GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA UTILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN RIEGO REGIÓN METROPOLITANA

Informe Final
Volumen 2

Marzo 2004

Jorquera&Asociados
INGENIEROS CONSULTORES



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA UTILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN RIEGO REGION METROPOLITANA

Informe Final
Volumen 2

Marzo 2004

Jorquera&Asociados S.A.
INGENIEROS CONSULTORES
MONS. FÉLIX CABRERA 62 OF. 3 A, PROVIDENCIA, SANTIAGO, CHILE
FONO(56 2) 232 0060, FAX (56 2) 233 1305, EMAIL LJG.CONSULTORES@LJG.CL

INDICE

DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA UTILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN RIEGO
REGION METROPOLITANA

INTRODUCCIÓN

1.	**RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE**	**1.1-1**
1.1	Antecedentes sobre Plantas de Tratamiento Aguas Servidas	
	Plantas de tratamiento de Aguas Servidas en funcionamiento, en construcción y en estudio	1.1-1
1.2	Antecedentes sobre Proyectos de Riego con Aguas Tratadas	1.2-1
	1.2.1 Antecedentes sobre obras de riego medianas	1.2-1
	1.2.2 Ley de Fomento de Riego	1.2-15
1.3	Antecedentes sobre temas jurídicos e institucionales	1.3-1
1.4	El SIIR de la CNR	1.4-1
2.	**CARACTERÍSTICAS DE LAS ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS PLANTAS**	**2.1-1**
2.1.	Infraestructura de Riego	2.1-1
	2.1.1. Introducción	
	2.1.2. Segunda Sección Mapocho (Canales las Mercedes , Esperanza Alto, casas de Pudahuel)	2.1-3
	2.1.3. Tercera Sección Mapocho (Castillo, Santa Cruz, Romero, Bombilla, Esperanza Bajo	2.1-9
	2.1.4. Cuarta Sección Mapocho (Mallarauco)	2.1-14
	2.1.5. Ultima Sección Mapocho	2.1-17
	2.1.6. Tercera Sección del Maipo	2.1-21
	2.1.7. Otros (La Punta, La Pólvora)	2.1-25
2.2.	Desarrollo Agropecuario	2.2-1
	2.2.1. Introducción	2.2-1
	2.2.2. Segunda Sección Mapocho (Canales las Mercedes, Esperanza Alto, Casasde Pudahuel)	2.2-23
	2.2.3. Tercera Sección Mapocho (Castillo, Santa Cruz, Romero, Bombilla)	2.2-47
	2.2.4. Cuarta Sección Mapocho (Mallarauco)	2.2-49
	2.2.5. Ultima Sección Mapocho	2.2-75
	2.2.6. Tercera Sección del Maipo	2.2-77
3	**ANALISIS JURÍDICO E INSTITUCIONAL**	**3.1-1**
3.1	Los derechos de aprovechamiento de las aguas tratadas y el marco tarifario	3.1-1
	3.1.1 Los Derechos de Aprovechamiento	3.1-3
	3.1.2 El Marco Tarifario	3.1-9
3.2	Aspectos institucionales y de apoyo a los agricultores	3.2-1
	3.2.1 Sistemas de apoyo para productores empresariales.	3.2-2
	3.2.2 Sistemas de apoyo para los pequeños productores o agricultura familiar	3.2-24
	3.2.3 Esquema de utilización de Instrumentos	3.2-55
	3.2.4 Documentos de ODEPA e IICA de catastro de Instrumentos	3.2-59
4	**IDENTIFICACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE RIEGO**	**4.1-1**
4.1	Identificación de proyectos para la utilización de aguas servidas tratadas.	4.1.1
	4.1.1 Generalidades	4.1.1
	4.1.2 Los proyectos pueden ser clasificados de la siguiente manera	4.1.2
	4.1.3 Obras que se estudian en esta consultoría	4.1.4
	4.1.4 Otras obras de interés	4.1.5

4.2	Prefactibilidad Canal Esperanza Alto		
	4.2.1	Introducción	4.2.1
	4.2.2.	Descripción.	4.2.2
	4.2.3.	Planteamiento del problema	4.2.3
	4.2.3.1	Fuentes de contaminación del canal	4.2.3
	4.2.3.2	Grados de contaminación del agua	4.2.4
	4.2.3.3	Protección del canal	4.2.4
	4.2.3.4	Conducción de las aguas	4.2.5
	4.2.4.	Descripción y presupuesto de las obras	4.2.7
	4.2.4.1	Tramo 1	4.2.7
	4.2.4.2	Tramo 2	4.2.8
	4.2.4.3	Tramo 3	4.2.21
	4.2.4.4	Tramo 4	4.2.28
	4.2.4.5	Tramo 5	4.2.33
	4.2.5	Situación Agropecuaria	4.2.35
	4.2.5.1	Situación actual	4.2.35
	4.2.5.2	Situación Futura	4.2.40
4.3	Prefactibilidad Cuatro Canales Interferidos por Planta Tratamiento El Trebal		4.3.1
	4.3.1	Introducción	4.3.1
	4.3.2	Descripción del sistema de alimentación en Estudio	4.3.3
	4.3.2.1	Generalidades	4.3.3
	4.3.2.2	Trazado	4.3.6
	4.3.3	Caudales de diseño	4.3.8
	4.3.3.1	Entrega de la totalidad de las aguas tratadas	4.3.8
	4.3.3.2	Determinación del caudal mínimo de apoyo	4.3.10
	4.3.4	Trabajos de Terreno	4.3.15
	4.3.5	Pre-dimensionamiento	4.3.17
	4.3.6	Costos de inversión	4.3.27
	4.3.7	Resumen de Anteproyecto y selección de alternativa	4.3.32
	4.3.8	Situación agropecuaria.	4.3.34
4.4	Proyectos LFR en Mallarauco		4.4.1
	4.4.1	Situación actual	4.4.1
	4.4.1.1	Encuestas del sector	4.4.3
	4.4.1.2	Características de la lechería	4.4.6
	4.4.2	Situación Futura	4.4.7
	4.4.2.1	Bases del Plan de Desarrollo Agrícola	4.4.9
	4.4.3	Proyecto LFR 1. Ernesto Rojas	4.4.11
	4.4.4	Proyecto LFR 2. Oscar Barrera	4.4.23
	4.4.5	Proyecto LFR 3. Pablo Miranda	4.4.34
	4.4.6	Proyecto LFR 4 Segundo Mateluna	4.4.45
	4.4.7	Proyecto LFR 5. Luis Jerez	4.4.57
4.5	Zanjón de la Aguada		4.5.1
5	**EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL**		**5.1.1**
5.1	Evaluación Económica		5.1.1
	5.1.1	Mallarauco	5.1.1
	5.1.1.1	Costos del Proyecto a Precios de Mercado	5.1.2
	5.1.1.2	Beneficios del Proyecto a Precios de Mercado	5.1.3
	5.1.1.3	Los Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto a Precios de Mercado	5.1.3
	5.1.2	Proyecto Esperanza Alto	5.1.4
	5.1.2.1	Costos del Proyecto a Precios de Mercado	5.1.4
	5.1.2.2	Costos del Proyecto a Precios Sociales	5.1.5
	5.1.2.3	Beneficios del Proyecto	5.1.6
	5.1.2.4	Los Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto	5.1.7
	5.1.3	Proyecto Cuatro Canales Interferidos	5.1.8
	5.1.3.1	Costos del Proyecto a Precios de Mercado	5.1.8
	5.1.3.2	Costos del Proyecto a Precios Sociales	5.1.9
	5.1.3.3	Beneficios del Proyecto	5.1.9
	5.1.3.4	Los Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto	5.1.12
	5.1.4	Proyectos Alternativos	5.1.13

INDICE

DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA UTILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN RIEGO
REGION METROPOLITANA

5.2	Evaluación Ambiental preliminar		5.2.1
	5.2.1.	Objetivo y alcance	5.2.1
	5.2.1.1	Objetivo	5.2.1
	5.2.1.2	Alcances del análisis ambiental	5.2.1
	5.2.1.3	Metodología para evaluar potenciales impactos ambientales	5.2.1
	5.2.2.	Evaluación ambiental preliminar de proyectos seleccionados	5.2.3
	5.2.2.1	Breve resumen de los proyectos	5.2.3
	5.2.2.2	Caracterización de áreas de influencia de los proyectos	5.2.7
	5.2.2.3	Análisis de la situación sin proyecto	5.2.29
	5.2.2.4	Análisis de la situación con proyecto	5.2.34
	5.2.2.5	Determinación de la normativa ambiental aplicable	5.2.44
	5.2.2.6	Conclusiones del análisis ambiental	5.2.50
6.	PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE RIEGO CON AGUAS SUBTERRANEAS COMO ALTERNATIVA A LAS AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN SECTORES DE SEGUNDA Y TERCERA SECCION RIO MAPOCHO		6.1.1
6.1	Descripción del proyecto		6.1.1
6.2	Características Geológicas e Hidrogeológicas		6.1.2
	6.2.1	Características del acuífero en la hoya hidrográfica	6.1.2
	6.2.2	Capacidad de embalsamiento del acuífero	6.1.3
	6.2.3	Disponibilidad de aguas subterráneas	6.1.4
	6.2.3.1	Potencial de recursos disponibles	6.1.4
	6.2.3.2	Calidad química y bacteriológica	6.1.8
	6.2.4	Anteproyecto de las obras	6.1.8
	6.2.5	Caudales de diseño y Area de riego	6.1.10
	6.2.5.1	Proyecto Sector de Mallarauco	6.1.10
	6.2.5.2.	Proyecto Sector Esperanza Alto	6.1.10
	6.2.5.3	Proyecto Sector Cuatro Canales El Trebal	6.1.10
	6.2.6.	Plano de disposición general de las obras	6.1.11
	6.2.6.1	Proyecto Sector de Mallarauco	6.1.11
	6.2.6.2	Proyecto Sector Esperanza Alto	6.1.12
	6.2.6.3	Proyecto Sector Cuatro Canales El Trebal	6.1.13
	6.2.7	Presupuesto de las obras	6.1.13
	6.2.8	Valor del costo del m^3 de agua de riego	6.1.17
7	ANEXOS		
	Anexo A	Fotografías	1
	Anexo B	Minutas de reuniones	13
	Anexo C	Documentos Legales	28
	Anexo D	Cálculos Ingeniería	70
ALBUM DE PLANOS			
		Sección de riego río Mapocho	1.1-001
		General Zona de Proyectos	1.1-002
4.2		ESPERANZA ALTO	
		Plano de Area (SIRR)	4.2-001
		Plano Trazado (CAD)	4.2-002
		Plano de Obras (CAD)	4.2-003
4.3		CUATRO CANALES	
		Plano General de Área (SIRR)	4.3-001
		Plano de Obra (CAD)	4.3-002
		Plano de Obra (CAD)	4.3-003
4.4		MALLARAUCO	
		Plano General (SIRR)	4.4-001
4.5		ZANJON DE LA AGUADA	
		Plano General (CAD)	4.5-001

4. IDENTIFICACIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS DE RIEGO

4.1 Identificación de proyectos para la utilización de aguas servidas tratadas.

4.1.1 Generalidades

El programa de construcción de plantas de tratamiento considera que habrá capacidad suficiente para limpiar la totalidad de las aguas servidas que caen actualmente a los Ríos Mapocho y Maipo hacia el año 2009. En consecuencia todos los canales de ambos ríos recibirán aguas limpias a partir de ese año. Por el hecho de construirse las plantas, la situación de la economía agropecuaria cambia sºustancialmente y favorablemente para los agricultores de las zonas influenciadas. Las prohibiciones de la Autoridad para cultivar hortalizas con hojas al nivel del suelo, y las exigencias para la producción exportable, amenazaban llevar a los productores a una situación muy difícil, tanto en la producción para consumo local como para enviarla a otros mercados.

Hay que destacar que la construcción y operación de Plantas para tratar las aguas servidas de la totalidad de la Región Metropolitana no es suficiente para garantizar aguas limpias. Efectivamente, paralelamente con la operación de las plantas es necesario que se controlen otras fuentes de contaminación como son las basuras, los riles, y la contaminación propia de la agricultura por la utilización de agroquímicos y la contaminación difusa en general. La contaminación de los canales en camino desde las tomas en los ríos hasta los predios que deben regar también debe ser controladas. Por el avance de la urbanización, las aguas extraídas limpias desde el río, vuelven a ser contaminadas al pasar los canales por sectores habitados que les entregan aguas servidas y basuras. Debería conseguirse al nivel del 2009, cuando están todas las plantas de tratamiento funcionando, que estuviera en aplicación también la gestión adecuada para el control de las demás fuentes contaminantes.

Prácticamente todas las secciones de los ríos Mapocho y Maipo serán influenciadas por las aguas servidas tratadas. Sin embargo hay sectores sobre los cuales el efecto es mucho mayor. Estos sectores corresponden a los canales inmediatamente aguas debajo de las los antiguos colectores que recibían aguas servidas muy contaminadas y que actualmente reciben aguas más o menos limpias y que en un futuro cercano recibirán aguas muy limpias, cuando estén operando todas las plantas de tratamiento y los sistemas complementarios para el control de los riles, las basuras y los agroquímicos.

Sobre esta base el consultor propuso a la CNR focalizar este estudio en los siguientes sectores:

Primera Prioridad:
Segunda Sección del Mapocho:
Tercera Sección del Mapocho:
Cuarta Sección del Mapocho, canal Mallarauco
Segunda Prioridad:
Quinta Sección del Mapocho:
Tercera Sección del Maipo:
Tercera Prioridad:
El resto de la cuenca del río Maipo

4.1.2 Los proyectos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

a) Proyectos de rehabilitación y mejoramiento de los canales

Todos los proyectos pendientes para el mejoramiento y rehabilitación de los canales se vuelven actuales y convenientes: bocatomas, canoas, pasos de quebrada, sifones, otras obras de arte, revestimientos.

En la Segunda Sección del Mapocho:
Canal Esperanza Alto
En la Tercera Sección Mapocho:
Unificación canales Castillo, Santa Cruz, Romero
Cuarta Sección del Mapocho
Canal Mallarauco. Mejoramiento bocatoma y túnel
Quinta Sección Mapocho:
Mejoramiento bocatomas en todos los canales
En la Tercera Sección del Maipo:
(Obras consignadas en estudio Geofun 2001, con presupuestos, ha beneficiadas, índices de evaluación económica a precios sociales y privados)
Descargas canal San José
Unificación Canales Puangue, Picano, Huaulemu
Descanso Fiscal-Canal Puangue
Descanso Canal Puangue, Sector Los Jazmines
Mejoramiento Canal Huechún
Protección Canal Woodehouse
Desarenador y Tranque Canal Cholqui

b) Proyectos para proteger las aguas limpias y sectores urbanos

Se vuelve imprescindible proteger los canales de la contaminación en camino desde las bocatomas hasta los sectores de aplicación del riego, en especial, abovedamientos y obras de protección del cauce. Casi todos los canales
En la Segunda Sección del Mapocho.
Canal Las Mercedes
Canal Esperanza Alto.
En la Tercera Sección
Algunos abovedamientos

c) Tecnificación del riego

Al mejorar y asegurarse la rentabilidad de la producción, y siendo el agua limpia la limitante, y habiendo disponibilidad de tierras para nuevo riego, resultarán de alta demanda todos los proyectos para producción intensiva con tecnificación del riego.

Este tipo de inversiones son necesarias en todas las áreas de la clasificación.

d) Grandes obras

Clasificadas por el monto de la inversión, serían (i) el embalse Crucero y (ii) el Proyecto Popeta, Yali, Alhué. El Crucero (alternativa de 44 Hm3) estimado en 8 600 millones de pesos, y Popeta-Yali- Alhué estimado en 107 000 millones de pesos.

e) Obras por interferencias entre las plantas de tratamiento y canales

Estas son las obras más urgentes de construir.

La Planta El Trebal tiene un punto de entrega de las aguas tratadas al Río Mapocho, que está más abajo que el anterior punto de entrega de las aguas servidas al Río Mapocho. Ello tuvo como consecuencia que los canales Castillo, Santa Cruz, Romero y Bombilla por el lado izquierdo, y Esperanza Bajo por el lado derecho ya no reciben los aportes de las aguas servidas que llegaban al cauce aguas arriba.

En la planta La Farfana, debido a la desviación de las aguas servidas que eran conducidas por el Zanjón de la Aguada, se ha impedido el suministro a los canales sobre el Zanjón, el más importante el canal Rinconada. Para devolver las aguas servidas tratadas para estos canales son necesarias obras, a menos que se mantenga la entrega de aguas por el canal San Carlos al Zanjón, de derechos de Aguas Andinas del Río Maipo, como se hará en la temporada 2003/2004.

f) Aguas subterráneas

Hay sectores en que hay abundante agua subterránea. No hay una evaluación de este recurso como una fuente alternativa o adicional al agua subterránea.

Se ha incluido en este estudio una evaluación, para los proyectos estudiados, de la utilización de agua subterránea en lugar de agua superficial. Esta evaluación tiene importancia en el estudio de escenarios de propiedad de las aguas. Si la resolución judicial llevara a que los agricultores debieran pagar por las aguas tratadas por las plantas, entonces debería tenerse en cuenta esta fuente alternativa y hacerse el cálculo económico comparativo.

4.1.3 Obras que se estudian en esta consultoría

La elección de las obras a estudiar en el nivel de prefactibilidad se hizo de común acuerdo con la CNR y se eligieron considerando que son representativas de tres casos muy diferentes que ocurren en los sectores influenciados por la limpieza de las aguas servidas. Cada caso estudiado son ejemplos que se repiten en otros sectores:

Los proyectos para pequeños productores en Mallarauco (4.4.3 al 4.4.7) corresponden a un grupo de parceleros que vienen de la Reforma Agraria (canales Reforma se denominan los canales que los sirven) y que no han conseguido progresar a l nivel que lo han hecho los sectores empresariales que son vecinos de ellos y que en este valle son prósperos. La llegada de las "aguas limpias" es aprovechada en este proyecto como una oportunidad para asociar un programa de asistencia en gestión y en capacitación, apoyando la inversión con las obras de la LFR.

La condición de baja productividad obedecería principalmente a las condiciones adversas de clima y suelos que caracterizan a dicha zona, lo que ha limitado las alternativas productivas a especies de arraigamiento superficial y resistentes a las bajas temperaturas, lo que es una de las causas que ha llevado a sus productores a mantener la orientación pecuaria tradicional.

La sugerencia de este consultor es organizar un Proyecto de Desarrollo sobre la base de la Ley de Fomento de Riego 18450 aplicada a un conjunto de casos, que se complemente con asistencia técnica de CORFO y otros instrumentos productivos, de tal manera de provocar un cambio rápido en el desarrollo incorporando gestión, tecnología y capital. Se prepararían los proyectos de riego y los correspondientes análisis económico y ambiental.

El proyecto descrito en 4.2, canal Esperanza Alto, es de un sector de agricultura de hortalizas amenazado por la mala calidad de las aguas y por el riesgo que, aunque sean recibidas limpias al nivel de bocatoma, sean contaminadas de nuevo "en camino" entre la bocatoma y las parcelas donde se riega. El proyecto propone obras para proteger el canal matriz y así evitar que se le entreguen aguas servidas y basura en el trayecto.

El proyecto descrito en 4.3 consiste en obras para canales interferidos por la Planta de Tratamiento EL Trebal: Canales Castillo, Santa Cruz, Romero, Bombilla, Esperanza Bajo.

Para que estos canales reciban ahora las aguas tratadas es necesario construir obras adicionales. Si estas obras no están disponibles en los años de probabilidad de excedencia superior a 85%, las disponibilidades de agua en estos canales será baja y los agricultores sufrirán una aguda escasez del recurso.

4.1.4 Otras obras de interés

En las comunas de Curacaví y María Pinto, que constituyen una alta proporción de los suelos regados por el Canal Las Mercedes, según los datos del VI° Censo Nacional Agropecuario, se riegan aproximadamente 15.100 hás, de las cuales 13.500 hás corresponden a riego gravitacional, 700 hás a riego mecánico mayor y 800 hás a riego localizado o micro riego.

Por otra parte, se siembran 2.600 hás de cereales, 1.450 hás de chacras, 2.200 hás de hortalizas, forrajeras 3.500 hás y frutales 2.000 hás.

Llama la atención el bajo nivel de tecnificación del riego, lo que podría atribuirse a la condición de pequeños productores de muchos de sus agricultores y a la superficie sembrada de forrajeras.

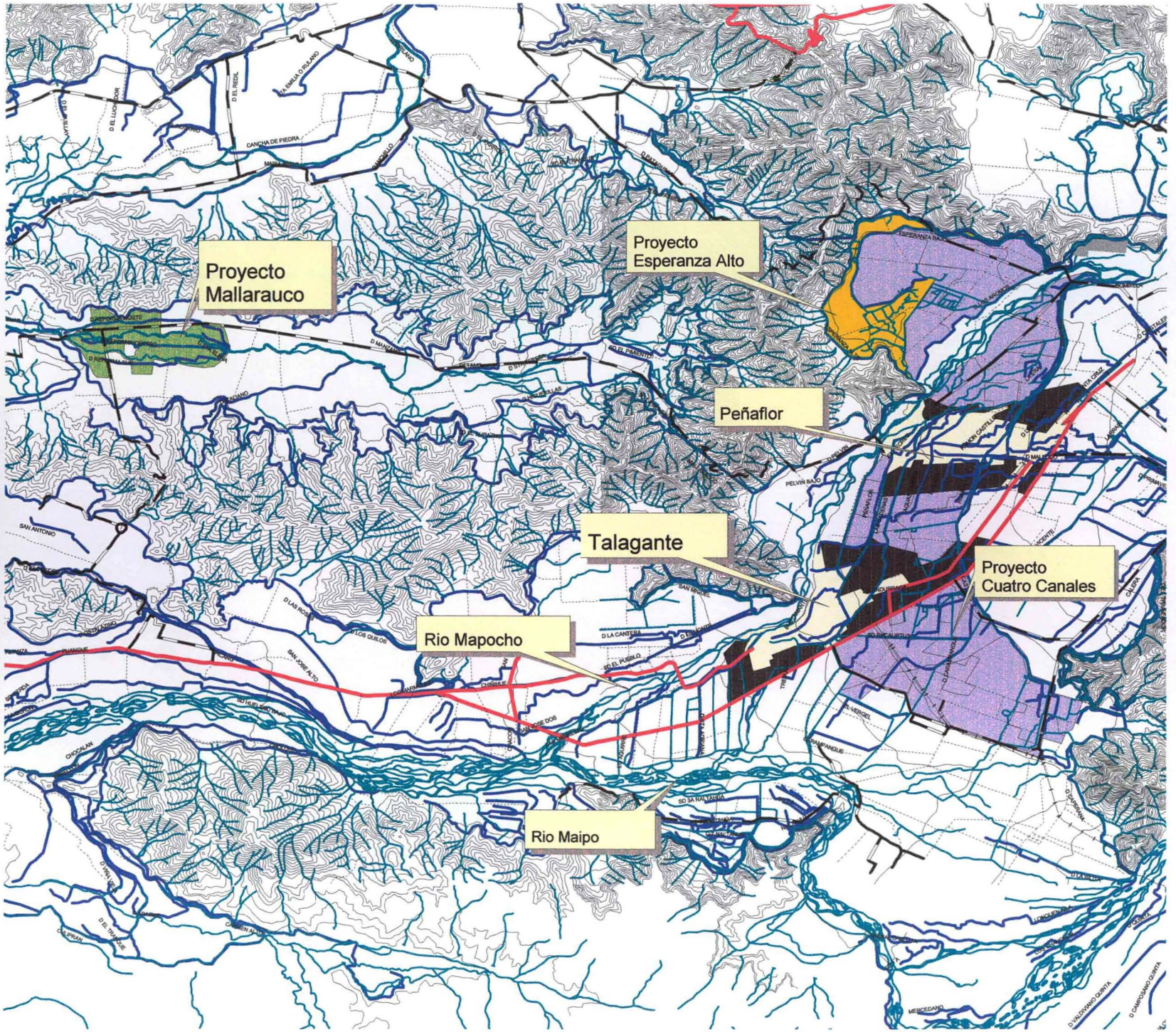
Esta es una zona que podría incrementar su superficie de plantaciones frutales, ya que reúne características de suelo y clima que permiten la adaptación de algunos de ellos. Entre ellos cabe mencionar la vid vinífera y de mesa, entre otros.

Las prioridades de las obras a construir son determinadas según procedimientos que dependen de sus fuentes de financiamiento. Aquí nos referimos a aquellas obras donde concurren fondos fiscales de subsidios.

Para las obras de la LFR 18450," Ley de Fomento a la Inversión Privada en Riego", la prioridad se establece a través de concursos públicos calificados según las variables establecidas en las Bases de los concursos y conforme a la Ley y al Reglamento. La Comisión Nacional de Riego puede fijar prioridades por tipo de

concursos a nivel nacional, de acuerdo a criterios aprobados por el Consejo de Ministros.

Las prioridades de las Obras Medianas se rigen por los procedimientos de selección de proyectos de ese programa que requiere, previamente de la iniciativa de los interesados, recomendación del Gobierno Regional, otras condiciones mínimas, para luego entrar a un procedimiento de calificación de prioridad conforme a siete variables.



Red Vial
Carretera
Vía Principal
Vía Secundaria
Línea Férrea
Curvas de Nivel
Cauces Naturales
Canales
Topónimos Hidrografía
EXPANSION URBANA
Suelo Urbano
Zona Regada Esperanza bajo
Romero-Castillo-Sta Cruz
ZONA REGADA ESP. ALTO
Mallarauco

0 1 Kilometers

1:100000

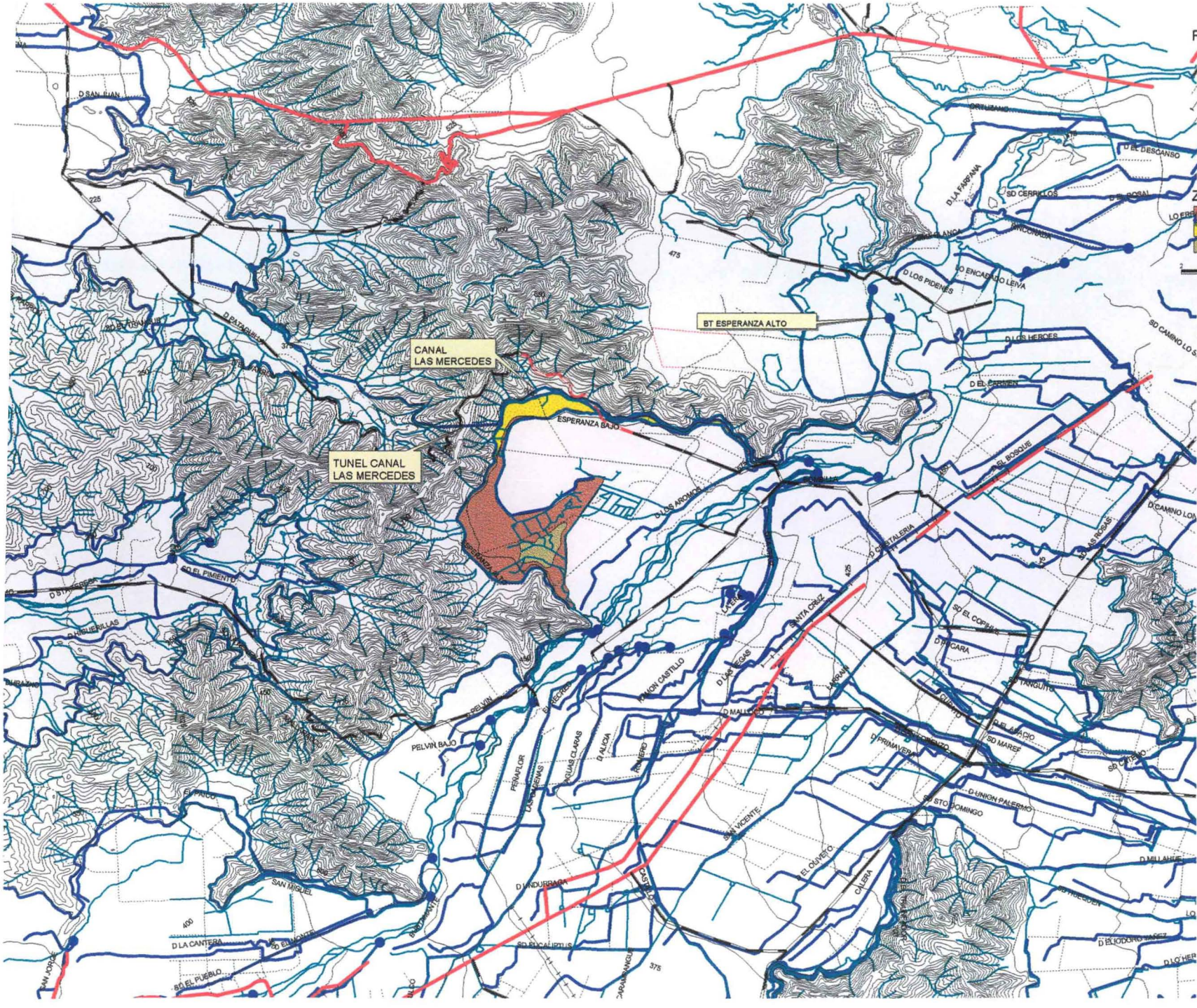
Comision Nacional de Riego

Diagnóstico actual de la utilizacion de aguas servidas tratadas en riego Region Metropolitana

Jorquera&Asociados
Ingenieros Consultores

Ubicación Proyectos

REFERENCIA **1.1** LAMINA **002**



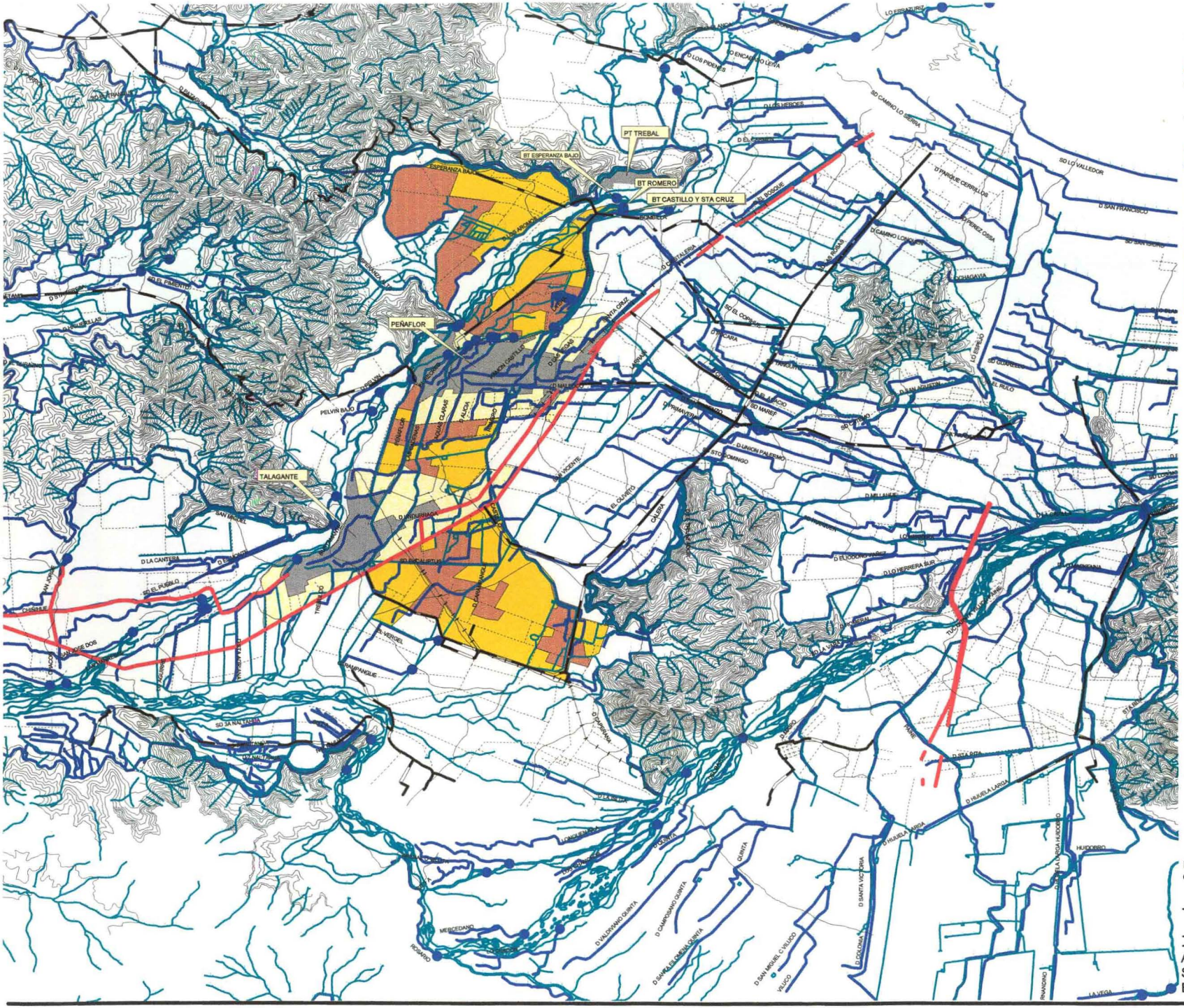
Comision Nacional de Riego

Diagnóstico actual de la utilizacion de aguas servidas tratadas en riego Region Metropolitana

Jorquera&Asociados
Ingenieros Consultores

Proyecto Esperanza Alto

REFERENCIA **4.2** LAMINA **001**



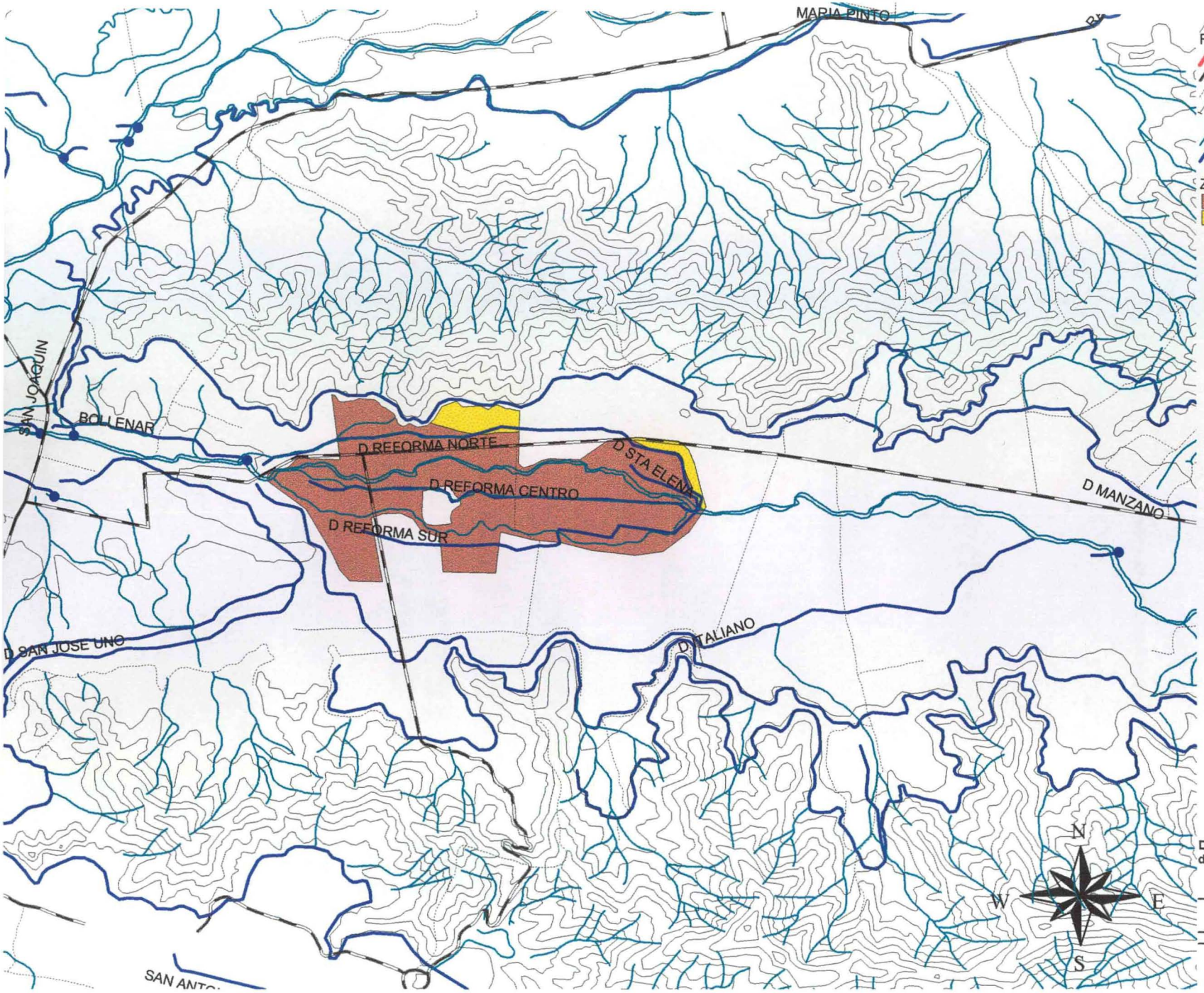
Comision Nacional de Riego

Diagnóstico actual de la utilizacion de aguas servidas tratadas en riego Region Metropolitana

