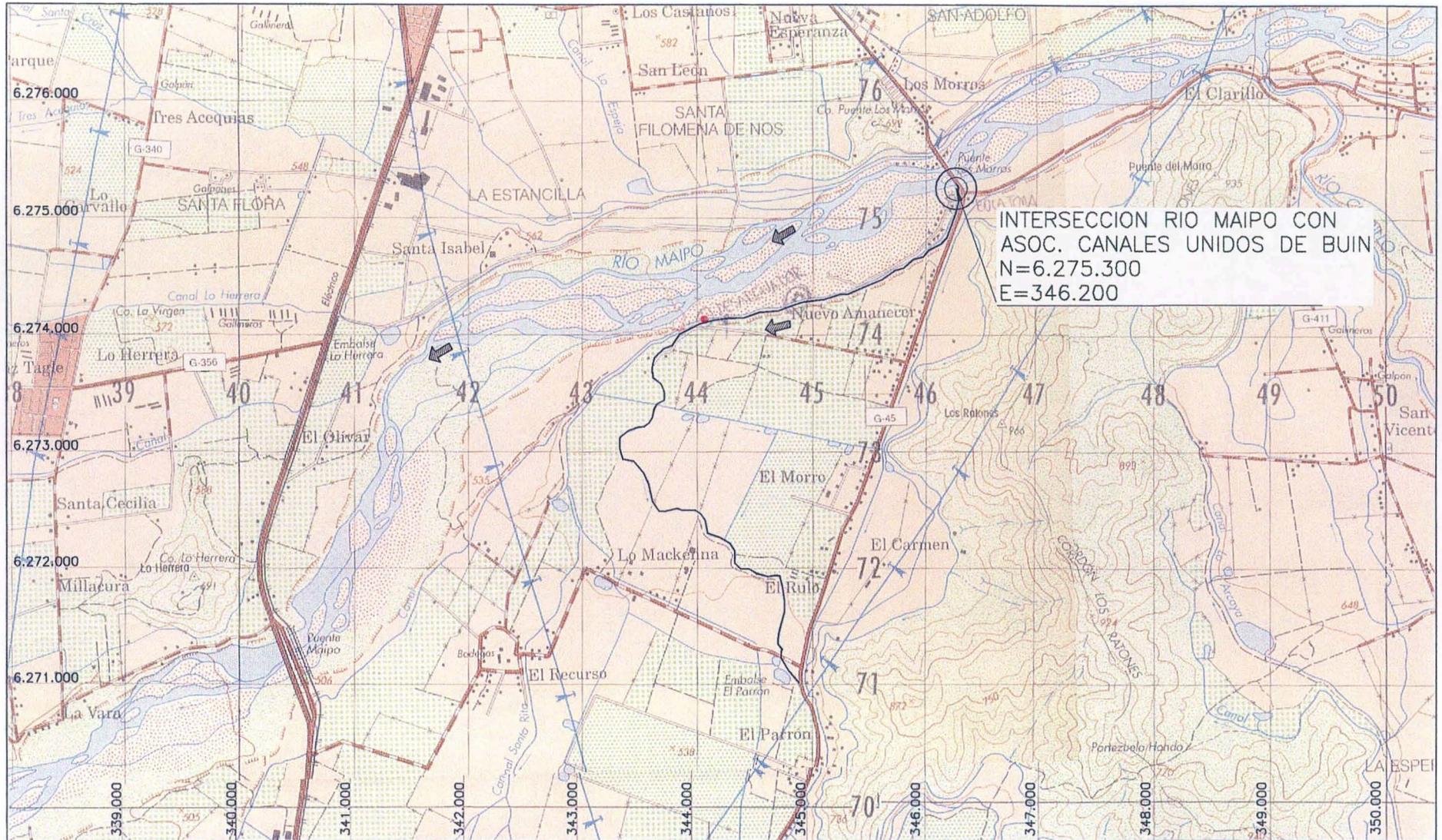
### **12.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **12.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

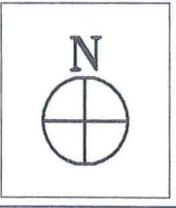
RM.BU.8.-



INTERSECCION RIO MAIPO CON  
ASOC. CANALES UNIDOS DE BUIN  
N=6.275.300  
E=346.200

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0066-00 SAN BERNARDO-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -RUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

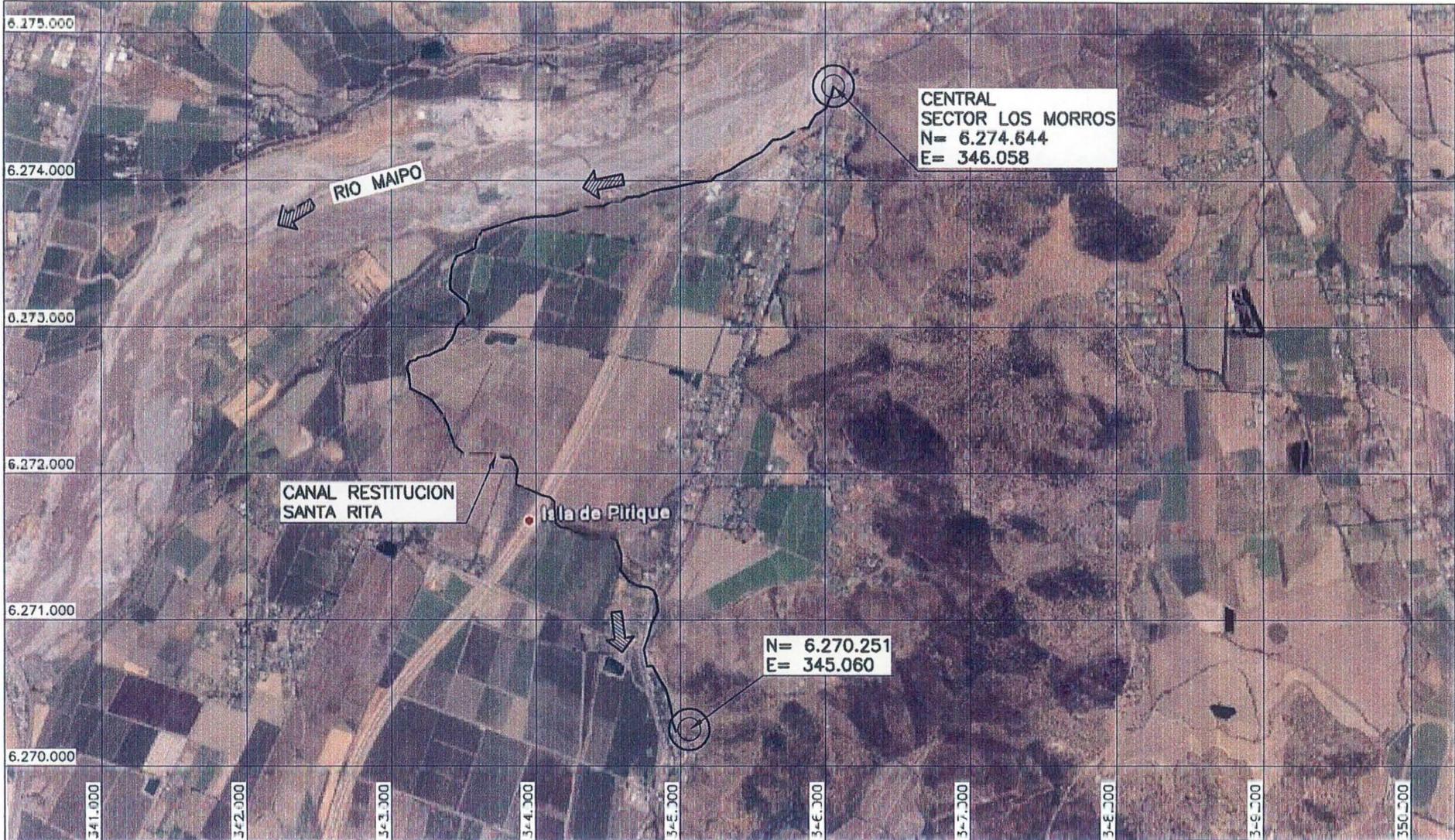


COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO MAIPO EN COMUNAS DE BUIN Y PADRE "PROYECTO DE MULTIUSO DE AGUAS  
 Y MEJORAMIENTO DE OBRAS EN ASOCIACION DE CANALES UNIDOS DE BUIN"  
 CUENCA DEL RIO MAIPO - REGION METROPOLITANA

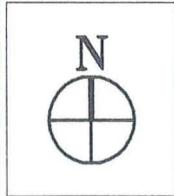
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 01 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 226 0830 - 226 0800

ESCALA 1:50.000 LAMINA RM.BU.1



NOTAS:  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

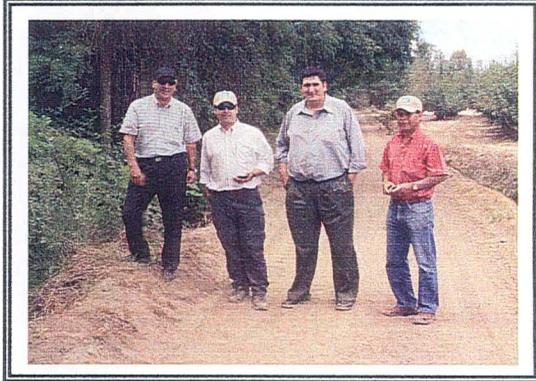


<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>	
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO MAIPO EN COMUNAS DE BUIN Y PAINE "PROYECTO DE MULTUSOS DE AGUAS Y MEJORAMIENTO DE OBRAS EN ASOCIACION CANALES UNIDOS DE BUIN" REGION METROPOLITANA	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 226 0200 - 226 0600	ESCALA APROX. 1:40.000
	LAMINA RM.BU.2

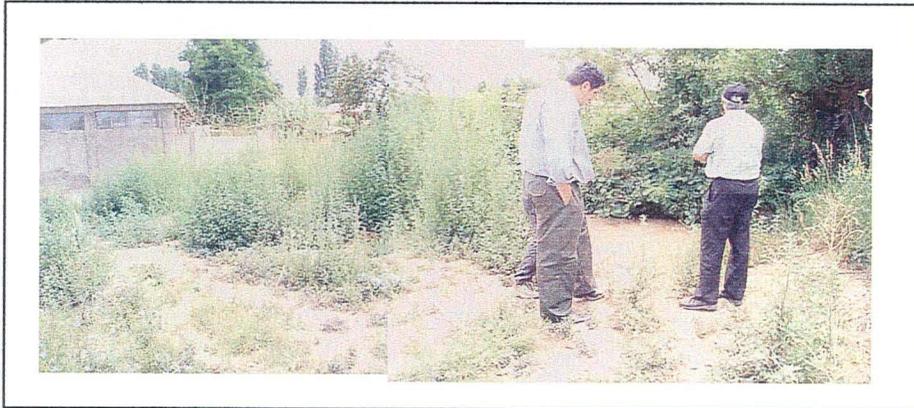
RM.BU.10.-

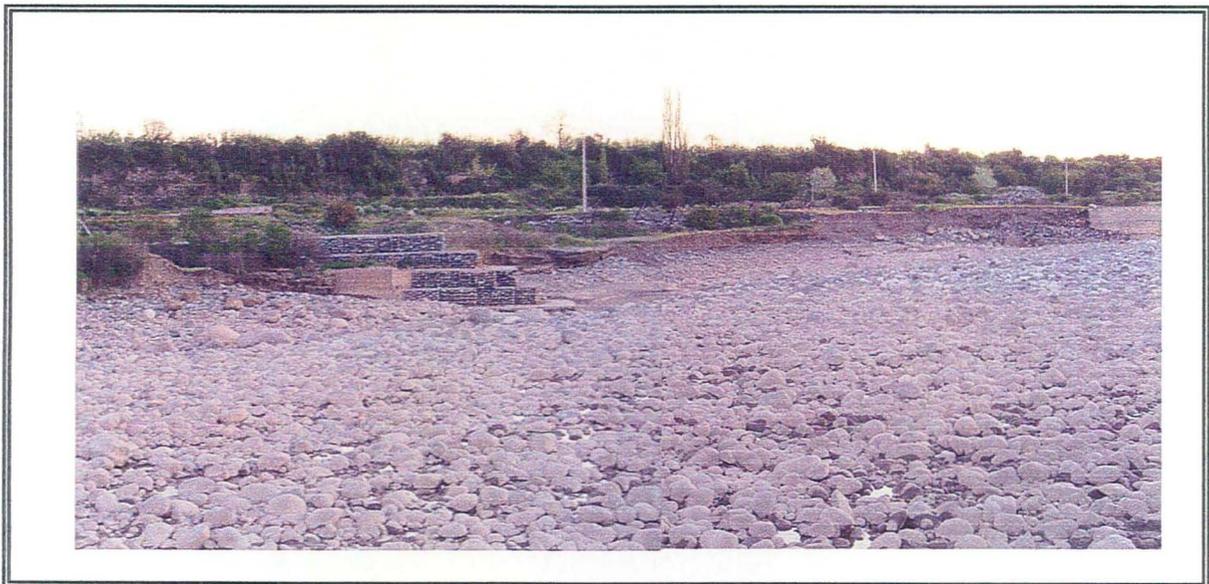
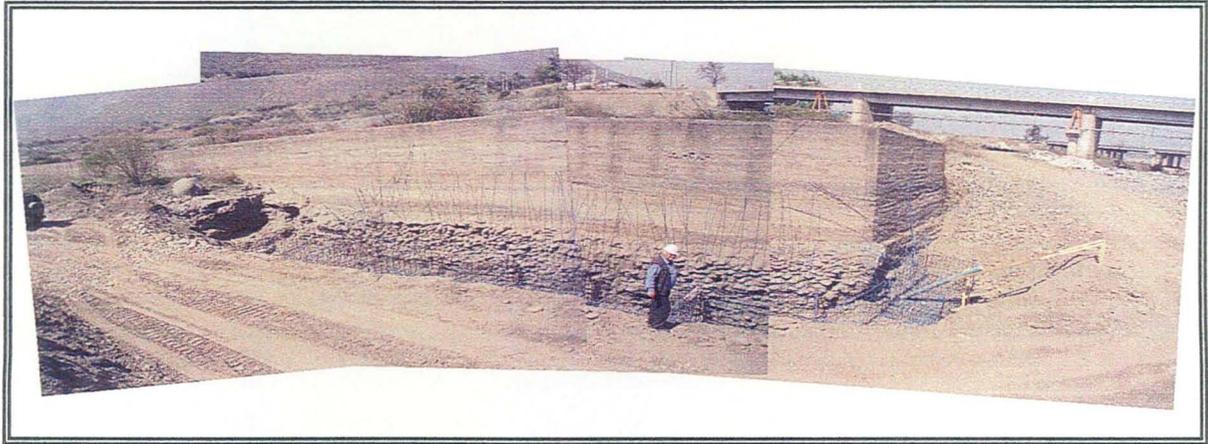
ASOCIACION CANALES UNIDOS DE BUIN

CAIDA CANAL VILUCO  
(MICROGENERACION)



TRANQUE NOCTURNO EMBANCADO





**PROYECTO DE MULTIUSO DE AGUAS  
Y MEJORAMIENTO DE OBRAS  
DE ASOCIACIÓN CANAL HUIDOBRO**

**RÍO MAIPO  
COMUNA DE BUIN Y PAINE**

RM.HD.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras de Asociación Canal Huidobro.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- **REGIÓN** : Metropolitana.  
2.2.- **COMUNA** : Buin y Paine  
2.3.- **CUENCA** : Río Maipo, Primera Sección.  
2.4.- **ORGANIZACIÓN** : Asociación del canal Huidobro.  
2.5.- **INFORMANTE** : Jaime Lavín; Ingeniero Asesor y Administrador  
Dirección : Panamericana Sur; 427 Buin  
Fono : 02- 8211154  
E-mail : canalhuidobro@tie.cl  
2.6.- **CARTA INTERÉS** : En Anexo H se acompaña carta de interés del Presidente de la Asociación Sr. Claudio Vergara.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El proyecto consiste en el mejoramiento del canal orientado a asegurar el suministro de agua y mejorar su calidad, eliminando factores de la contaminación urbana. Entre las obras se destacan aquellas destinadas a disminuir esta contaminación por acumulación de sedimentos orgánicos en los lechos de los canales mediante desarenación y sedimentación. Se pretende mejorar el paso del canal matriz por la zona urbana recuperando el camino de servicio, lo que elevará la seguridad de la obra en general. Se consulta incorporar multiuso, mediante descargas presurizadas al riego con longitudes de unos 2 km aproximadamente.

### 3.2.- UBICACIÓN

La ubicación georreferenciada de la obra principal en bocatoma es:

Este: 348.522m Norte: 6.276.016m (WGS 84 HUSO 19)

### 3.3.- MEJORAMIENTOS Y PROBLEMA QUE RESUELVE

Las obras en diversos puntos de la red del canal Huidobro permiten disminuir la incorporación de basuras en los tramos en que el canal cruza por las zonas urbanas.

Se consulta el reperfilado del canal matriz en unos 3 km de longitud, recuperación del camino de servicio, lo cual permita incrementar su capacidad de porteo que actualmente es insuficiente en algunos tramos.

RM.HD.2.-

El canal Matriz será abovedado en unos 3 km, lo que impedirá su contaminación con basura urbana y riles, mejorando la calidad de las aguas en canal matriz, sector Alto Jahuel.

Además de los beneficios señalados, se tienen aquellos agronómicos asociados a la mayor disponibilidad hídrica, y a la mejor calidad de las aguas. Por lo que esta iniciativa presenta múltiples beneficios.

Complementariamente existe la posibilidad de generación hidroeléctrica privada asociada al riego, mediante dos centrales: Huelquén (1,0 Mw) y El Tránsito (5,7 Mw).

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para solucionar los problemas hídricos de riego, se proponen dos alternativas que apuntan a mejorar la conducción y calidad de agua, aumentando la seguridad de riego y permitiendo la recuperación de la infiltración, además de mejorar su calidad.

La primera alternativa consiste en un entubamiento y abovedamiento de distintos tramos del canal. En cambio la segunda consiste en revestir los mismos tramos con canoa de hormigón armado, además de incorporar medidas conducentes a mitigar la contaminación de las aguas de riego para un caudal de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  mediante la remoción por exclusión de bacterias y partículas sólidas, para ello se analizó la eventual instalación de plantas de "Filtración del Agua por Cartucho". Ambas alternativas consideran la construcción de obras de desarenación.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.RM.HD.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se explican a continuación.

- Se contempla la construcción de un desarenador-sedimentador, con capacidad de al menos  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , el cual permitirá mejorar la calidad del agua y explotar comercialmente la arena.
- Se consideran obras de reperfilado del canal matriz en una longitud de unos 3,0 km.
- Se abovedará el canal matriz en diversos tramos con una longitud total de unos 3 km.
- La recuperación del camino de servicio además consulta la construcción de cercos y panderetas en una extensión de unos 5 km.
- Se construirá un desagüe para mejorar los problemas de aguas lluvias.
- Se incluyen entregas presurizadas entre Alto Jahuel y Cerro Huelquén, en una longitud de unos 2 km y para caudales de  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

RM.HD.3.-

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

El proyecto que se propone, permitirá incrementar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos existentes, y el aumento de la seguridad de abastecimiento. Se tiene además la mejora en la calidad de las aguas y la recuperación de pérdidas de agua en la conducción. Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de unos 226 l/s. La concreción de las obras del proyecto en su conjunto, producirá un beneficio estimado en una superficie equivalente de nuevo riego de 208 ha, además de un mejoramiento por multiuso y calidad del agua sobre el total de 7.949 ha del canal.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	10%
MEDIANOS (20-50 HA)	38%
GRANDES >50 HA	52%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes:

##### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROPUESTOS CON EL PROYECTO PARA 7.949 ha TOTALES BENEFICIADAS
Uva Mesa	Uva Mesa
Durazno	Durazno
Nogal	Nogal
Viña Vinífera	Viña Vinífera
Papas	Papas
Maíz	Maíz
Huerta Casera	Huerta Casera
Trébol Rosado	Trébol Rosado
Alfalfa	Alfalfa

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.RM.HD.-

Los beneficiarios se estiman en 347 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que 208 agricultores (60%) pertenecen al estrato de pequeños productores. Por otra parte, según datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 23% de mujeres agricultoras propietarias.

RM.HD.4.-

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Maipo en La Obra. Los caudales en el río correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 13,5 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$
$$Q (85\%) = 9,1 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

El canal puede captar hasta un total de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

Los derechos están inscritos y corresponden a 650 acciones de la Primera Sección del Río Maipo, que equivalen al 8% del total del río Maipo.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

Se prevé un importante impacto positivo con la recuperación del agua, el mejoramiento de su calidad para riego y la presurización con ahorro de energía. Además del mejoramiento de la conducción y distribución.

Otros impactos se refieren a la ejecución de obras en las canalizaciones que atraviesan predios sirvientes, en los cuales deben proveerse de accesos. La recuperación del camino de servicio requiere remover cercos, panderetas y estructuras que forman parte de los patios de las viviendas que han invadido el camino de servicio del canal.

En la zona del río el desarenador requerirá de un movimiento de tierras, con interrupción del servicio de suministro de agua en el canal matriz, mientras éste se interviene. Como mitigación se requiere de un by pass.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

Se requieren los estudios siguientes:

- Topografía de canales en tramos con obras.

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

### 9.1.- PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de multiuso de aguas y mejoramiento de obras de Asociación Canal Huidobro.	5.286	5.065	3.510	5.896	18	19

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.RM.HD.-

### 9.2.- RESUMEN DE COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS.

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	550
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 6.100 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2.- Parte III, Tomo I)

RM.HD.6.-

### **9.3.- HIDROGENERACIÓN**

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto, éste es posible. Al introducir un complemento privado que permite la generación hidroeléctrica, se obtienen los siguientes parámetros económicos estimados a nivel de perfil.

Parámetros de referencia para la generación en microcentrales al interior del canal:

- Potencia total dos microcentrales: 6,7 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$ 9.400 millones
- VAN del uso hidroeléctrico: \$ 11.750 millones
- TIR : 18%

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.RM.HD.-

### **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

#### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

No se tienen antecedentes de levantamientos topográficos, salvo la aerofotogrametría de la CNR en el estudio integral del río Maipo.

Existe el antecedente hidrológico de la estación de aforo DGA Maipo en la Obra.