Jorquera&Asociados Ingenieros Consultores

Areas Regadas por Canales Sta. Cruz, Romero, Castillo y Esperanza Bajo

REFERENCIA **4.3** LAMINA **001**



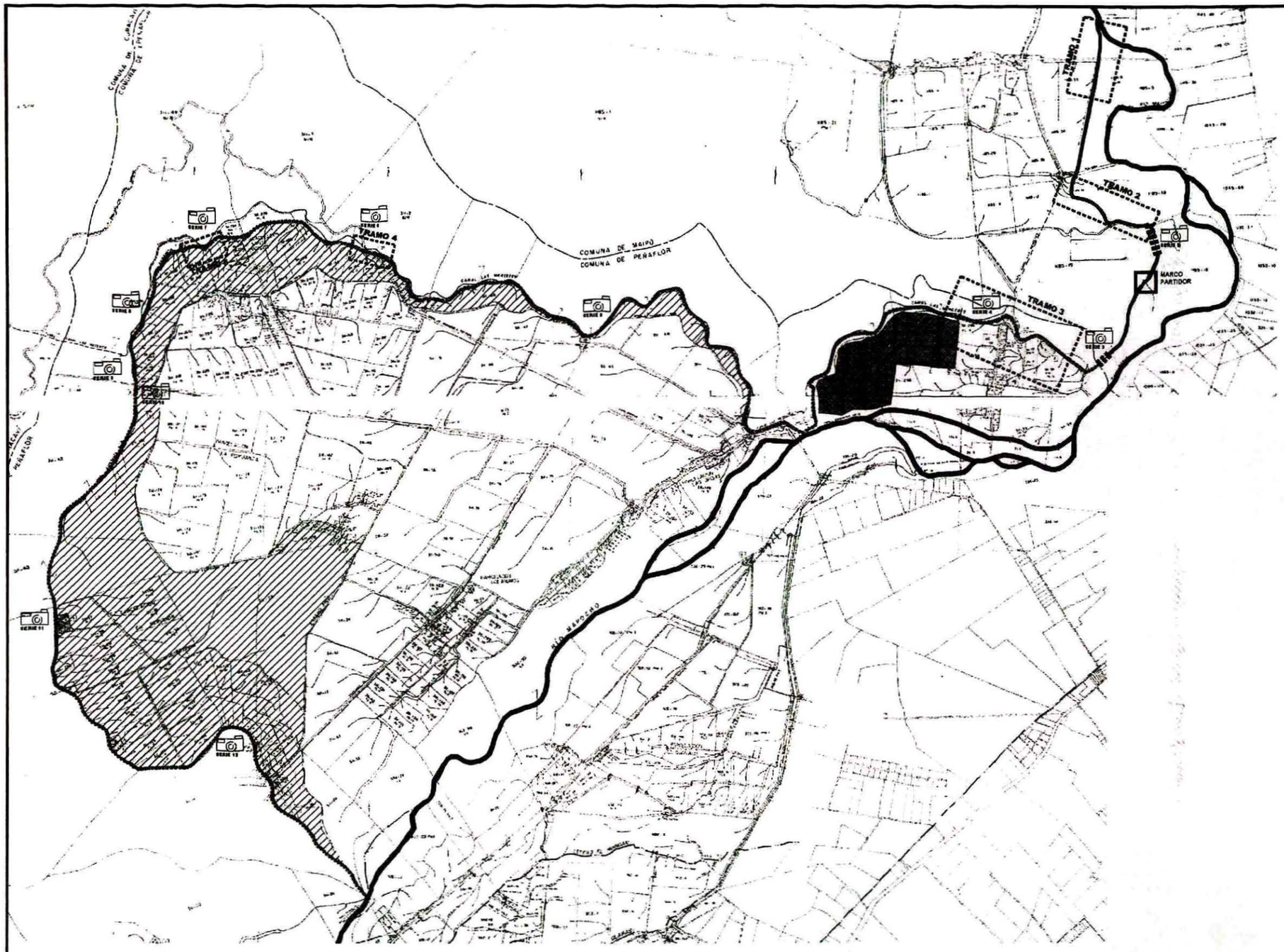
Comisión Nacional de Riego

Diagnóstico actual de la utilizacion de aguas servidas tratadas en riego Region Metropolitana

Jorquera&Asociados
Ingenieros Consultores

Areas reagadas
Canales Reforma

REFERENCIA **4.4** LAMINA **001**



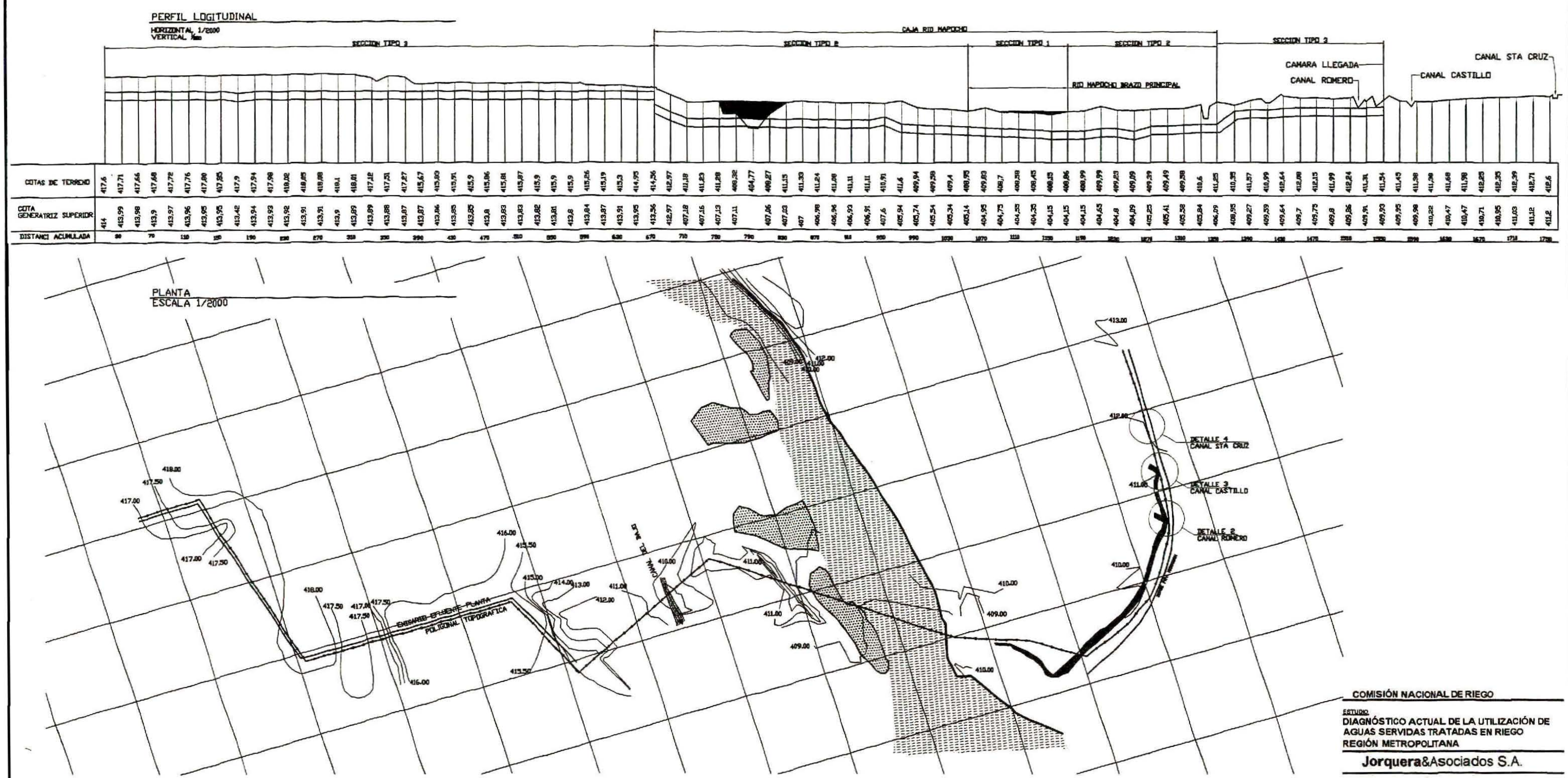
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO
DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA UTILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN RIEGO REGIÓN METROPOLITANA

Jorquera&Asociados S.A.

PLANTA GENERAL DE OBRAS
CANAL ESPERANZA ALTO

REFERENCIA 4.2 LAMINA 002



COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO
DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA UTILIZACIÓN DE AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN RIEGO REGIÓN METROPOLITANA

Jorquera&Asociados S.A.

DISPOSICIÓN DE EFLUENTE DE LA PLANTA EL TREBAL EN CANALES DE RIEGO DE LA TERCERA SECCIÓN RIO MAPOCHO

ESCALA 1/33.3 | REFERENCIA 4.3 | LAMINA 002

4.2 Prefactibilidad Canal Esperanza Alto

4.2.1 Introducción

El programa de tratamiento de las aguas servidas del Gran Santiago, tiene por objetivo el tratamiento de la totalidad de las aguas servidas producidas en esta área, entregando, después de tratadas, un efluente apto para su uso en riego. En el 2009, se recolectaría la totalidad de las aguas servidas en la ciudad, serían tratadas en las plantas, y se devolverían, en el punto de descarga, al río Mapocho con parámetros de sanidad comprendidos en las normas para su uso en riego.

No obstante, luego de su ingreso en el río, y su transporte en canales, estas mismas aguas son susceptibles nuevamente de ser contaminadas, ya sea por contaminación directa por derrames de contaminantes en el canal, por contaminación difusa, o por entregas clandestinas de aguas contaminadas o basurales.

Dentro del marco de este estudio, se analizó la posibilidad de establecer en el canal Esperanza Alto, un modelo de protección de la calidad de agua de un canal matriz en el trayecto desde la bocatoma hasta que se divide en derivados y canales menores. El riesgo de contaminaciones en este trayecto es alto y se agrava por la dificultad de vigilarlo, ya que está en sectores alejados de los sectores de riego. Se revisan los aspectos más relevantes de las fuentes de contaminación, y se proponen opciones de protección.

Este estudio de ingeniería es complementado en este capítulo por un estudio socio-económico y productivo del área abastecida por el canal.

4.2.2. Descripción.

El canal Esperanza Alto deriva por la ribera norte, Segunda Sección, del río Mapocho. Tiene derechos inscritos, para extraer 634 l/s, en virtud de una Merced de Agua otorgada, por Sentencia Ejecutoriada, el 21 de diciembre de 1949.

La bocatoma es una obra rústica que emplea el sistema de "Patas de Cabra", el cual, precisa reconstruirse anualmente, en una extensión de 80 m.
La longitud del canal es de unos 25 Km. y debe abastecer a 137 regantes. En las cercanías de su bocatoma, en el cruce con un camino, se midió una profundidad del agua de 1,5 m y un ancho de 2,5 m. En la superficie.

El canal tiene en su recorrido 2 túneles. En el primero de ellos, en una sección antes de su entrada hay una obra de descarga, que permite ajustar el caudal a los derechos de los usuarios y devolver al río Mapocho los excesos de agua.

Entre la bocatoma y el primer túnel el canal cruza un camino y un derivado del canal Rinconada.

El túnel se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento.

En el segundo túnel se han producido derrumbes, de modo que en su salida, en un tramo de unos 40 m, ha quedado a tajo abierto.

Aguas abajo del túnel hay un marco partidor que permite derivar agua para el riego de 36 parcelas.

A continuación el canal cruza la población del Trebal, se acerca al canal Las Mercedes, pasa detrás de la Planta de Tratamiento del Trebal y sigue un trazado paralelo a dicho canal hasta la entrada del túnel de este último, permitiendo en tal tramo servir el riego de 9 parcelas, área donde se observan caseríos con reducida población.

El canal sigue su recorrido atravesando el antiguo camino Santiago – Valparaíso y la parcelación Santa Mónica, donde se observa un tramo poblado con unas 12 casas.

En los tramos finales, el agua que el canal conduce, proviene, en su mayor parte, de las descargas efectuadas por el canal Las Mercedes.

4.2.3. Planteamiento del problema

4.2.3.1 Fuentes de contaminación del canal

La contaminación proviene de deshechos, de las casas y poblaciones y de agentes humanos accidentales, que vacían al canal plásticos, botellas, conservas, residuos alimenticios y otros.

En diversas visitas efectuadas al terreno se pudo verificar que el canal, en su recorrido, presenta diversos grados de contaminación, ya sea puntuales, difusas o una combinación de ambas.

Las principales contaminaciones son producidas por las siguientes fuentes: Casas aisladas, Caseríos, Cruces de Caminos y Descarga del canal Las Mercedes, que se describen a continuación:

Casas aisladas aledañas al canal

En la bocatoma del canal hay dos casas desprovistas de alcantarillado y de algún sistema de evacuación de deshechos domiciliarios.

En iguales condiciones como las indicadas se encuentran 2 casas ubicadas entre el segundo túnel, ya descrito, y la población del Trebal y 6 casas situadas entre el canal Las Mercedes y el Esperanza Alto.

Caseríos

En la Población El Trebal las casas se sitúan a una cota inferior a la del canal. Sin embargo existen parcelas, cuyas habitaciones están cercanas al canal y por tanto, son fuente de posible contaminación.

La Población Santa Mónica tiene 12 casas, las cuales se encuentran provistas de un sistema de Alcantarillado con Fosa Séptica, en contacto directo con el canal, presentando un riesgo potencial de contaminación.

Descarga del canal Las Mercedes

Este canal, antes de entrar al túnel, vierte parte de su caudal al canal Esperanza Alto, con el cual se abastece a predios ubicados aguas abajo. En este tramo existe una casa que vacía deshechos al canal Las Mercedes, lo cual representa una fuente de contaminación que es necesario tomar en consideración.

Cruce de caminos

Existen riesgos de contaminación en carreteras y caminos de cruce con el canal.

Infiltración

Existe riesgo de contaminación de las aguas por contaminación difusa por infiltración.

En el tramo 2, el canal pasa por la cercanía de un basural, indicado en el plano 42-002 o punto c).

4.2.3.2 Grados de contaminación del agua

El canal Esperanza Alta recibe materias de deshecho que producen diversos grados de contaminación a lo largo de su recorrido.

Se han determinado contaminación de 5 tipos que se presentan a continuación:

A Contaminación difusa o puntual
- D: Difusa
- P: Puntual
- DP: Difusa y Puntual

B Contaminación por Casa Aislada
C Contaminación en cruce de poblaciones
D Contaminación en cruce de caminos
E Contaminación descarga de otros canales
F Otros agentes

4.2.3.3 Estudio de protección del canal

De acuerdo con el análisis realizado se ha verificado la conveniencia de dividir el canal en 6 Tramos, que se dan a conocer a continuación, indicando el tipo de contaminación y la opción de protección recomendable:

Tramo 1. Comprendido entre la bocatoma del canal y aguas abajo del cruce con el primer camino. Hay 2 casas que disponen de alcantarillado con fosa séptica. Este servicio, por encontrase en las cercanías del canal y el vertido de basuras presenta un peligro de contaminación. Dadas las dimensiones del canal, en este tramo, se propone proteger el canal con un enrejado en vez de un abovedamiento.

Tramo 2: En este mismo tramo existe en la cercanía del canal un basural de gran envergadura. El canal pasa a una distancia aproximada de 200m, y puede presentar una fuente importante de contaminantes para el canal por percolación de aguas lluvias, ya que este se encuentra a una cota inferior a la del basural.

Tramo 3: En el tramo tres, la fuente de contaminación se inicia por el cruce del canal con dos casas aisladas y a una distancia aproximada de 500m con el cruce de la población del Trebal. En este tramo se propone el entubamiento del canal.

Tramo 4: Este tramo es contaminado por la proximidad de casas aisladas al canal, dado que esta contaminación es precisamente identificada y localizada, se propone por una parte proteger el canal impidiendo que se viertan basuras en el canal, y además generando las obras y gestión de basuras necesarias a la evacuación de las fuentes de contaminación.

Tramo 5: El mayor problema de contaminación en este tramo es el aporte de aguas potencialmente contaminadas del canal Las Mercedes por lo cual no existe solución. En este tramo el canal cruza una población de 12 casas subdividas en parcelas de agrado y repartidas a ambos lados del canal, ubicadas aguas arriba de la primera descarga del canal Mallarauco, por lo que la solución puede ser de protección con rejas para evitar el ingreso de personas ajenas al canal, o su entubamiento.

Tramo 6: En este tramo no es necesaria la implementación de obras de protección ya que en esta zona, existe poco riesgo de contaminación por no existir casas directamente aledañas al canal, y por estar alejada de vías de comunicación importantes.

4.2.3.4 Conducción de las aguas

El canal de Esperanza Alto presenta dos tipos de pérdidas de eficiencia por conducción que son, por una parte las perdidas por infiltración a lo largo del recorrido del canal, y en puntos específicos debido al deterioro del canal. Se presentan aquí solo las pérdidas de eficiencia y fuente de gastos recurrentes puntuales, ya que no se prevé revestir en su totalidad el canal.

1. La bocatoma del canal, debido a la extracción de áridos en la tercera sección del río Mapocho, se ha visto afectada por el aprovechamiento de los áridos por las empresas de extracción de áridos, el lecho del río en la sección de la bocatoma del canal Esperanza Alto, se ha visto fuertemente dañado, ya que esta bajo en una altura aproximada de entre 1 y 2 metros, afectando por lo mismo la altura de agua que acostumbra extraer del Mapocho la bocatoma del Canal Esperanza Alto.

2. En la salida del segundo túnel, existen derrumbamientos del cerro que regularmente impiden el paso del agua. El canal resulta ahora descubierto en unos 40m antiguamente cubiertos, el derrumbe no sigue avanzando hacia el cerro, pero se siguen derrumbando las laderas, esto hasta que alcancen su pendiente de equilibrio.

3. A la salida del segundo túnel existe un marco partidor en funcionamiento. En repetidas ocasiones fue mencionado el problema de intervención maliciosa de dicho marco partidor, ya que se obstruye voluntariamente la ventana de salida del canal para entregar la totalidad del caudal conducido por el canal Esperanza Bajo al derivado.

4.2.4. Descripción y presupuesto de las obras

4.2.4.1 Tramo 1

i) Impacto Social

El canal en el primer tramo, a poca distancia aguas abajo de la bocatoma bordea dos casas aisladas. El acceso a este punto del canal se hace por un camino que se inicia en la rinconada de Maipú, en una distancia aproximada de un kilómetro a partir de la carretera principal.

Las casas citadas no tienen ningún tipo de infraestructura sanitaria, ni de recolección de los desechos domiciliarios.

ii) Impacto actual en la calidad de agua del canal

La contaminación del agua del canal se produce en el cruce del camino con el canal. En este punto existe un puente de madera recubierto con tierra, que cruza el canal sin protección alguna, por el cual se arrojan desperdicios domiciliarios. También caen aguas servidas que llegan directamente al canal producto de las casas aledañas a este. No existe para los pobladores, otra posibilidad de evacuar sus desperdicios, y el canal no dispone de ninguna protección en este lugar.

iii) Proposición de obras e impactos previsibles

Las casas aledañas al canal en el primer tramo tienen un bajo impacto contaminante en este, por lo tanto no se prevé la instalación de protecciones a lo largo del tramo, por las razones siguientes:

- La instalación de rejas de protección no permitiría una protección eficaz y durable contra el ingreso de agentes contaminantes en las aguas del canal.
- Dadas las dimensiones del canal (Altura de terreno superior a 2m, ancho del canal a altura del terreno 5m), no permite la instalación de rejas con techo.
- Por el aislamiento, las instalaciones se verían desprotegidas y sujetas a robos o daños irreversibles.

No obstante, la contaminación que se produce en el canal, siendo baja, y conociéndose la fuente que son las dos casas aledañas al canal, se propone evacuar los desechos domiciliarios gracias a un servicio de recolección municipal, y extender el acceso a redes de alcantarillado a las casas o construir fosas sanitarias.

Eso tiene como efecto positivo, por una parte el cuidado de la calidad del agua del canal, y la mejora de la calidad de vida de las personas vecinas al canal; además tendrá una mejor aceptación por los habitantes involucrados en el proyecto.

4.2.4.2 Tramo 2

i) Impacto social

En este tramo la contaminación se produce por el contacto, o mezcla del agua con contaminantes presentes en una zona aledaña al canal. El impacto no esta relacionado con ninguna actividad humana presente.

ii) Fuente de contaminación

La fuente de contaminación es difusa. Esta es de forma mayoritaria, producto de las infiltraciones subterráneas en eventos de lluvia.
Los escurrimientos productos de las lluvias, percolan en el basural se infiltran y juntan con las aguas subterráneas, y representan un riesgo para la calidad del agua del canal.
Además, existen riesgos de que las aguas escurran por el basural en dirección al canal.

En el marco de este estudio no se hizo un análisis hidrogeológico de la zona, el cual sería necesario efectuar en el caso de la ejecución del presente proyecto.

iii) Solución

En este tramo, la única solución para impedir el contacto del agua del canal con las aguas contaminadas, o el ingreso de contaminantes al canal por escurrimiento superficial, es la del abovedamiento del canal.

iv) Obras comprendidas

La zona de riesgo de contaminación por el basural, se estimó en los planos del estudio de la consultora IPLA (Mapa nº 31, IPLA, DGA, catastro de los usuarios de aguas de la subcuenca del río Mapocho, Región Metropolitana, 1989), así como en el SIG de la CNR.

La zona de abovedamiento del canal se extiende en 1113m, desde 300m aguas arriba del actual punto de descarga hasta la entrada del primer túnel.

Se prevé la rectificación de la pendiente del canal en este tramo, para asegurar un flujo controlado y el mejoramiento del escurrimiento de las aguas, y se entubará el canal. Las obras se diseñan de modo que la tubería no trabaje nunca en presión.
Además, a una distancia de 200m aguas arriba del basural se encuentra la cámara de descarga del canal, regulando ésta el flujo que se admite en el canal aguas abajo. Aprovechando las obras que se implementan para la protección del canal en este tramo, el proyecto debe contemplar la reconstrucción la cámara, la cual se vería desplazada de 300m, hacia aguas arriba, permitiendo la protección del canal en una longitud suficiente, y asegurar el buen funcionamiento de la tubería.

El detalle del diseño de las obras se especifica a continuación:

v) Diseño de la tubería:

Datos de diseño:

- El caudal de diseño máximo es de $1 m^3/s$
- Las tuberías son de cemento, por lo tanto el coeficiente de rugosidad de Manning se toma igual a 0.015 tomando en cuenta el envejecimiento de las obras, y se toma igual a 0.012 para la tubería nueva o limpia.
- Se dispone de una pendiente media en este tramo de 0.001 m/m

Ecuaciones

Para el diseño de las tuberías, se usa el software Hcanales, el cual utiliza las ecuaciones de Manning para la velocidad y la altura del flujo en el canal:

Las ecuaciones principales usadas por el modelo son las siguientes:

$$V = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

Eq1: Velocidad promedio del flujo

$$Q = VSm$$

Eq 2: Caudal de diseño

$$Rh = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{sen\theta}{\theta}\right)D$$

Eq 3: Radio Hidráulico

$$Sm = \frac{1}{8}(\theta - seno\theta))D$$

Eq 4:Área mojada

Donde:

V es la velocidad promedio en la sección de estudio
Q es el caudal y es igual a V*Sm, siendo Sm la superficie mojada.
n es la rugosidad del canal
Rh es el rayo hidráulico, el cual es función de la altura de agua en el canal.
Sm es la superficie mojada
Teta es función de h y corresponde al ángulo mayor entre las extremidades del arco creado por la superficie del agua
D es el diámetro de la tubería
i es la pendiente del canal.

Cálculos con Hcanales: Resultados

Los cálculos se realizaron para diámetros iguales a 1m, 1.2m, 1.4m, de acuerdo a las tuberías existentes en el mercado.

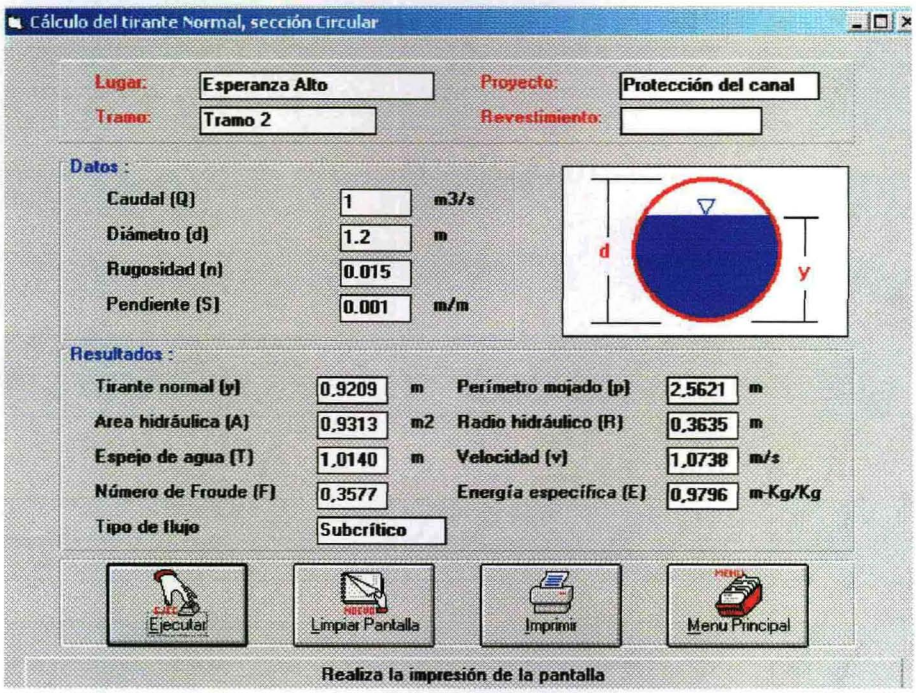
Tabla 4.2.A.

Determinación del Diámetro de diseño

Diámetros	Tirante normal	V	Núm de Froude	Rh	Sm
1,0	Tubería Ahogada				
1,2	0,92	1,07	0,3577	0,36	0,93
1,4	0,80	1,10	0,4354	0,38	0,91

Figura 4.2.a:

Pantalla de salida de Hcanales, D = 1.2m



De acuerdo a los resultados de los cálculos, se determina que el diámetro más adecuado en esta sección es de 1.2m.

vi) Diseño de la obra de entrada y salida, y del vertedero de descarga

La cámara de descarga tiene que cumplir la doble función de:
- Encauzar el agua llevada por el canal y permitir su ingreso en la tubería
- Descargar el agua por sobre los derechos de los agricultores.

Las obras implementadas serán las siguientes, en el mismo lecho del canal, se realiza una obra de revestimiento de hormigón del canal con las misma características de sección del canal, las cuales son en el lugar de 2.5m de alto por 2.5m de ancho.

Se estima que el caudal máximo que puede ingresar en el canal es de $2m^3/s$.

Con este dato, y con el software Hcanales se calcularon las siguientes alturas de agua en el canal de tierra, y en el canal revestido con hormigón, ambos con secciones rectangulares:

- Canal revestido de tierra:

  Caudal = $2m^3/s$
  Pendiente : 0.001
  Coeficiente de Manning : 0.04
  Ancho del canal: 2.5m

  Resultados:
  Altura normal: 1.34m
  Velocidad : 0.59m/s
  N Froude = 0.16

- Canal revestido de hormigón

  Caudal máximo: $2m^3/s$
  Pendiente : 0.001
  Coeficiente de Manning: 0.015
  Ancho de canal: 1.5

  Resultados
  Altura normal: 1.09m
  Velocidad del flujo: 1.22m/s
  N° Froude = 0.37

  Caudal después descarga: 1 m^3/s
  Pendiente : 0.001
  Coeficiente de Manning: 0.015
  Ancho de canal: 1.5m

  Resultados
  Altura normal: 0.65
  Velocidad del flujo: 1.03 m/s
  N° Froude = 0.40

La velocidad promedio en el canal en tierra es inferior a 1 m/s, lo que asegura la protección del canal en tierra contra la erosión.

Una vez pasada el vertedero el canal conduce 1 m^3/s, y se aproxima a la cámara de entrada en la tubería, la cual consiste en una obra simple de reducción de la sección del canal de 1.5m a 1.2m. La tubería se instala a nivel del fondo del canal.

- Cálculo del Eje hidráulico

Para el cálculo del eje hidráulico en el tramo 2 se usa el método del paso directo presentando en anexo.

Para el cálculo de la diferencia de altura en las superficies del pelo de agua en las reducciones se usa el método de transiciones entre canales y canaletas o túneles.

Ambas metodologías son desarrolladas en el libro "Hidráulica de canales abiertos" de Ven Te Chow (1994).

Datos de diseño:
Q = 1m3/s
n = 0.04 (canal excavado en roca irregular)
Ancho = 2.4 m
Pendiente : 0.001
Canal Rectangular

Condiciones de Escurrimiento
E.H. = 0.84 m
V = 0.50 m/s

N° Froude = 0.1721

Además se recuerdan las alturas normales de escurrimientos en la tubería, en los canales de hormigón y en el canal en tierra:

Tabla 4.2.B.

Canal	Caudal (m^3/s)	Ancho de solera (m)	Pendiente	Rugosidad	E.H. (m)
En tierra	2	2.5	0.001	0.035	1.22
Hormigón	2	1.5	0.001	0.015	1.08
Hormigón	1	1.5	0.001	0.015	0.64
Tubería	1	1.2 (diam)	0.001	0.015	0.92
Túnel	1	2.4	0.001	0.04	0.84

Obra Salida Tubería:

De acuerdo a la metodología presentada en anexo 4.2.B, la obra es una obra de salida, ya que el flujo es frenado, se hace un cálculo iterativo suponiendo que aguas arriba de la obra la altura es normal, hasta encontrar la altura de diseño en la tubería:

K = 0.5 (Tipo línea recta)

Tabla 4.2.C

E.H. Tubería	E.H. Túnel	dHv
0,872	0,840	0,031

- Eje hidráulico tubería de hormigón

Se usa el método del paso directo:

Tabla 4.2.D

Sección	h	A	R	V	E	DE	Sf	S0-MSf	Dx	x
Salida dela tubería	0,87	0,88	0,36	1,13	0,94		1,14E-03			
1% de E.H.	0,92	0,93	0,36	1,07	0,99	-4,20E-02	1,00E-03	-6,95E-05	604,88	604,88

Aguas abajo en la tubería el flujo es subcrítico, y la pérdida de altura del pelo de agua del flujo se inicia 605m aguas arriba de la obra de cambio de sección con el túnel.

Como la tubería tiene una longitud de 1113m, la altura del pelo de agua en la entrada de la tubería es la altura normal.

- Obra de entrada tubería

Método de la transición entre canales y canaletas:

K = 0,3 (Tipo línea recta, obra de entrada)

Tabla 4.2.E.

E.H. Canal	E.H. Tubería	dHv
0,966	0,921	0,045

La altura de agua en el canal de hormigón aguas arriba del cambio de sección con la tubería es de 0.97 m.

- Diseño de la obra de descarga

La obra de descarga se encuentra a 200m aguas arriba de la obra de entrada en la tubería:

Cálculo de la altura de agua en el canal de hormigón aguas abajo de la obra de descarga:

Tabla 4.2.F.

h	A	R	V	x
0,966	1,45	0,42	0,69013	
0,84	1,26	0,40	0,79365	198,62

Aguas abajo de la obra de descarga el flujo tiene una altura de escurrimiento para el caudal máximo igual a 0.84m.

El vertedero se diseña de forma que para caudales iguales o inferiores a 1 m^3/s deje pasar la totalidad del flujo, y para caudales mayores dejar pasar 1 m^3/s.

- Diseño del vertedero del canal pasante

Se instala en el canal una barrera idéntica a la presentada en el diseño del marco partidor, por lo tanto el diseño será idéntico y se siguen los mismos pasos de cálculos indicados en el anexo de cálculos, (4.2.A)

Se indican únicamente los resultados en la tabla siguiente:

Tabla 4.2.G.

Parámetro		
hc	0,3565	m
h1	0,84	m
X1	2,36	
K	1,27	
a	0,45	m
Xo	0,65	
X1/Xo	3,62	
N	0,20	%
L	10,00	
R	3,57	m
Lb	2,37	m
2c	0,42	
e	0,02139	m

La altura de escurrimiento aguas arriba de la barrera es la altura normal en el canal para un caudal de $1 m^3/s$.

El vertedero de descarga se ubica 10 m aguas arriba de la barrera.

La longitud del vertedero se diseña gracia a la ecuación del vertedero:

$$Q = mH\sqrt{gH}\,\Delta L$$

Donde

Q caudal
M coeficiente del vertedero
H altura de agua por encima del vertedero
G aceleración de la gravedad
ΔL longitud del vertedero

El vertedero se diseña paralelo al flujo, es decir que el agua cae perpendicularmente a la orientación del flujo en el canal.

Datos de diseño:

Caudal de descarga máximo: 1 m^3/s
Coeficiente del vertedero (perpendicular): 0.37
Altura de agua sobre el vertedero: 0.5
G :9.81

La ecuación entrega una longitud de vertedero igual a 2.44, por lo tanto se elige una longitud de vertedero igual a 2.5m.

- Determinación de la diferencia de altura entre el canal en tierra y el canal en hormigón

Para el cálculo del eje hidráulico en el cambio de sección se usa el método de "Transición entre canales y canaletas" presentado en anexo de cálculos, (4.2.C)

K = 0,3
Q = 2 m3/S
Rugosidad en el canal en tierra: n = 0,035

Tabla 4.2.H.

h1	h2	dHv	V1
1,155	1,087	0,068	0,693

La altura de escurrimiento del flujo aguas arriba del cambio de sección es igual a 1,15m.