### **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

#### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto:

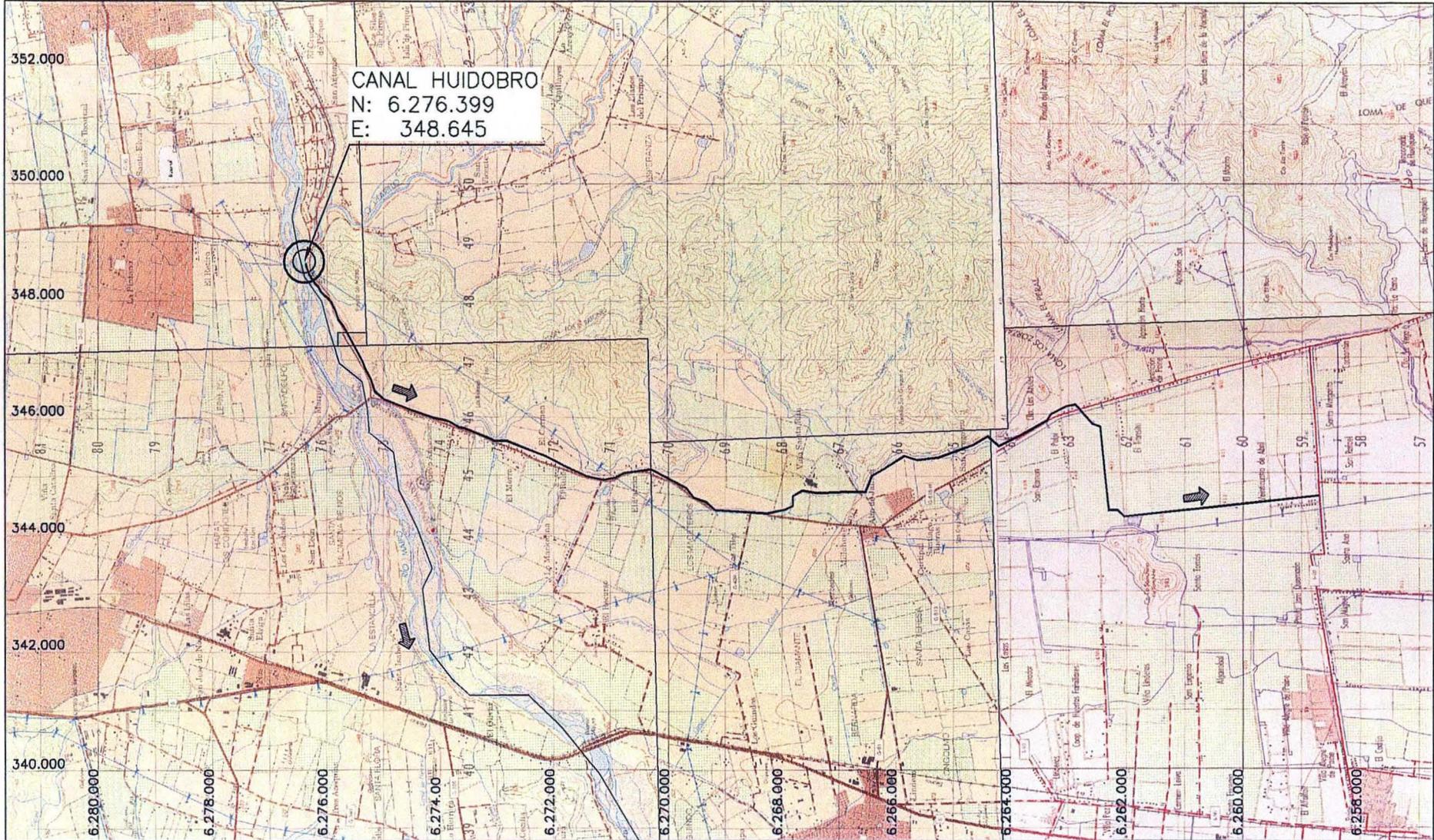
#### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

#### **11.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

RM.HD.7.-

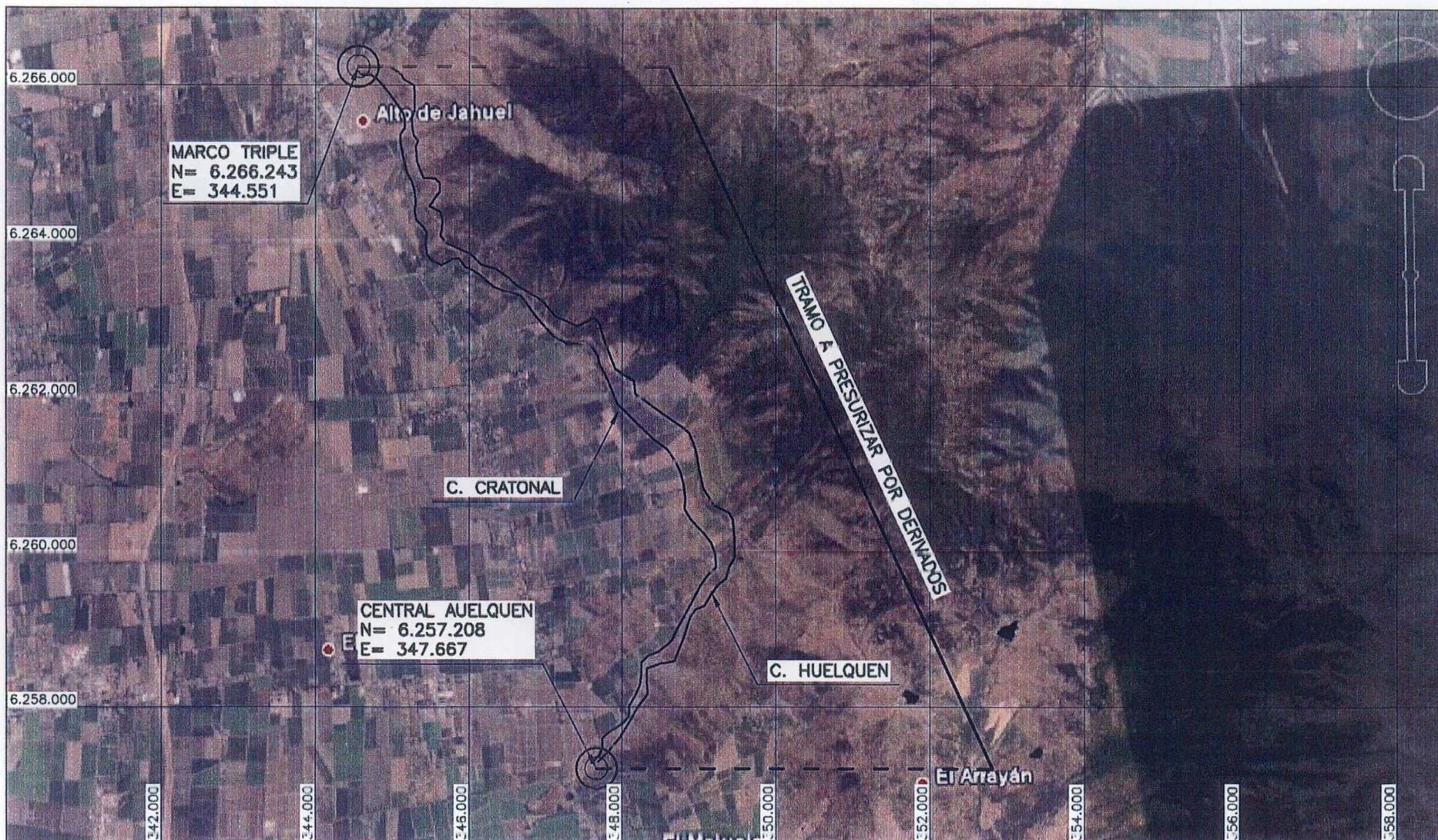


**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0066-00 SAN BERNARDO-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0075-00 SAN FCO. DE MOSTAZAL-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>	
<b>PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA</b> RIO MAIPO EN COMUNAS DE BUIN Y PAINE "PROYECTO DE MULTIFUNDO DE AGUAS Y MEJORAMIENTO DE OBRAS EN ASOCIACION CANAL HUIDOBRO" CUENCA DEL RIO MAIPO - REGION METROPOLITANA	
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - CV. DE - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 298 0265 - 298 0560	ESCALA 1:100.000
LAMINA RM.HD.1	



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

-  DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
-  INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
RIO MAIPO EN COMAUNAS DE BUIN Y PAINE  
"PROYECTO DE MULTIUSOS DE AGUAS Y MEJORAMIENTO  
DE OBRAS DE ASOCIACION CANAL HUDOBRO"  
REGION METROPOLITANA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 02 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
FONOS: 333 0200 - 333 0200

ESCALA  
APROX.  
1:75.000

LAMINA  
RM.HD.2

CANAL HUIDOBRO



**PROYECTO DE MEJORAMIENTO  
DE CALIDAD DE AGUAS  
PARA LA ASOCIACIÓN CANALES DE MAIPO**

**RÍO MAIPO  
COMUNA DE SAN BERNARDO, CALERA DE TANGO, MAIPÚ,  
PADRE HURTADO, PEÑAFLORES Y TALAGANTE**

RM.MA.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de mejoramiento calidad de aguas para la Asociación Canales de Maipo.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

- 2.1.- REGIÓN : Metropolitana.  
2.2.- COMUNA : San Bernardo, Calera de Tango, Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor y Talagante.  
2.3.- CUENCA : Río Maipo, Primera Sección.  
2.4.- ORGANIZACIÓN : Asociación Canales de Maipo.  
2.5.- INFORMANTE : Sr. Rafael León; Gerente.  
2.6.- CARTA INTERÉS : En Anexo H se acompaña carta de interés del Presidente de la Asociación Sr. Guillermo Eguiguren.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

La presente iniciativa se orienta al mejoramiento de la calidad del agua de riego para unas 25.000 ha, mediante obras en su red de canales de 148 km de largo, para retención y extracción de basura y otros elementos contaminantes, junto con recuperar y proteger el camino de servicio actualmente invadido por viviendas urbanas y/o rurales.

### 3.2.-UBICACIÓN

En la red de la Asociación Canales de Maipo, se pueden identificar varias obras de distribución, entre ellas: aproximadamente 20 marcos partidores del tipo matrices, 2 compuertas; estas obras originan algunos de sus derivados o ramales, dentro de estos últimos se identificaron los siguientes canales: La Capilla, Flora Infante, Millahue, Nueva Independencia, Unión Palermo, San Lorenzo, Curato, La Cruz, Primavera, Los Tilos, Manuel Castillo, Autopista, Acequia Malloquina y La Estancilla.

La ubicación georreferenciada de la obra principal en la bocatoma es:

Este: 348.490 m Norte: 6.276.070 m (WGS 84 HUSO 19)

### 3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE

La contaminación del agua de riego que sirve a una superficie de unas 25.000 ha perjudica la actividad agrícola de esta vasta zona productiva. La interferencia urbana es grave y presiona notoriamente la gestión de estos canalistas y sus agricultores. Las

RM.MA.2.-

obras propuestas tienden a disminuir la contaminación dotando a la red de la infraestructura de operación que requiere para ejercer una mayor tuición sobre este problema, que se agrava con el tiempo.

Actualmente la basura urbana obstruye los puntos de atravesos restrictivos y origina rebalses del canal, exigiendo a la Asociación la reducción del caudal que efectivamente puede conducirse por algunos ramales de la red en desmedro de la actividad agrícola.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

En los canales de la asociación de Canales de Maipo se han detectado falencias importantes en la captación producto de: deficiencias en la bocatoma, la conducción y la distribución del agua, las cuales presentan situaciones de precariedad de las obras destinadas a esas funciones. Para resolver estos problemas se proponen dos alternativas tendientes a mejorar la eficiencia de conducción y distribución, además de disminuir las pérdidas por infiltración, a lo anterior se suma el mejoramiento en la calidad del agua. Ambas soluciones cuentan con la construcción de bocatoma, revestimiento, obras de distribución, extractor de basura y cámaras de reja. La diferencia entre las alternativas consiste en los materiales utilizados en uno de los ítems más importantes que corresponde al revestimiento del canal. Mientras la primera alternativa considera 5 Km de revestimientos de albañilería de piedras, la segunda lo hace con un revestimiento de 5Km del canal mediante canoa de hormigón armado.

En el análisis de multicriterios de ambas alternativas presentado en el Anexo K.i.RM.MA.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial y además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se explican a continuación.

El análisis de multicriterios se presenta en el Anexo K.i.RM.MA.-, del cual se desprende la mejor alternativa que se describe a continuación.

Se consideran reparaciones en la losa de la bocatoma amagada por socavación, estimadas en unos 400 m<sup>3</sup> de hormigón armado. Asimismo, en la bocatoma requiere el emplazamiento de un limpiador metálico con extractor de basura, el cual permitirá la remoción de grandes objetos que disminuyen la capacidad de captación de la bocatoma y la cámara de rejillas.

Reparación de 10 marcos partidores que actualmente se encuentran en estado de amago y deterioro.

RM.MA.3.-

Se revisten diversos tramos con albañilería de piedras. La longitud total de los revestimientos consultados es de unos 5 Km. A su vez se reforzarán bordes en una longitud total de unos 7 km.

Se aumentará la capacidad de porteo reperfilando unos 20.000m de la red de canales, que incluye el escarpe del lecho, actualmente caracterizado por la presencia de un fango orgánico negro que mantiene la flora bacteriana, e incrementa los niveles de contaminación biológica a nivel predial.

Se construirá un total de 40 obras menores de entrega.

Se consulta además la recuperación del camino de servicio en unos 5 km con panderetas y enrejados. En el cruce por San Bernardo, se consulta la protección del canal con rejas y cercos en una extensión de unos 10 Km metros lineales de cercos.

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

El proyecto que se propone permitirá incrementar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos existentes, la eliminación de pérdidas de agua en la conducción y especialmente la reducción en la contaminación. Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de unos 490 l/s.

Para los fines de la evaluación a nivel de perfil, se propone la siguiente distribución de rubros futuros, en que existirá un cambio hacia 460 ha de frutales, que corresponde a una fracción de las 740 ha actuales de maíz. La concreción de las obras del proyecto en su conjunto, significa un beneficio equivalente de nuevo riego para 468 ha y un mejoramiento por multiuso y calidad del agua para unas 6.000 ha.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	5%
MEDIANOS (20-50 HA)	26%
GRANDES >50 HA	69%

RM.MA.4.-

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes.

### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROYECTADOS CON MEJORAMIENTO PARA 6.000 ha BENEFICIADAS TOTALES
Durazno Conservero	Durazno Conservero
Uva Mesa	Uva Mesa
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Alfalfa	Melón
Trigo	Alfalfa
P. Natural	Trigo
	P. Natural

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.RM.MA.-

Los beneficiarios se estiman en 2.300 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que aproximadamente el 70% pertenecen al estrato de pequeños productores.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 23% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando la estación Maipo en La Obra. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 35,00 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$
$$Q (85\%) = 23,60 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

La Asociación maneja 1.564 acciones de la Primera Sección del Río Maipo, debidamente inscritas a nombre de sus accionistas.

## 7.- IMPACTO AMBIENTAL

El mayor impacto es positivo y se refiere al mejoramiento de la calidad del agua de riego y la eliminación de las obstrucciones que actualmente afectan a los ramales del canal y su importante superficie de riego.

RM.MA.5.-

No se vislumbran impactos negativos a consecuencia del proyecto, ya que la recuperación del camino de servicio constituye un derecho de los canalistas. El desembanque masivo de los lechos embancados con lodos orgánicos, deberá consultar medidas de resguardo a los predios sirvientes para retirar efectivamente dicho material contaminante, evitando su acopio junto al canal.

Se estima conveniente realizar una declaración de impacto ambiental - DIA.

## 8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS

No se requieren estudios básicos.

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSIÓN I <sub>o</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSIÓN I <sub>o</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Proyecto de mejoramiento calidad de aguas para Asociación Canales de Maipo.	3.382	3.104	3.019	5.782	20	23

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.RM.MA.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BÁSICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	457
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	89

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de

RM.MA.6.-

la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.928 millones.

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Gestión de Uso de Aguas Limpias (2.2.4.- Parte III, Tomo I)

## **10.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **10.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

- Se dispone de Estudio Integral del Valle del Maipo de la CNR.
- No se tienen antecedentes de levantamientos topográficos, salvo el aerofotogramétrico de la CNR de 1982.
- Se dispone de estadística de caudales en las estaciones de la DGA.

## **11.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **11.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1:50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

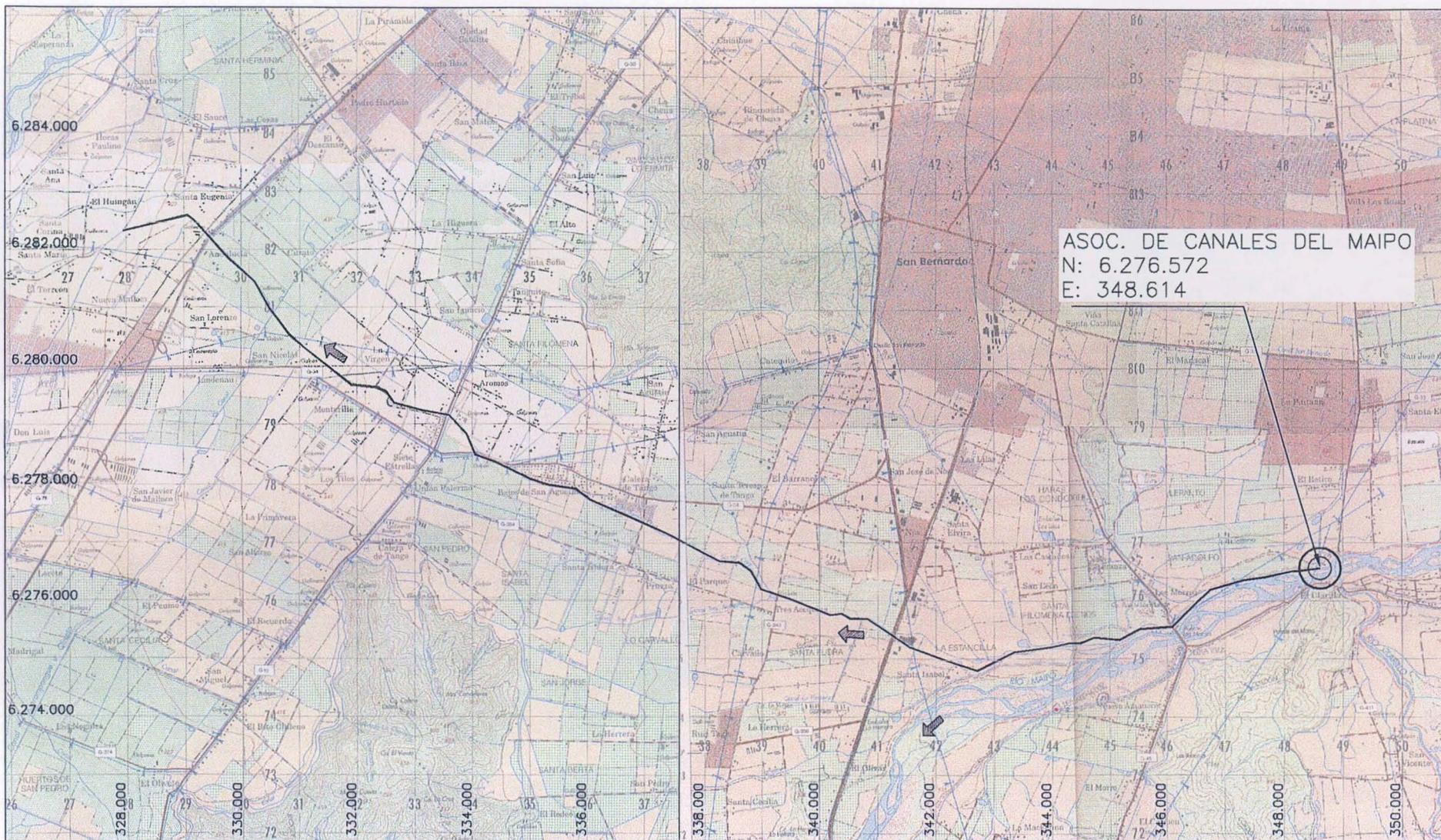
### **11.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **11.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

RM.MA.7.-



ASOC. DE CANALES DEL MAIPO  
 N: 6.276.572  
 E: 348.614

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0065-00 TALAGANTE-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-0066-00 SAN BERNARDO-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**  
 PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO MAIPO EN COMUNAS DE SAN BERNARDO, CALERA DE TANGO, MAIPU,  
 PADRE HURTADO, PEÑAFLO Y TALAGANTE. "PROYECTO DE MEJORAMIENTO CALIDAD  
 DE AGUAS PARA ASOCIACION DE CANALES DEL MAIPO  
 CUENCA DEL RIO MAIPO - REGION METROPOLITANA

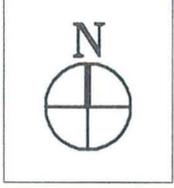
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.480 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONO: 234 0325 - 235 6800

ESCALA 1:100.000  
 LAMINA RM.MA.1



**NOTAS:**  
 -IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
 -COORDENADAS WGS 84  
 -HUSO 19

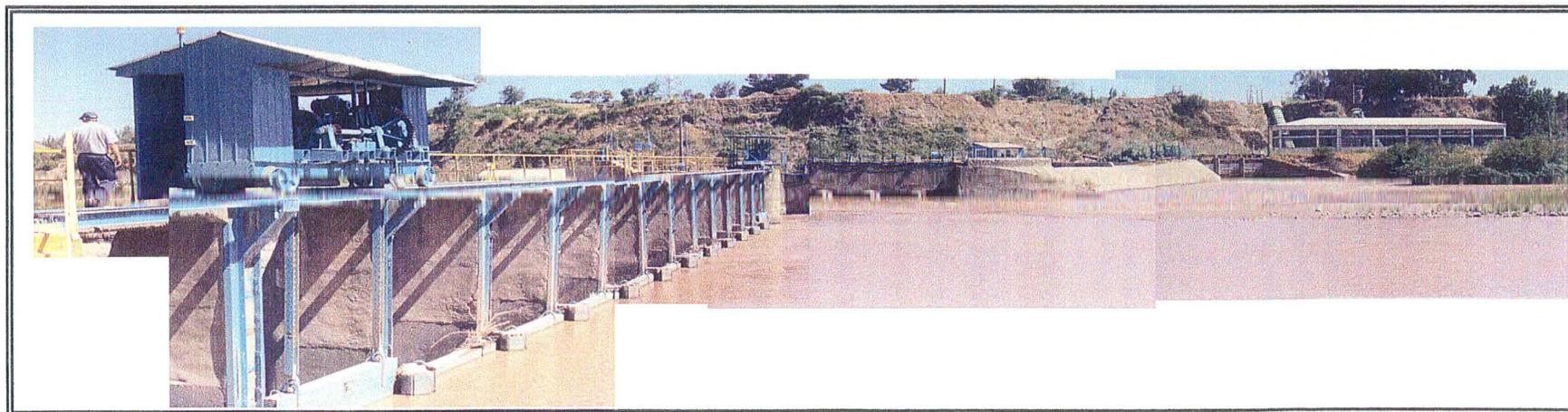
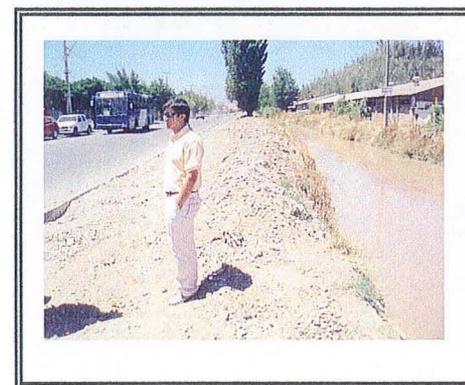
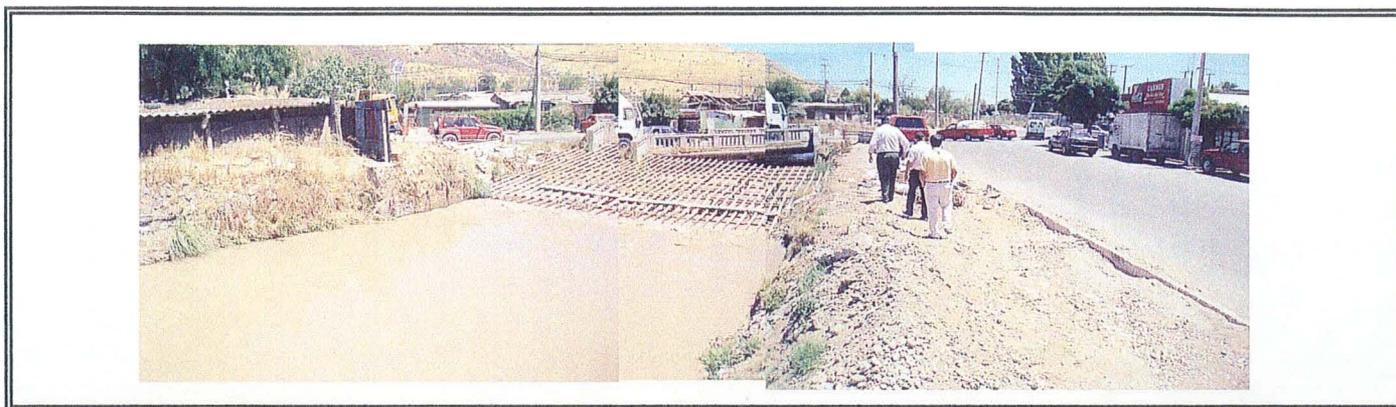
**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