- Determinación del eje hidráulico en el canal en Tierra

El eje hidráulico se calcula con el método del paso directo presentado en anexo de cálculos.

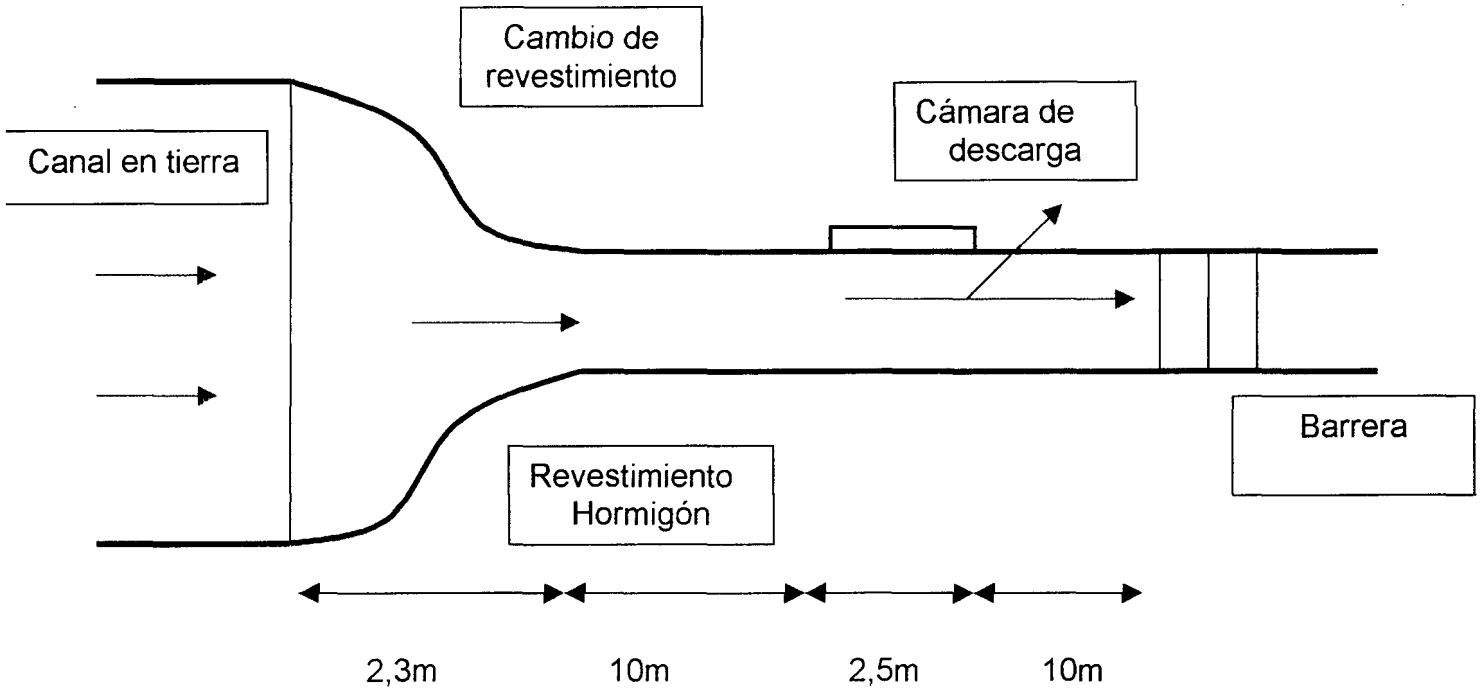
Tabla 4.2.I.

h	A	R	V	x
1,155	2,89	0,60	0,69264	
1,21	3,03	0,61	0,66116	746,25
1,215	3,04	0,62	0,65844	1004,11

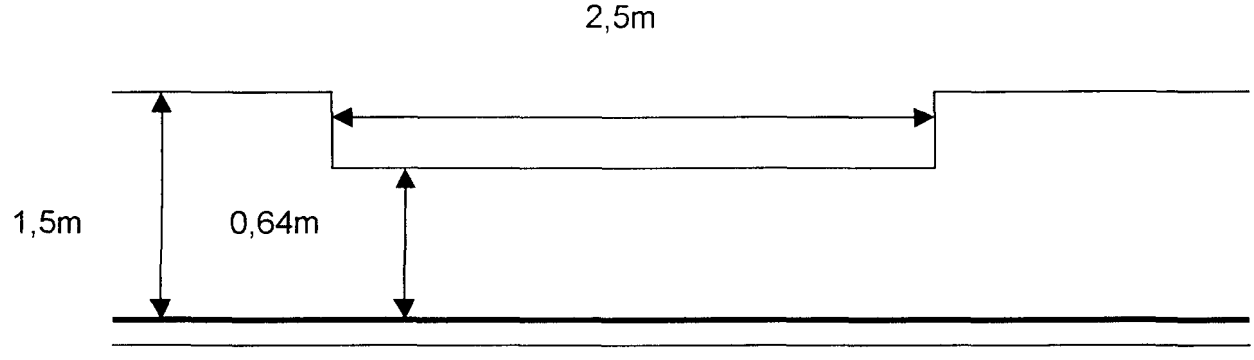
La altura del flujo es igual a la altura normal a 1 km aguas arriba del vertedero de descarga, por lo tanto no influye en la toma de agua en el río Mapocho.

Con estos datos se diseña la obra presentada en el esquema siguiente.

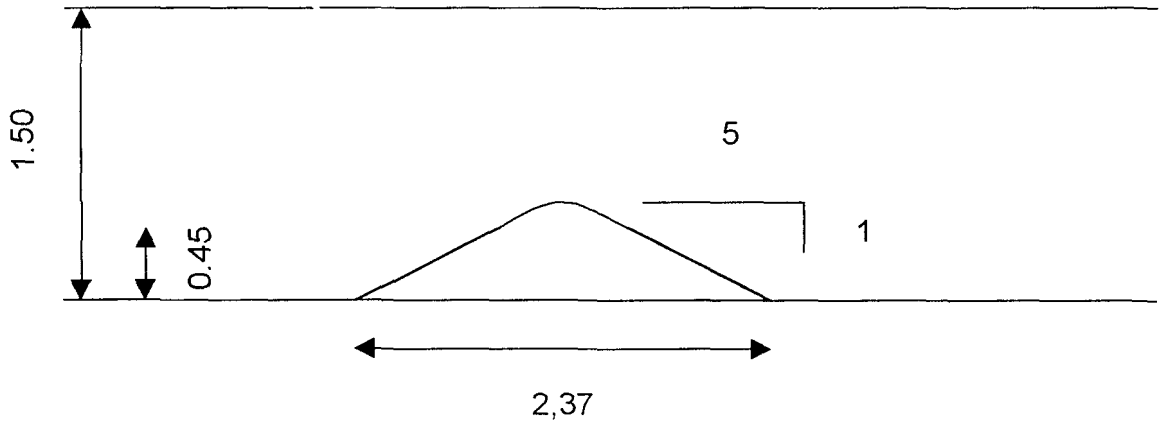
Esquema : Cambio de sección



Esquema : Vertedero



Esquema Barrera Vertedero



La tubería se instala en el mismo canal actual, hasta la entrada del primer túnel.

Las obras necesarias serán las de nivelación del terreno, y relleno de la zanja de tubería para prevenir los daños exteriores a la tubería.

La obra de entrada a la sección revestida con hormigón, tiene una sección revestida de reducción del cauce del canal, la cual mide 2.3m de longitud, la altura del muro en esta sección de hormigón es de 1,5m.

El canal se reviste de hormigón en una longitud de 10m hasta llegar al vertedero de descarga.

Entre el vertedero y la cámara de entrada de la tubería el canal se reviste en 200m.

vii) Presupuesto

El presupuesto estimativo se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 4.2.J.

Proyecto Protección del Canal Esperanza Alto					
Presupuesto Estimativos de las Obras					
Abovedamiento del canal					
Canal : Esperanza Alto					
	Descripción	Uni	Cantidad	P.U.	Total
1	**Boca de entrada**				**6.233.061**
	Hormigón H-25 con moldaje	m3	35	79.769	2.763.996
	Hormigón H-5 emplantillado e = 0,05 m	m2	2.226	1.060	2.359.560
	Enfierradura A44-28H	kg	1.109	567	628.690
	Preparación sello de fundación	m2	2.226	216	480.816
2	**Tubería Enterrada D = 1.2m**	**m**	**1.113**	**50.193**	**55.865.254**
	Retro excavadora CAT 320 L Preparación de fundación	hr	0,05	1200	
	Tubo cc D= 1.2m	m	1	37.145	
	Transporte	%	12	4.457	
	Arena Gruesa	m3	0,2	1100	
	Mano de Obra	día	0,2	3240	
	Leyes sociales	%	30	972	
	Relleno Compactado Terreno Natural	m3	2	2079	
3	**Control de Calidad**		**1**	**35.000.000**	**35.000.000**
	Subtotal				97.098.316
4	**Imprevistos**			**10%**	**9.709.832**
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				106.808.147
5	**Costos indirectos y Utilidades**			**30%**	**32.042.444**
	TOTAL COSTO NETO				**138.850.591**

4.2.4.3 Tramo 3

i) Generalidades

En este tramo el canal cruza la población El Trebal.

Existen tres casas sobre la cota del canal, las cuales no disponen de red de alcantarillado ni de recogida de las basuras.

Al salir del segundo túnel existe un marco partidor, el cual distribuye las aguas a las parcelas ubicadas en la población del Trebal, quedando en el canal el caudal necesario para la alimentación de las parcelas aguas abajo de la PT El Trebal.

ii) Impacto actual en la calidad de agua del canal

La contaminación de las aguas del canal Esperanza Bajo en el cruce de la población es importante, ya que el canal es abierto y la población representa una fuente importante de contaminantes.

Además las casas ubicadas sobre la cota del canal representan una fuente directa de contaminación ya que dos de ellas tiene sus sistemas de alcantarillado directamente relacionado al canal.

iii) Proposición de obras e impactos previsibles

En este tramo se propone reconstruir el marco partidor existente, mejorando su eficiencia, es de notar que en visitas a terreno se hizo referencia repetidas veces a los problemas de obstrucción voluntaria de una de las ventanas del marco para dirigir el agua hacia el derivado. Por lo tanto se propone la construcción de un marco partidor cubierto con una cámara de visita y limpieza.

Para el cruce de la población se propone el abovedamiento del canal en tubería, ya que no es necesario repartir agua en este tramo.

Asociado al mejoramiento de las obras de arte del canal, y a su abovedamiento es necesario implementar la construcción de una red de alcantarillado para las casas ubicadas sobre la cota del canal, así como la gestión de las basuras domiciliarias.

iii) Diseño de las obras

Nota: El diseño del marco partidor en este estudio se realizó con el fin de poder establecer el presupuesto de las obras de protección del canal Esperanza Alto. Dado

que el abovedamiento del canal necesita el desplazamiento del actual marco partidor, se propone el diseño de un nuevo marco partidor. Sin embargo es de notar que los porcentajes de distribución no se discutieron con los usuarios sino que se establecieron de acuerdo a lo observado en las visitas a terreno. Por lo tanto en la realización del proyecto será necesario acordar de estos valores con los usuarios.

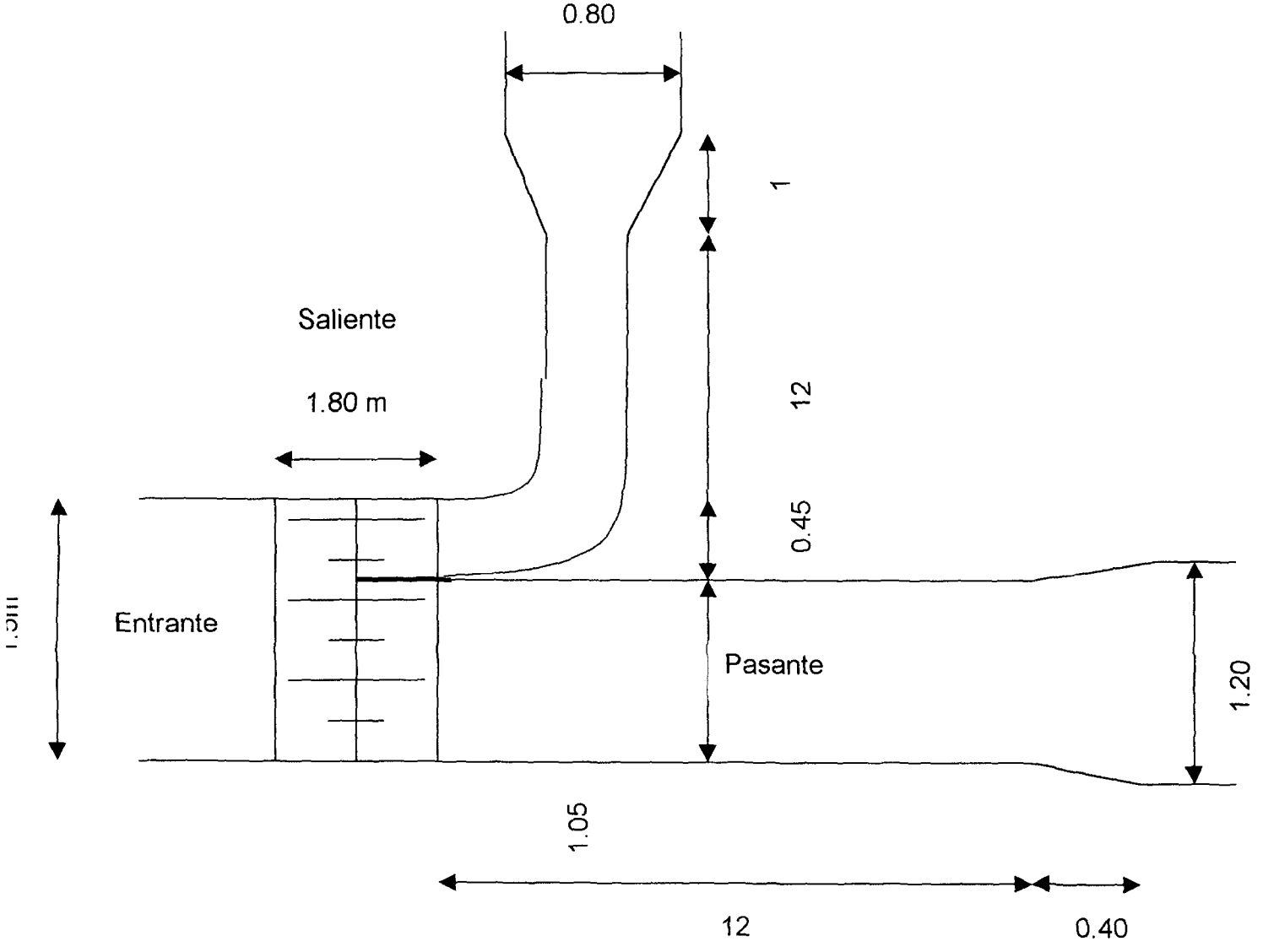
A la salida del segundo túnel es necesaria reparar la sección del canal.

Se dará al canal una sección rectangular con un ancho de solera de 2m (ancho inicial del canal).

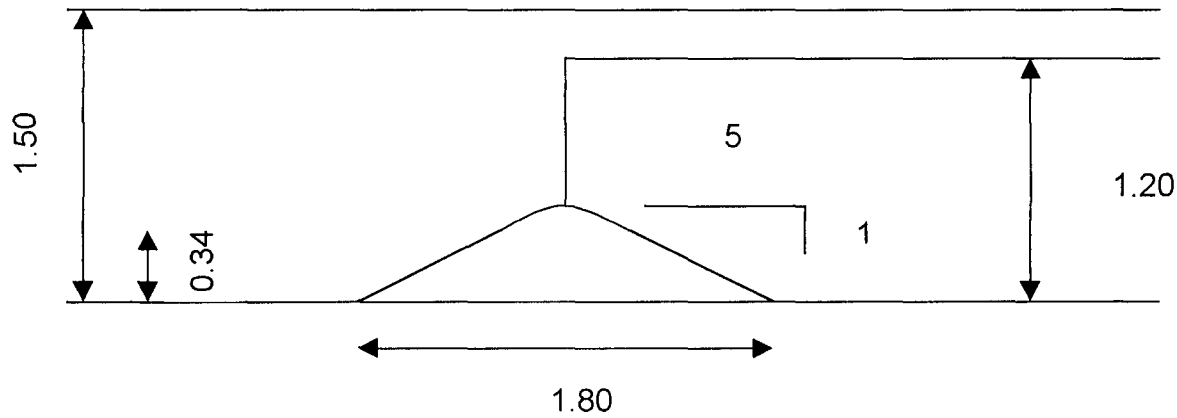
En el marco partidor llegara el caudal de 1 m^3/s, que se reparte en 700l/s y 300l/s en el derivado. El diseño del marco partidor se presentan en el anexo de cálculos.

En las figuras siguientes se muestra el diseño de la obra:

Vista en planta Marco Partidor



Barrera



Esquema : Marco partidor 1

Inmediatamente aguas abajo del marco partidor, se instala la cámara de entrada en la tubería del 3er tramo.

Diseño de la tubería:

Datos de diseño:
Caudal máximo: 0.7 m^3/s
Pendiente : 0.001
Coeficiente de rugosidad: 0.015

Los cálculos se realizan para los siguientes diámetros de tubería:

Tabla 4.2.K.

Diámetros	Tirante normal	V	número de Froude	Rh	Sm
0.8	Tubería Ahogada				
1	0.9	0.94	0.27	0.30	0.74
1.2	0.70	1.00	0.41	0.33	0.69

Tabla : Determinación del Diámetro de diseño

Para prevenir las eventuales fluctuaciones del caudal en el canal, se diseñará la tubería con un diámetro igual a 1.2m.

- Cálculo del eje Hidráulico

Parte de los valores han sido calculados para el diseño del marco partidor y se tomarán sin calcularlos nuevamente en este párrafo.

Salvo sobre la barrera del marco partidor, los escurrimientos son subcríticos, y por lo tanto las condiciones de borde se toman aguas abajo del escurrimiento.

- Entre la salida del túnel y el marco partidor:

Como existe sobre la barrera del marco partidor un flujo supercrítico, la condición de borde que caracteriza el flujo aguas arriba del marco partidor es la altura del flujo sobre la barrera, la cual es igual a la altura normal.

- Eje hidráulico en la tubería de protección

Entre la tubería y el canal de aducción al marco partidor existe una obra de salida de la tubería. Entre la tubería y el canal existe una disminución de la velocidad, por lo que se calcula la diferencia de altura entre el canal y la tubería con el método de "Transición entre canales y canaletas " presentado en el anexo.

Y se presentan los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 4.2.L.

E.H. Tubería	E.H. canal	dHv	V tubería
0,585	0,642	-0,058	1,141

Luego se calcula el eje hidráulico en la tubería, con el método del paso directo:

Tabla 4.2.M.

h	A	R	V	E	x
0,584	0,55	0,29	1,82949	0,77	
0,7	0,69	0,33	1,45560	0,82	23,94

La altura de agua en la entrada de la tubería es de 0,7m.

La tubería viene instalada en el cauce actual del canal.

Se realizará un emparejamiento de la pendiente del canal hasta obtener una pendiente uniforme de 0.001.

Se preparará el fondo de la tubería con un emplantillado de hormigón de 170kg/m^3, en un espesor no inferior a 5cm.
La tubería reposará sobre una cama de arena de 40cm de altura en toda la longitud de entubamiento, y se rellenara la zanja con terreno natural compactado en capas de 30 cm hasta nivel de terreno.

En la salida de la tubería para prevenir la erosión, se colocará un enrocado en una distancia de 10m, que tendrá por función de proteger el fondo del canal, y de asegurar el freno del flujo.

iv) Presupuesto

El presupuesto estimativo de las obras se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 4.2.N.

Proyecto Protección del Canal Esperanza Alto					
Presupuesto Estimativos de las Obras					
Abovedamiento del canal					
Canal : Esperanza Alto					
	Descripción	Uni	Cantidad	P.U.	Total
1	**Tubería Salida canal**	**m**	**30**	**50.193**	**1.505.802**
	Retro excavadora CAT 320 L Preparación de fundación	hr	0,05	1200	
	Tubo cc D= 1.2m	m	1	37.145	
	Transporte	%	12	4.457	
	Arena Gruesa	m3	0,2	1100	
	Mano de Obra	día	0,2	3240	
	Leyes sociales	%	30	972	
	Relleno Compactado Terreno Natural	m3	2	2079	
2	**Marco Partidor**				
	Hormigón H-20 con moldaje	m3	23	76.412	1.749.835
	Hormigón H-5 emplantillado e = 0,05 m	m2	110	1.060	116.600
	Punta partidora	kg	200	777	155.400
	Enfierradura A44-28H	kg	733	567	415.498
	Excavación terreno común a máquina	m3	616	1.436	884.576
	Reglilla limnimétrica	m	10,7	34.572	369.920
3	**Tubería Enterrada D = 1.2m**	**m**	**1.541**	**50.193**	**77.348.029**
	Retro excavadora CAT 320 L Preparación de fundación	hr	0,05	1200	
	Tubo cc D= 1.2m	m	1	37.145	
	Transporte	%	12	4.457	
	Arena Gruesa	m3	0,2	1100	
	Mano de Obra	día	0,2	3240	
	Leyes sociales	%	30	972	
	Relleno Compactado Terreno Natural	m3	2	2079	
4	**Enrocado**	**m**	**10**		
	Subtotal				78.853.831
5	**Imprevistos**			**10%**	**7.885.383**
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				86.739.215
6	**Costos indirectos y Utilidades**			**30%**	**26.021.764**
	TOTAL COSTO NETO				**112.760.979**

4.2.4.4 Tramo 4

i) Impacto actual en la calidad de agua del canal

En esta caso el riesgo de contaminación es parecido al problema enfrentado en le primer tramo.
En este tramo, a lo largo del canal se encuentran 5 casas aisladas ubicadas de parte y otra del canal. Estas casas son de acceso difícil desde la carretera y por lo mismo no tienen servicio de recogida de las basuras.

La contaminación de las aguas se produce por los desperdicios domiciliarios y fecas humanas que llegan directamente en el canal producto de las casas aledañas al canal. Esto debido, por una parte al hecho de que no exista para los pobladores, la posibilidad de evacuar sus desperdicios, y porque el canal no dispone de ninguna protección en este lugar.

ii) Proposición de obras e impactos previsibles

El impacto provocado por las casas en este tramo es de poca amplitud para 4 de ellas ya que se ubican en una cota inferior a la del canal. Por lo tanto el único riesgo que existe es el de contaminación por introducción de desechos domiciliarios al interior del canal.

La última casa, cercana al cruce del canal es una fuente mayor de contaminación por las razones siguientes:

- El caudal es menor en este tramo y no se diluyen los contaminantes
- La casa esta ubicada directamente sobre el canal
- En el lugar no se dispone de red de alcantarillado
- No existe recogida de basuras
- La casa esta justo aguas arriba del cruce con el camino a Valparaíso, el cual representa una fuente de contaminación menor pero existente.

iii) Solución

Se propone el entubamiento del canal en este tramo, desde 50m aguas arriba de la propiedad antes citada hasta la entrada del túnel del cruce de la carretera a Valparaíso. Lo que representa una longitud total de 200m.

Obras comprendidas:

- Entrada para cambio de sección de revestimiento
- Cámara de entrada tubería
- Tubería en 200m

- Diseño de la tubería:

Las dimensiones de la tubería se determinan con el programa Hcanales:

Datos de diseños:

Q = 0.5 m^3/s
Pendiente : 0.01
Coeficiente de rugosidad: 0.015

Los cálculos se efectuaron para los diámetros, 0.6m, 0.8m, 1m.

Resultados :

Tabla 4.2.O.

Diámetros	Tirante normal	V	número de Froude	Rh	Sm
0.6	Tubería Ahogada				
0.8	Tubería Ahogada				
1.0	0.65	0.92	0.39	0.29	0.54

Tabla : Determinación del Diámetro de diseño

La tubería se diseña con un diámetro de 1m.

El tubo será enterrado de forma idéntica al tramo 3.

Determinación del eje hidráulico:

- Diferencia de altura entre el túnel bajo el antiguo camino a Valparaíso y la tubería:

El túnel tiene una sección rectangular con un ancho de 1m y un alto de 1,5m. Además en el túnel existe una pendiente de 0,001 m/m. La rugosidad puede tomarse igual a la del hormigón usado es decir, 0,015.

Entre la tubería y el túnel existe un ensanchamiento, y se usa el método de la transición entre canales y canaletas para determinar la diferencia de altura en el flujo:

Se presentan los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 4.2.P
Diferencia de altura entre la tubería y el Túnel

h1	h2	dHv	h1
0,550	0,572	-0,023	0,550

La obra de salida consiste en un ensanchamiento hasta obtener la forma del actual túnel que pasa por debajo de la carretera a Valparaíso.

Luego se calcula el eje hidráulico en la tubería de acuerdo al método del paso directo:

Tabla 4.2.Q

h	A	R	x
0,55	0,44	0,26	
0,65	0,54	0,29	2

El flujo alcanza la altura normal en la tubería 2 m aguas arriba del cambio de sección.

- Determinación de la diferencia de altura entre el canal en tierra y la tubería.

La altura de agua en la tubería es la altura normal, es decir 0,65m.

El canal en tierra aguas arriba de la tubería en el tramo cuatro es de sección rectangular y tiene un ancho de solera igual a 1.3m, con una rugosidad de 0,035, y una pendiente de 0,001 m/m.

Por o tanto el escurrimiento tiene una altura normal de flujo igual a 0.92m.

Para determinar la altura del escurrimiento aguas arriba del cambio de sección se usa el método de " Transición entre canales y canaletas" presentado anexo de cálculos en anexo, (4.2.C).

Se obtiene el resultado siguiente:

Tabla 4.2.R.:
Distancia de interferencia de la altura de agua en canal en tierra

h	A	R	x
0,672	0,81	0,32	
0,89	1,07	0,36	725,49
0,9	1,08	0,36	968,90

iv) Presupuesto

Tabla 4.2.S

Proyecto Protección del Canal Esperanza Alto					
Presupuesto Estimativos de las Obras					
Abovedamiento del canal					
Canal : Esperanza Alto					
	Descripción	Uni	Cantidad	P.U.	Total
1	**Boca de entrada**				**6.233.061**
	Hormigón H-25 con moldaje	m3	35	79.769	2.763.996
	Hormigón H-5 emplantillado e = 0,05 m	m2	2.226	1.060	2.359.560
	Enfierradura A44-28H	kg	1.109	567	628.690
	Preparación sello de fundación	m2	2.226	216	480.816
2	**Tubería Enterrada D = 1.2m**	**m**	**270**	**50.193**	**13.552.218**
	Retro excavadora CAT 320 L Preparación de fundación	hr	0,05	1200	
	Tubo cc D= 1.2m	m	1	37.145	
	Transporte	%	12	4.457	
	Arena Gruesa	m3	0,2	1100	
	Mano de Obra	día	0,2	3240	
	Leyes sociales	%	30	972	
	Relleno Compactado Terreno Natural	m3	2	2079	
	Subtotal				19.785.279
3	Imprevistos			10%	1.978.528
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				21.763.807
4	Costos indirectos y Utilidades			30%	6.529.142
	TOTAL COSTO NETO				**28.292.950**

4.2.4.5 Tramo 5

i) Generalidades

El canal en el tramo 5 cruza una población instalada de doce casas, las cuales se distribuyen por ambos lados del canal, y dispone de una red de alcantarillado que vierte en una fosa común.

Sin embargo en este tramo no existe recogida de basura, y el canal es abierto en este tramo.

ii) Solución

Se produce un impacto importante por la introducción de basura en el canal, dado que la población es concentrada a lo largo de este tramo.
Por lo tanto es necesario evitar el ingreso al canal de personas ajenas, y del vertimiento de basuras sobre este, instalando una reja en toda la longitud de este tramo.

Sin embargo para prevenir los daños posibles que puedan realizar los pobladores a la reja se prevé la instalación de un puente en el medio de este en una posición adecuada para el transito de personas sobre el canal.

iii) Diseño de las obras

Las obras constan con la instalación de rejas de fierro con malla de tipo soldada tipo acmanet 1G Galvanizado, a una altura de 2.2 metros, con terminación inclinada en 45º que prolonga la reja por 60 centímetros.

La reja medirá 300m a partir de 100m aguas arriba del inicio de las parcelas de la población hasta el medio de la población, y cierra completamente al canal, salvo en la parte más alta de la reja en la cual se instala una puerta con cierre con candado para permitir el ingreso al canal para su limpieza. La reja se instalará a 1.5m a cada lado del canal y será soportada por postes de acero cajón 50x50x2 fundados en base de hormigón H20 de 40x40x60 instalados cada 3m.

El puente será protegido de la misma forma que las protecciones laterales del canal.

De forma idéntica a la reja aguas arriba, se instala aguas abajo del puente una reja de 300m de largo, la cual tendrá su término 100m aguas aguas abajo de la

población. Y se instala en el cierre de la reja aguas abajo, una puerta para permitir el ingreso al canal.

vi) presupuesto

Tabla 4.2.T.

Proyecto Protección del Canal Esperanza Alto					
Presupuesto Estimativos de las Obras					
Abovedamiento del canal					
Canal : Esperanza Alto					
	Descripción	Uni	Cantidad	P.U.	Total
1	**Reja de acero**	**m**	**1.224**	**18.638**	**22.812.826**
	Reja Acmanet 1G	ml	1.218	16.250	19.792.500
	Postes Cajón 50x50x1,5 3,6m	U	402	4.950	1.989.900
	Postes Cajón 50x50x1,5 3,1m	U	4	4.263	17.050
	Hormigón H5 fundación	m3	39	26.000	1.013.376
2	**Puente**				**71.938**
	Perfiles acero 200/100/9,2	m	11	1.250	13.250
	Diagonales Acero 50/50/3	m	6	1.813	10.875
	Pino tratado 1"*10"*3,2	U	11	1.400	15.400
	Hormigón H5 fundación	m3	0,1	26.000	2.600
	Barras Barandilla 30/30/1,3	m	31,8	937,5	29.813
	Subtotal				22.884.764
3	Imprevistos			10%	2.288.476
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				25.173.240
4	Costos indirectos y Utilidades			30%	7.551.972
	TOTAL COSTO NETO				**32.725.212**

4.2.5. Situación agropecuaria

4.2.5.1 Situación actual.

El **Canal Esperanza Alto** tiene una capacidad aproximada a 1,5 m^3/seg y su bocatoma se encuentra en el río Mapocho a aproximadamente 1.500 m. aguas arriba del puente Esperanza.

Riega sectores preferentemente de medianos y pequeños productores que dedican sus suelos a la explotación de hortalizas y chacarería y predios de algunos productores de predios mayores que los dedican preferentemente a lechería.

El sector de riego está ubicado al sur poniente del valle de Santiago, limitando con la Cuesta Barriga y el poniente del Río Mapocho, cubriendo una parte de esta superficie.

El resto de la superficie de este sector lo riega el Canal Esperanza Bajo y El Aromo, que es un derivado del anterior.

Los sectores regados por este canal, son los que se presentan en la siguiente Tabla 4.2.U

Tabla 4.2. U
Sectores regados por el Canal Esperanza Alto.

Sector	Superf. (hás)	Regantes (2)				Rubros
		Grandes	Medianos	Micro	Total	
El Trebal	100	6	4	20	30	Hortalizas: Acelgas, betarraga, coliflor, cebolla
Las Brisas (3)	150	1	4	2	7	Hortalizas, alfalfa, trigo, viña
Santa Mónica	180		19		19	Hortalizas
San Luis, Los Corrales, Los Aromos (4)	300	1	13		15	Hortalizas, chacarería y alfalfa
Total	**730**	**8**	**40**	**22**	**71**	

(1) Información aproximada entregada por los directivos del canal.
(2) Grandes > 40-50 hás; medianos 10-20 hás; micros < 1 há
(3) Fundo La Colina con 60 hás. Viña.
(4) 1 lechería de 50 hás. Resto aprox. 50% alfalfa, 50% hortalizas y chacarería.

La planta El Trebal, con una superficie aproximada a las 100 hás completaría las aproximadamente 800 hás que riega este canal.

Los suelos se caracterizan mayoritariamente por corresponder a depositaciones lacustres con un alto componente de arcilla. La excepción la constituyen:

- Sectores cercanos al río Mapocho, que se derivan de terrazas de reciente formación y más livianos, con un substrato de acarreo fluvial, lo que los hace permeables.
- Sectores colindantes a los cerros que rodean el valle y que corresponden a piedmont de los mismos.

En la siguiente Tabla se puede apreciar un mayor detalla de la condición de los suelos del sector de riego de este canal.

Tabla 4.2.V
Caracterización de los Suelos del Canal Esperanza Alto.

Serie de suelo	Superficie (hás)	Capac de uso	Restricc de uso	Aptitud de riego	Restricc de riego	Categ drenaje	Aptitud frutal
Pié de Montaña C. Barriga	198	III	e	3	t	5	C
Pié de Montaña C. Barriga	82	IV	e	6	xxx	5	E
Valdivia de Paine	260	III	w	3	w	3	D
Valdivia de Paine	44	III	w	3	w	4	E
Alhué	54	III	s	3	t	4	C
Alhué	80	IV	e	6	xxx	5	E
Pié de Monte Lo Vasquez	28	VI	e	6	xxx	5	E
Pié de Monte Lo Vasquez	24	III	e	2	t	5	B
TOTAL	770	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Fuente: CNR – SIIR. Estimación del consultor.
XXX= Sin antecedentes.

El clima del sector responde a la siguiente clasificación: Distrito 13-11 un 20%, Distrito 13-12 un 80% del área cubierta por el canal.

El Distrito 13-11 tiene un régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 27.4° C y una mínima de Julio de 6.1° C. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 heladas por año. Registra anualmente 1.682 días-grado y 612 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 447 mm, un déficit hídrico de 949 mm y un período seco de 8 meses.

Evidencia un cierto grado de influencia oceánico que se manifiesta en inviernos relativamente benignos, con baja incidencia de heladas y veranos moderados.

Respecto a la aptitud agrícola en riego de los cultivos, son aptos el trigo, cebada, maíz, papa, tomate, duraznero, naranjo y olivo; limitaciones leves la arveja grano, la lenteja y el manzano.

En el Distrito 13-12, el régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 28.2° C y una mínima de Julio de 4.4° C. El período libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas por año. Registra anualmente 1.621 días-grado y 1.147 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 419 mm, un déficit hídrico de 997 mm y un período seco de 8 meses.

Por la ubicación del distrito, el régimen térmico se caracteriza por veranos calurosos y secos e inviernos fríos, correspondiendo al clima tipo del valle central.

Respecto a la aptitud agrícola en riego de los cultivos, son aptos el trigo, la cebada, el maíz grano, la papa, el tomate, el manzano, el duraznero y el olivo; limitaciones leves la arveja grano, la lenteja y el naranjo.

a) Encuestas del sector.

En la Tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados de las encuestas efectuadas en el sector, las que permitirán definir algunos aspectos necesarios para las proyecciones futuras de las explotaciones agropecuarias y compararlas con la situación actual.