<b>COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM</b>		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO MAPOCHO EN COMUNAS DE SAN BERNARDO, CALERA DE TANGO, MAIPU PADRE HURTADO, PEÑAFLOL Y TALAGANTE "PROYECTO DE MEJORAMIENTO CALIDAD DE AGUAS PARA ASOCIACION CANALES DE MAIPO" REGION METROPOLITANA		
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.650 - OF. 84 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 226 0320 - 228 8666		ESCALA APROX. 1:125.000
		LAMINA RM.MA.2

RM.MA.9.-

Asoc. C. de Maipo



**PROYECTO DE OPTIMIZACIÓN  
Y MULTIUSO DE AGUAS  
DEL CANAL MALLARAUCO**

**RÍO MAPOCHO  
COMUNA DE PEÑAFLORES Y MELIPILLA**

RM.ML.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de optimización y multiuso de aguas del canal Mallarauco.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

2.1.- REGIÓN	:	Metropolitana
2.2.- COMUNAS	:	Peñaflor y Melipilla
2.3.- CUENCA	:	Río Mapocho.
2.4.- ORGANIZACIÓN	:	Asociación Canal Mallarauco
2.5.- INFORMANTE	:	Sergio Zenteno; ingeniero asesor del canal.
2.6.- CARTA INTERÉS	:	En Anexo H se acompaña carta de interés del Presidente de la Asociación.
Dirección	:	Oficina del Canal Mallarauco; Mallarauco S/N
Teléfono	:	02- 8311905
E-mail	:	canalmallarauco@gmail.com

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

Esta iniciativa se refiere al aprovechamiento integral de los derechos de agua que tiene el canal Mallarauco sobre el río Mapocho, además de reducir pérdidas por infiltración en la conducción e incorporar elementos modernizadores a la gestión de la Asociación mediante la presurización de las descargas. En forma simultánea es posible desarrollar privadamente un interesante proyecto hidroeléctrico asociado al proyecto de riego.

El canal Mallarauco tiene una longitud de 17,3 km. en su recorrido cuenta con 7 marcos partidores y 1 túnel de 3km de longitud, tiene 2 grandes derivados el canal Mallarauco Norte y Mallarauco Sur, los que sumados tiene una longitud total de 77 km.

El proyecto consiste en la ampliación de la capacidad de porteo del túnel Mallarauco de 3,1 km de largo, cuya capacidad actual es de unos 7,0 m<sup>3</sup>/s, en unos 4m<sup>3</sup>/s, esto posibilitará a la Asociación hacer uso de la totalidad de los derechos de agua. A su vez, se considera la presurización de parte de las redes de entrega, posibilitando disponer de los primeros elementos que se requieren, para un futuro establecimiento del mercado del agua. Las obras consideradas permiten eliminar pérdidas por infiltración, con lo cual se aumentará la disponibilidad hídrica.

Existe la posibilidad de incorporar generación hidroeléctrica en el ramal sur de esta asociación, que es un proyecto privado y complementario al riego, que tiene un potencial de 1,2 Mw en forma permanente y de aproximadamente 2 Mw durante el período invernal.

RM.ML.2.-

### **3.2.-UBICACIÓN**

La ubicación georreferenciada de las obras es:

Bocatoma:           Este: 324.205 m           Norte: 6.281.810 m (WGS 84 HUSO 19)

### **3.3.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

El principal problema que se resuelve con las obras consideradas en la presente iniciativa es la limitación de la capacidad de porteo del túnel Mallarauco, lo cual afecta, con la salvedad de los predios en la zona de Pelvin al inicio del canal matriz, a todo el resto de la superficie de riego ubicada aguas abajo del túnel. El aumento de disponibilidad sólo será efectivo para los años hidrológicos donde el caudal supere la capacidad actual de porteo del túnel. Por tanto los beneficios agronómicos del proyecto se atribuyen principalmente a los cultivos anuales y hortalizas.

Las obras para conducción presurizada y entregas controladas con registradores, permiten la optimización de la distribución de los recursos y abren la posibilidad de introducir mercado del agua en años de escasez hídrica, al menos en parte de la red de riego, en donde se podría transferir temporalmente un volumen de agua desde los propietarios que riegan cultivos anuales y hortalizas, hacia aquellos que poseen cultivos que demanden mayores inversiones como es el caso de los frutales.

### **3.4.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Para resolver los problemas hídricos ya señalados, se propone el análisis de dos alternativas tendientes a aumentar la capacidad de conducción, además de disminuir las pérdidas por infiltración y aumentar la estabilidad de los bordes amagados. Ambas soluciones cuentan con el aumento de la capacidad del túnel, junto con el aumento de la capacidad y revestimiento de tramos de los canales derivados principales Mallarauco Norte y Mallarauco Sur. La diferencia entre las alternativas consiste en que la primera contempla refuerzos de borde débil, la segunda contempla el revestimiento de la sección del escurrimiento.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.RM.ML.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta consisten en la ampliación del túnel Mallarauco en unos 4m<sup>3</sup>/s; este túnel está ubicado aguas abajo de la entrega al canal Pelvin.

RM.ML.3.-

El aumento de la capacidad de porteo del túnel Mallarauco y todas sus obras anexas impone a su vez el aumento de la capacidad de los canales derivados del Norte y del Sur en 16 km en total, desde 3,5 a 5 m<sup>3</sup>/s a cada uno. Estos canales además consideran refuerzos de borde débil en diversos tramos, acumulando aproximadamente 2,0 km de refuerzos para cada uno de los canales, los cuales se concentran principalmente en zonas en ladera con una alta infiltración. Además se revisten 2 km de canal.

Se considera 2 tramos con descargas presurizadas de aproximadamente 2 km cada una. Ambas consideran a su vez todas las obras anexas que posibiliten la entrega con hidrómetros, lo cual posibilita el registro volumétrico de la entrega.

#### 4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS

El proyecto que se propone, permitirá captar la totalidad de los derechos que le corresponden al canal Mallarauco sobre el río Mapocho. Dada que la capacidad de porteo del túnel está actualmente limitada a un valor sobre el caudal que escurre durante un año del tipo 85% de seguridad hidrológica. El beneficio agronómico se tendrá en aquellos años con abundancia de recursos, por lo que los cultivos principalmente serán del tipo anual y hortaliceros.

Los refuerzos de borde permiten la eliminación de pérdidas de agua en la conducción en tramos en que los canales son conducidos por ladera de cerro y que presentan altas tasas de infiltración con sus consiguientes pérdidas.

Las tuberías presurizadas posibilitan el mercado del agua.

Las recuperaciones que se han estimado en este caso son de unos 77 l/s para el año hidrológico 85%. El aumento de capacidad de porteo con la ampliación del túnel es de 4,08 m<sup>3</sup>/s en el año 50%. Cabe señalar que en este último caso se incluye como beneficio hídrico el aumento de la capacidad del túnel en 4m<sup>3</sup>/s. La superficie productiva beneficiada en el año 50% es de unas 7.347 ha.

La distribución típica de tamaños del sector, es la siguiente:

##### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	10%
MEDIANOS (20-50 HA)	49%
GRANDES >50 HA	41%

RM.ML.4.-

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes:

### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROYECTADOS CON MEJORAMIENTO Y RIEGO DE ALTA SEGURIDAD PARA 7.347 ha
Paltos	Paltos
Cítricos	Cítricos
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Maíz	Alfalfa
Alfalfa	
Trigo	
P. Natural	

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.RM.ML.-

Los beneficiarios es estiman en 338 agricultores en la zona en que es posible mejorar la seguridad del riego, en que aproximadamente el 80% pertenecen al estrato de pequeños productores. La concreción del proyecto significará la incorporación de una superficie de nuevo riego equivalente de 153 ha y además el mejoramiento de hasta 7.347 ha con el multiuso.

De acuerdo a datos censales regionales, se tiene aproximadamente un 23% de mujeres agricultoras propietarias.

## 5.- HIDROLOGÍA Y CAUDAL DE DISEÑO

Los caudales medios mensuales se obtuvieron directamente considerando el modelo de generación de caudales del proyecto Santiago Sur AC-GEOFUN- PROCIVIL, 1998. Los caudales afluentes correspondientes a la temporada de riego de mayor demanda hídrica son:

$$Q (50\%) = 7,50 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$
$$Q (85\%) = 4,80 \quad \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

El canal Mallarauco está constituido legalmente y tiene sus derechos inscritos.

RM.ML.5.-

## **7.- IMPACTO AMBIENTAL**

Los principales impactos que se vislumbran con la construcción de las obras se refieren al período constructivo, destacando las obras de ampliación del túnel, el cual debe secarse durante dicho período y dejar con un suministro mínimo de agua a los predios durante algunos meses invernales. Como medida de mitigación podría diseñarse la ampliación del túnel con la sección, tal que permita introducir una tubería de acero de un diámetro menor, capaz de conducir agua en el tramo en ejecución, para mantener el canal con agua y dotación baja.

Por otra parte, existen dificultades de acceso de la maquinaria al trazado del canal que preferentemente es en ladera de cerro.

También se vislumbran algunas alteraciones del funcionamiento normal de los predios sirvientes del canal, para mantener los accesos de la maquinaria hacia los frentes de obras en el canal, así como el retiro de excedentes de movimientos de tierra para incrementar su capacidad de porteo.

## **8.- NECESIDAD DE ESTUDIOS BÁSICOS**

Se requieren los estudios siguientes:

- Geotecnia del túnel que deberá ampliarse, orientada a recomendar un método constructivo que permita el avance de las tronaduras y remoción del material pétreo sin que esto signifique interrumpir el suministro total de agua por el túnel, posiblemente empleando alguna sistema de tuberías provisionales.

RM.ML.6.-

## 9.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

### 9.1.- PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
Optimización y multiuso de aguas del canal Mallarauco	3.182	2.889	805	2.378	13	16

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescalares: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.RM.ML.-

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	449
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	264

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor total estimado de la iniciativa: \$ 3.895 millones.

### 9.2.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS DE APOYO

Los Programas Complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en Operación de Obras Integradas con otros Usos (2.2.2.- Parte III, Tomo I)

RM.ML.7.-

## **10.- GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA**

Respecto al multiuso de las aguas del proyecto que es posible al introducir un complemento privado que permita la generación hidroeléctrica con un potencial estimado en 1,2 Mw permanente.

Los parámetros estimados a nivel de perfil para esta generación permanente son:

- Caudal estimado en generación: 4 m<sup>3</sup>/s
- Altura de caída total: 40 m
- Potencial: 1,2 Mw
- Inversión en obras hidroeléctricas: \$1.720, millones.
- VAN: \$ 2.140 millones
- TIR: 18%
- IVAN: 1,4

La evaluación económica a nivel preliminar de la generación se contiene en el Anexo J.ii.RM.ML.-

## **11.- ANTECEDENTES COMPLEMENTARIOS**

### **11.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

Se dispone del Estudio Integral de la CNR en el Maipo, con su levantamiento aerofotogramétrico.

Existe Proyecto de Mejoramiento del Canal de la DOH.

## **12.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

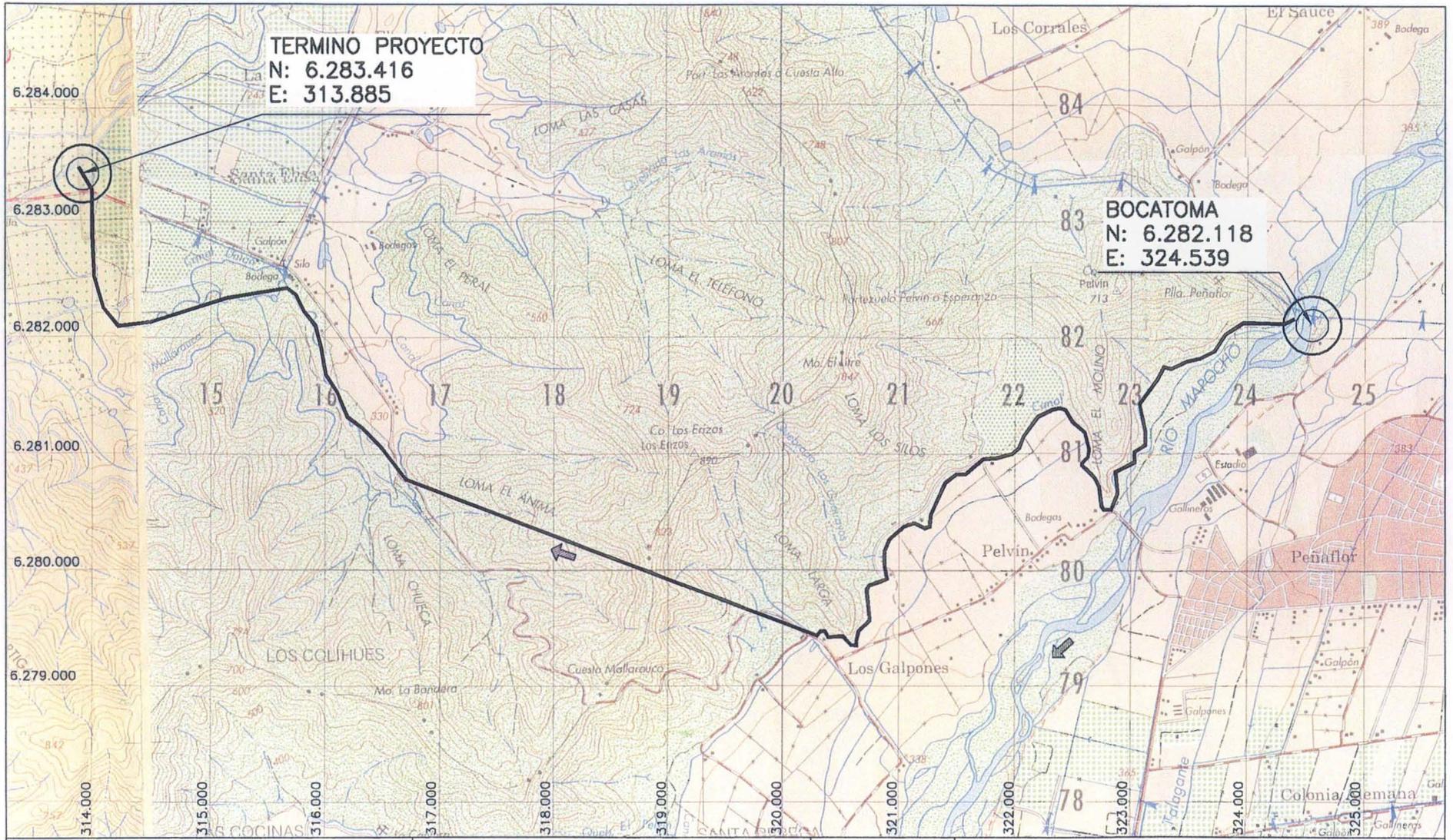
### **12.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

### **12.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

RM.ML.8.-



**TERMINO PROYECTO**

**N: 6.283.416**

**E: 313.885**

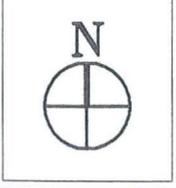
**BOCATOMA**

**N: 6.282.118**

**E: 324.539**

**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DEDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-064-00 MELIPILLA-ESC 1:50.000  
 IGM 5-04-05-065-00 TALAGANTE-ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



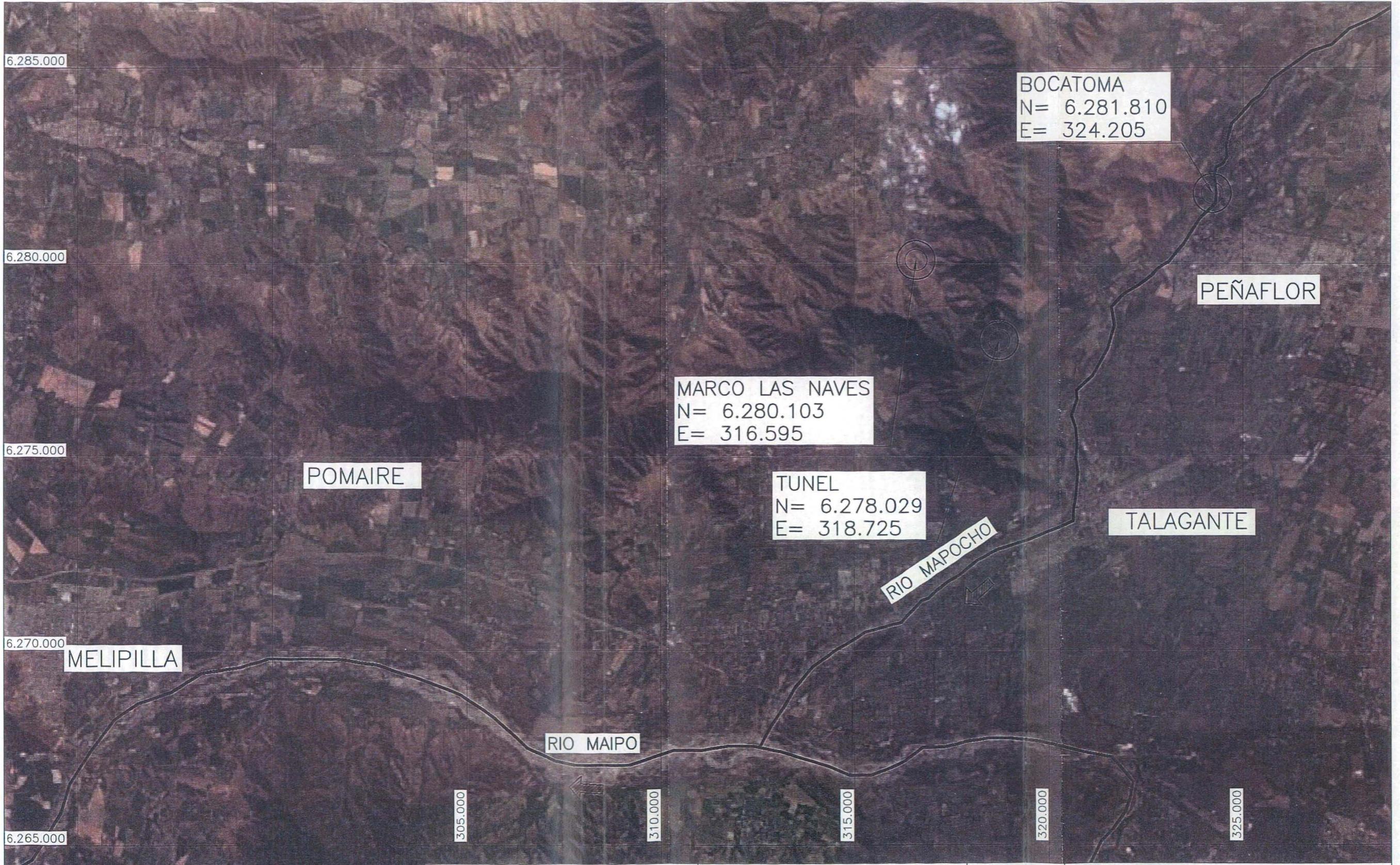
**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

**PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA**  
**RIO MAPOCHO EN COMUNAS DE PEÑAFLORES Y MELIPILLA**  
**"PROYECTO DE OPTIMIZACION Y MULTITUSO DE AGUAS DEL CANAL MALLARAUCO"**  
**CUENCA DEL RIO MAIPO - REGION METROPOLITANA**

**PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.**  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.600 - OF. 08 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 353 0336 - 353 6566

**ESCALA APROX. 1:50.000**      **LAMINA RM.ML.1**

RM.ML.9-



6.285.000  
6.280.000  
6.275.000  
6.270.000  
6.265.000  
295.000  
300.000

BOCATOMA  
N= 6.281.810  
E= 324.205

MARCO LAS NAVES  
N= 6.280.103  
E= 316.595

TUNEL  
N= 6.278.029  
E= 318.725

POMAIRES

MELIPILLA

RIO MAIPO

RIO MAPOCHO

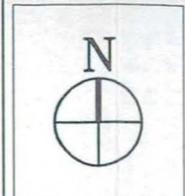
TALAGANTE

PEÑAFLORES

305.000 310.000 315.000 320.000 325.000

NOTAS:  
-IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.  
-COORDENADAS WGS 84  
-HUSO 19

SIMBOLOGIA:  
➔ DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM		
PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA RIO MAPOCHO EN COMUNAS DE PEÑAFLORES Y MELIPILLA "PROYECTO DE OPTIMIZACION Y MULTUSO DE AGUAS DEL CANAL MALLARAUCO" REGION METROPOLITANA		
PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA. DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - OF. 82 - PROVIDENCIA - SANTIAGO FONOS: 236 0325 - 235 8656	ESCALA APROX. 1:100.000	LAMINA RM.ML.2

**PROYECTO DE UNIFICACIÓN DE BOCATOMA  
Y REVESTIMIENTO EN CANALES CHADA, CULITRIN Y  
ROMERAL**

**CUENCA DEL RÍO PEUCO  
COMUNA DE PAINE**

RM.CC.1.-

## 1.- PROYECTO

Proyecto de unificación de bocatoma y revestimiento en canales Chada, Culitrín y Romeral

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

**2.1.- REGIÓN** : Metropolitana.

**2.2.- COMUNA** : Paine.

**2.3.- CUENCA** : Río Peuco.

**2.4.- ORGANIZACIÓN** : Junta de Vigilancia río Peuco

**2.5.- INFORMANTE** : Alfonso Muñoz Galleguillos - Presidente.

Dirección : Camino P. Hurtado s/n – Hacienda Chada S.A.

: Compañía 1068 of. 608 - Santiago.

Correo : Casilla 102 – Paine.

Teléfono : 8221010 – Paine. 6885036 – Santiago.

Email : alfonsomunoz@esteros.cl jdominguez@haciendachada.cl

**2.6.- CARTA DE INTERÉS** : El proyecto fue señalado de interés por la CRR- Región Metropolitana y en Anexo H cuenta con carta de interés de las organizaciones: Comunidad de Aguas Hacienda Chada y Asociación Canal Culitrín.

## 3.- ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 3.1.- TIPO DE PROYECTO Y OBJETIVOS PARA EL PROM.

El Proyecto se orienta al incremento de la eficiencia de captación, conducción y distribución del agua, en este sistema de riego deficitario. Esta nueva iniciativa se refiere al aprovechamiento optimizado de los recursos hídricos del río Peuco para los canales de la ribera derecha o norte del río Peuco denominados: Chada, Culitrín y Romeral. Se plantea una nueva bocatoma unificada en el mismo sector de captación del canal Carén, denominado sector El Minero, esto es, a unos 1.500 m aguas arriba de la actual toma, que será con barrera móvil, defensas en el río y compuertas de admisión y descarga para conducir conjuntamente los recursos de los canales señalados.