Tabla 4.2.W

Encuesta a Productores Esperanza Alto					
Nº	**Nombre Agricultor**	**Nombre del Predio**	**Sup.Total (hás)**	**Rubros de la Explotación**	
				Rubro	hás
1	**Suc.Juan Delgado V.**	Parcela 13	9,8	Maíz choclero	2,0
				Cebolla	2,0
				Coliflor	3,0
				Brócoli	2,0
				Total	***9,0***
2	**Alberto Flores D.**	Parcela 9	4,5	Porotos	1,0
				Cebolla	1,0
				Coliflor	2,5
				Total	***4,5***
3	**Miguel Riquelme U.**	Parcela 2	8,4	Cebolla	6,0
				Papa	1,0
				Pasto natural	1,4
				Total	***8,4***
4	**Miguel Maripanqui**	Parcela 11 y 14	12,8	Cebolla	8,0
				Maíz choclero	4,0
				Total	***12,0***
5	**Juan Moraga B.**	Parcela 1	3,1	Papa	1,0
				Cebolla	1,0
				Total	***2,0***
6	**Jorge Flores G.**	Parcela 12	7,8	Cebolla	1,5
				Papa	2,0
				Maíz choclero	2,0
				Pasto natural	2,0
				Total	***7,5***
7	**Carlos Peña F.**	Parcela 5	7,2	Papa	1,5
				Cebolla	4,5
				Pasto natural	0,5
				Total	***6,5***
8	**Pedro Delgado R.**	Parcela 3 y 4	16,2	Papa	5,0
				Cebolla	9,0
				Total	***14,0***
	Total		**69,8**		**63,9**
	Superficie promedio				**8,0**

Fuente: Encuesta Consultora

En la Tabla que sigue se presentan los rubros que señalaron explotar los productores con sus respectivas superficies e importancias desde el punto de vista de la superficie cultivada.

Tabla 4.2.X

Resumen cultivos regados por el Canal Esperanza Bajo

RESUMEN			
Rubro	**hás.**	**%**	**Sup. Equiv. (hás)**
Brócoli	2,0	**3%**	
Cebolla	33	**52%**	5,12
Maíz choclero	8	**13%**	1,24
Coliflor	5,5	**9%**	
Porotos	1	**2%**	
Papa	10,5	**16%**	1,63
Pasto natural	3,9	**6%**	
Total	**63,9**	**100%**	**7,99**

Fuente: Encuesta Consultora

Las encuestas realizadas en el sector permiten determinar la existencia de tres cultivos predominantes en la zona: cebolla con un 52% de la superficie encuestada, papa con un 16% y maíz choclero con un 13%, los que son explotados principalmente en los predios de pequeños productores ex asignatarios del sector reformado.
Otros rubros de menor importancia, lo constituyen el cultivo de zapallo y la ganadería de leche, representada por dos lecherías, que en conjunto abarcan aproximadamente 70 hás.
La superficie promedio de los predios encuestados es de 7,99 hás, lo que para los efectos uno de los objetivos de este capítulo, debe constituir la superficie total del Predio Tipo de la zona regada por el Canal Esperanza Alto.

La columna Superficie Equivalente, representa las hectáreas que corresponde asignar a dichos rubros, dada la importancia que cada uno de ellos representa respecto de la superficie total del Predio Tipo.

Desde la perspectiva antes planteada, la conformación del Predio tipo está conformada por la siguiente alternativa:

Superficie total: 8,0 hás

Rubros en explotación:
Cebolla 5,0 hás
Papa 2.0 hás
Maíz choclero 1,0 há

4.2.5.2 Situación futura.

La existencia de aguas contaminadas en el sector ha impedido que en sus suelos puedan cultivarse otros rubros que puedan significar una mayor rentabilidad o alternativas a los que actualmente utilizan el suelo.

El tratamiento de las aguas servidas y su incorporación al riego, significará para esta zona un cambio fundamental y drástico, toda vez que, hace algunos años cuando las restricciones de uso de suelo no eran tan estrictas como en la actualidad, constituía un sector de producción de variadas hortalizas para el abastecimiento del mercado de Santiago.

Es así como la producción de lechugas constituía un rubro de gran importancia, por la posibilidad que tiene de realizar varias repeticiones de su cultivo en un año agrícola, con altos rendimientos dada su excelente adaptabilidad a la zona.

A dicha condición debe agregarse que actualmente existe un mayor número de pequeños propietarios conformado por el sector reformado, cuyo tamaño de explotación se presta especialmente para el cultivo de dichos rubros.

Además es posible pensar que existirán otras alternativas de cultivos que no han sido explotados en dichos sectores pero cuya adaptación está probada en otros sectores similares del país, como es el caso de algunos berries, entre los cuales se puede mencionar la frutilla y la frambuesa.

Se ha señalado por los dirigentes entrevistados durante el desarrollo del estudio, que sería latamente probable que incluso los predios que actualmente tienen ganadería lechera, se orientarían bajo estas nuevas circunstancias a este nuevo tipo de cultivos.

En mérito de lo expuesto, se plantea la alternativa que el Predio Tipo futuro esté conformado principalmente por los rubros que se indican a continuación, teniendo como base la superficie señalada en la *"Situación actual"*, descrita precedentemente y las opiniones de los productores encuestados.

Superficie total:	8,0 hás
<u>Rubros en explotación:</u>	
Lechuga	3,0 hás
Repollo	2,0 hás
Zanahoria	2.0 hás
Frutilla	1,0 há

Sin perjuicio de lo señalado precedentemente, las opciones de cultivos hortícolas, al no tener limitaciones en el uso del agua de riego, pueden variar sustancialmente de acuerdo a las condiciones que se presenten en el mercado.

La incorporación del cultivo de frutilla en una superficie mas bien pequeña, se debe a la alta tecnología que exige su explotación como así mismo el alto requerimientos de mano de obra asociada a ella.

4.3 Prefactibilidad Cuatro Canales Interferidos por Planta Tratamiento El Trebal

4.3.1 Introducción

El programa de tratamiento de las aguas servidas del Gran Santiago, tiene por objetivo el tratamiento de la totalidad de las aguas servidas producidas en esta área, entregando, después de tratadas, un efluente apto para su uso en riego. En el 2009, se recolectaría la totalidad de las aguas servidas en la ciudad, serían tratadas en las plantas, y se devolverían, en el punto de descarga, al río Mapocho con parámetros de sanidad comprendidos en las normas para su uso en riego. Actualmente están en operación las Plantas de El Trebal y La Farfana, para 2009 estaría también la planta Los Nogales y la planta Talagante, todas ellas de la Empresa Aguas Andinas.

Dentro del marco de este estudio, se analiza las interferencias originadas por la puesta en marcha de la Planta El Trebal en cinco canales.
La planta El Trebal, actualmente, las aguas colectadas a través de tres interceptores:

- Emisario de San Bernardo, que recoge las aguas servidas de la zona Sur de Santiago, y que anteriormente descargaban en el río Mapocho
- Interceptor Maipú, que recoge las aguas servidas de las comunas de Maipú y Cerrillos, atendidas por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Maipú (SMAPA) y que anteriormente descargaban al Zanjón de la Aguada y Río Mapocho.
- Interceptor Maipo – San Bernardo que recibirá aguas servidas que anteriormente descargaban al Río Maipo.

Los canales afectados, de la Tercera Sección del río Mapocho, por el desplazamiento del punto de entrega de aguas son:

- Canal Bombilla
- Canal Esperanza Bajo
- Canal Romero
- Canal Castillo
- Canal Santa Cruz o Domingazo

Entre la antigua descarga de aguas servidas al río y la actual descarga de aguas tratadas desde la planta están las bocatomas de los canales mencionados, de tal manera que ahora no reciben los caudales correspondientes a las aguas servidas, y los usuarios de los canales estiman que sus disponibilidades de agua se han visto sustancialmente disminuidas, lo cual será muy crítico para sus cultivos en años relativamente secos.

Metodología de Trabajo

Este documento presenta la revisión del estudio realizado para EMOS.SA, anteriormente a la construcción de la planta de Tratamiento El Trebal (PT El Trebal), como proposición de solución al déficit de disponibilidades generado por la modificación del punto de descarga de los efluentes de aguas servidas de Santiago en la 3ra Sección del río Mapocho.

El estudio inicial propone la evaluación técnica y económica de dos alternativas de alimentación de los canales Romero, Castillo y Sta Cruz, quedando el problema del canal de Bombilla resuelto mediante una solución independiente sobre la base de aguas subterráneas.

Se validó la elección de la primera Alternativa, en la cual se propone la conducción de los efluentes de la PT El Trebal, hasta los canales por gravedad, siendo esta técnicamente viable, y económicamente la más favorable.

Una vez validada la propuesta técnica, se procedió a las correcciones técnicas correspondientes.
Dentro de estas se destacan:

- Las modificaciones del diseño de las obras debido a la modificación del caudal del efluente tratado por la PT El Trebal, inicialmente prevista de 3.11m^3/s, la cual se eleva actualmente a 4.4 m^3/s. Esto condujo a estudiar dos escenarios en los cuales se supone
    - El uso de la totalidad del efluente en los canales afectados
    - El uso de un caudal de apoyo permitiendo asegurar el abastecimiento para un riego mínimo en años secos.
- La actualización de los presupuestos estimativos de las obras.

4.3.2 Descripción del sistema de alimentación en Estudio

4.3.2.1 Generalidades

Mediante un levantamiento topográfico realizado durante la construcción de la PT El Trebal, se determinó que no había la carga hidráulica suficiente desde el emisario efluente de la planta para alimentar los canales de riego en sus respectivas bocatomas.

Aprovechando la carga hidráulica adicional de 4.30m existente a la salida de la cámara de contacto, respecto de la actual entrega, es posible alimentar con escurrimiento gravitacional, a los canales Romero, Castillo y Santa Cruz; quedando el canal Bombilla fuera de alcance de está solución.

Fue estudiada otra alternativa, que propone abastecer los canales antes de la división de estos, es decir pocos metros después de la bocatoma. Esta solución implica la construcción de una cámara de bombeo ya que no existe la posibilidad de conducir el agua por gravitación.

Las dos alternativas que estudió EMOS S.A. son las siguientes:

1_ Alternativa 1:
- Recuperación de las aguas servidas en el emisario de la cámara de contacto
- Ducto en presión en dirección al puente del antiguo camino a Valparaíso
- Cámara de descarga y distribución en los canales de Romero y Castillo, y Sta Cruz.

Topografía:
- Cota vertedero de la cámara de contacto:.....414.905 m
- N.A. de canal de riego Romero..... 409.180 m
- Carga hidráulica disponible.....5.725 m

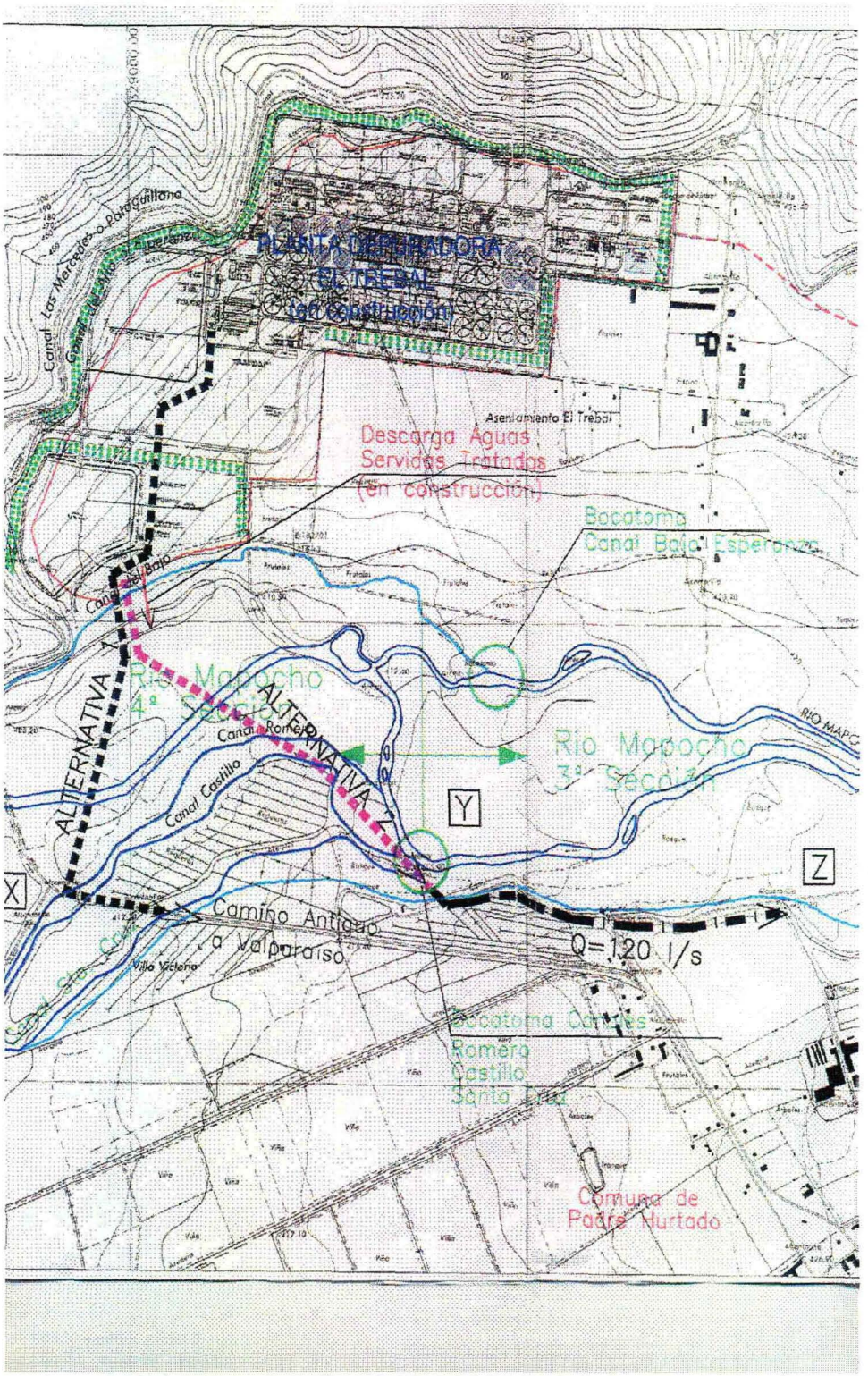
2_ Alternativa 2:
- Alimentación del circuito en la planta elevadora en el punto de descarga del efluente de la PT
- Impulsión con bombeo en ducto presión de las aguas servidas tratadas con orientación sur.
- Entrega en el marco partidor de los canales Castillo, Romero y Santa Cruz.

Topografía:

- Cota de vertedero de la cámara de contacto.....414.905 m
- NA en bocatoma canales Romero Castillo y Sta. Cruz...415.180 m
- Carga hidráulica disponible.....-0.595 m

En la figura siguiente aparece el trazado de ambas proposiciones.

Figura 4.3.A: Trazado en planta de las Alternativas 1 y 2 de alimentación de los canales Romero, Castillo y Sta Cruz



Actualmente los efluentes de la planta de tratamiento del Trebal, pasan por debajo del canal Esperanza bajo. La bocatoma del canal Esperanza bajo estando ubicada a proximidad del punto de descarga de los efluentes de la planta, se vería alimentada directamente en el punto de descarga sin necesidad de obras mayores de conducción.

La revisión del estudio, ha permitido validar la elección de la alternativa nº1, por los motivos siguientes:

- Validación técnica de la conducción efectiva del efluente desde la PT El Trebal hasta los canales Romero Castillo y Sta Cruz
- Menor costo actualizado
- Aunque entrega un poco más abajo que las antiguas bocatoma, igual cubre la totalidad del área regada
- Es una solución gravitacional, sin equipos mecánicos que requieren mantenimiento

La revisión y modificación del proyecto propuesto se presentan a continuación.

4.3.2.2 Trazado

Ver plano : 4.3 – 001 y siguientes
El trazado se inicia en la cámara de contacto de cloro de la planta, y sigue un trazado paralelo al emisario efluente; la cámara de contacto se ubica al interior de la propiedad de la planta de tratamiento a una distancia de aproximadamente 700m de la actual salida de los efluentes.

A partir de este punto el ducto ingresa a la caja del Mapocho y después de avanzar unos 210m se deflecta en aproximadamente 45º, para alcanzar la confluencia de la ribera izquierda del río con el antiguo camino a Valparaíso, para posteriormente continuar por la berma del camino hasta alcanzar los canales de riego Romero y Castillo.

En una visita en terreno, el equipo de ingenieros de la consultora "Jorquera & Asociados", revisó el trazado del ducto de alimentación de los canales Romero, Castillo y Sta Cruz, resultando este el más conveniente.

El trazado propuesto es por una parte el más corto, y por otra parte no interfiere con obras de arte o redes viales.

Revisados además el levantamiento topográfico realizado en el momento de la realización del proyecto, este permite de forma efectiva la conducción de las aguas por gravitación en presión (ver cálculos hidráulicos de diseño de las tuberías).

La entrega del caudal correspondiente al canal Esperanza Bajo, se efectuará realizando una obra de entrega en el cruce de la tubería de descarga de los efluentes de la PT actual con el canal ; dado que actualmente el ducto pasa por debajo del canal, y que dispone de la carga hidráulica suficiente para ello.

4.3.3 Caudales de diseño

4.3.3.1 Entrega de la totalidad de las aguas tratadas

En el estudio inicial de solución alternativa de alimentación de los canales Romero-Castillo-Sta Cruz, se contempla la realización de una obra que permitiera la entrega de la totalidad del efluente de la PT del Trebal. Este se estimó inicialmente en 3.11m3/s, y es actualmente de 4.4m3/s.

Se toma este valor para el diseño de las obras en el caso que se entregue la totalidad del caudal del efluente a los canales Esperanza Bajo-Romero-Castillo-Sta Cruz.

Se estima primero de acuerdo a coeficientes de estacionalidad, y de demanda máxima, el caudal de diseño de producción de agua tratada de la PT El Trebal.:

- Q medio (anual) descarga ..... 4.40 m^3/s
- Coeficiente de estacionalidad..... 1.21
- Coeficiente de caudal máximo..... 1.60
- Caudal máximo ..... 8.52 m^3/s

Esta situación analizada (mes de febrero) corresponde a la más favorable en términos de disponibilidad del recurso agua. La disponibilidad de aguas servidas tratadas por AGUAS ANDINAS S.A., prevista mensualmente es la indicada en el cuadro siguiente :

Tabla 4.3.A :Planta El Trebal: estimación de descarga de aguas tratadas

MES	Q medio anual (m3/s)	Coeficiente de Estacionalidad	Coeficiente Máximo	Q máximo (m3/s)	Observaciones
Enero	4,4	1,18	1,6	8,31	
Febrero	**4,4**	**1,21**	**1,6**	**8,52**	**Máximo**
Marzo	4,4	1,12	1,6	7,88	
Abril	4,4	1,05	1,6	7,39	
Mayo	4,4	0,99	1,6	6,97	
Junio	4,4	0,89	1,6	6,27	
Julio	4,4	0,86	1,6	6,05	
Agosto	**4,4**	**0,81**	**1,6**	**5,70**	**Mínimo**
Septiembre	4,4	0,88	1,6	6,20	
Octubre	4,4	0,89	1,6	6,27	
Noviembre	4,4	1,03	1,6	7,25	
Diciembre	4,4	1,08	1,6	7,60	

.

Dado que el caudal de descarga del efluente de la PT, no es suficiente para cubrir la demanda de los canales, se reparte el agua disponible proporcionalmente a la parte que cada uno representa en la demanda, excluyendo el canal Bombilla quien no se verá beneficiado :

Tabla 4.3.B: Repartición de las aguas tratadas entre los canales, Sta Cruz, Romero, y Castillo.

Canal	caudal requerido (l/s)	Porcentaje (%)	Caudal disponible Q max = 8,52 m3/s (l/s)
Sta Cruz	1,318	13	1,126
Romero	1,733	17	1,481
Castillo	4,075	41	3,483
Esperanza Bajo	2,843	29	2,430
Total	9,969	100	8,520

Dado que el canal Esperanza Bajo será alimentado directamente de la descarga del emisario efluente de la planta El Trebal, el caudal de diseño para el ducto de alimentación será igual a 6.09 m^3/s.

- Caudal máximo planta El Trebal ..... 8.52 m^3/s
- Caudal canal Esperanza Bajo ..... 2.43 m^3/s
- Caudal de diseño ducto de alimentación.... 6.09 m^3/s

4.3.3.2 Caudal mínimo de apoyo

Conforme a lo indicado en el estudio "Demandas de los canales de 3º Sección del río Mapocho" realizado para EMOS en 1999, se consigna que el caudal del efluente del emisario San Bernardo previo a la construcción de la PT El Trebal, derramaba un caudal de 1.19 m3/s; y que en visitas realizadas en terreno, de acuerdo a la información entregada por los agricultores de la zona, en años extremadamente secos, no viene agua por el Mapocho (por ejemplo las sequías de los años 1968-1969).

Por lo tanto, se acordó diseñar las obras para entregar a los canales Romero Castillo y Sta Cruz :

- Caudales de aguas servidas suficientes para permitir el riego de los cultivos perennes.
- Caudales correspondientes a los daños ocasionados por la instalación de la PT El Trebal.

En las páginas siguientes se calculan los caudales de diseño para los canales en estudio a través de la estimación de superficies de cultivos perennes regados por ellos.

i) Canales Castillo, Romero, Sta Cruz

De acuerdo al estudio realizado por la consultora IPLA. Ltda., en el año 1989, para la DGA : Catastro de usuarios de Aguas de la sub-cuenca del río Mapocho, Región Metropolitana, se recopilaron los datos de usuarios de los canales Castillo, Romero y Santa Cruz, y Esperanza Bajo, de acuerdo al número de Rol de las propiedades, y la superficie regada por propiedades. En el 89, la superficies cubiertas por los tres canales se elevaba a 3133has, con 843 accionarios del canal.

Una vez registrados estos datos, se actualizaron la distribución de propiedades, restando las que quedaron divididas de acuerdo a la progresión actual de la ciudad de Talagante, y mediante los planos reguladores de dicha comuna, se realizó la eliminación de las parcelas que no usan actualmente o no usarán las aguas conducidas por los canales Castillo, Santa Cruz, y Romero. Las parcelas agrícolas ocuparán en 20 años más una superficie de 2232has.

Además se tuvo en cuenta, el hecho para cada canal, de que gran parte de esta superficie esta ya inscrita en el SAG, y aceptada para sus subdivisión. Se estimó para los canales Romero, Castillo y Santa Cruz respectivamente, que el porcentaje de parcelas que serán subdivididas en los próximos 20 años son, 70%, 70% y 80%.

La superficie regada por los tres canales, proyectada a 20 años, se eleva entonces a 1530 has. Es de notar que para la obtención de estos datos se estimó que el 50 % de las parcelas de agrado aprovecharían las aguas del canal, mientras que las parcelas restantes usarían agua potable.

En la tabla 4.3.C, se presentan los resultados parciales y definitivos de las estimaciones de superficies agrícolas proyectadas en 20 años.

En las primeras líneas dan cuenta de la situación tal como se registró en el años 1989 por la consultora IPLA. Ltda., en el Catastro de usuarios de Aguas de la sub-cuenca del río Mapocho, Región Metropolitana. En las dos líneas siguientes, se registraron, superponiendo los mapas actuales de expansión urbana, y los de los planes reguladores de las comunas atravesadas por el canal, las parcelas que en el futuro serán inscritas como urbanas. Quedando en al tercera línea la superficie de las parcelas agrícolas.

Los predios agrícolas futuras se clasificaron por superficie, respectivamente: superiores a 12 Has, entre 12 y 6 has, entre 6 y 2 has, y por fin las parcelas inferiores a 2 has.

Las parcelas inferiores a 2 has, no se consideraron para el resto de los cálculos, ya que con superficies tan reducidas, no se estima sustentable la actividad agrícola, y por otra parte, en la mayoría de los casos, estas parcelas corresponden a las denominadas parcelas de agrado.

En la tabla siguiente se presentan los siguientes resultados:
La superficie que ocuparán las parcelas de agrado, las que se estima regarán su propiedad con agua potable, la superficie de predios que seguirán siendo agrícola, y por fin, la estimación de la superficie de predios que cultivarán frutales.

Tabla 4.3.C

Estimación de superficie cultivos perennes Canal Castillo Romero Sta Cruz

Total Romero Castillo Sta Cruz				
	Num	%	Sup (has)	%
Total inicial de Predios	694	100	3,113.9	100
Total expansión urbana	366	53	781.7	25.1
Total Agrícolas	328	47	2,332.3	74.9
Clasificación por superficies				
Superior a 12 has	40	12	1,395.3	59.8
Entre 6 y 12 has	78	24	706.3	30.3
Entre 2 y 6 has	29	9	131.9	5.7
Inferiores a 2 has	181	55	98.8	4.2
Total predios Agrícolas superiores a 2 has	**147**	**45**	**2,233.4**	**95.8**
Superficies parcelas de agrado futuras			1,407.0	
Parcelas de Agrado con Agua potable			703.5	50.0
Superficie Agrícola			826.5	
Superficie total con riego canal(PA, Frutales, anuales)			1,530.0	
Superficies frutales en predios agrícolas			**918.0**	**60.0**
Porcentaje de parcelas de agrado clasificada por canal				
	Agrado		Agrícola	
Porcentaje PA Castillo	60 %		40 %	
Porcentaje PA Romero	70 %		30 %	
Porcentaje PA Sta Cruz	80 %		20 %	

La superficie estimada de predios que producirán frutales, y por lo tanto que necesita riego mínimo en años secos, es de 918 has.

Para efectos de las estimaciones, de acuerdo a la experiencia de los profesionales de la consultora L. Jorquera y Asociados, y de la experiencia de los agricultores de los canales, se estima que el caudal mínimo para regar una parcela de frutales es de 1.5l/s.
Esto implica que el caudal requerido para la zona es de 1.377 l/s.

Además se toma un coeficiente de seguridad igual a 10 %, por los errores debido a que estos cálculos se basan en estimaciones de desarrollo futuro de la zona, y para tomar en cuenta las pérdidas por conducción.

Finalmente el caudal de diseño es igual a 1 514l/s

El caudal de diseño se tomará igual a 1.5m3/s.

ii) Canal Esperanza Bajo

Se realizó un estudio similar para el canal esperanza bajo.
En este párrafo solo se presentan los resultados (Tabla 4.3.D) ya que la metodología de trabajo fue idéntica a la presentada en el párrafo anterior.

Tabla 4.3.D

Estimación de cultivos perennes , Canal Esperanza Bajo

Canal Esperanza Bajo				
	Numero		Sup	
Total Inicial de Parcelas	187	100.0	1.206.0	100
Total Parcelas Expansión Urbana	0	0.0	0.0	0.0
Total Parcela Agrícolas	187	100.0	1.206.0	100
Clasificación por superficies				
Superior a 12 has	26	13.9	721.3	59.8
Entre 6 y 12 has	38	20.3	334.8	27.8
Entre 2 y 6 has	26	13.9	121.8	10.1
Inferiores a 2 has	97	51.9	28.1	2.3
Total Predios Agrícolas excluyendo inf a 2 has	**90**	**48.1**	**1.177.9**	**98**
futuras parcelas de Agrado		30.0	353.4	
Parcelas de Agrado con riego agua potable		50.0	176.7	
Superficie Agrícola		70.0	824.5	
Superficie total con riego canal(PA, Frutales, anuales)			*1.001.2*	
Superficies Parcelas frutales			**494.7**	**60**

Las superficie de parcelas futuras estimada es igual a 495 has, lo que representaría un caudal mínimo para el riego igual a 741l/s, al cual se le añade el porcentaje por seguridad de 10 %.

Se toma un caudal de diseño igual a 815l/s.

4.3.4 Trabajos de Terreno

En este capítulo se describen los trabajos de terreno realizados para EMOS en el estudio de factibilidad del presente proyecto verificado por el consultor.

a) Topografía

Los trabajos de topografía desarrollados consisten en planta y perfil, a escala 1:200, para los ductos de alimentación de los canales de riego.
El sistema de cotas y coordenadas utilizado corresponde al de la planta El Trebal. En efecto, el levantamiento topográfico se realizó partiendo desde los puntos coordenados GPSI e ITO 2, cuyos datos son los siguientes:

Tabla 4.3. E PUNTOS DE REFERENCIA UTILIZADOS

PR	ALTITUD	COORDENADA	
		NORTE	SUR
GPSE	447,850	48.892,471	18.754,28
ITO	423,528	50.000,000	20.000,00

A partir de estos Puntos de Referencia, se realizó un levantamiento taquimétrico de faja de 30 m de ancho, con el uso de una estación total, marca Topcon modelo GTS – 212, con colector interno.

Los puntos de referencia se materializaron en terreno con monolitos de hormigón y estaca de fiero, dejándose a nivel de terreno próximos a los ejes del trazado.

b) Sistemas de Cotas y Coordenadas

Conforme indicado anteriormente, las cotas y coordenadas utilizadas en el levantamiento topográfico quedaron amarrados a los PR GPSI e ITO2, los cuales forman parte del levantamiento topográfico realizado para las PT Santiago Sur por CADE – IDEPE (IGE Ltda.) en 1996, cuyos datos geodésicos son los siguientes :

- Elipsoide : Sudamericano 1969
- Datum : SAD – 69
- Zona : 19

c) Mecánica de Suelos

Para definir las características del subsuelo se utilizó la información de mecánica de suelo realizada por CADE – IDEPE (Fernando Martinez y Asociados Ltda.) para la PT Santiago Sur, en noviembre del 98 y el estudio especifico realizado por esta

consultora (BNA – IC Ltda.) consistente en 2 sondajes rotativos y 2 calicatas en el borde del río Mapocho, en las proximidades de los trazados previstos.

4.3.5 Pre-dimensionamiento

Este capítulo presenta el diseño de las obras para los dos casos anteriormente citados:

- Se hace entrega de la totalidad del efluente de la PT del Trebal igual en promedio anual a 4.4m3/s
- SE entrega un caudal de apoyo igual a 1.5m3/s

a) Dimensiones de diseño y Ecuaciones

- Caudal de diseño

El caudal de diseño es igual a 6.09 m^3/s y 1.5 m^3/s, según lo determinado en el capítulo 4.3.3. del presente estudio.

- Velocidades mínimas y máximas

Se adoptará una velocidad mínima de 0.4m/s, para evitar depósitos de sólidos, y de 5m/s para protección del revestimiento interno del ducto.

- Predimensionamiento del ducto de alimentación.

El ducto de alimentación, operará en presión, por lo que en el pre-dimensionamiento se utilizará la expresión de Hazen-Williams, indicada a continuación :

$$Q = 0{,}2785.C.D^{2.63}.J^{0.54}$$

Donde :

- Q = caudal de aguas servidas tratadas a conducir en m^3/s
- D = diámetro del ducto en m
- J = pérdida de carga unitaria, en m/m
- C = coeficiente de fricción adimensional

  Se adoptará 140 considerando revestimientos interno liso, a base de pintura sin solvente.

El ducto será dimensionado en función de la carga hidráulica disponible.

b) Consideraciones técnicas

- Pérdida de carga

Las pérdidas de carga a considerar corresponden a la reja de entrada, embudos de entrada y salida y cambios de dirección.

- Cámaras de visita

Será prevista solamente una cámara de visita, en el punto más bajo, para permitir el vaciado del sifón con el uso de equipo de bombeo.

- Cámaras de entrada y salida

Las cámaras de entrada y salida deberán permitir también el uso de equipos de bombeo, para agilizar esta operación.

- Socavación General

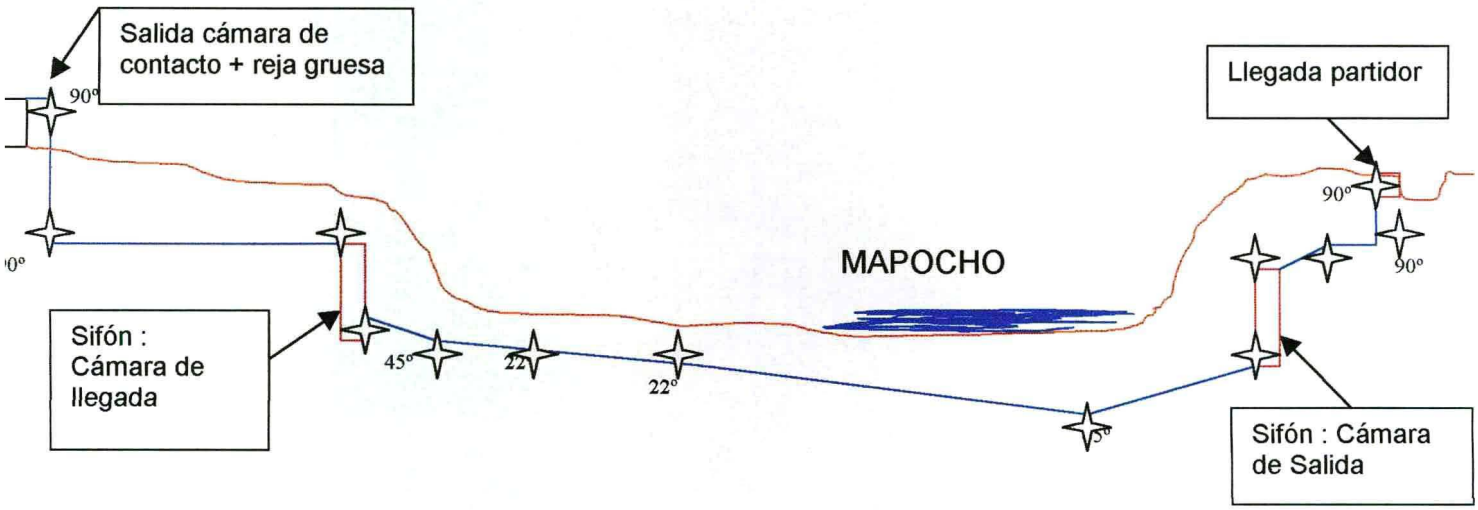
La fijación de la clave del ducto se hará en función del estudio de socavación realizado por el INH para la PT – El Trebal. Este estudio recomendó una profundidad de 4.00m para la crecida centenaria.

c) Pre-dimensionamiento ducto en presión

- Determinación de la pérdida de carga

En el esquema siguiente si indican todas las pérdidas de carga singulares de acuerdo al trazado propuesto del ducto en presión de alimentación de los canales Romero – Castillo – Sta Cruz, desde la cámara de contacto.

Esquema perfil ducto Alimentación Canal Romero



- Singularidades Unidad
  - Salida cámara de contacto..... 1
  - Reja gruesa 1
  - Curvas 90 º 8
  - Curvas 45 º 4
  - Curvas 22 º 2
  - Cámara de entrada sifón : llegada 1
  - Cámara de salida sifón : llegada..... 1
  - Cámara de entrada sifón : Salida 1
  - Cámara de salida sifón : Salida 1
  - Legada Canales Romero – Castillo 1

Con los datos de singularidades se evalúa el coeficiente K de pérdida de carga total:

Tabla 4.3.F
Perdidas de carga singulares

Singularidad	Nº	K	Ktotal
Salida Cámara de contacto	1	0,5	0,5
Reja Gruesa	1	0,34	0,34
Curva 90º	8	0,36	2.88
Curva 45º	4	0,2	0,6
Curva 22º	2	0,22	0,44
Entrada Sifón	2	1	2
Salida Sifón	2	0,5	1
Llegada Partidor	1	1	1
TOTAL			8,96

d) Resumen de Resultados

i) Entrega de la totalidad del Efluente

- Datos de cálculo

  - Caudal de diseño : Q = 6.09 m^3/s
  - Longitud del ducto : L = 1600 m
  - Carga Hidráulica : 5.72 m

- Determinación del diámetro de diseño

Se tomó un coeficiente de seguridad para el diseño igual a 5%.