La agricultura es la actividad fundamental del valle del río Peuco y del sector del valle contiguo más al norte denominados Chada y Culitrín. Existen unos 76 usuarios con una superficie de riego de 1.200 ha, fundamentalmente con dependencia del año hidrológico, ya que disponen sólo del tranque Chada en el sector sur de Chada y del tranque Romeral ubicado inmediatamente al sur de la cuesta Chada. Ambos son de capacidad insuficiente para la superficie de riego que sirven. Existen, además, áreas no productivas de cada vez mayor importancia, que no dependen de estos recursos hídricos, como son pequeños condominios urbanos en el sector de Chada.

RM.CC.2.-

Los valles señalados se caracterizan por su relativa cercanía a la localidad de Buin, a unos 27 km. Sin embargo, los productos agrícolas se comercializan mayoritariamente en la feria de Lo Valledor.

La bocatoma del canal Chada-Culitrín se ubica en la cabecera del valle, unos 1.500 m aguas abajo de la bocatoma canal Carén, a unos 13 Km aguas arriba del puente sobre el río Peuco en la Ruta 5 Sur. La toma del canal Romeral se ubica aproximadamente en el Km 3 del canal Tronco Chada Culitrín y tienen trazados paralelos en parte de su recorrido. Los caudales en el río se caracterizan por su inestabilidad, debido al tamaño menor de su cuenca de sólo 160 km<sup>2</sup> con una altura media de 1.950 msnm. Ello motiva que los cultivos predominantes sean anuales y hortaliceros y en menor cantidad, los cultivos permanentes. Existe una alta tasa de infiltración de agua en el río Peuco en la parte media y baja del valle, lo cual motiva el interés de la Junta y de los usuarios en conducir los recursos de agua de riego, unificando canales y descargando hacia el canal Romeral ubicado a menor cota.

El proyecto incluye además mejorar y adecuar el actual canal Chada-Culitrín para 1 m<sup>3</sup>/s, revestimiento de 1,5 Km y sistema de compuertas para descarga al canal Romeral. Finalmente se incluye mejoramiento del canal Romeral en un tramo de 1,5 km aguas arriba de la entrega al tranque Romeral.

No se consulta mejoramiento del tranque Chada, que según la información recibida, está siendo patrocinado a través de INDAP, mediante un proyecto marginal de desembanque, con un beneficio de acumulación estimado de unos 50.000 m<sup>3</sup>, el cual no tiene mayor trascendencia en la eficiencia global del sistema.

La Junta de Vigilancia del río Peuco señaló interés en considerar un análisis de hidrogenación de ejecución privada, lo cual requiere de un embalse de cabecera de unos 40 m de altura, inmediatamente aguas arriba del punto de captación de los canales para unificar. Estas obras no se consultan en el presupuesto elaborado, porque constituye un proyecto que no está relacionado con este proyecto de riego.

### **3.2.- PROBLEMA QUE RESUELVE**

En los años de escasez hídrica, el caudal medio durante la temporada de riego, en la parte alta del río se reduce a unos 1.000 l/s disponibles para los canales de la ribera sur. Sin embargo, esta agua es aprovechable sólo en parte, porque se infiltra en una gran proporción antes de ser conducida a los canales, lo cual genera un grave problema en la agricultura. Por tanto, la unificación de canales y el revestimiento propuesto permiten disponer de más recursos y de mayor seguridad de abastecimiento.

RM.CC.3.-

### **3.3.- OBRAS PRINCIPALES DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y ALTERNATIVAS.**

Con el fin de resolver los problemas hídricos señalados, se proponen dos alternativas que apuntan a mejorar las captaciones y disminuir las pérdidas, junto con aumentar la eficiencia en la distribución y mejorar la seguridad en los bordes y operación de los canales. La primera alternativa consiste en la unificación de los canales Chada, Culitrín y Romeral. Se contempla construir una obra de captación unificada, aumento de capacidad y revestimiento de 1,5km de canal, y unidades de distribución hacia los demás canales consistente en construcción y revestimiento de 3,0km de canal de derivación y obras de arte asociadas. La segunda alternativa consiste en realizar el mejoramiento integral, de cada uno de los 3 canales en forma independiente.

En el análisis de multicriterios con ambas alternativas que se presenta en el Anexo K.i.RM.CC.-, se concluye sobre las ventajas que reúne la primera alternativa con unificación de los canales, especialmente considerando los menores costos de inversión inicial, los beneficios de la mayor eficiencia de operación unificada, además de presentar menores impactos negativos en su entorno. Las características de la solución propuesta se presentan a continuación.

Las nuevas obras principales son:

- Barrera tipo vertedero con compuertas de admisión y descarga

Coordenadas UTM: E-354.450 N-6.245.765 (WGS84 – HUSO 19).

- Protección de 150 m con defensas mediante cajas de hormigón articuladas o enrocados.
- Aumento en 1,5 km de la sección del canal Chada, que incluye al Culitrín con nuevos revestimientos y refuerzos, obras de entrega y descarga al canal Culitrín y al canal Romeral.

### **4.- BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

Los beneficios se traducen en la superficie que se añade y que se estimó pueden llegar a unos 215 l/s en año 50%, y 97 l/s en año 85%. Esto significa incorporar hasta unas 130 ha equivalentes de nuevo riego, además de mejorar la seguridad de abastecimiento para 1.069 ha. Para los efectos de la evaluación de este perfil, la nueva superficie equivalente de riego seguro, pueden destinarse a aumentar las plantaciones de nogales, uva de mesa y duraznos. En los años normales, 150 ha pueden ser representadas por 50 ha de maíz 50 ha y por 100 ha de cucurbitáceas.

RM.CC.4.-

Rubros agrícolas actuales.

- Cultivos permanentes: 156 ha.
- Cultivos anuales: 178 ha.
- Hortalizas: 546 ha.
- Praderas y otros: 234 ha.

De los 95 predios, existen 12 con propietarias mujeres.

La distribución típica de tamaños del sector es la siguiente:

#### TAMAÑOS PREDIALES

TAMAÑO PREDIAL	PORCENTAJE EN SUPERFICIE PARA EL SECTOR
PEQUEÑOS (<20 HA)	4%
MEDIANOS (20-50 HA)	21%
GRANDES >50 HA	75%

La distribución de cultivos actuales y proyectados a nivel de perfil, son los siguientes:

#### CULTIVOS

RUBROS PRODUCTIVOS ACTUALES	RUBROS PRODUCTIVOS FUTUROS PROYECTADOS Y RIEGO DE ALTA SEGURIDAD PARA 1.199 ha
Durazno Conservero	Durazno Conservero
Cítricos	Cítricos
Papa	Papa
Maíz	Maíz
Alfalfa	Melón
Trigo	
P. Natural	

Los antecedentes agronómicos son presentados en el Anexo A.ii.RM.CC.-

#### 4.1.- PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS DE APOYO

El funcionamiento del proyecto requiere adiestrar a las directivas de las comunidades, que necesitan fortalecerse mediante un plan estratégico para abordar el proyecto de optimización del uso del agua y un plan de fortalecimiento especial de gestión aplicable a los canales que se unifican. El proyecto introduce elementos operacionales con ribetes técnicos que involucran a los operadores del sistema, así como materias legales. Todo esto debe ser de conocimiento de la Administración. Las organizaciones deberán profesionalizarse y tener un técnico de terreno, así como disponer de fondos para solventar la mantención de las obras y al profesional. Los ingresos podrán captarse de la mayor superficie de riego seguro y de las cobranzas por los servicios del control y medición de los recursos de agua, requiriéndose de personal y de dispositivos

RM.CC.5.-

de medida de agua. Estos programas incluirán la preparación para la presentación del proyecto a DGA.

En resumen, los programas complementarios recomendados son:

- Plan Estratégico de la Organización. (2.2.1.- Parte III, Tomo I)
- Fortalecimiento en gestión de canales que se unifican. (2.2.3.-Parte III, Tomo I)

## 5.- CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de prediseño en el año 50% en bocatoma, y en el canal matriz común unificado alcanza a 1.000 l/s en su primer tramo de unos 1,5 Km. El caudal con seguridad 85% en bocatoma es de 430 l/s. La hidrología utilizada está basada en la estación vecina denominada Angostura en Angostura. Coordenadas: Norte: 6.246.090m; Este: 354.631 m. (WGS84) y en los estudios disponibles.

## 6.- DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

La Junta de Vigilancia río Peuco está legalmente constituida y registrada en la DGA con Res N°351 del año 2005. Los derechos de agua que reparte ascienden a 10.000 acciones. Las acciones del proyecto son: 4.262 acc. Canal Chada Culitrín y 600 acc. Canal Romeral, totalizando 4.862 acciones.

## 7.- PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE PERFIL

### 7.1.- PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

Se presenta el cuadro resumen de parámetros de la evaluación económica preliminar.

ITEM GLOBALIZADO	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS PRIVADOS NETOS (\$ millones)	INVERSION I <sub>0</sub> PRECIOS SOCIALES NETOS (\$ millones)	VAN PRIVADO (\$ millones)	VAN SOCIAL (\$ millones)	TIR PRIVADO (%)	TIR SOCIAL (%)
PEUCO NORTE	996	902	466	1.241	15	21

Notas:

- Precios netos sin IVA al 31 diciembre de 2007.
- Tasas de descuento empleadas: privada 10%; social 8%.
- Tasa de impuesto a la renta: 17% anual.
- Intereses interescales: 12% anual.
- Márgenes agrícolas de los flujos no incluyen sueldo empresarial.
- La evaluación económica se contiene en el Anexo G.ii.RM.CC.-

RM.CC.6.-

## 7.2.- ESTIMACIÓN DE COSTOS DE ESTUDIOS Y PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

Se presenta el cuadro resumen de la estimación de costos de estudios y programas complementarios.

ITEM	VALOR (\$ millones)
ESTUDIOS BASICOS PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD	249
PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS	183

El costo de estudios totales, se estima según una relación empírica de experiencia para estudios anteriores de obras medianas, y es porcentualmente variable con el monto de la inversión neta total. En el Tomo I, Capítulo N°5 de la Parte II se entrega esta relación gráfica.

Valor estimado de la iniciativa: \$ 1.428 millones.

## 8.- IMPACTO AMBIENTAL

El impacto se estima muy positivo con la unificación de bocatomas y los revestimientos de canales, que permitirán obtener mayor eficiencia de aprovechamiento de los recursos hídricos y mayor seguridad de abastecimiento de riego. Asimismo las obras de protección del canal posibilitarán mejorar la calidad.

El impacto ambiental de este proyecto se refiere al cambio en el régimen de caudales en el río Peuco. También es importante señalar que la Junta de Vigilancia tiene la atribución de distribuir 100% de los recursos que administra, y es así que históricamente todos los años el cauce del río queda completamente seco en la temporada de riego en un sector extenso de su recorrido.

Por otra parte es importante destacar que la ribera sur del río Peuco también está promoviendo un proyecto similar de unificación de los 4 canales existentes: canal Carén, Peuco, Santa Teresa y Picarquín.

RM.CC.7.-

## **9.- ESTUDIOS Y PROGRAMAS**

### **9.1.- ESTUDIOS PREVIOS**

- Programa de Transferencia de conocimientos y habilidades para el manejo y desarrollo de cuencas hidrográficas – Etapa II. Subprograma Organizaciones de Regantes VI Región de O`Higgins. CNR/ Agraria - 2006.
- Hidrología de caudales medios mensuales en bocatoma río Peuco para canal tronco Chada Culitrín. Procivil – 2001.
- Aforos en la cabecera del valle del río Peuco y en Puente Pillay. Procivil - 2006.
- Estudio Maipo CNR con levantamiento topográfico disponible a escala 1:10.000

### **9.2.- ESTUDIOS BÁSICOS REQUERIDOS**

- Hidrología actualizada de caudales de superficie, régimen normal y crecidas en el río Peuco en el sector El Minero.
- Estudio de mecánica de suelos.
- Topografía detallada en los sectores de obras y en el río.

### **9.3.- ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS**

- Hidrología estación Angostura en Angostura. Coord. 6.246.090N – 354.631E. (WGS84).

### **9.4.- ANTECEDENTES**

Estudio Integral Maipo CNR.

## **10.- ANTECEDENTES GRÁFICOS**

### **10.1.- PLANTA IGM**

Se acompaña la plancheta a escala 1: 50.000 con indicación de la ubicación del proyecto propuesto.

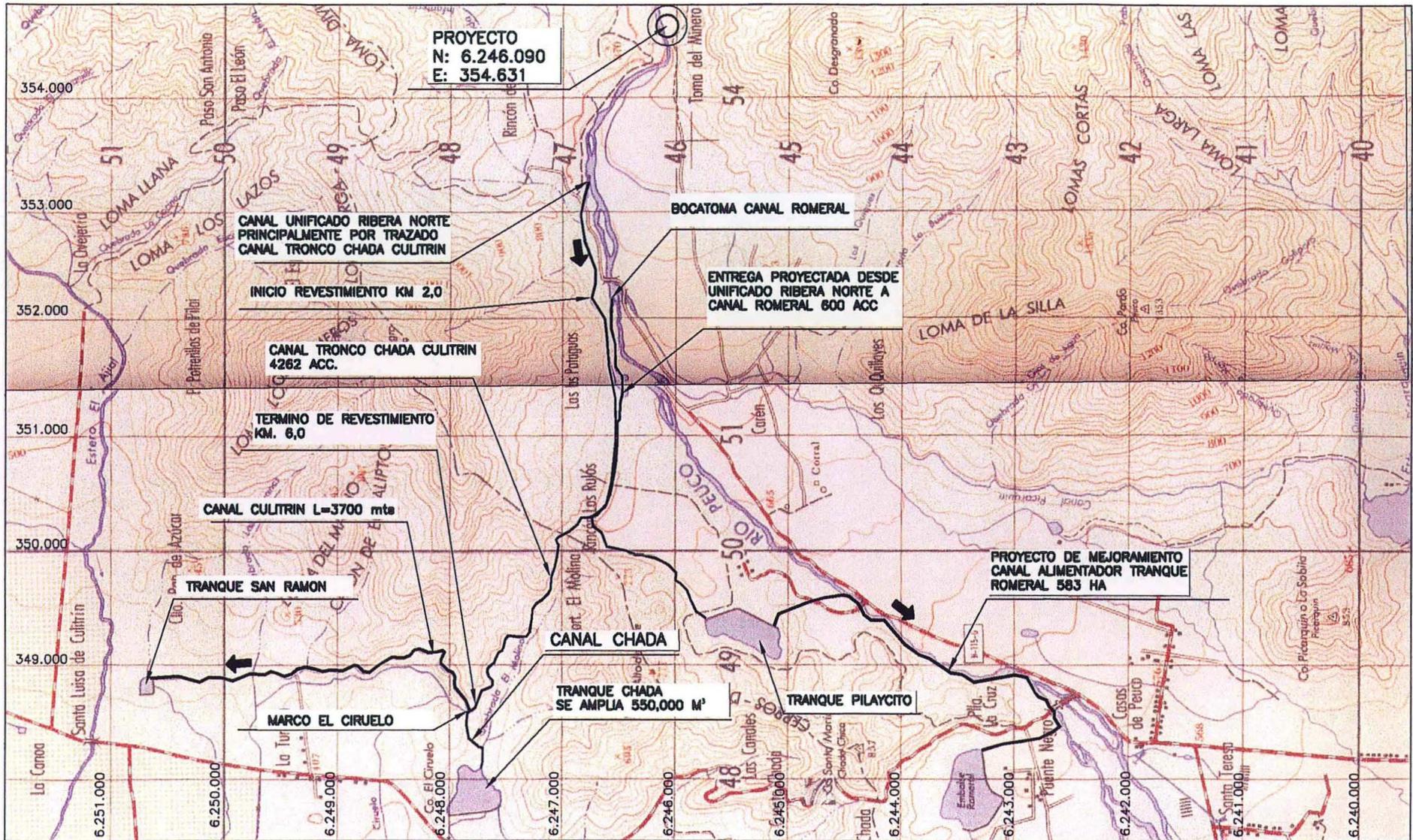
### **10.2.- FOTO SATELITAL**

Se acompaña imagen satelital de Google Earth Plus.

### **10.3.- FOTOGRAFÍAS DE TERRENO**

Se acompañan fotos ilustrativas obtenidas del terreno.

RM.CC.8.-



**NOTAS:**  
 -IMAGEN EXTRAIDA DESDE PLANCHETA  
 IGM 5-04-05-0075-00 SAN FRANCISCO DE MOSTAZAL  
 ESC 1:50.000  
 -COORDENADAS DATUM PSAD 56  
 -HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**  
 DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO  
 INTERSECCION DE CAUCES NATURALES

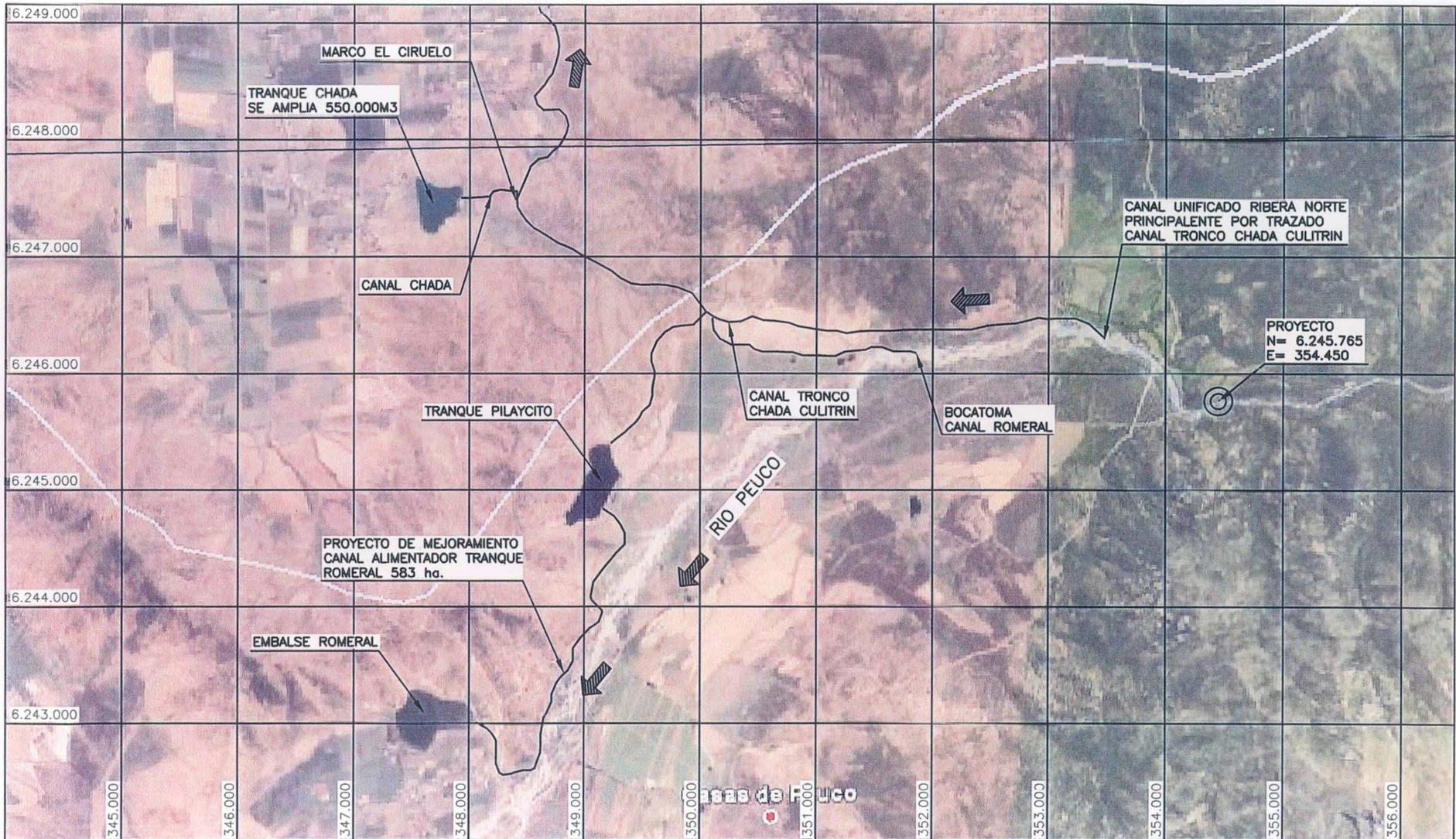


**COMISION NACIONAL DE RIEGO PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PEUCO RIBERA NORTE EN COMUNA DE PAINE "PROYECTO DE UNIFICACION  
 DE BOCATOMAS Y REVESTIMIENTO EN CANALES: CHADA, CULITRIN Y ROMERAL"  
 CUENCA DEL RIO MAIPO - REGION METROPOLITANA

PROYECTISTAS : PROCIIVL INGENIERIA LTDA.  
 DIRECCION: 11 DE SEPTIEMBRE 1.698 - 07. 84 - PROVIDENCIA - SANTIAGO  
 FONOS: 298 0028 - 298 0030

ESCALA 1:50.000  
 LAMINA RM.CC.1



**NOTAS:**

- IMAGEN SATELITAL EXTRAIDA DESDE GOOGLE EARTH PLUS.
- COORDENADAS WGS 84
- HUSO 19

**SIMBOLOGIA:**

- ➔ DIRECCION DEL ESCURRIMIENTO
- ⊙ INTERSECCION DE CAUCES NATURALES



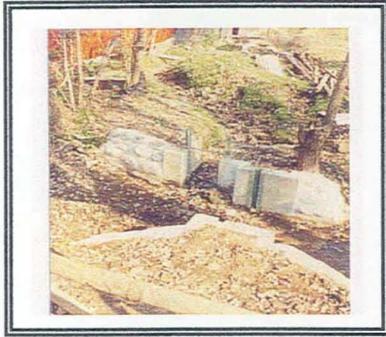
**COMISION NACIONAL DE RIEGO - PROM**

PLANTA GENERAL DE UBICACION DE INICIATIVA  
 RIO PEUCO, RIBERA NORTE EN COMUNA DE PAINE  
 "PROYECTO DE UNIFICACION DE BOCATOMA Y REVESTIMIENTO EN CANALES:  
 CHADA, CULITRIN Y ROMERAL"  
 REGION METROPOLITANA

PROYECTISTAS : PROCIVIL INGENIERIA LTDA.  
 DISEÑADOR: 11 DE SEPTIEMBRE 1.400 - CP. 09 - P.O. BOX - SANTIAGO  
 FONOS: 800 0005 - 800 0000

ESCALA APROX. 1:80.000  
 LAMINA RM.CC.2

**CBRAS DE DISTRIBUCION DEL PROYECTO MEJORAMIENTO COMUNIDAD DE  
AGLAS HACIENDA CHADA - AÑO 2004. LEY 18.450**



**AFOROS EN CANAL TRONCO CHADA - CULTRIN EN COMPUERTAS KM. 0.0  
Y EN MARCO PARTIDOR EL CIRUELO KM 5.9,  
CON PERDIDA POR CONDUCCION DE 4.5% / KM. FECHA 24.03.2006**