Tabla 4.3.G
Diseño del diámetro nominal interior de la tubería en base a la carga idráulica disponible

Diámetro	Q diseño	Longitud	C	V	Ktotal	V2/2g	Jf	Js	Jtotal	Jdiseño

1,70	6,09	1600	140	2,68	8,96	0,37	3,88	3,29	7,16	7,52
1,80	6,09	1600	140	2,39	8,96	0,29	2,94	2,62	5,55	5,83
1,85	6,09	1600	140	2,27	8,96	0,26	2,57	2,34	4,91	5,16
1,90	6,09	1600	140	2,15	8,96	0,24	2,26	2,11	4,36	4,58
2,00	6,09	1600	140	1,94	8,96	0,19	1,76	1,72	3,47	3,65

El diámetro más adecuado es el de 1.85 m.

Además estimando el caudal mínimo del efluente de la PT El Trebal en 2.14m^3/s durante el mes de agosto, se calcularon velocidades del agua en la tubería igual a 0.8m/s. Lo cual esta en el rango admisible de velocidades anteriormente indicado.

Tabla 4.3.H
Estimación de la velocidad para el caudal mínimo esperado.

Diámetro	Q diseño	Longitud	C	V
1,85	2,14	1600	140	0,80

ii) Entrega de un caudal de Apoyo

- Datos de cálculo

  - Caudal de diseño : Q = 1.5 m^3/s
  - Longitud del ducto : L = 1600 m
  - Carga Hidráulica : 5.72 m

- Determinación del diámetro de diseño

Se tomó un coeficiente de seguridad para el diseño igual a 5%.

Tabla 4.3.I

Diseño del diámetro nominal interior de la tubería en base a la carga hidráulica disponible.

Diámetro	Q diseño	Longitud	C acero	V	Ktotal	V2/2g	Jf	Js	Jtotal	Jdiseño
0,80	1,5	1600	140	2,98	4,76	0,45	11,38	2,16	13,54	14,89
0,90	1,5	1600	140	2,36	5,76	0,28	6,41	1,63	8,04	8,85

1,00	1,5	1600	140	1,91	6,76	0,19	3,84	1,26	5,09	5,60
1,10	1,5	1600	140	1,58	7,76	0,13	2,41	0,99	3,40	3,74
1,20	1,5	1600	140	1,33	8,76	0,09	1,58	0,79	2,36	2,60

El diámetro más adecuado es el de 1 m.

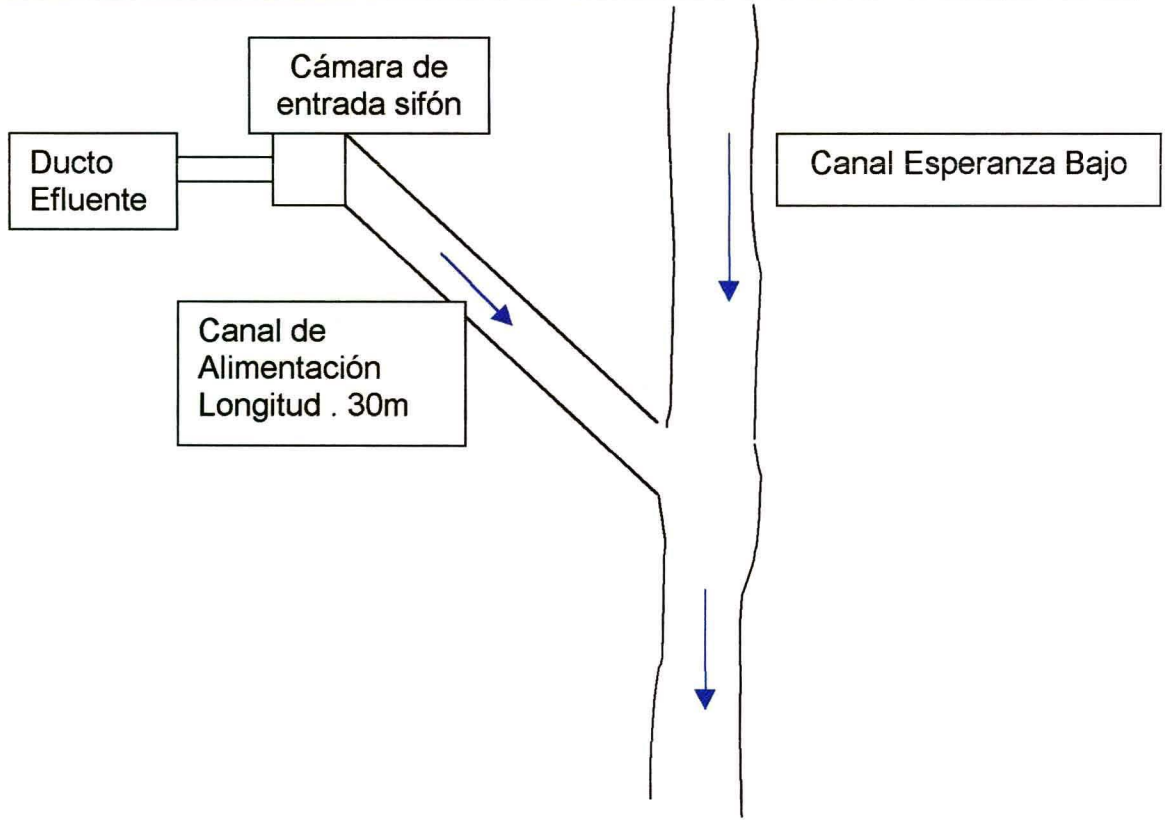
De acuerdo a lo calculado en el párrafo anterior, el caudal de 1.5 m^3/s, está siempre disponible.

e) Canal Esperanza Bajo

La entrega del caudal correspondiente al canal Esperanza Bajo, se hará mediante conducción en un canal revestido con losetas.

De acuerdo a lo calculado en el párrafo 4.3.3, indice b), el caudal de diseño para el canal de alimentación el canal Esperanza Bajo es de 2.43m^3/s, en el caso que se entregue la totalidad de las aguas tratadas por la PT El Trebal, y de 0.815 m^3/s, en el caso de que se entregue un caudal mínimo de apoyo.

Actualmente el emisario de la PT El Trebal pasa debajo del canal Esperanza Bajo, mediante el uso de un ducto, el efluente pasa en presión. La cámara de carga del sifón se encuentra a una distancia de 30m del canal. Por lo tanto la obra implementada sería la de un canal revestido con losetas de 30m de longitud, con una obra de entrega al canal.

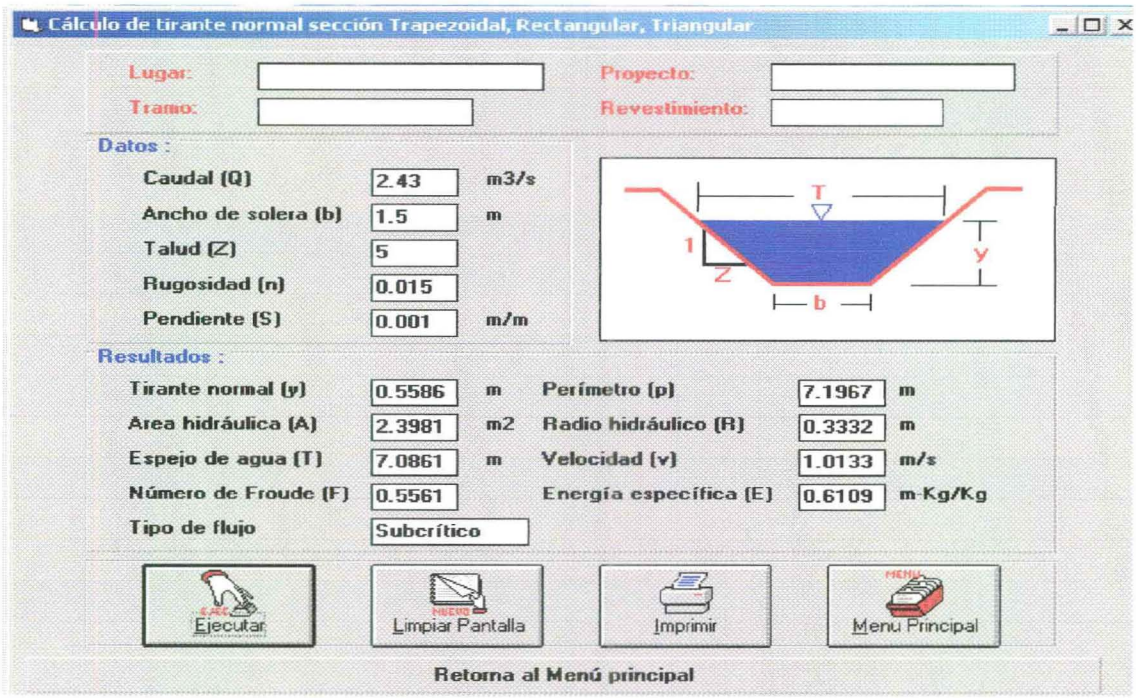


Esquema entrega al canal Esperanza Bajo.

Las alturas normales de escurimiento se estiman con el modelo numérico Hcanales.

i) Entrega de de la totalidad del caudal

Datos de diseño:
Caudal : 2.43m^3/s
Pendiente : 0.001
Sección trapezoidal : ancho de solera: 1.5
Pendiente borde: 1/5
Se obtienen los siguientes resultados.



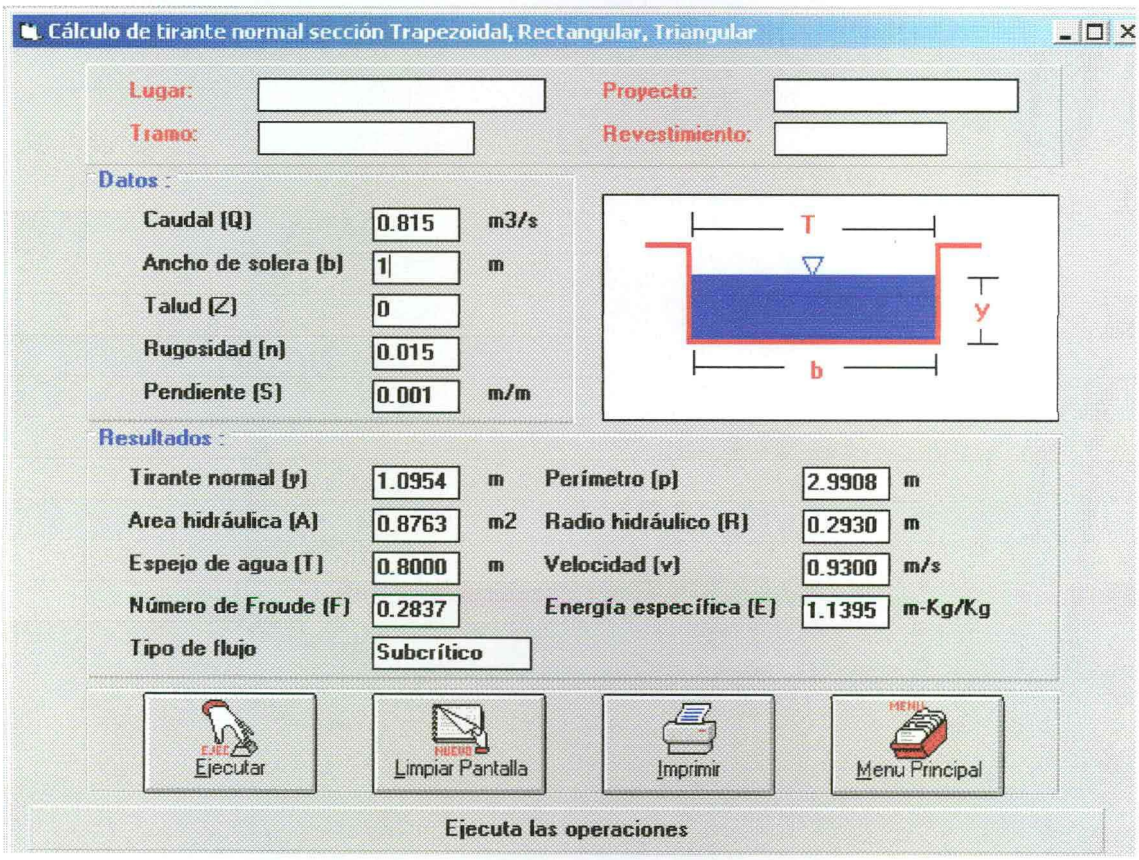
La altura normal es de 0.56m.

Por lo tanto el canal tendrá las siguientes características:

Datos de diseño:

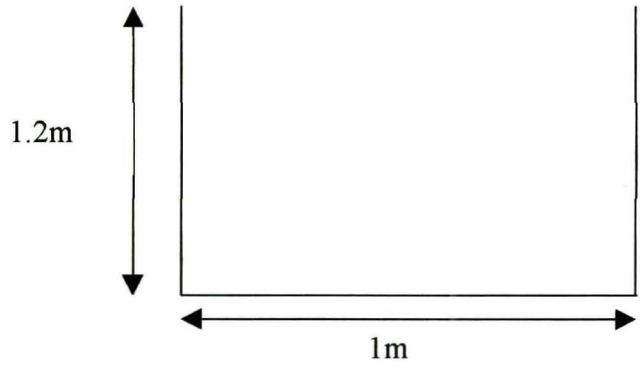
Caudal : 0.815m^3/s
Pendiente : 0.001
Sección trapezoidal : ancho de solera: 0.8
Pendiente borde: 1/5

Se obtienen los siguientes resultados



La altura normal es de 1.09m

El canal tendrá las siguientes características:



4.3.6 Costos de inversión

a) Generalidades

La elaboración del presupuesto provisional de la obra consta de dos partes independientes que se resumen en el proyecto de alimentación de los canales Romero – Castillo, y Sta Cruz. El detalle se indica en las tablas 4.3 J, 4.3.K y 4.3.L

Acerca del primer proyecto se eligió en este estudio, la opción de conducir las aguas por gravedad desde la cámara de contacto hasta el cruce de los canales Romero y Castillo con el antiguo camino a Valparaíso. En el marco de este estudio vale entonces destacar la inversión inicial necesaria a la realización de las obras, ya que los costos de uso en comparación serán mínimos, y corresponderán esencialmente a los costos de manutención de las obras, estos ya contemplados hasta el día de hoy en el funcionamiento de las obras.

El proyecto del canal Bombilla no tiene una solución definida en este estudio, ya que la decisión final la tomarán los usuarios de los canales. Por lo que en este estudio se presentan la evaluación económica de las dos soluciones propuesta, permitiendo la comparación económica de los dos proyectos.

El detalle de los presupuesto para las soluciones del Esperanza Bajo se presentan en las tablas: 4.3.M , 4.3.N y 4.3 O.

b) Canales Romero, Castillo, y Sta Cruz

El presupuesto estimativo se realizó en base a los precios unitarios propuestos en el estudio del presente proyecto por EMOS y se presentan los resúmenes en la tabla siguiente:

Tabla 4.3.J

Costos de inversión en la obras de alimentación de los canales Romero-Castillo-Sta Cruz	
Entrega de la totalidad del efluente a los canales	MM.$ 1.913
Entrega de un caudal de apoyo al riego en los canales	MM.$ 1.080

Tabla 4.3.K
Presupuesto alimentación de los canales Romero, Castillo, Sta-Cruz, entrega de la totalidad del caudal.

Presupuesto Estimativos de las Obras					
Ducto Matriz de Alimentación de Canales					
Canales : Romero - Castillo - Sta Cruz					
Excavación Zanja Abierta Revestida					
Caudal de diseño : 6,09 m3/s					
Item	Descripción	Uni	Cantidad	P.U. Sup	Total
1	**Matriz alimentadora Excavación**	**m**	**1.600**		
	Excavación mecánica en zanja terreno comun	m3	23.367	921	21.521.462
	Preparación sello de fundación	m2	3826	216	826.416
	Emplantillado (Hormigon 170kg de cemento/m3)	m3	244	27.518	6.714.392
	Revestimiento de taludes con gunita	m2	8.468	7.500	63.510.000
	Cama de arena	m3	540	12.500	6.750.000
	Confección de dado de hormigón de refuerzo	m3	3.049	111.014	338.516.856
	Suministro y colocacion de tubería revestida	m	1.600	418.879	670.206.573
	Relleno geomètrico con roca de cantera	m3	2.813	20.354	57.261.546
	Relleno geomètrico compactado terreno común	m3	20.635	4.990	102.967.773
2	**Movimiento del Curso del río Mapocho**	**gl**	**1**	**25.500.000**	**25.500.000**
3	**Cámaras**				
	Ingreso al Sifón		1	3.500.000	3.500.000
	Salida Sifón		1	2.500.000	2.500.000
	Limpieza		1	3.000.000	3.000.000
4	**Control de Calidad**		**1**	**35.000.000**	**35.000.000**
	Subtotal				1.337.775.017
5	**Imprevistos**			**10%**	**133.777.502**
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				1.471.552.519
6	**Costos indirectos y Utilidades**			**30%**	**441.465.756**
	TOTAL COSTO NETO				**1.913.018.275**

Tabla 4.3.L :
Presupuesto alimentación de los canales Romero, Castillo, Sta Cruz, entrega de un caudal de apoyo.

Presupuesto Estimativos de las Obras					
Ducto Matriz de Alimentación de Canales					
Canales : Romero - Castillo - Sta Cruz					
Excavación Zanja Abierta Revestida					
Caudal de diseño : 1,5 m3/s					
	Descripción	Uni	Cantidad	P.U. Sup	Total
1	**Matriz alimentadora Excavación**	**m**	**1.600**		
	Excavación mecánica en zanja terreno comun	m3	23.367	921	21.521.462
	Preparación sello de fundación	m2	3826	216	826.416
	Emplantillado (Hormigon 170kg de cemento/m3)	m3	186	27.518	5.118.348
	Revestimiento de taludes con gunita	m2	8.468	7.500	63.510.000
	Cama de arena	m3	316	12.500	3.950.000
	Confección de dado de hormigón de refuerzo	m3	1.633	111.014	181.245.196
	Suministro y colocacion de tubería revestida	m	1.600	191.895	286.844.398
	Relleno geomètrico con roca de cantera	m3	1.731	20.354	35.232.774
	Relleno geomètrico compactado terreno común	m3	17.529	4.990	87.469.710
2	**Movimiento del Curso del río Mapocho**	**gl**	**1**	**25.500.000**	**25.500.000**
3	**Cámaras**				
	Ingreso al Sifón		1	3.500.000	3.500.000
	Salida Sifón		1	2.500.000	2.500.000
	Limpieza		1	3.000.000	3.000.000
4	**Control de Calidad**		**1**	**35.000.000**	**35.000.000**
	Subtotal				755.218.304
5	**Imprevistos**			**10%**	**75.521.830**
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				830.740.135
6	**Costos indirectos y Utilidades**			**30%**	**249.222.040**
	TOTAL COSTO NETO				**1.079.962.175**

c) Canal Esperanza Bajo

Tabla 4.3.M

Costos de inversión en la obras de alimentación del canal Esperanza Bajo	
Entrega de la totalidad del efluente al canal	$ 2.099.000
Entrega de un caudal de apoyo al riego en el canal	$ 2.135.000

Tabla 4.3.N

Presupuesto Estimativos de las Obras					
Canal Alimentación					
Canales : Esperanza Bajo					
Caudal de diseño : 2.43 m3/s					
Item	**Descripción**	**Uni**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
1	**Excavación canal**	M	**1.600**		0
	Excavación mecanizada	M3	45	1.081	48.645
	Preparación sello de fundación	M2	45	216	9.720
2	Revestimiento del canal con losetas	M2	98	9.305	910.029
3	Obra de entrega al canal	U	1	500.000	500.000
	Subtotal				1.468.394
5	Imprevistos			10%	146.839
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				1.615.233
6	Costos indirectos y Utilidades			30%	484.570
	TOTAL COSTO NETO				2.099.803

Tabla 4.3.O

Presupuesto Estimativos de las Obras					
Canal Alimentación					
Canales : Esperanza Bajo					
Caudal de diseño : 0.815 m3/s					
Item	**Descripción**	**Uni**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
1	**Excavación canal**	**m**	**1.600**		0
	Excavación mecanizada	m3	35	1.081	37.835
	Preparación sello de fundación	m2	30	216	6.480
2	Revestimiento del canal con losetas	m2	102	9.305	949.110
3	Obra de entrega al canal	U	1	500.000	500.000
	Subtotal				1.493.425
5	Imprevistos			10%	149.343
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				1.642.768
6	Costos indirectos y Utilidades			30%	492.830
	TOTAL COSTO NETO				2.135.598

4.3.7 Resumen de Anteproyecto y selección de alternativa

a) Canales Romero- Castillo- Sta Cruz

Los canales Romero – Castillo y Sta Cruz, se podrán ver beneficiados por el efluente de aguas tratadas de PT El Trebal, en tanto que encuentre los financiamientos necesarios a la implementación de las obras de alimentación de los canales.

El presente estudio destaco la posibilidad de alimentar los canales por gravedad, generando así una solución con costos de funcionamiento inexistentes.
Se propusieron dos alternativas, de las cuales se podrá elegir una solución definitiva en función de :

- El monto de inversión de la obra
- El beneficio real de la alimentación de los canales, en años normales y en años secos, con vista a los próximos 20 años.

El trazado del ducto de alimentación de los canales, que se presenta a continuación, es idéntico en ambas alternativas, en las cuales solo es modificado el caudal del efluente de aguas servidas conducidos, el cual se eleva a 6.09m3/s como máximo en el primer caso o a 1.5m3/s constantes en el segundo, y respectivamente el efluente sería conducido en tuberías de acero-carbono con diámetro y espesor respectivo de 1.85m y 12mm, y 1m y 10mm.

- *Tramo 1*

Es tramo tiene una longitud aproximada de 680m, y se extiende desde la cámara de contacto de la PT El Trebal, hasta el emisario de la PT en la ribera derecha del Mapocho, de forma paralela al ducto actual del efluente; y con una extensión de 370m en la ribera izquierda, de forma paralela al antiguo camino a Valparaíso hasta los cruces de los canales Romero y Castillo con el antiguo camino a Valparaíso. En la ribera norte del Mapocho, se prevé la construcción de la cámara de entrada del sifón, el cual permite cruzar el río Mapocho.

- *Tramo 2*

El segundo tramo, tiene una longitud de aproximadamente 550m, dividido en 380 y 170m a cada lado del cauce principal. En este tramo el ducto esta en el lecho no-permanente del Mapocho. En este tramo se prevé proteger la tubería con un dado de hormigón armado. Además, la clave de la tubería tiene un recubrimiento de 4m, siendo esta la socavación esperada para una crecida de 10 años de período de retorno.

- *Tramo 3*

Este sector tiene una extensión de aproximadamente 230m, y corresponde al cruce del lecho permanente del río. En este tramo, se protegerá con un enrocado la tubería y el dado de hormigón. En este tramo como en el anterior la clave de la tubería se encuentra a 4m de profundidad para prevenir la socavación en una crecida centenaria.

b) Canal Esperanza Bajo

Para el canal Esperanza Bajo, se prevé la construcción de un derivado a partir de la cámara de descarga del efluente de la PT El Trebal. Esta está ubicada en la parte sur de los terrenos de la PT, en la ribera del río Mapocho.
Se trata de la entrega de un canal revestido con sus obras de admisión y entrega, al principio y al final.

4.3.8. Situación agropecuaria.

a) Situación actual.

Como ya se ha señalado, este sector del estudio esta conformado por los canales ***Esperanza Bajo, El Castillo, Romero y Santa Cruz***, además del canal Bombilla, que riega una pequeña superficie de suelo, además de presentar su bocatoma distante de los anteriores.

En esta parte, por presentar condiciones diferentes desde la perspectiva agropecuaria, se va a tratar en forma separada el Canal Esperanza Bajo de los otros tres canales, excluyendo de su análisis el sector de riego del canal Bombilla por las razones antes indicadas.

Sector de riego del Canal Esperanza Bajo

El Canal Esperanza Bajo tiene una capacidad aproximada a 1.128 acciones totales y tiene su bocatoma aguas arriba del desagüe de la Planta El Trebal, por el lado poniente del río Mapocho.

Los regantes inscritos en los registros de la asociación del sector son 112, por lo que se estima que el total de productores debe ser aproximadamente 130, correspondientes parcelaciones de la reforma agraria y reservas, con una proporción importante de predios menores a 1 há, como resultado de ventas efectuadas por ex asignatarios.

Luego, este canal riega sectores preferentemente de medianos y pequeños productores que dedican sus suelos a la explotación de hortalizas y chacarería.

Este sector de riego está ubicado al sur poniente del valle de Santiago, colindando con el sector regado por el canal Esperanza Alto por un lado y el río Mapocho por el otro, cubriendo gran parte de esta superficie.

El resto de la superficie de este sector lo riega el Canal Esperanza Alto y El Aromo, que es un derivado del Esperanza Bajo.

El sector regados por este canal corresponde al sector La Esperanza, que cubre una superficie aproximada a las 1.300 hás (información aproximada entregada por los directivos del canal).

En este sector existen 2 lecherías, de aproximadamente 50 a 70 hás cada una, que corresponde a los predios de mayor tamaño, el resto son pequeños productores

dedicados preferentemente a la horticultura en un 80% de las explotaciones, lo que en gran medida ha sido consecuencia del poblamiento de la zona de Maipú.

Los suelos, son mayoritariamente de textura franco arcillosa, más bien pesados y de drenaje lento, por su origen de depositación lacustre, excepto en las partes más cercanas al río Mapocho. En la Tabla siguiente, es posible apreciar su caracterización.

Tabla 4.3.8 A

Caracterización de los Suelos del Canal Esperanza Bajo.

Serie de suelo	Superficie (hás)	Capac de uso	Restricc de uso	Aptitud de riego	Restricc de riego	Categ drenaje	Aptitud frutal
Alhué	57	III	s	3	t	4	C
Valdivia de Paine	70	III	w	3	xxx	4	E
Valdivia de Paine	195	III	w	3	w	3	D
Valdivia de Paine	279	III	w	3	w	3	D
Agua del Gato	97	IV	w	4	t	3	E
Agua del Gato	469	IV	w	4	xxx	3	D
Rinconada Lo Vial	44	III	s	3	xxx	5	C
TOTAL	1.212	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Fuente: CNR – SIIR. Estimación consultor.
XXX= Sin antecedentes

La condición climática responde en un 100% a las características del Distrito 13-12, cuyo régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 28.2° C y una mínima de Julio de 4.4° C. El período libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas por año. Registra anualmente 1.621 días-grado y 1.147 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 419 mm, un déficit hídrico de 997 mm y un período seco de 8 meses.

Respecto a la aptitud agrícola en riego de los cultivos, son aptos el trigo, la cebada, el maíz grano, la papa, el tomate, el manzano, el duraznero y el olivo; limitaciones leves la arveja grano, la lenteja y el naranjo.

Encuestas del sector.

En la Tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados de las encuestas efectuadas en el sector, las que permitirán definir algunos aspectos necesarios para las proyecciones futuras de las explotaciones agropecuarias y compararlas con la situación actual.

Tabla 4.3.8 B

Encuesta a Productores Esperanza Bajo				
Nº	**Nombre Agricultor**	**Sup.Total (hás)**	**Rubros de la Explotación**	
			Rubro	**hás**
1	**Eduardo Villar V.**	4,5	Cebolla	2,5
			Brócoli	1,0
			Papa	1,0
			Total	***4,5***
2	**Juan Armijo**	0,14	Poroto	0,03
			Tomate	0,02
			Papa	0,02
			Cebolla	0,05
			Total	***0,12***
3	**José M. Diaz V.**	9,0	Cebolla	3,0
			Papa	2,0
			Cebolla	3,0
			Total	***8,0***
4	**Pilar Elgueta R.**	23,12	Cebolla	2,7
			Maíz choclero	6,0
			Viña (formac.)	3,7
			Alafalfa	1,5
			Total	***13,9***
5	**Emeterio Arias M**	10,5	Papa	2,5
			Trigo	5,0
			Cebolla	3,0
			Total	***10,5***
	Total	**47,3**		**37,0**
Superficie promedio				**7,40**

Fuente: Encuesta Consultora

En la Tabla que sigue se presentan los rubros que señalaron explotar los productores con sus respectivas superficies e importancia desde de punto de vista de la superficie cultivada.

Tabla 4.3.8 C

Resumen cultivos regados por el Canal Esperanza Bajo

RESUMEN			
Rubro	**hás.**	**%**	**Sup. Equiv. (hás)**
Alfalfa	1,5	4,1	
Brócoli	1	2,7	
Cebolla	14,25	38,5	3,1
Maiz	6	16,2	1,3
Papa	5,52	14,9	1,2
Poroto	0,03	0,1	
Tomate	0,02	0,1	
Trigo	5	13,5	1,1
Viña (formac.)	3,7	10,0	0,8
Total	**37,0**	**100,0**	**7,4**

Fuente: Encuesta Consultora

Las encuestas realizadas en el sector señalan la presencia de cinco cultivos predominantes en la zona: cebolla con un 38,5% de la superficie encuestada, maíz con el 16.2%, papa con un 14,9%, Trigo con el 13.5% y viña con 10,0%, los que son explotados principalmente en los predios de pequeños productores ex asignatarios del sector reformado.

Otros rubros de menor importancia, lo constituyen el cultivo de brócolí y tomate.

La superficie promedio de los predios encuestados es de 7,4 hás, lo que para los efectos de uno de los objetivos de este capítulo, debe constituir la superficie total del Predio Tipo de la zona regada por el Canal Esperanza Alto.

La columna Superficie Equivalente, corresponden a las hectáreas que deben asignarse a dichos rubros, dada la importancia que cada uno de ellos representa respecto de la superficie total del Predio Tipo.

Desde la perspectiva antes planteada, la conformación del Predio Tipo debiera está conformada por la siguiente alternativa:

Superficie total:	7,0 hás
Rubros en explotación:	
Cebolla	3,0 hás
Maíz choclero	1,0 há
Trigo	1,0 há
Papa	1,0 há
Viña	1,0 há

b) Situación futura.

Al igual que en el caso del sector regado por el canal Esperanza Alto, el tratamiento de las aguas servidas y su incorporación al riego, significará para esta zona un cambio fundamental y drástico, toda vez que, hace algunos años cuando las restricciones de uso de suelo no eran tan estrictas como en la actualidad, constituía un sector de producción de variadas hortalizas para el abastecimiento del mercado de Santiago.

Cabe destacar la gran similitud de los rubros que se explotan en este sector con el sector anterior, lo que puede obedecer a que ambos conforman un valle común que artificialmente por razones de diseño de los canales se ha visto dividido. Por esta razón, la situación futura en cuanto a los rubros a explotar, no debería ser diferente de los señalados en el capítulo anterior, siendo válidas las apreciaciones ya efectuadas.

En cuanto a la calificación de los productores, éstos también obedecen a características similares a la allí señalada, esto es, corresponden a pequeños productores del sector reformado.

En mérito de lo expuesto, se plantea la alternativa que el Predio Tipo futuro esté conformado principalmente por los rubros que se indican a continuación, teniendo como base la superficie señalada en la *"Situación actual"*, descrita precedentemente y las opiniones de los productores encuestados.

Superficie total:	7,0 hás
Rubros en explotación:	
Lechuga	3,0 hás
Repollo	2,0 hás
Cebolla	2.0 hás
Maìz choclero	1,0 há

Lo señalado precedentemente no debe constituir una condición única dadas las diferentes opciones de cultivos hortícolas, que al no tener limitaciones en el uso del agua de riego, puede variar sustancialmente de acuerdo a las condiciones que se presenten en el mercado.

Al igual que en el caso del Canal Esperanza Alto, la incorporación del cultivo de frutilla en una superficie mas bien pequeña, se debe a la alta tecnología que exige su explotación como así mismo el alto requerimientos de mano de obra asociada a ella.

Sector de riego de los canales El Castillo, Romero y Santa Cruz.

En la siguiente Tabla se presenta una visión general del sector regado por estos canales, según información proporcionada por los dirigentes de los canales.

Tabla 4.3.8 D
Sectores regados por los canales El Castillo, Romero y Santa Cruz.

Canal	Sup. (hás)	Características	Rubros	Observaciones
El Castillo	2.000	Talagante y Lonquén.	Frutales, chacras y hortalizas.	La mayoría con predios del orden de las 10 hás, del sector reformado.
Santa Cruz	1.000	Padre Hurtado y parte de Peñaflor	Chacarería y hortalizas: ajo, cebolla, y algo de frutales.	La mayoría pequeños productores (5 a 10 hás por predio)
Romero	1.000	Básicamente Peñaflor.	Chacarería y hortalizas: cebollas, habas, melones, papas. Frutales: nogales, carozos.	El 80% corresponde a pequeños productores del sector reformado y de subdivisiones posteriores, con superficies de 5 a 10 hás.
Total	**4.120**			

Fuente: Información verbal proporcionada por los dirigentes de los canales.

Los suelos, mayoritariamente de origen aluvial, se caracterizan en general por ser francos y bien drenados, salvo sectores alejados del río Mapocho o de origen total o parcial mas bien lacustre, donde se presentan más pesados y arcillosos.

En la Tabla siguiente se puede apreciar un mayor detalle respecto de los suelos de este sector.

Tabla 4.3.8 E
Caracterización de los suelos de los canales El Castillo, Santa Cruz y Romero.

Serie de suelo	Superficie (hás)	Capac de uso	Restricc de uso	Aptitud de riego	Restricc de riego	Categ drenaje	Aptitud frutal
Agua del Gato	172	IV	w	4	w	3	D
Alhué	94	IV	w	4	w	4	D
Las Perdices	22	VI	e	4	t	5	D
Pahuilmo	15	III	w	3	w	4	C
Pahuilmo	15	III	w	3	w	4	C
Pahuilmo	66	II	w	2	w	4	C
Pahuilmo	45	II	w	2	w	4	C
Pomaire	132	II	w	2	w	4	C
TOTAL	560	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Fuente: CNR – SIIR. Estimación del Consultor.

XXX= Sin antecedentes

La condición climática, la aptitud agrícola de riego y la pluviométrica no difiere sustancialmente de la explicada para los sectores de Esperanza Bajo.

Encuestas del sector:

En la Tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados de las encuestas efectuadas en el sector de estos tres canales, que como se indicó, si bien mantienen una situación común con el sector del Canal Esperanza Bajo que los afecta, en la práctica presenta características totalmente diferentes en cuanto a condiciones edafológicas, climáticas y de rubros explotados en sus predios.

Tabla 4.3.8 F

Encuesta a Productores Castillo, Romero y Santa Cruz				
Nº	**Nombre Agricultor**	**Sup.Total (hás)**	**Rubros de la Explotación**	
			Rubro	**hás**
1	**Alejandro Correa C.**	10,0	Durazno conserv.	5,0
			Paltos	5,0
			Total	***10,0***
2	**José M. Cárdenas R**	40,0	Duraznos	22,00
			Tomate	3,00
			Total	***25,00***
3	**Inmobiliaria Santa María**	33,0	Damascos	6,0
			Cultivos anuales	25,0
			Total	***31,0***
4	**L.A.C.** (no dio su nombre)	8,0	Cebolla	2,0
			Papa	4,0
			Poroto granado	1,0
			Poroto verde	1,0
			Total	***8,0***
5	**A.P.L.** (no dio su nombre)	2,0	Poroto	0,5
			Alfalfa	0,5
			Papa	0,5
			Habas	0,5
			Total	***2,0***
6	**Luis Gomez C.**	8,0	Nogales	8,0
			Total	***8,0***
	Total	**101,0**		**84,0**
Superficie promedio				**14,00**

Fuente: Encuesta Consultora

En la Tabla que sigue se presentan los rubros que señalaron explotar los productores con sus respectivas superficies e importancia desde de punto de vista de la superficie cultivada.

Tabla 4.3.8 G
Resumen cultivos regados por los canales El Castillo, Romero y Santa Cruz.

Fuente: Encuesta Consultora

RESUMEN			
Rubro	**hás.**	**%**	**Sup. Equiv. (hás)**
Alfalfa	0,50	0,6	
Cebolla	2,00	2,4	
Damascos	6,00	7,1	1,1
Duraznos	27,00	32,1	5,0
Habas	0,50	0,6	
Nogales	8,00	9,5	1,5
Paltos	5,00	6,0	0,9
Papa	4,50	5,4	0,8
Poroto	2,50	3,0	
Tomate	3,00	3,6	
Cult. Anuales	25,00	29,8	4,6
Total	84,00	100,0	14,0

Las encuestas realizadas en el sector señalan la presencia de cinco rubros predominantes en la zona, figurando por primera vez los frutales.

Los rubros son: Damascos con un 7,1%, Duraznos conserveros y de consumo en un 32,1%, Nogales con 9,5%, Paltos con 6,0%, papa con 5,4% y varios cultivos anuales sin especificar con 29,8%

Debe tenerse en cuenta que las cifras anteriores pueden llevar a engaño, toda vez que el ítem cultivos anuales es un grupo de rubros que no se especifican en las encuestas, por lo tanto debiera agregarse los rubros anuales mencionados y así compararlo con la importancia de todos los frutales.

Al realizar esta operación, se puede apreciar que los cultivos anuales representan un 44,6% de la superficie, los frutales un 54,8% y la alfalfa un 0,6%.

Ello está indicando la conformación distinta que existe en los rubros que se explotan respecto al sector que se encuentra al lado derecho del río Mapocho, regado por los canales Esperanza.

La superficie promedio de los predios encuestados es de 14,0 hás, lo que debe constituir la superficie total del Predio Tipo de la zona regada por estos canales.

La columna Superficie Equivalente, corresponden a las hectáreas que deben asignarse a dichos rubros, dada la importancia que cada uno de ellos representa respecto de la superficie total del Predio Tipo.

Desde la perspectiva antes planteada, la conformación del Predio Tipo debiera estar conformada por la siguiente alternativa:

Superficie total:	14,0 hás
<u>Rubros en explotación:</u>	
Damasco	1,0 hás
Durazno	5,0 hás
Nogales	2,0 hás
Paltos	1,0 hás
Papas	1,0 hás
Maìz choclero	4,0 hás

Los frutales, de acuerdo a su importancia relativa y los cultivos, aquellos considerados como los más representativos del sector en la proporción que les corresponde según su importancia.

Entre los cultivos se puede señalar que la tendencia se da más hacia la chacarería que a la horticultura, con rubros como maíz, papa, poroto, etc. y en los frutales rubros como duraznero, nogales y damascos.

b) Situación futura.

En este caso, el tratamiento de las aguas servidas no tiene la significación que hemos señalado en los canales anteriores, salvo que las exigencias sanitarias futuras respecto de su uso se hagan más estrictas.

En efecto, el riego de frutales y de cultivos de chacarería en general puede realizarse actualmente con aguas servidas y en el hecho así ocurre.

Sin embargo, esta norma puede tener sustanciales cambios en el futuro, que haría inviable el cultivo de algunos rubros con aguas servidas.

Sobre la base de estas consideraciones, la situación futura no se prevée que tenga un cambio importante en cuanto a los rubros que se podrían explotar, si se cambia la calidad de las aguas de riego.

Desde esta perspectiva el Predio Tipo futuro, debería mantener su actual estructura, considerando que los trabajos propuestos en el proyecto, llevan a mantener una mayor seguridad de riego del sector, que motivarlos o permitir un cambio de su actual sistema de explotación predial.

Superficie total:	14,0 hás
Rubros en explotación:	
Damasco	1,0 hás
Durazno	5,0 hás
Nogales	2,0 hás
Paltos	1,0 hás
Papas	1,0 hás
Maìz choclero	4,0 hás

En cuanto a la calificación de los productores, éstos también obedecen a características similares a los mencionados en otros sectores, esto es, mayoritariamente del sector reformado, sin embargo en menor proporción que en los otros casos analizados, ya que la aptitud habitacional de la zona ha llevado a tener como expectativa la subdivisión predial que se ha dado en este sector, lo que ha motivado a algunos a la venta de parte de sus tierras con lo que han ingresado personas ajenas a la agricultura propiamente tal, las cuales en algunos casos siguen explotando sus predios a la espera de un mejoramiento de los precios de la tierra, dada la alta demanda que, desde la perspectiva planteada, presenta el sector.

4.4. Mallarauco. Antecedentes de la Situación Actual y Plan de Desarrollo

4.4.1 Situación actual.

El ***Valle de Mallarauco*** se caracteriza por presentar dos sectores con características distintas: a) El sector alto del valle con clima más benigno y suelos de buena calidad y b) El sector bajo, con clima más desfavorable para la agricultura y características de suelos más pesados y saturados en sus primeros horizontes, acompañados con la presencia de una tosca pumicítica ubicada a diferentes niveles de profundidad y limitativa para el crecimiento de las raíces de cultivos más profundizadores y para la percolación del agua de riego.

Este sector de condiciones desfavorables de suelo y clima, ha llevado a sus agricultores a mantener la producción de rubros poco rentables, en relación con otras zonas del valle, llevándolos a un paulatino empobrecimiento.

Estas circunstancia han hecho que la consultora a proponer la potencial aplicación de un modelo de desarrollo agropecuario orientado al sector reformado ubicado en la parte baja del Valle de Mallarauco.

Mediante la aplicación de este modelo, se busca encontrar alternativas productivas o lograr el mejoramiento tecnológico de las actuales que, mediante la incorporación del uso de sistemas de riego tecnificado, permita incrementar los ingresos de los pequeños productores, evitando la migración de la juventud a la ciudad y la subdivisión de sus predios para su venta como parcelas de agrado.

La mayor parte de los agricultores de esta zona, se han dedicado tradicionalmente la explotación de ganadería, en especial para la producción de leche. Sin embargo, la disminución del precio de la leche, la baja tecnología empleada y la alta competencia existente, especialmente en sus derivados como el queso, han llevado paulatinamente a que se abandone dicho rubro y tengan sus parcelas con pasto natural y animales utilizándolo sin una orientación definitiva de su producción.

Hace algún tiempo, se dedicaron a la producción de melones de exportación, pero la presencia de mosaico limitó abruptamente su explotación.

Actualmente muchos de ellos han debido arrendar sus tierras o las han subdividido y su sustento lo obtienen de trabajos que realizan en predios de mayor tamaño, donde las condiciones de clima y suelo junto a la utilización de una alta tecnología, han permitido la plantación de frutales de buena rentabilidad y el incremento en la utilización de mano de obra.

Entre las alternativas productivas se puede mencionar el cultivo de hortalizas, ya que tanto la expansión urbana como la subdivisión de predios de mayor tamaño por parcelas de agrado en sectores de tradicional producción de hortalizas para el abastecimiento de Santiago, requerirá ser reemplazado con nuevos suelos dedicados a esta especialidad. Sin perjuicio de lo mencionado, es aconsejable estudiar el establecimiento de otros rubros que puedan adaptarse a las condiciones naturales del sector y que permitan lograr los objetivos antes señalados, o bien, tecnificar la actual producción lechera.

La Tabla siguiente, presenta las superficies y regantes de dichos canales:

Tabla 4.4 A

Superficie y Regantes de los Canales Reforma.

	Superficie (hás)	Regantes (Nº)
Canal Reforma Norte	158	62
Canal Reforma Centro	258	27
Canal Reforma Sur	144	19
Total	**560**	**108**

FUENTE: CODESSER (información verbal)

Las condiciones de suelo del sector regado se caracteriza por ser pesados, húmedos y con una tosca en el substrato de origen pumicítico cuya profundidad varía en forma aleatoria entre aproximadamente 50 cm y 1 mt, dependiendo del sector. Esta condición limita tanto la percolación normal del agua de riego, como la profundización de las raíces, lo que ha llevado a los productores de la zona a la explotación de rubros de arraigamiento superficial, mayoritariamente praderas tanto naturales como artificiales, que dedican, en algunos casos, a una lechería de baja productividad y eficiencia técnica y, consecuentemente, económica.

En la Tabla siguiente, se puede apreciar un mayor detalle de las características de los suelos del sector.

Tabla 4.4 B

Caracterización de los suelos del Sector Bajo del Valle de Mallarauco.

Serie de suelo	Superficie (hás)	Capac de uso	Restricc de uso	Aptitud de riego	Restricc de riego	Categ drenaje	Aptitud frutal
Agua del Gato	172	IV	w	4	w	3	D
Alhué	94	IV	w	4	w	4	D
Las Perdices	22	VI	e	4	t	5	D
Pahuilmo	15	III	w	3	w	4	C
Pahuilmo	15	III	w	3	w	4	C
Pahuilmo	66	II	w	2	w	4	C
Pahuilmo	45	II	w	2	w	4	C
Pomaire	132	II	w	2	w	4	C
TOTAL	560	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Fuente: CNR – SIIR.

Las condiciones de clima también son desfavorables, su ubicación en la parte baja del valle ocasiona una fuerte influencia negativa de las heladas, lo que también constituye una limitante para los rubros sensibles a esta condición climática y que lo diferencia substancialmente de la parte alta del valle.

El clima de la zona responde a las características del Distrito 13-13 que se tiene temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 27.7° C y una mínima de Julio de 4.7° C. El período libre de heladas es de 245 días, con un promedio de 7 heladas por año. Registra anualmente 1.650 días-grado y 977 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 454 mm, un déficit hídrico de 952 mm y un período seco de 8 meses.

Dado que ocupa valles costeros, la influencia oceánica se ve reflejada en una atenuación de las condiciones térmicas. Los fondos del valle pueden presentar más riesgo de heladas que el promedio del distrito.

4.4.1.1 Encuestas del sector

En la Tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados de las encuestas efectuadas en el sector, las que permitirán definir algunos aspectos necesarios para las proyecciones futuras de las explotaciones agropecuarias y compararlas con la situación actual.

Tabla 4.4 C

Encuesta a Productores de Mallarauco				
Nº	**Nombre Agricultor**	**Sup.Total (hás)**	**Rubros de la Explotación**	
			Rubro	**hás**
1	**Ernesto Rojas C.**	11,8	Alfalfa	2,5
			Trebol Alejandrino	3,0
			Pasto natural	3,0
			Total	***8,5***
2	**Oscar Barrera S.**	6,8	Pasto natural	6,80
			Total	***6,80***
3	**Pablo Miranda D.**	11,0	Naranjos	2,0
			Cultivos anuales	8,0
			Total	***10,0***
4	**Luis Jerez C.**	10,0	Alfalfa	1,8
			Pasto natural	8,0
			Total	***9,8***
5	**Segundo Mateluna S.**	10,0	Pasto natural	3,5
			Total	***3,5***
	Total	**49,6**		**38,6**
Superficie promedio				**7,72**

Fuente: Encuesta Consultora

En la Tabla que sigue se presentan los rubros que señalaron explotar los productores con sus respectivas superficies e importancia desde de punto de vista de la superficie cultivada.

Tabla 4.4 D

Resumen cultivos regados por el Canal Mallarauco

RESUMEN		
Rubro	**hás.**	**%**
Alfalfa	4,30	11,1
Cultivos anuales	8,00	20,7
Trébol Alejandrino	3,00	7,8
Pasto natural	21,30	55,2
Naranjos	2,00	5,2
Total	38,60	100,0

Fuente: Encuesta Consultora

Las encuestas realizadas en el sector señalan la presencia mayoritaria de Pasto Natural en las explotaciones, lo que es representativo de la situación de empobrecimiento que ha tenido el sector en los últimos años.

Si bien los cultivos anuales figuran con una alta superficie sembrada, ello no es representativo de la realidad, ya que muchos de ellos corresponden a chacras y sitios para consumo familiar y solo algunos predios han establecido extensiones mayores a las señaladas.

La presencia de forrajeras, corresponde a algunas lecherías rudimentarias que complementan la alimentación de su ganado con su producto, sin embargo en algunos casos ellas representan rezagos de siembras anteriores que se encuentran bastante desgastadas.

El pasto natural se utiliza en la alimentación de una diversidad de animales, especialmente bovinos, que se compran de poca edad y se engordan para su venta: Este tipo de alimentación no permite obtener buen peso y el negocio se logra más por el crecimiento natural del animal que por un incremento significativo en su peso.

4.4.1.2 Características de la lechería del sector.

De los agricultores encuestados, solo dos tienen lechería, O. Barrera y E. Rojas, ambos con una pequeña superficie de pradera establecida y el resto con pasto natural.

Ello es representativo de otras explotaciones similares, cuya característica es la siguiente:

- La superficie de total del predio 10 hás.
- la masa ganadera en leche 10 a 15 vacas en ordeña
- Producción todo el año.
- Promedio temporada alta, diciembre a abril, 12 litros vaca día.
- Promedio temporada baja, mayo a noviembre, 8 litros vaca día.
- Precio promedio, en temporada alta $ 70 por litro, en temporada baja $ 85 por litro.
- Venta de terneros, promedio 6 cabezas a $ 90.000 promedio cada uno.
- La pradera de 1 há de alfalfa les proporciona aproximadamente 500 fardos de pasto que generalmente guardan para la alimentación invernal.
- Usan toro junto a las vacas y lo adquieren en Pahuilmo, lo que los hace descendientes de buena raza lechera.

Desde la perspectiva antes planteada, la conformación del Predio Tipo debiera está conformada por la siguiente alternativa:

Superficie total:	10,0 hás
<u>Rubros en explotación:</u>	
Pradera artificial	1,0 hás
Pasto natural	9,0 há

Se estima que un 20% de los predios dedican sus pastos a la producción de leche y un 80% a la engorda de animales en diferentes estados, sobre la base de pasto natural.

4.4.2 Situación futura.

El tratamiento de las aguas servidas y su incorporación al riego, significará para esta zona un cambio fundamental y drástico al permitir el espectro de alternativas productivas de los predios hacia rubros más rentables y de mayor exigencia de mano de obra.

Dicha alternativa presenta las siguientes ventajas para los pequeños productores que cultivan estas tierras:

- Diversificar la producción agrícola, actualmente limitada por la calidad de las aguas, por las características del suelo y por el clima adverso en que se inserta la producción del sector, hacia una amplia gama de rubros.

- Reemplazar la actual explotación ganadera de leche que en el caso de los productores del sector, se ha transformado en algo poco rentable, que se lleva a cabo con mínimas tecnologías y con precios cada vez más deprimidos además de una fuerte competencia en los productos derivados de este producto.

- Los nuevos productos permiten ampliar el ámbito de las alternativas de comercialización en mercados disímiles y canales diversos, al contrario de la actual producción lechera que es muy restringida en este aspecto.

- Iniciar la explotación de rubros poco conocidos en su tecnología específica, pero similares al cultivo de melón, que en alguna oportunidad fue una alternativa interesante para este sector, lo que permite que el uso de las técnicas adecuadas sean más fáciles de ser aceptadas por los productores e incorporadas en su explotación, con los consiguientes mejores rendimientos.

- Utilizar mano de obra familiar, lo que se constituye en una fortaleza frente a otros predios de mayor tamaño.

Desde la perspectiva de los fundamentos antes indicados, se estima aconsejable introducir otras opciones productivas en este sector del valle diferentes de la actual explotación de ganadería de leche, entre otras por las siguientes razones:

- Dificultades para lograr mejoramientos tecnológicos relevantes en un rubro que tradicionalmente ha sido explotado en el sector, con técnicas arraigadas entre los agricultores durante años de utilización.

- Los diferentes sistemas de comercialización de leche, en especial los asociativos, no han dado los resultados esperados y existen productores que

han debido continuar efectuando su entrega a intermediarios tradicionales que, conocedores de la baja competencia que enfrentan, utilizan una serie de condiciones de compra contrarias a los intereses de los productores.

- Un incremento de la oferta en el mercado de derivados de la leche, en especial del queso, lo que hace cada vez más competitivo y menos atractiva su fabricación, salvo para empresas de gran tamaño que tengan la solvencia suficiente y los niveles de producción necesaria para hacerse conocedores en el mercado consumidor.

En general, los agricultores han tomado con mucho optimismo este cambio que se originará en el valle.

Los agricultores consultados se han manifestado partidarios de producir ajo, cebolla, coliflor y en general hortalizas. Hay algunas experiencias con coliflor, en superficies comerciales.

El Predio Tipo futuro, debiera estar conformado por una combinación de hortalizas y berries, como por ejemplo frutilla, que se presta especialmente para este tipo de productores familiares y de baja extensión predial.

En mérito a lo expuesto, se propone llevar a cabo el estudio del siguiente Predio Tipo futuro.

Superficie total:	10,0 hás
<u>Rubros en explotación:</u>	
Alfalfa (*)	4,0 hás
Trébol alejandrino	1,0 hás
Lechuga	2,0 hás
Coliflor	1,0 hás
Cebollas	2,0 hás

(*) de preferencia la variedad 350 ACB, con latencia invernal

Dada la tradición ganadera de la zona, se considera una parte del predio para ser utilizado con empastada artificial, para ser destinada a la producción intensiva de leche o engorda tecnificada de ganado, con una tendencia a llegar finalmente a esta segunda alternativa, que aparentemente ofrecería mayores ventajas que la producción de leche, o bien, optar desde el inicio por la engorda de ganado.

En mérito de lo expuesto, es aconsejable optar por un cambio radical en el actual sistema de explotación de los predios de este sector del Valle, con una clara

incorporación de rubros hortícolas o de frutales menores, sin perjuicio que, aquellos agricultores que opten por mantener el rubro ganadero, puedan hacerlo en una menor superficie y con una mejor tecnología.

Ello requiere de un programa especial de desarrollo agrícola en la zona, que permita orientar adecuadamente a los productores interesados en el uso de las diversas alternativas de servicios que ofrecen tanto los organismos públicos como privados, en beneficio de este estrato de agricultores.

4.4.2.1 Bases del Plan de Desarrollo Agrícola.

Si bien es cierto que el objetivo del Plan debe ser el que comúnmente se establece para este tipo de acciones orientadas a sectores de menores recursos económicos, las actividades y la metodología a emplear en su aplicación debe revestir especial importancia.

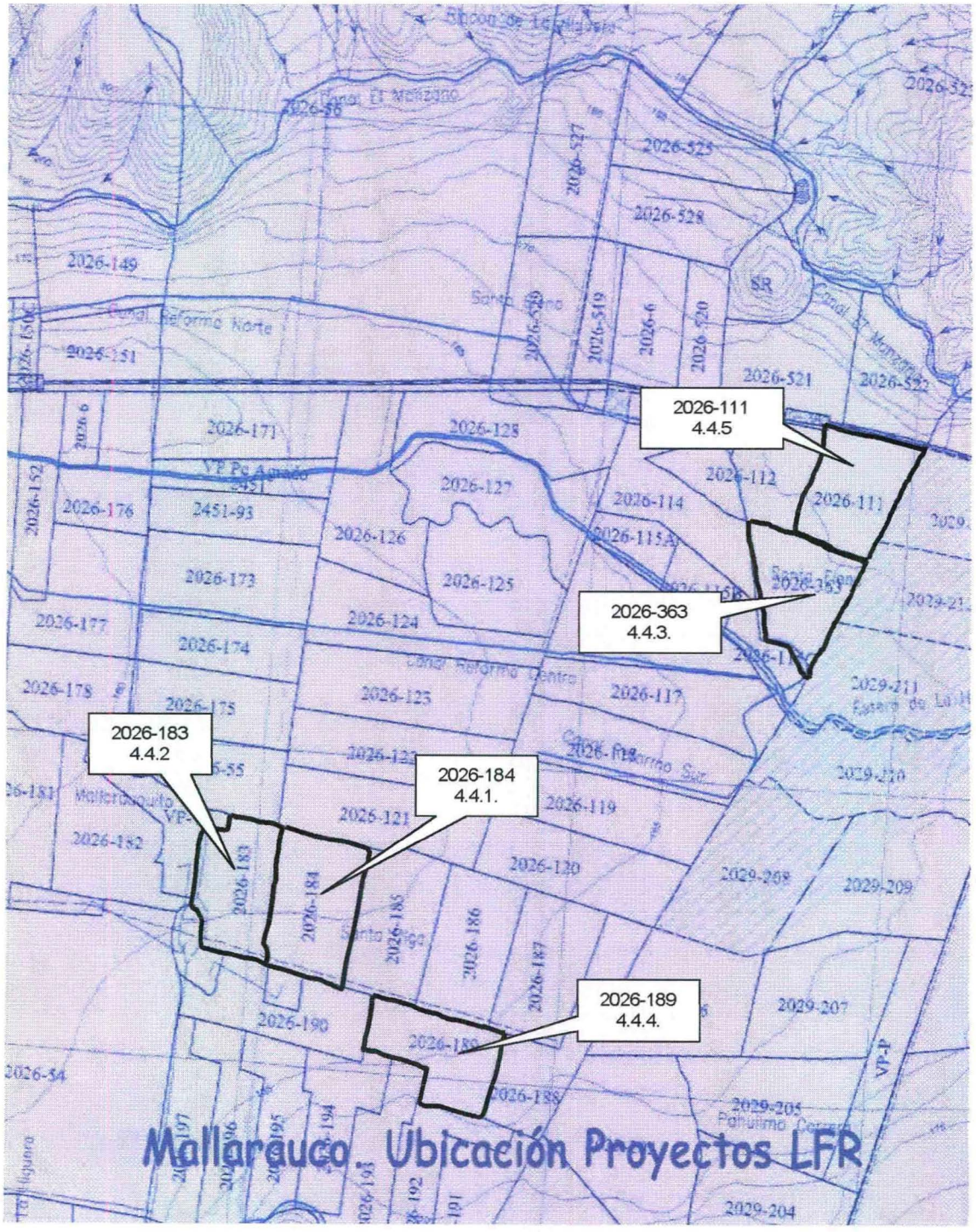
En efecto, el plan debe orientar sus actividades hacia aquellos aspectos que permita a los productores involucrados incentivarlos para lograr conformar una organización económica a través de la cual puedan obtener, entre otros aspectos, lo siguiente:

- Lograr conformar un grupo homogéneo en cuanto a sus características personales y espíritu asociativo.
- Acceder a los múltiples servicios que aportan tanto las instituciones públicas como privadas, en beneficio de estos estratos y áreas específicas de la economía.
- Incorporarse a tecnologías innovadoras en sus rubros, que permita optimizar la utilización de sus recursos humanos y materiales.
- Llegar a los mercados con calidad, volumen y oportunidad reconocidas, que les permita ser privilegiados en su tratamiento y condiciones de intercambio.

Utilizar las herramientas de gestión necesarias, para que en el más breve plazo puedan independizarse de los agentes que los asesoren en su primera etapa y permitirles tomar sus decisiones en forma independiente, racional y oportuna.

En la Figura 4.4 I se puede apreciar la ubicación de los proyectos seleccionados para efectuar el desarrollo agrícola antes explicitado.

FIGURA 4.4 I


2026-111
4.4.5
2026-363
4.4.3.
2026-183
4.4.2
2026-184
4.4.1.
2026-189
4.4.4.
Mallarauco. Ubicación Proyectos LFR

4.4.3 LFR. Riego Tecnificado Mallarauco. Ernesto F Rojas

Proyecto realizado según las bases administrativas y técnicas de los concursos de la ley de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje, realizados durante 2003.

El Plan del proyecto debe contener a lo menos los siguientes puntos, en el mismo orden que se indica:

A. Descripción del proyecto.
B. Obras Comprendidas.
C. Identificación del Área de Riego.
D. Disponibilidad de Agua.
E. Determinación de la Demanda de Agua.
F. Superficie actualmente regada con 85% de seguridad.
G. Descripción de Instalaciones.
H. Cubicación.
I. Memoria de Cálculo.

A Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene por finalidad el mejoramiento de la productividad y del uso del agua mediante la implementación de riego tecnificado por goteo.

El área intervenida se ubica en la Región Metropolitana, en la comuna de Mellipilla, en el estero de la Higuera.

El proyecto beneficiara el Sr. Ernesto Rojas, propietario del predio con n° de Rol. 2026-184, y clasificado como pequeño productor no beneficiario de INDAP, según lo estipulado en el punto 3.7 de las bases administrativas del presente concurso.

El presente proyecto se caracteriza según lo establecido en el punto 3.2 de las bases administrativas como un proyecto de riego intrapredial, por ser la implementación de sistemas de riego tecnificado de tipo "riego por goteo" en el mismo predio. Hasta el día de hoy en el predio no existe ningún sistema de riego tecnificado, por lo que este predio no se vio beneficiado por ningún concurso de la ley 18.450.

Más precisamente las aguas que se usarán del canal Italiano el cual es un derivado del canal Mallarauco.

Tipo de cultivo: hortalizas

Las áreas agrícolas de la Región Metropolitana, necesitan para su sustentabilidad aumentar su eficiencia de productividad, particularmente en períodos con escasez de agua.

B Obras comprendidas

El presente proyecto consiste en la instalación de un sistema de riego por goteo para 4 hectáreas de cultivo hortícola.

C Identificación del Área de Riego

Ver Figura 4.4 I: Mallarauco, Ubicación Proyectos LFR.

D Disponibilidad de Aguas

La Fuente de agua es el canal Italiano.

El canal Italiano extrae sus aguas del Estero de la Higuera, el cual a su vez es alimentado por el canal Mallarauco, el cual toma agua en el río Mapocho. En el estudio de factibilidad con diseño para el mejoramiento del canal Mallarauco, se estudió el régimen hidrológico del Mapocho en la bocatoma del canal Mallarauco (Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH Ltda.) por Resolución D.O.H. Nº 115 del 21 de Agosto del 2000).

Dado que este anteproyecto consiste en un estudio de pre-factibilidad de proyectos de riego, no se realizaran nuevamente los cálculos hidrológicos para determinar la disponibilidad efectiva en el canal Italiano, sino que se revisaron estos datos y se presentan como válidos. En la realización definitiva del proyecto será preciso realizar nuevamente este estudio.

Ernesto F Rojas, tiene derechos sobre el canal Italiano, que se elevan a 1,832 acciones, o para el caudal de diseño de 11,31 m^3/s (caudal en bocatoma del canal Mallarauco en enero), el caudal disponible a nivel predial es de 22.5l/s

E Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

El mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua de riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda de agua de las plantas.

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6mm/día.

El caudal es de 0.63l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

F Superficie Actualmente Regada con 85% de Seguridad

Actualmente se dispone de 22.5 l/s con 85% de seguridad. Y el tipo de riego es por surco, el cual tiene una eficiencia de aplicación de 30%, por lo que la demanda bruta en riego es de 2.4 l/s/ha.
Por lo tanto la superficie actualmente regada con 85% de seguridad es de 9.4 has.

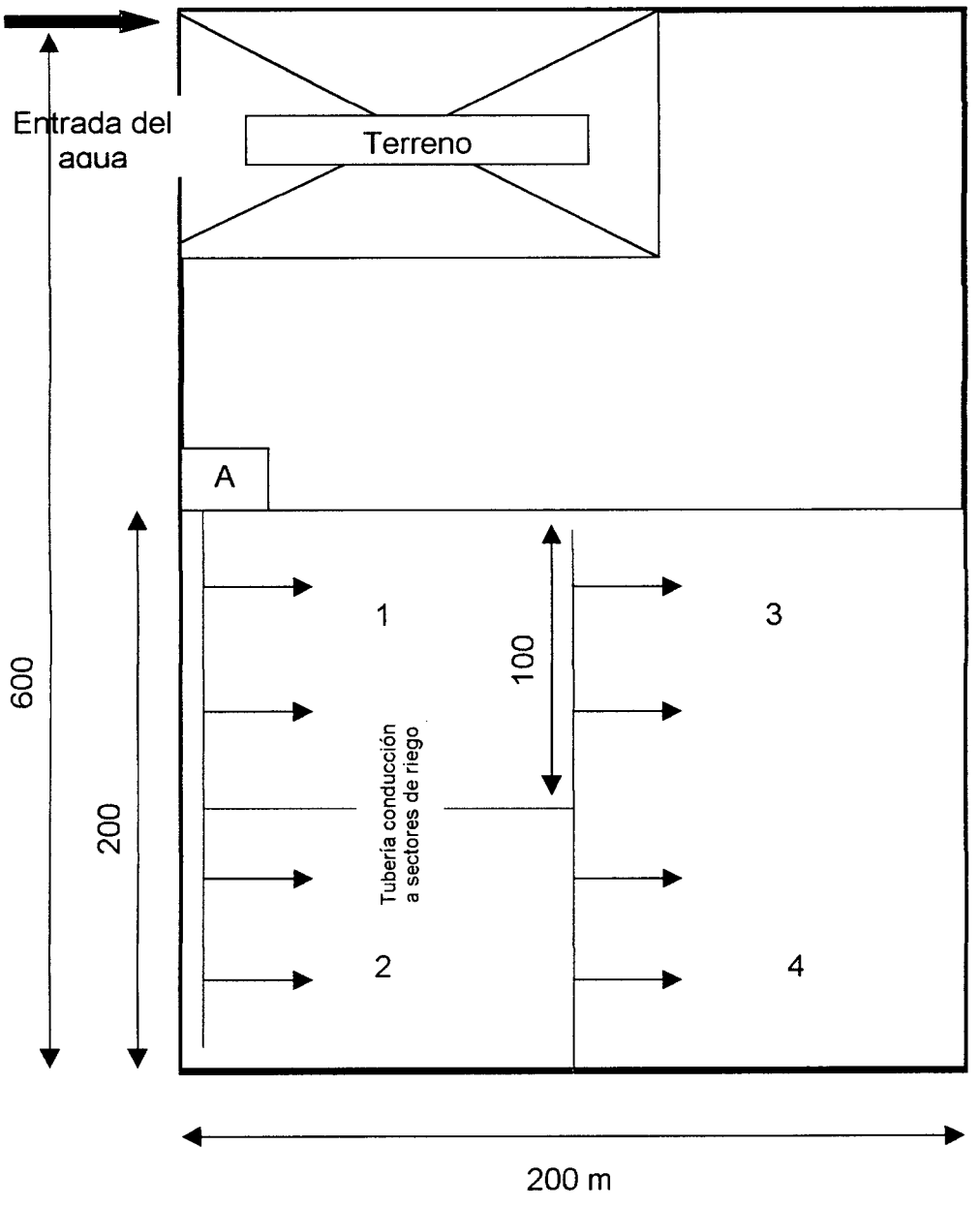
G Descripción de Instalaciones

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 4 has de la propiedad de Oscar Barrera. El área es un cuadrado de 200mx200m.

El área de riego se divide en 4 sectores de 1 ha, como ilustrado en la figura siguiente:

Figura 4.4 II. Instalación de riego por goteo en 4 hectáreas. Ernesto F Rojas, 20206-184



A : Instalación de Bombeo filtros y fertilizantes
1 a 4 : Sectores de riego

Cintas

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Las hileras se instalan separadas de 1m.
Utilizando por hilera un caudal de 0.006l/s, y 0.63l/s/ha.

Red de riego

La matriz de riego esta compuesta por cañerías de PVC, de diámetros variados. Las tuberías serán de clase C4, de diámetro 63 mm, 50 mm, 40 mm.

Cabezal de riego

- Filtros

Por ser la fuente de agua de origen superficial se utilizará un filtro de arena tipo AR 24 o similar, con dos estanques de arena tipo Everfilt, el cual incluye filtro de malla de 3" y 120mesh en acero inoxidable, válvula de retrolavado de tres vías (4x3x2), operación manual de fabricación Chilena.

- Equipo de bombeo

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente, con una potencia de 1.5HP.

- Fertilización

Se utilizará un sistema de fertilización compuesto por un inyector venturi, medidor de flujo, estanque válvulas de control y accesorios de conexión.

H. Cubicación y Presupuesto

Tabla 4.4 E

Cubicación				
Cotización Koslan				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
PVC 63 /6	U	18	5.546	99.828
PVC 50/6	U	34	4.037	137.258
PVC 40/6	U	18	3.192	57.456
Cintas de Riego Adrilite 1.100m	M	40	107.800	4.312.000
Fitting	%	15		690.981
Válvula Solenoide 2" + kit completo c/ Americana	U	4	63.420	253.680
Válvula Solenoide 3" He	U	1	70.590	70.590
Filtro Arena c/ Válvula (s/Arena)	U	1	125.600	125.600
Electrobomba Centrífuga Modelo CPM 170m	U	1	178.900	178.900
Inyector fertilizante (Venturi)	U	1	42.750	42.750
Kit de succión para venturi	U	1	9.040	9.040
Excavación Terreno común a mano	m3	35	2.635	92.225
Cemento Clase A 6 1/2 Sacos /m3	m3	13,5	17.180	231.923
Enfierraduras D = 12mm	kg	338	589	199.082
Desarenador	U	1	33.674	33.674
Instalación	Ha	4	78.000	312.000
PRECIO TOTAL Sin IVA				**6.846.988**

Antecedentes de Costos válidos para todos los Proyectos.

Los precios unitarios de los equipos fueron cotizados a Koslan.

Costo de Instalación: Los Costos de Instalación están influenciados por las condiciones de llegada del agua a los predios y con respecto a las áreas en las que se desarrolla el proyecto de tecnificación.

I. Memoria de Cálculo

Disponibilidad de aguas superficiales

Identificación de la fuente de abastecimiento de aguas

El canal Italiano saca sus aguas del Estero de la Higuera, el cual es principalmente alimentado por el Canal Mallarauco, que a su vez extrae las aguas del río Mapocho.

El caudal disponible en el canal Mallarauco con 85 % de probabilidad, se tomará igual a los indicados en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 F
Caudales Medios Mensuales Sector Bocatoma Sistema Mallarauco (m^3/s)

Mr	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb.	Mar
85	7,03	9,07	9,50	14,51	9,41	6,93	8,04	10,12	11,43	11,31	9,83	7,73

(Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH Ltda.)

El caudal disponible en el mes de enero sería de 11.31 m3/s en el canal Mallarauco. El canal Mallarauco tiene 920 acciones en total.

El Agricultor Ernesto Rojas, tiene derechos sobre el canal Italiano, que se elevan a 1,832 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s, el caudal disponible a nivel predial es de 22.5 l/s.

Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

Evapotranspiración potencial:

Tabla 4.4.G

Mes	**[mm]**	**[m3/ha]**
Enero	196	1957
Febrero	153	1534
Marzo	119	1190
Abril	72	715
Mayo	42	422
Junio	28	284
Julio	32	323
Agosto	47	474
Septiembre	72	724
Octubre	110	1097
Noviembre	144	1440
Diciembre	184	1842

En la tabla aparece que el mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

En las parcelas se cultivarán hortalizas, de tipo cebolla, tomate, lechuga, etc.

Determinación de la Evapotranspiración real :

Etc = Etp * Kc

Donde Etc es la evapotranspiración del cultivo
Etp es la evapotranspiración potencial de la localidad
Kc es el coeficiente del cultivo

Los coeficientes de cultivo Kc para hortalizas se indican en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 H

	Coefientes Kc											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0	0	0,35	0,53	0,7	0,7	0,61	0,5	0,2	0	0	0
Cebolla Tardía	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,53	0,7	0,61
Lechuga	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,7	0
Lechuga	0	0	0	0,3	0,4	0,4	0,67	0	0	0	0	0
Papa	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,53	0,77	0,61

Tabla de coeficientes Kc para distintos cultivos

Tabla 4.4 I

	Evapotranspiración de cultivo											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0,0	0,0	41,7	38,2	29,4	19,6	19,5	23,5	14,4	0,0	0,0	0,0
Cebolla Tardía	109,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	58,3	100,8	112,2
Lechuga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	44,0	100,8	0,0
Lechuga	0,0	0,0	0,0	21,6	16,8	11,2	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papa	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	58,3	110,9	112,2

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6mm/dia.

El caudal es de 0.63 l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

Cálculos Hidráulicos

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 4 has de la propiedad de Oscar Barrera. El área es un cuadrado de 200mx200m.

El área de riego se divide en 4 sectores de 1 ha.

Emisores

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23 lt/h/m.

Cada hilera reparte un caudal de 22.3 l/h, o 0.006l/s

Las hileras se instalan separadas de 1m, repartiendo así 0.63 l/s/ha, o una lluvia de 3.66mm en 18 horas.

Lateral

Determinación de la perdida de carga en el lateral.

Se utiliza la ecuación de Hazen-Williams

$$j = \frac{Q^{1.85}}{(0.28 * C)^{1.85} D^{4.86}}$$

Donde

Q = caudal (m3/s)
C coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams (igual en este caso a 150)
D es el diámetro de la tubería

La pérdida de carga lineal en la matriz de riego es de:

Tabla 4.4 J

Sector	Caudal Prom	C	L	J (m/m)	J tot	D
Todos	2,52	150	100	0,01	1,06	0,063
1 y 2	1,26	150	50	0,01	0,45	0,05
1 o 2	0,945	150	50	0,02	0,78	0,04
3 y 4	1,26	150	50	0,01	0,45	0,05
3 o 4	0,945	150	50	0,02	0,78	0,04
Pérdida total					2.74	

Cabezal de riego

Determinación de las pérdidas de carga en la matriz de riego.

Presión Nominal de las cintas de goteo ..... 10 m.c.a.
Pérdida de carga de la matriz ..... 2.74 m.c.a
Filtros ..... 5 m.c.a.
Perdidas singulares ..... 2 m.c.a.
Succión ..... 2 m.c.a.

TOTAL : 21.74 m.c.a.

Dimensionamiento del equipo de bombeo

La bomba deberá elevar 2.52 l/s a una altura de 21.74 m, para determinar la potencia requerida se utiliza la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q * H}{75 * ef}$$

Donde
Q = 2.52l/s
H = 21.74 m
Ef = 68%

La potencia teórica es de 1.07 HP.
Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente.

4.4.4. Riego Tecnificado Mallarauco Oscar Barrera

Proyecto realizado según las bases administrativas y técnicas de los concursos a la Ley de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje llamados en 2003.

El Plan del proyecto debe contener a lo menos los siguientes puntos, en el mismo orden que se indica:

A. Descripción del proyecto.
B. Obras Comprendidas.
C. Identificación del Área de Riego.
D. Disponibilidad de Agua.
E. Determinación de la Demanda de Agua.
F. Superficie actualmente regada con 85% de seguridad.
G. Descripción de Instalaciones.
H. Cubicación.
I. Memoria de Cálculo.

A Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene por finalidad el mejoramiento de la productividad y del uso del agua mediante la implementación de riego tecnificado por goteo.

El área intervenida se ubica en la Región Metropolitana, en la comuna de Mellipilla, en el estero de la Higuera.

El proyecto beneficiara el Sr. Oscar Edmundo Barrera Soto, propietario del predio n°2026-183, y clasificado como pequeño productor (no) beneficiario de INDAP, según lo estipulado en el punto 3.7 de las bases administrativas del presente concurso.

El presente proyecto se caracteriza según lo establecido en el punto 3.2 de las bases administrativas como un proyecto de riego intrapredial, por ser la implementación de sistemas de riego tecnificado de tipo "riego por goteo" en el mismo predio. Hasta el día de hoy en el predio no existe ningún sistema de riego tecnificado, por lo que este predio no se vio beneficiado por ningún concurso de la ley 18.450.

Más precisamente las aguas que se usarán del canal Italiano el cual es un derivado del canal Mallarauco.

Tipo de cultivo: hortalizas

Las áreas agrícolas de la región metropolitana, necesitan para su sustentabilidad aumentar sur eficiencia de productividad, particularmente en períodos con escasez de agua.

B Obras comprendidas

El presente proyecto consiste en la instalación de un sistema de riego por goteo para 4 hectáreas de cultivo hortícola.

C Identificación del Área de Riego

Ver Figura 4.4 I " Mallarauco, Ubicación Proyectos LFR.

D Disponibilidad de Aguas

La Fuente de agua es el canal Italiano.

El canal Italiano extrae sus aguas del Estero de la Higuera, el cual a su vez es alimentado por el canal Mallarauco, el cual toma agua en el río Mapocho. En el estudio de factibilidad con diseño para el mejoramiento del canal Mallarauco, se estudió el régimen hidrológico del Mapocho en la bocatoma del canal Mallarauco (Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH Ltda.) por Resolución D.O.H. Nº 115 del 21 de Agosto del 2000).

Dado que este anteproyecto consiste en un estudio de pre-factibilidad de proyectos de riego, no se realizaran nuevamente los cálculos hidrológicos para determinar la disponibilidad efectiva en el canal Italiano, sino que se revisaron estos datos y se presentan como válidos. En la realización definitiva del proyecto será preciso realizar nuevamente este estudio.

Oscar Barrera, tiene derechos sobre el canal Italiano, que se elevan a: 1.442 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s (caudal en bocatoma del canal Mallarauco en enero), el caudal disponible a nivel predial es de 0.018m^3/s.

E Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente :

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

El mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6mm/dia.

El caudal es de 0.63l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

F Balance Hídrico, Superficie Actualmente Regada con 85% de Seguridad

Actualmente se dispone de 18l/s con 85% de seguridad. Y el tipo de riego es por surco, el cual tiene una eficiencia de aplicación de 30%, por lo que la demanda bruta en riego es de 2.4l/s/ha.

Por lo tanto la superficie actualmente regada con 85% de seguridad es de 7.5 has.

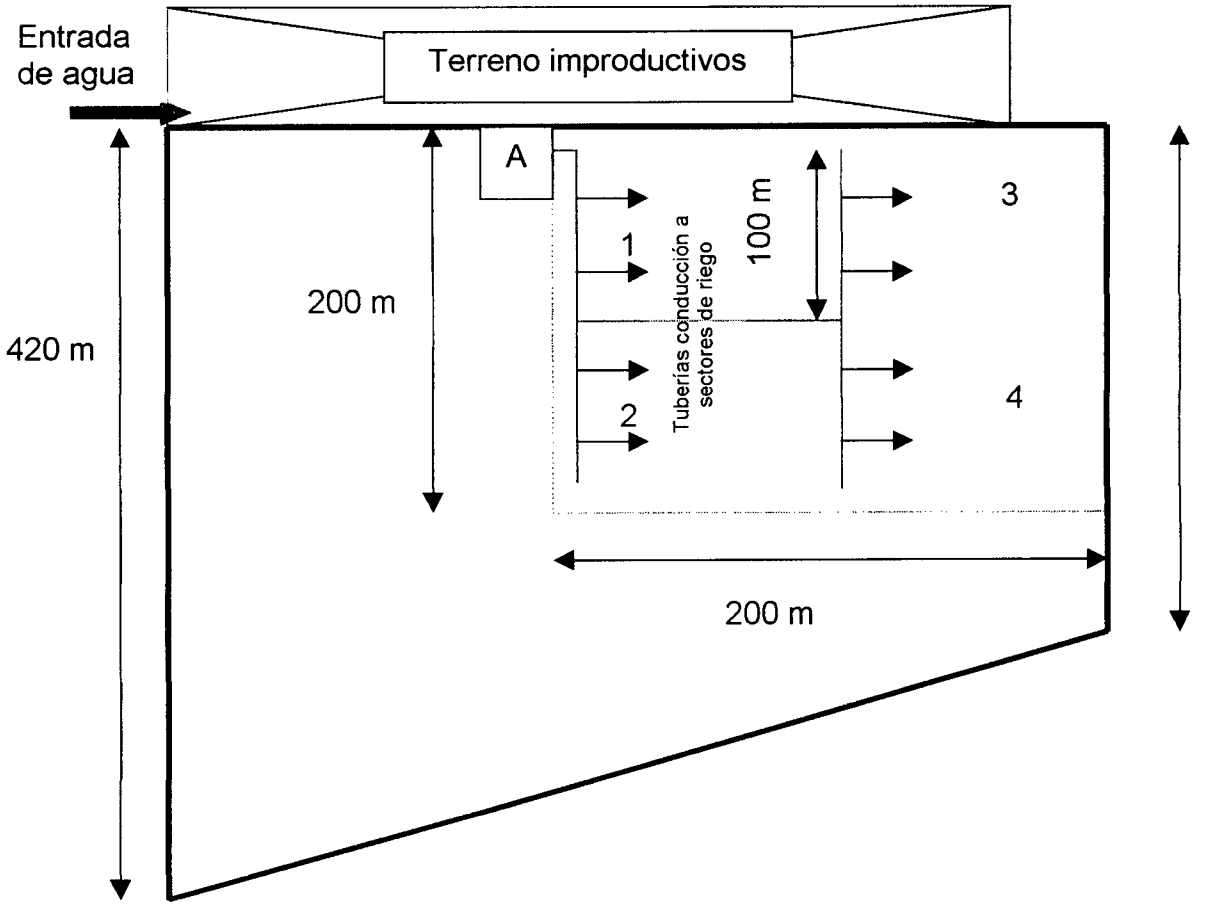
G Descripción de Instalaciones

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 4 has de la propiedad de Oscar Barrera. El área es un cuadrado de 200mx200m.

El área de riego se divide en 4 sectores de 1 ha, como ilustrado en el esquema siguiente:

Figura 4.4 III. Instalación de riego por goteo en 4 hectáreas. Oscar Barrera 2026-183



A : Instalación de Bombeo filtros y fertilizantes
1 a 4 : Sectores de riego

Cintas

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Las hileras se instalan separadas de 1m.
Utilizando por hilera un caudal de 0.006l/s, y 0.63l/s/ha.

Red de riego

La matriz de riego esta compuesta por cañerías de PVC, de diámetros variados. Las tuberías serán de clase C4, de diámetro 63 mm, 50 mm, 40 mm.

Cabezal de riego

- Filtros

Por ser la fuente de agua de origen superficial se utilizará un filtro de arena tipo AR 24 o similar, con dos estanques de arena tipo Everfilt, el cual incluye filtro de malla de 3" y 120mesh en acero inoxidable, válvula de retrolavado de tres vías (4x3x2), operación manual de fabricación Chilena.

- Equipo de bombeo

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente, con una potencia de 1.5HP.

- Fertilización

Se utilizará un sistema de fertilización compuesto por un inyector venturi, medidor de flujo, estanque válvulas de control y accesorios de conexión.

H Cubicación

Tabla 4.4 K

Cubicación				
Cotización Koslan				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
PVC 63 /6	U	18	5.546	99.828
PVC 50/6	U	34	4.037	137.258
PVC 40/6	U	18	3.192	57.456
Cintas de Riego Adrilite 1.100m	M	40	107.800	4.312.000
Fitting	%	15		690.981
Válvula Solenoide 2" + kit completo c/ Americana	U	4	63.420	253.680
Válvula Solenoide 3" He	U	1	70.590	70.590
Filtro Arena c/ Válvula (s/Arena)	U	1	125.600	125.600
Electrobomba Centrífuga Modelo CPM 170m	U	1	178.900	178.900
Inyector fertilizante (Venturi)	U	1	42.750	42.750
Kit de succión para venturi	U	1	9.040	9.040
Excavación Terreno común a mano	m3	35	2.635	92.225
Cemento Clase A 6 1/2 Sacos /m3	m3	13,5	17.180	231.923
Enfierraduras D = 12mm	kg	338	589	199.082
Desarenador	U	1	33.674	33.674
Instalación	Ha	4	128.000	512.000
PRECIO TOTAL Sin IVA				7.046.988

I Memoria de Cálculo

Disponibilidad de aguas Probabilidad

Identificación de la fuente de abastecimiento de aguas

El canal Italiano saca sus aguas del estero de la Higuera, el cual es alimentado por el Canal Mallarauco, que a su vez extrae las aguas del río Mapocho.

El caudal disponible en el canal con 85 % de Probabilidad, se tomará igual a los indicados en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 L

Caudales Medios Mensuales Sector Bocatoma Sistema Mallarauco (m^3/s)

Mr	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb.	Mar
85	7,03	9,07	9,50	14,51	9,41	6,93	8,04	10,12	11,43	11,31	9,83	7,73

(Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. IRH Ltda.)

El caudal disponible en el mes de enero sería de 11.31 m3/s en el canal Mallarauco. El canal Mallarauco tiene 920 acciones en total.

El Agricultor Oscar Barrera, tiene derechos sobre el canal Italiano, que se elevan a: 1,442 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s, el caudal disponible a nivel predial es de 0.018 m^3/s.

Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

Tabla 4.4 M
Evapotranspiración potencial:

Mes	[mm]	[m3/ha]
Enero	196	1957
Febrero	153	1534
Marzo	119	1190
Abril	72	715
Mayo	42	422
Junio	28	284
Julio	32	323
Agosto	47	474
Septiembre	72	724
Octubre	110	1097
Noviembre	144	1440
Diciembre	184	1842

En la tabla aparece que el mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

En las parcelas se cultivarán hortalizas, de tipo cebolla, tomate, lechuga, etc.

Determinación de la Evapotranspiración real:

$Etc = Etp * Kc$

Donde Etc es la evapotranspiración del cultivo
Etp es la evapotranspiración potencial de la localidad
Kc es el coeficiente del cultivo

Los coeficientes de cultivo Kc para hortalizas se indican en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 N

	Coefientes Kc											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0	0	0,35	0,53	0,7	0,7	0,61	0,5	0,2	0	0	0
Cebolla Tardía	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,53	0,7	0,61
Lechuga	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,7	0
Lechuga	0	0	0	0,3	0,4	0,4	0,67	0	0	0	0	0
Papa	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,53	0,77	0,61

Tabla de coeficientes Kc para distintos cultivos

Tabla 4.4 O

	Evapotranspiración de cultivo											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiem	octubre	noviem	diciem
Cebolla Tempranera	0,0	0,0	41,7	38,2	29,4	19,6	19,5	23,5	14,4	0,0	0,0	0,0
Cebolla Tardía	109,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	58,3	100,8	112,2
Lechuga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	44,0	100,8	0,0
Lechuga	0,0	0,0	0,0	21,6	16,8	11,2	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papa	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	58,3	110,9	112,2

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6mm/dia.

El caudal es de 0.63 l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

Cálculos Hidráulicos

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 4 has de la propiedad de Oscar Barrera. El área es un cuadrado de 200mx200m.

El área de riego se divide en 4 sectores de 1 ha.

Emisores

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Cada hilera reparte un caudal de 22.3l/h, o 0.006l/s

Las hileras se instalan separadas de 1m, repartiendo así 0.63 l/s/ha, o una lluvia de 3.66mm en 18 horas.

Lateral

Determinación de la perdida de carga en el lateral.

Se utiliza la ecuación de Hazen-Williams

$$j = \frac{Q^{1.85}}{(0.28 * C)^{1.85} D^{4.86}}$$

Donde

Q = caudal (m3/s)
C coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams (igual en este caso a 150)
D es el diámetro de la tubería

La pérdida de carga lineal en la matriz de riego es de:

Tabla 4.4 P

Sector	Caudal Prom	C	L	J (m/m)	J tot	D
Todos	2,52	150	100	0,01	1,06	0,063
1 y 2	1,26	150	50	0,01	0,45	0,05
1 o 2	0,945	150	50	0,02	0,78	0,04
3 y 4	1,26	150	50	0,01	0,45	0,05
3 o 4	0,945	150	50	0,02	0,78	0,04
Pérdida total					2.74	

Cabezal de riego

Determinación de las pérdidas de carga en la matriz de riego.

Presión Nominal de las cintas de goteo	10	m.c.a.
Pérdida de carga de la matriz	2.74	m.c.a
Filtros	5	m.c.a.
Perdidas singulares	2	m.c.a.
Succión	2	m.c.a.
TOTAL :	21.74	m.c.a.

Dimensionamiento del equipo de bombeo

La bomba deberá elevar 2.52 l/s a una altura de 21.74m, para determinar la potencia requerida se utiliza la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q * H}{75 * ef}$$

Donde
Q = 2.52l/s
H = 21.74 m
Ef = 68%

La potencia teórica es de 1.07 HP.

4.4.5 LFR. Riego Tecnificado Mallarauco. Pablo Miranda

Proyecto realizado según las bases administrativas y técnicas del concurso a la Ley de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje llamados en 2003

El Plan del proyecto debe contener a lo menos los siguientes puntos, en el mismo orden que se indica:

A. Descripción del proyecto.
B. Obras Comprendidas.
C. Identificación del Área de Riego.
D. Disponibilidad de Agua.
E. Determinación de la Demanda de Agua.
F. Superficie actualmente regada con 85% de seguridad.
G. Descripción de Instalaciones.
H. Cubicación.
I. Memoria de Cálculo.

A Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene por finalidad el mejoramiento de la productividad y del uso del agua mediante la implementación de riego tecnificado por goteo.

El área intervenida se ubica en la Región Metropolitana, en la comuna de Mellipilla, en el estero de la Higuera.

El proyecto beneficiara el Sr. Pablo Miranda, propietario del predio n°2026-363, y clasificado como pequeño productor (no) beneficiario de INDAP, según lo estipulado en el punto 3.7 de las bases administrativas del presente concurso.

El presente proyecto se caracteriza según lo establecido en el punto 3.2 de las bases administrativas como un proyecto de riego intrapredial, por ser la implementación de sistemas de riego tecnificado de tipo "riego por goteo" en el mismo predio. Hasta el día de hoy en el predio no existe ningún sistema de riego tecnificado, por lo que este predio no se vio beneficiado por ningún concurso de la ley 18.450.

Más precisamente las aguas que se usarán del canal El Manzano el cual es un derivado del canal Mallarauco.

Tipo de cultivo: hortalizas

Las áreas agrícolas de la región metropolitana, necesitan para su sustentabilidad aumentar sur eficiencia de productividad, particularmente en períodos con escasez de agua.

B Obras comprendidas

El presente proyecto consiste en la instalación de un sistema de riego por goteo para 4 hectáreas de cultivo hortícola.

C Identificación del Área de Riego

Ver Figura 4.4 I " Mallarauco, Ubicación Proyectos LFR".

D Disponibilidad de Aguas

La Fuente de agua es el canal El Manzano.

El canal El Manzano extrae sus aguas del Estero de la Higuera, el cual a su vez es alimentado por el canal Mallarauco, el cual toma agua en el río Mapocho. En el estudio de factibilidad con diseño para el mejoramiento del canal Mallarauco, se estudió el régimen hidrológico del Mapocho en la bocatoma del canal Mallarauco (Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH Ltda.) por Resolución D.O.H. Nº 115 del 21 de Agosto del 2000).

Dado que este anteproyecto consiste en un estudio de pre-factibilidad de proyectos de riego, no se realizaran nuevamente los cálculos hidrológicos para determinar la disponibilidad efectiva en el canal El Manzano, sino que se revisaron estos datos y se presentan como válidos. En la realización definitiva del proyecto será preciso realizar nuevamente este estudio.

Pablo Miranda, tiene derechos sobre el canal El Manzano, que se elevan a 1.696 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s (caudal en bocatoma del canal Mallarauco en enero), el caudal disponible a nivel predial es de 20.8l/s.

E Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

El mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6mm/dia.

El caudal es de 0.63l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

F Balance Hídrico, Superficie Actualmente Regada con 85% de Seguridad

Actualmente se dispone de 20.6 l/s con 85% de seguridad. Y el tipo de riego es por surco, el cual tiene una eficiencia de aplicación de 30%, por lo que la demanda bruta en riego es de 2.4l/s/ha.

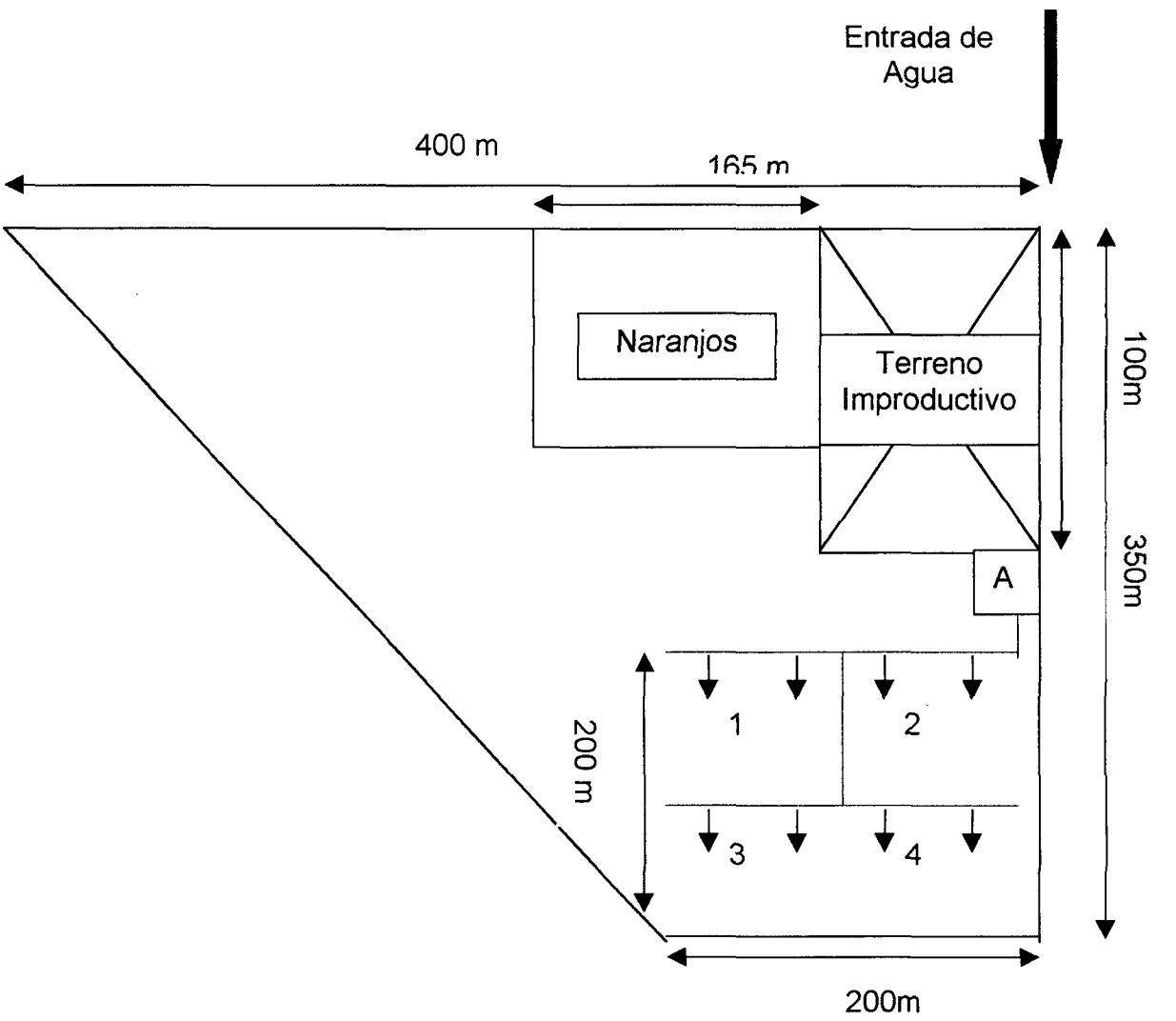
Por lo tanto la superficie actualmente regada con 85% de seguridad es de 8.6 has.

G Descripción de Instalaciones

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 4 has de la propiedad de Oscar Barrera. El área es un cuadrado de 200mx200m.El área de riego se divide en 4 sectores de 1 ha, como ilustrado en el esquema siguiente:

Figura 4.4 IV. Instalación de riego por goteo en 4 hectáreas.
Pablo Miranda, 2026-363



A : Instalación de Bombeo filtros y fertilizantes
1 a 4 : Sectores de riego

Cintas

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Las hileras se instalan separadas de 1m.
Utilizando por hilera un caudal de 0.006l/s, y 0.63l/s/ha.

Red de riego

La matriz de riego esta compuesta por cañerías de PVC, de diámetros variados. Las tuberías serán de clase C4, de diámetro 63 mm, 50 mm, 40 mm.

Cabezal de riego

- Filtros

Por ser la fuente de agua de origen superficial se utilizará un filtro de arena tipo AR 24 o similar, con dos estanques de arena tipo Everfilt, el cual incluye filtro de malla de 3" y 120mesh en acero inoxidable, válvula de retrolavado de tres vías (4x3x2), operación manual de fabricación Chilena.

- Equipo de bombeo

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente, con una potencia de 1.5HP.

- Fertilización

Se utilizará un sistema de fertilización compuesto por un inyector venturi, medidor de flujo, estanque válvulas de control y accesorios de conexión.

H Cubicación

Tabla 4.4 Q

Cubicación				
Cotización Koslan				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total
PVC 63 /6	U	18	5.546	99.828
PVC 50/6	U	34	4.037	137.258
PVC 40/6	U	18	3.192	57.456
Cintas de Riego Adrilite 1.100m	M	40	107.800	4.312.000
Fitting	%	15		690.981
Válvula Solenoide 2" + kit completo c/ Americana	U	4	63.420	253.680
Válvula Solenoide 3" He	U	1	70.590	70.590
Filtro Arena c/ Válvula (s/Arena)	U	1	125.600	125.600
Electrobomba Centrífuga Modelo CPM 170m	U	1	178.900	178.900
Inyector fertilizante (Venturi)	U	1	42.750	42.750
Kit de succión para venturi	U	1	9.040	9.040
Excavación Terreno común a mano	m3	35	2.635	92.225
Cemento Clase A 6 1/2 Sacos /m3	m3	13,5	17.180	231.923
Enfierraduras D = 12mm	kg	338	589	199.082
Desarenador	U	1	33.674	33.674
Instalación	Ha	4	148.000	592.000
PRECIO TOTAL Sin IVA				7.438..988

I Memoria de Cálculo

Disponibilidad de aguas Probabilidad

Identificación de la fuente de abastecimiento de aguas

El canal El Manzano saca sus aguas del estero de la Higuera, el cual es alimentado por el Canal Mallarauco, que a su vez extrae las aguas del río Mapocho.

El caudal disponible en el canal con 85 % de Probabilidad, se tomará igual a los indicados en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 R

Caudales Medios Mensuales Sector Bocatoma Sistema Mallarauco (m^3/s)

Mr.	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb.	Mar
85	7,03	9,07	9,50	14,51	9,41	6,93	8,04	10,12	11,43	11,31	9,83	7,73

(Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. IRH Ltda.)

El caudal disponible en el mes de enero sería de 11.31 m3/s en el canal Mallarauco. El canal Mallarauco tiene 920 acciones en total.

El Agricultor Pablo Miranda, tiene derechos sobre el canal El Manzano, que se elevan a: 1.632 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s, el caudal disponible a nivel predial es de 20.6 l/s.

Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

Tabla 4.4 S
Evapotranspiración potencial

Mes	[mm]	[m3/ha]
Enero	196	1957
Febrero	153	1534
Marzo	119	1190
Abril	72	715
Mayo	42	422
Junio	28	284
Julio	32	323
Agosto	47	474
Septiembre	72	724
Octubre	110	1097
Noviembre	144	1440
Diciembre	184	1842

En la tabla aparece que el mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

En las parcelas se cultivarán hortalizas, de tipo cebolla, tomate, lechuga, etc.

Determinación de la Evapotranspiración real:

Etc = Etp * Kc

Donde Etc es la evapotranspiración del cultivo
Etp es la evapotranspiración potencial de la localidad
Kc es el coeficiente del cultivo

Los coeficientes de cultivo Kc para hortalizas se indican en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 T

	Coefientes Kc											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0	0	0,35	0,53	0,7	0,7	0,61	0,5	0,2	0	0	0
Cebolla Tardía	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,53	0,7	0,61
Lechuga	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,7	0
Lechuga	0	0	0	0,3	0,4	0,4	0,67	0	0	0	0	0
Papa	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,53	0,77	0,61

Tabla de coeficientes Kc para distintos cultivos:

Tabla 4.4 U

	Evapotranspiración de cultivo											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0,0	0,0	41,7	38,2	29,4	19,6	19,5	23,5	14,4	0,0	0,0	0,0
Cebolla Tardía	109,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	58,3	100,8	112,2
Lechuga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	44,0	100,8	0,0
Lechuga	0,0	0,0	0,0	21,6	16,8	11,2	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papa	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	58,3	110,9	112,2

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112 mm/mes, o 3.6mm/dia.

El caudal es de 0.63 l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

Cálculos Hidráulicos

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 4 has de la propiedad de Pablo Miranda. El área es un cuadrado de 200mx200m.
El área de riego se divide en 4 sectores de 1 ha.

Emisores

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Cada hilera reparte un caudal de 22.3l/h, o 0.006l/s

Las hileras se instalan separadas de 1m, repartiendo así 0.63 l/s/ha, o una lluvia de 3.66mm en 18 horas.

Lateral

Determinación de la perdida de carga en el lateral.
Se utiliza la ecuación de Hazen-Williams

$$j = \frac{Q^{1.85}}{(0.28 * C)^{1.85} D^{4.86}}$$

Donde

Q = caudal (m3/s)
C coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams (igual en este caso a 150)
D es el diámetro de la tubería

La pérdida de carga lineal en la matriz de riego es de:

Tabla 4.4 V
Pérdida de Carga Lineal

Sector	Caudal Prom	C	L	J (m/m)	J tot	D
Todos	2,52	150	100	0,01	1,06	0,063
1 y 2	1,26	150	50	0,01	0,45	0,05
1 o 2	0,945	150	50	0,02	0,78	0,04
3 y 4	1,26	150	50	0,01	0,45	0,05
3 o 4	0,945	150	50	0,02	0,78	0,04
Pérdida total					2.74	

Cabezal de riego

Determinación de las pérdidas de carga en la matriz de riego.

Presión Nominal de las cintas de goteo	10	m.c.a.
Pérdida de carga de la matriz	2.74	m.c.a
Filtros	5	m.c.a.
Perdidas singulares	2	m.c.a.
Succión	2	m.c.a.
TOTAL :	21.74	m.c.a.

Dimensionamiento del equipo de bombeo

La bomba deberá elevar 2.52 l/s a una altura de 21.74m, para determinar la potencia requerida se utiliza la siguiente expresión :

$$P = \frac{Q * H}{75 * ef}$$

Donde
Q = 2.52l/s
H = 21.74 m
Ef = 68%

La potencia teórica es de 1.07 HP.

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente.

4.4.6 Riego Tecnificado Mallarauco, Segundo Mateluna

Proyecto realizado según las bases administrativas y técnicas del concurso a la Ley de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje nº 1al 7 - 2003

El Plan del proyecto debe contener a lo menos los siguientes puntos, en el mismo orden que se indica:

A. Descripción del proyecto.
B. Obras Comprendidas.
C. Identificación del Área de Riego.
D. Disponibilidad de Agua.
E. Determinación de la Demanda de Agua.
F. Superficie actualmente regada con 85% de seguridad.
G. Descripción de Instalaciones.
H. Cubicación.
I. Memoria de Cálculo.

A Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene por finalidad el mejoramiento de la productividad y del uso del agua mediante la implementación de riego tecnificado por goteo.

El área intervenida se ubica en la Región Metropolitana, en la comuna de Mellipilla, en el estero de la Higuera.

El proyecto beneficiara el Sr. Segundo Mateluna S., propietario del predio n°2026-189, y clasificado como pequeño productor no beneficiario de INDAP, según lo estipulado en el punto 3.7 de las bases administrativas del presente concurso.

El presente proyecto se caracteriza según lo establecido en el punto 3.2 de las bases administrativas como un proyecto de riego intrapredial, por ser la implementación de sistemas de riego tecnificado de tipo "riego por goteo" en el mismo predio. Hasta el día de hoy en el predio no existe ningún sistema de riego tecnificado, por lo que este predio no se vio beneficiado por ningún concurso de la ley 18.450.

Más precisamente las aguas que se usarán del canal Italiano el cual es un derivado del canal Mallarauco.

Tipo de cultivo: hortalizas

Las áreas agrícolas de la región metropolitana, necesitan para su sustentabilidad aumentar sur eficiencia de productividad, particularmente en períodos con escasez de agua.

B Obras comprendidas

El presente proyecto consiste en la instalación de un sistema de riego por goteo para 4 hectáreas de cultivo hortícola.

C Identificación del Área de Riego

Ver Figura 4.4 I " Mallarauco, Ubicación Proyectos LFR".

D Disponibilidad de Aguas

La Fuente de agua es el canal Italiano.

El canal Italiano extrae sus aguas del Estero de la Higuera, el cual a su vez es alimentado por el canal Mallarauco, el cual toma agua en el río Mapocho. En el estudio de factibilidad con diseño para el mejoramiento del canal Mallarauco, se estudió el régimen hidrológico del Mapocho en la bocatoma del canal Mallarauco (Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH Ltda.) por Resolución D.O.H. Nº 115 del 21 de Agosto del 2000).

Dado que este anteproyecto consiste en un estudio de pre-factibilidad de proyectos de riego, no se realizaran nuevamente los cálculos hidrológicos para determinar la disponibilidad efectiva en el canal Italiano, sino que se revisaron estos datos y se presentan como válidos. En la realización definitiva del proyecto será preciso realizar nuevamente este estudio.

Segundo Mateluna, tiene derechos sobre el canal Italiano, que se elevan a: 1.559 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s (caudal en bocatoma del canal Mallarauco en enero), el caudal disponible a nivel predial es de 19.1 m^3/s.

E Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

El mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6 mm/día.

El caudal es de 0.63 l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

F Balance Hídrico, Superficie Actualmente Regada con 85% de Seguridad

Actualmente se dispone de 19.1 l/s con 85% de seguridad. Y el tipo de riego es por surco, el cual tiene una eficiencia de aplicación de 30%, por lo que la demanda bruta en riego es de 2.4 l/s/ha.

Por lo tanto la superficie actualmente regada con 85% de seguridad es de 7.95 has.

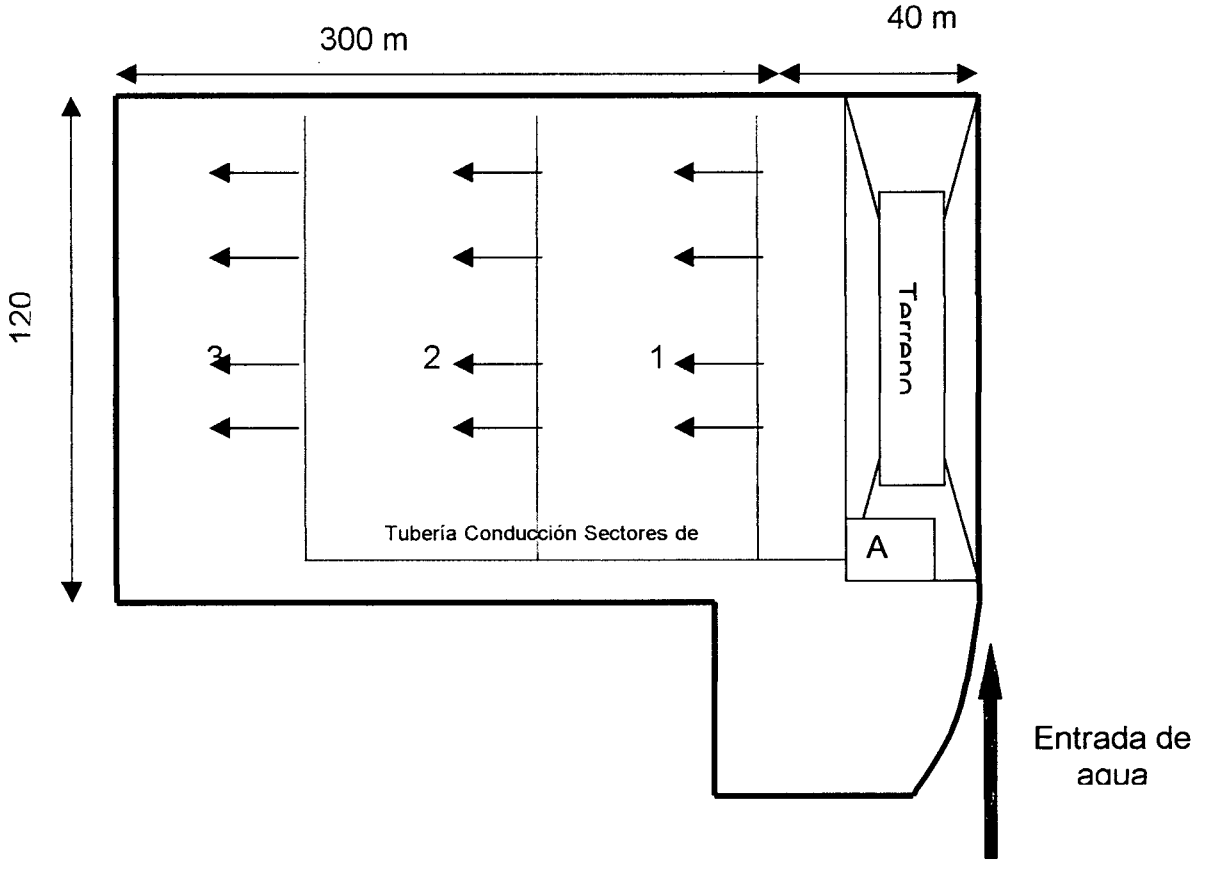
G Descripción de Instalaciones

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 3 has de la propiedad de Segundo Fernando Mateluna. El área es un cuadrado de 200mx200m.

El área de riego se divide en 3 sectores de 1 ha, como ilustrado en el esquema siguiente:

Figura 4.4 V. Instalación de riego por goteo en 4 hectáreas. Segundo Mateluna, 2026-189



A : Instalación de Bombeo filtros y fertilizantes
1 a 3 : Sectores de riego

Cintas

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Las hileras se instalan separadas de 1m.
Utilizando por hilera un caudal de 0.006l/s, y 0.63l/s/ha.

Red de riego

La matriz de riego esta compuesta por cañerías de PVC, de diámetros variados. Las tuberías son de clase C4, de diámetro 63 mm, 50 mm, 40 mm.

Cabezal de riego

- Filtros

Por ser la fuente de agua de origen superficial se utilizará un filtro de arena tipo AR 24 o similar, con dos estanques de arena tipo Everfilt, el cual incluye filtro de malla de 3" y 120mesh en acero inoxidable, válvula de retrolavado de tres vías (4x3x2), operación manual de fabricación Chilena.

- Equipo de bombeo

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente, con una potencia de 1.5HP.

- Fertilización

Se utilizará un sistema de fertilización compuesto por un inyector venturi, medidor de flujo, estanque válvulas de control y accesorios de conexión.

H Cubicación

Tabla 4.4 W

Cubicación				
Descripción	Unidad	Cantidad	PU	Total
PVC 50/6	U	20	4.037	80.740
PVC 40/6	U	67	3.192	213.864
Cintas de Riego Adrilite 1.100m	M	30	107.800	3.234.000
Fitting	%			529.291
Válvula Solenoide 2" + kit completo c/ Americana	U	3	63.420	190.260
Válvula Solenoide 3" He	U	1	70.590	70.590
Filtro Arena c/ Válvula (s/Arena)	U	1	125.600	125.600
Electrobomba Centriguga Modelo CPM 170m	U	1	178.900	178.900
Inyector fertilizante (Venturi)	U	1	42.750	42.750
Kit de succión para venturi	U	1	9.040	9.040
Excavación Terreno común a mano	m3	30	2.635	79.050
Cemento Clase A 6 1/2 Sacos /m3	m3	12	17.180	206.154
Armaduras A 44 - 28H	kg	300	589	176.700
Desarenador	U	1	33.674	33.674
Instalación	Ha	3	78.000	234.000
PRECIO TOTAL Sin IVA				5.170.613

I Memoria de Cálculo

Disponibilidad de aguas superficiales

Identificación de la fuente de abastecimiento de aguas

El canal Italiano saca sus aguas del estero de la Higuera, el cual es principalmente alimentado por el Canal Mallarauco, que a su vez extrae las aguas del río Mapocho.

El caudal disponible en el canal Mallarauco con 85 % de probabilidad, se tomará igual a los indicados en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 X

Mr.	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb.	Mar
85	7,03	9,07	9,50	14,51	9,41	6,93	8,04	10,12	11,43	11,31	9,83	7,73

Caudales Medios Mensuales Sector Bocatoma Sistema Mallarauco (m^3/s). (Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. IRH Ltda.)

El caudal disponible en el mes de enero sería de 11.31 m3/s en el canal Mallarauco. El canal Mallarauco tiene 920 acciones en total.

El Agricultor Segundo Fernando Mateluna, tiene derechos sobre el canal Italiano, que se elevan a: 1,559 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s, el caudal disponible a nivel predial es de 19.1 l/s.

Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente :

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

Evapotranspiración potencial:

Tabla 4.4 Y

Mes	**[mm]**	**[m3/ha]**
Enero	196	1957
Febrero	153	1534
Marzo	119	1190
Abril	72	715
Mayo	42	422
Junio	28	284
Julio	32	323
Agosto	47	474
Septiembre	72	724
Octubre	110	1097
Noviembre	144	1440
Diciembre	184	1842

En la tabla aparece que el mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

En las parcelas se cultivarán hortalizas, de tipo cebolla, tomate, lechuga, etc.

Determinación de la Evapotranspiración real:

Etc = Etp * Kc

Donde Etc es la evapotranspiración del cultivo
Etp es la evapotranspiración potencial de la localidad
Kc es el coeficiente del cultivo

Los coeficientes de cultivo Kc para hortalizas se indican en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 Z

	Coefientes Kc											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0	0	0,35	0,53	0,7	0,7	0,61	0,5	0,2	0	0	0
Cebolla Tardía	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,53	0,7	0,61
Lechuga	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,7	0
Lechuga	0	0	0	0,3	0,4	0,4	0,67	0	0	0	0	0
Papa	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,53	0,77	0,61

Tabla de coeficientes Kc para distintos cultivos

Tabla 4.4 AA

	Evapotranspiración de cultivo											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0,0	0,0	41,7	38,2	29,4	19,6	19,5	23,5	14,4	0,0	0,0	0,0
Cebolla Tardía	109,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	58,3	100,8	112,2
Lechuga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	44,0	100,8	0,0
Lechuga	0,0	0,0	0,0	21,6	16,8	11,2	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papa	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	58,3	110,9	112,2

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6mm/día.

El caudal es de 0.63 l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

Cálculos Hidráulicos

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 3 has de la propiedad de Segundo Fernando Mateluna. El área es un cuadrado de 300mx100m.

El área de riego se divide en 3 sectores de 1 ha.

Emisores

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Cada hilera reparte un caudal de 22.3l/h, o 0.006l/s

Las hileras se instalan separadas de 1m, repartiendo así 0.63 l/s/ha, o una lluvia de 3.66mm en 18 horas.

Lateral

Determinación de la perdida de carga en el lateral.

Se utiliza la ecuación de Hazen-Williams

$$j = \frac{Q^{1.85}}{(0.28 * C)^{1.85} D^{4.86}}$$

Donde

Q = caudal (m3/s)
C coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams (igual en este caso a 150)
D es el diámetro de la tubería

La pérdida de carga lineal en la matriz de riego es de:

Tabla 4.4 AB

Sector	Q Promedio	C	L (m)	J (m/m)	J tot (m)	D (mm)
Todos	1,89	150	20	0,02	0,38	50
2 y 3	1,26	150	100	0,01	0,90	50
1	0,63	150	100	0,01	0,74	40
2	0,63	150	100	0,01	0,74	40
3	0,63	150	200	0,01	1,48	40
Pérdida total					4,25	

Cabezal de riego

Determinación de las pérdidas de carga en la matriz de riego.

Presión Nominal de las cintas de goteo	10	m.c.a.
Pérdida de carga de la matriz	4,25	m.c.a
Filtros	5	m.c.a.
Pérdidas singulares	1.5	m.c.a.
Succión	2	m.c.a.
TOTAL :	22.75	m.c.a.

Dimensionamiento del equipo de bombeo

La bomba deberá elevar 1,89 l/s a una altura de 22.75m, para determinar la potencia requerida se utiliza la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q * H}{75 * ef}$$

Donde
Q = 1,89 l/s
H = 22,75
Ef = 68%

La potencia teórica es de 0.84 HP.

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente.

4.4.7 Riego Tecnificado Mallarauco, Luis Jerez

Proyecto realizado según las bases administrativas y técnicas del concurso a la ley de fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje nº 1al 7 - 2003

El Plan del proyecto debe contener a lo menos los siguientes puntos, en el mismo orden que se indica:

A. Descripción del proyecto.
B. Obras Comprendidas.
C. Identificación del Área de Riego.
D. Disponibilidad de Agua.
E. Determinación de la Demanda de Agua.
F. Superficie actualmente regada con 85% de seguridad.
G. Descripción de Instalaciones.
H. Cubicación.
I. Memoria de Cálculo.

A Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene por finalidad el mejoramiento de la productividad y del uso del agua mediante la implementación de riego tecnificado por goteo.

El área intervenida se ubica en la Región Metropolitana, en la comuna de Mellipilla, en el estero de la Higuera.

El proyecto beneficiara el Sr. Luis Jerez, propietario del predio n°2026-111, y clasificado como pequeño productor (no) beneficiario de INDAP, según lo estipulado en el punto 3.7 de las bases administrativas del presente concurso.

El presente proyecto se caracteriza según lo establecido en el punto 3.2 de las bases administrativas como un proyecto de riego intrapredial, por ser la implementación de sistemas de riego tecnificado de tipo "riego por goteo" en el mismo predio. Hasta el día de hoy en el predio no existe ningún sistema de riego tecnificado, por lo que este predio no se vio beneficiado por ningún concurso de la ley 18.450.

Más precisamente las aguas que se usarán del canal El Manzano el cual es un derivado del canal Mallarauco.

Tipo de cultivo: hortalizas

Las áreas agrícolas de la región metropolitana, necesitan para su sustentabilidad aumentar sur eficiencia de productividad, particularmente en períodos con escasez de agua.

B Obras comprendidas

El presente proyecto consiste en la instalación de un sistema de riego por goteo para 4 hectáreas de cultivo hortícola.

C Identificación del Área de Riego

Ver figura 4.4.I " Mallarauco, Ubicación Proyectos LFR".

D Disponibilidad de Aguas

La Fuente de agua es el canal El Manzano.

El canal El Manzano extrae sus aguas del Estero de la Higuera, el cual a su vez es alimentado por el canal Mallarauco, el cual toma agua en el río Mapocho. En el estudio de factibilidad con diseño para el mejoramiento del canal Mallarauco, se estudio el régimen hidrológico del Mapocho en la bocatoma del canal Mallarauco (Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH Ltda.) por Resolución D.O.H. Nº 115 del 21 de Agosto del 2000).

Dado que este anteproyecto consiste en un estudio de pre-factibilidad de proyectos de riego, no se realizaran nuevamente los cálculos hidrológicos para determinar la disponibilidad efectiva en el canal El Manzano, sino que se revisaron estos datos y se presentan como válidos. En la realización definitiva del proyecto será preciso realizar nuevamente este estudio.

Luis Jerez, tiene derechos sobre el canal El Manzano, que se elevan a: 1.68 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s (caudal en bocatoma del canal Mallarauco en enero), el caudal disponible a nivel predial es de 20.65 l/s.

E Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

El mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua de riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112 mm/mes, o 3.6 mm/día.

El caudal es de 0.63l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

F Balance Hídrico, Superficie Actualmente Regada con 85% de Seguridad

Actualmente se dispone de 20.6 l/s con 85% de seguridad. Y el tipo de riego es por surco, el cual tiene una eficiencia de aplicación de 30%, por lo que la demanda bruta en riego es de 2.4l/s/ha.

Por lo tanto la superficie actualmente regada con 85% de seguridad es de 8.58 has.

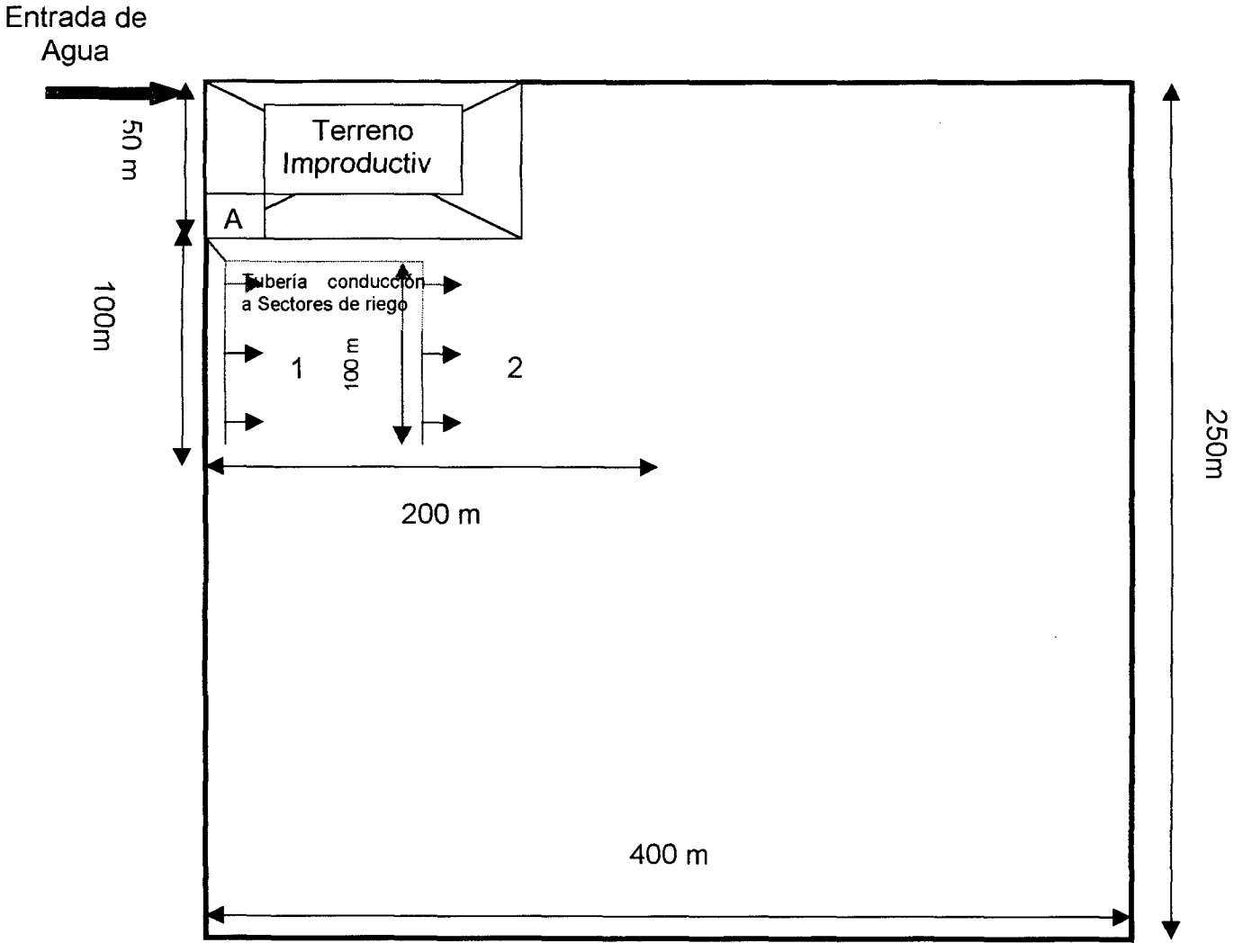
G Descripción de Instalaciones

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 42 has de la propiedad de Oscar Barrera. El área es un cuadrado de 200mx100m.

El área de riego se divide en 2 sectores de 1 ha, como ilustrado en el esquema siguiente:

Figura 4.4 VI. Instalación de riego por goteo en 4 hectáreas.
Luis Jérez, 20206-111



A : Instalación de Bombeo filtros y fertilizantes
1 a 2 : Sectores de riego

Cintas

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Las hileras se instalan separadas de 1m.
Utilizando por hilera un caudal de 0.006l/s, y 0.63l/s/ha.

Red de riego

La matriz de riego esta compuesta por cañerías de PVC, de diámetros variados. Las tuberías serán de clase C4, de diámetro 50 mm, 40 mm.

Cabezal de riego

- Filtros

Por ser la fuente de agua de origen superficial se utilizará un filtro de arena tipo AR 24 o similar, con dos estanques de arena tipo Everfilt, el cual incluye filtro de malla de 3" y 120mesh en acero inoxidable, válvula de retrolavado de tres vías (4x3x2), operación manual de fabricación Chilena.

- Equipo de bombeo

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente, con una potencia de 1.5HP.

- Fertilización

Se utilizará un sistema de fertilización compuesto por un inyector venturi, medidor de flujo, estanque válvulas de control y accesorios de conexión.

H Cubicación

Tabla 4.4 AC

Cubicación				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**PU**	**Total**
PVC 50/6	U	4	4.037	16.148
PVC 40/6	U	50	3.192	159.600
Cintas de Riego Adrilite 1.100m	M	20	107.800	2.156.000
Fitting	%	15		349.762
Válvula Solenoide 2" + kit completo c/ Americana	U	2	63.420	126.840
Válvula Solenoide 3" He	U	1	70.590	70.590
Filtro Arena c/ Válvula (s/Arena)	U	1	125.600	125.600
Electrobomba Centrífuga Modelo CPM 170m	U	1	178.900	178.900
Inyector fertilizante (Venturi)	U	1	42.750	42.750
Kit de succión para venturi	U	1	9.040	9.040
Excavación Terreno común a mano	m3	30	2.635	79.050
Cemento Clase A 6 1/2 Sacos /m3	m3	12	17.180	206.154
Armaduras A 44 - 28H	kg	300	589	176.700
Desarenador	U	1	33.674	33.674
Instalación	Ha	2	78.000	156.000
PRECIO TOTAL Sin IVA				**3.730.808**

I Memoria de Cálculo

Disponibilidad de aguas

Identificación de la fuente de abastecimiento de aguas

El canal El Manzano saca sus aguas del Estero de la Higuera, el cual es alimentado por el Canal Mallarauco, que a su vez extrae las aguas del río Mapocho.

El caudal disponible en el canal con 85 % de Probabilidad, se tomará igual a los indicados en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 AD

Caudales Medios Mensuales Sector Bocatoma Sistema Mallarauco (m^3/s)

Mr.	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb.	Mar
85	7,03	9,07	9,50	14,51	9,41	6,93	8,04	10,12	11,43	11,31	9,83	7,73

(Estudio de Factibilidad y Diseño Mejoramiento Canal Mallarauco", Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. (IRH Ltda.)

El caudal disponible en el mes de enero sería de 11.31 m3/s en el canal Mallarauco. El canal Mallarauco tiene 920 acciones en total.

El Agricultor Luis Jerez, tiene derechos sobre el canal El Manzano, que se elevan a: 1,68 acciones, o para el caudal de diseño de 11.31 m^3/s, el caudal disponible a nivel predial es de 20.6 l/s

Determinación de la demanda de Agua

De acuerdo a lo especificado en las bases del concurso se determinará la demanda de agua dividiendo la evapotranspiración potencial de una hectárea, por la eficiencia de aplicación del agua de riego.

- Determinación de la Evapotranspiración.

La Evapotranspiración potencial se determinó en el atlas del Estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile", de la Comisión Nacional de Riego (1997). Los valores de Evapotranspiración estimados para la zona se presentan en la tabla siguiente:

Comuna: MELIPILLA
Coordenadas UTM Huso 19: X=299147 Y=6283458
Evapotranspiración potencial anual: 1200 mm

Evapotranspiración potencial:

Tabla 4.4 AE

Mes	[mm]	[m3/ha]
Enero	196	1957
Febrero	153	1534
Marzo	119	1190
Abril	72	715
Mayo	42	422
Junio	28	284
Julio	32	323
Agosto	47	474
Septiembre	72	724
Octubre	110	1097
Noviembre	144	1440
Diciembre	184	1842

En la tabla aparece que el mes con la máxima Evapotranspiración es el mes de Enero con 196mm, o 1957 m3/ha.

- Eficiencia de aplicación del agua del riego:

El sistema con el cual se diseña el proyecto es de riego por goteo por lo tanto la eficiencia de riego es igual a 90%.

Dado que el mes de máxima demanda es el mes de enero y que el valor de la Evapotranspiración es de 1957m3/ha, la demanda de riego actual y futura es igual a: 217 mm/mes, o, o 0.83 l/s/ha.

- Determinación de la demanda en agua de las plantas.

En las parcelas se cultivarán hortalizas, de tipo cebolla, tomate, lechuga, etc.

Determinación de la Evapotranspiración real:

Etc = Etp * Kc

Donde Etc es la evapotranspiración del cultivo
Etp es la evapotranspiración potencial de la localidad
Kc es el coeficiente del cultivo

Los coeficientes de cultivo Kc para hortalizas se indican en la tabla siguiente:

Tabla 4.4 AF

	Coefientes Kc											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0	0	0,35	0,53	0,7	0,7	0,61	0,5	0,2	0	0	0
Cebolla Tardía	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,53	0,7	0,61
Lechuga	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,7	0
Lechuga	0	0	0	0,3	0,4	0,4	0,67	0	0	0	0	0
Papa	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,53	0,77	0,61

Tabla de coeficientes Kc para distintos cultivos

Tabla 4.4 AG

	Evapotranspiración de cultivo											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Cebolla Tempranera	0,0	0,0	41,7	38,2	29,4	19,6	19,5	23,5	14,4	0,0	0,0	0,0
Cebolla Tardía	109,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	58,3	100,8	112,2
Lechuga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	44,0	100,8	0,0
Lechuga	0,0	0,0	0,0	21,6	16,8	11,2	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papa	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	58,3	110,9	112,2

La demanda máxima de agua del cultivo es de 112mm/mes, o 3.6mm/dia.

El caudal es de 0.63 l/s/ha, tomando en cuenta la eficiencia de aplicación del sistema de riego, y con 18 horas de riego diario.

Cálculos Hidráulicos

Diseño de Riego

El área de riego corresponde a una parcela de 4 has de la propiedad de Luis Jerez. El área es un cuadrado de 200mx200m.

El área de riego se divide en 4 sectores de 1 ha.

Emisores

Se contempla la utilización de cintas de goteo de tipo chaplin, con emisores cada 0.203 m de distancia, con un caudal lineal de 2.23lt/h/m.

Cada hilera reparte un caudal de 22.3l/h, o 0.006l/s

Las hileras se instalan separadas de 1m, repartiendo así 0.63 l/s/ha, o una lluvia de 3.66mm en 18 horas.

Lateral

Determinación de la perdida de carga en el lateral.

Se utiliza la ecuación de Hazen-Williams

$$j = \frac{Q^{1.85}}{(0.28 * C)^{1.85} D^{4.86}}$$

Donde

Q = caudal (m3/s)
C coeficiente de rugosidad de Hazen y Williams (igual en este caso a 150)
D es el diámetro de la tubería

La pérdida de carga lineal en la matriz de riego es de:

Tabla 4.4 AH

Sector	Caudal Prom	C	L	J (m/m)	J tot	D
Todos	1,26	150	20	0,03	0,53	40
1	0,42	150	100	0,01	1,42	30
2	0,42	150	100	0,01	1,42	30
Pérdida total					3,37	

Cabezal de riego

Determinación de las pérdidas de carga en la matriz de riego.

Presión Nominal de las cintas de goteo	10	m.c.a.
Pérdida de carga de la matriz	3.37	m.c.a
Filtros	5	m.c.a.
Perdidas singulares	2	m.c.a.
Succión	2	m.c.a.
TOTAL :	22,37	m.c.a.

Dimensionamiento del equipo de bombeo

La bomba deberá elevar 1,26l/s a una altura de 22,37 m, para determinar la potencia requerida se utiliza la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q * H}{75 * ef}$$

Donde
Q = 1,26 /s
H = 22,37 m
Ef = 68%

La potencia teórica es de 0,55 HP.

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente.

Dimensionamiento del equipo de bombeo

La bomba deberá elevar 1,26l/s a una altura de 22,37 m, para determinar la potencia requerida se utiliza la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q * H}{75 * ef}$$

Donde
Q = 1,26 /s
H = 22,37 m
Ef = 68%

La potencia teórica es de 0,55 HP.

Se elige la bomba LEADER Modelo EL 32-250, o equivalente.

4.5 Zanjón De La Aguada

4.5.1 Antecedentes

En noviembre de 2003 se puso en operación la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana. Desde esa fecha en adelante, todas las aguas servidas que escurrían por el Zanjón de la Aguada fueron desviadas por un colector especialmente construido , denominado "interceptor La Farfana", y el Zanjón quedó sin llevar aguas servidas desde la toma de este colector hasta el río Mapocho.

El consultor investigó la situación actual y dibujó un plano actualizado, el N° 4.5 Lámina 001 en el cual puede visualizarse el nuevo escenario para la conducción de las aguas debido a la puesta en marcha de la Planta La Farfana.

Todas las aguas servidas son interceptadas para llevarlas a la Planta La Farfana, en invierno, el Zanjón de la Aguada lleva solamente aguas lluvias hasta el río Mapocho, en primavera y verano lleva aguas de riego para el canal Ortuzano, correspondiente a derechos que vienen del río Maipo por el canal San Carlos. Desde la bocatoma del canal Ortuzano hasta el río Mapocho, el Zanjón, va seco. A raíz de ésto quedan sin agua el canal Rinconada y Canales Unidos, canales que se alimentaban con las aguas servidas que escurrían por el Zanjón antes del funcionamiento del interceptor La Farfana. Estos canales han declarado que tienen derechos sobre el Zanjón y solicitan que se les alimente desde la Planta La Farfana, los cuales no son reconocidos por Aguas Andinas, que dice tener una Resolución de la SISS que indica que las aguas servidas tratadas son suyas. Existe un litigio en los Tribunales de Justicia sobre esta materia.

4.5.2 Canal Rinconada

Este canal riega unas 3000 hectáreas principalmente de hortalizas para ser comercializadas en la Región Metropolitana. Durante el proceso de consulta pública este canal hizo una presentación ante el COREMA, el cual resolvió que la Planta la Farfana debe suministrar al canal Rinconada 3500 l/s de las aguas tratadas, sobre la base de que "los sectores que son de riego no pueden ser privados de sus aguas y en consecuencia devenir en secanos"

Trascribimos a continuación un extracto de la Resolución.

Existe dos conflictos mayores entre Aguas Andinas y el canal Rinconada y se refieren a los siguientes: (a) de quién son las aguas tratadas, y (b) sobre quién asume el costo de las nuevas obras para entregar el agua desde la planta hasta el canal, y quién asume el costo de operación y mantenimiento de estas obras.

A fines del 2003 se llegó al acuerdo que, por este año solamente, Aguas Andinas hará el suministro del agua para las necesidades del riego, pero para el próximo debería avanzarse en un acuerdo. El acuerdo para este año incluye agua para el riego de Canales Unidos.

4.5.3 Canales Unidos

La bocatoma de Canales Unidos en el Zanjón de la Aguada queda muy lejos de la Planta La Farfana, y la solución de entregar agua tratada desde esta planta es de alto costo. Además Canales Unidos no tienen una Resolución de COREMA que los favorezca como tiene el canal Rinconada. Por otra parte la presión del mercado para la urbanización es muy intensa, lo cual podría disminuir la demanda para agua de riego en el futuro..

Una solución preliminar alternativa es elevar agua subterránea, solución que parece razonable, la que, sin embargo, requiere una mayor precisión respecto de los antecedentes para construir una proposición de solución.

Se requiere:
un catastro de las propiedades afectadas, conocer los planes reguladores de la expansión urbana, y los deseos y expectativas de los vivientes. Una vez identificada la demanda de agua y su proyección en los próximos años, se puede estudiar la solución, en los aspectos sociales que ella supone.

4.5.4 Recomendaciones

Durante la temporada de riego 2003/2004 se ha conseguido una solución de emergencia para el suministro del agua a los canales Rinconada y canales Unidos. Es necesario que los regantes y Aguas Andinas lleguen a un acuerdo más permanente, para cuyo logro se requiere la intervención del Estado considerando que hay problemas sociales y de Medio Ambiente involucrados en la solución que se logre.

Para el canal Rinconada se ve más sencilla la solución ya que hay una resolución ambiental que se refiere a este suministro, y el canal pasa en las cercanías de la Planta La Farfana. El conflicto sigue una tramitación judicial cuya resolución puede ser larga.

El caso de Canales Unidos es diferente porque los canalistas están frente a una situación de hecho que los privó del agua, plantean tener propiedad sobre las aguas que van a la Planta La Farfana, lo cual está en litigio. No hay resolución ambiental asociada como en el caso del canal Rinconada. La solución de ingeniería parece costosa. Hay problemas sociales por los productores de bajos ingresos que allí existen. Por otra parte se prevé un avance importante de la

urbanización, lo que trae una plusvalía de los terrenos aptos para este propósito que entrarán a competir con la actividad agrícola.

Recomendamos que se avance en un catastro de los vivientes afectados por la falta de agua de los canales, se identifique los terrenos que tienen posibilidades de uso urbano, y se analicen los escenarios posibles de aquí a 20 años. Se identifique con claridad cuáles sectores vale la pena que sigan con uso agrícola y cuáles pueden ser destinados a otros usos. En aquellos que se recomiende el uso agrícola se indique cómo se obtienen los recursos de agua, y si la extracción de agua subterránea puede ser una solución posible. La Carretera del Sol cruza por este sector y tiene una importante influencia en el desarrollo futuro. También, una vez identificados los grupos sociales vulnerables, se propongan las medidas de compensación o mitigación necesarias.

5 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL

5.1 Evaluación Económica

La evaluación económica de los proyectos anteriormente identificados y descritos se lleva a cabo a precios de mercado en pesos de fines del 2003, a tasas de equivalencia de $ 17.000 por UF y $ 620 por dólar. Se utilizó un período de análisis de 20 años, consistente con la información cartográfica del MINVU sobre urbanización proyectada sobre las tierras objeto de los proyectos. Los proyectos 2 y 3 (Esperanza Alto, y Canales Interferidos) son evaluados también a precios sociales, utilizando para ello los coeficientes de corrección indicados por Mideplán.

5.1.1 Mallarauco

La parte baja del valle de Mallarauco se ha ido empobreciendo progresivamente debido al creciente deterioro de la calidad de las aguas que toman desde el río Mapocho. Los regantes del área tuvieron que abandonar los cultivos más intensivos y concentrarse en la producción de leche, pero incluso ésta se ha visto afectada por la presencia de parásitos trasmitidos por el agua, los bajos precios de la leche, la alta competitividad de los productos derivados de ella, el bajo nivel tecnológico utilizado especialmente por los pequeños productores y el poder de compra con características oligopsónico de la leche.

La llegada de aguas servidas tratadas les abre una nueva oportunidad de abordar producciones más rentables. Se propone, por lo tanto, que estos regantes postulen a concursos de la Ley de Fomento del Riego (Ley 18.450) para obtener financiamiento a fin de instalar sistemas de riego (principalmente por cinta) a fin de regar chacras y hortalizas en un cierto porcentaje de sus campos, sin perjuicio de mantener en parte una superficie destinada a la producción de forrajes para que, al menos inicialmente, desarrollen algún tipo de actividad pecuaria mientras se reconvierten a los nuevos rubros propuestos.

Se ha identificado cinco predios con rápido potencial de absorción de la nueva tecnología que podrían ilustrar la reconversión propuesta. La Ley de Fomento no exige la estimación de la rentabilidad económica de las inversiones a ser financiadas, sobre la base, probablemente, de que si hay agricultores dispuestos a invertir fondos propios en instalar o mejorar sus sistemas de riego debe ser porque tales inversiones son rentables. Aún así, ha parecido importante estimar la rentabilidad de las inversiones en uno de los cinco predios identificados.

Dada su larga adherencia a la producción láctea, la reconversión parcial de estos regantes a la producción de chacras y hortalizas va a requerir un esfuerzo suplementario en validación local y transferencia tecnológica. Sin entrar por el momento a discutir su inserción institucional, tal esfuerzo se valora sobre la base de la experiencia de los programas PROVALTT.

5.1.1.1 Costos del Proyecto a Precios de Mercado

Puesta en riego e instalación del sistema de riego por cinta

El proyecto consiste en la intensificación de la producción, mediante recurso a la Ley de Fomento de Riego, de un predio típico de 10 hectáreas. El costo total de la puesta en riego e instalación del sistema de riego por cinta en moneda de noviembre del año 2003 ha sido cotizado en $ 9.800.000 (equivalente a UF 576 y a US$ 15.800). La instalación del sistema de riego se hará en una proporción consistente con el desarrollo a 5 años arriba postulado, es decir, una hectárea por año. Considerando que algunos elementos del sistema deben ser instaladas inicialmente, y el resto en proporción al cambio de uso del suelo en los 5 años, el costo de la inversión en el primer año será de un 41,2%, es decir, $ 4.040.000, y de $ 1.440.000 (14,7%) en cada uno de los años 2-5.

A ello se agrega la suma de $100.000 / ha para ajustar la orografía y disposición espacial del terreno, incluyendo nuevos caminos interiores y cercos, a la nueva actividad y forma de riego.

Operación y mantención del equipo

Los costos de operación y mantención del equipo de riego han sido estimados en un 5% del costo de inversión. A partir del año 5, ello equivale a $ 490.000 por año. A ello se debe agregar el reemplazo de las cintas cada 3 años, por un valor de $ 1.280.000 / ha, y el de los equipos centrales del sistema cada 5 años, por un valor de $ 1.100.000.

Validación y transferencia tecnológica

La experiencia de los programas PROVALTT en otras áreas del país (como Puclaro, Paloma, Quillota, Tinguiririca) permite estimar el costo de un programa de validación y transferencia tecnológica para la zona en unos $ 100 millones, a ser invertidos en partes iguales en 5 años. Si se supone que unos 20 de los 108 regantes van a obtener la bonificación de la Ley de Fomento, ello conlleva un costo imputado por predio de $ 1.000.000 por año

Otros costos

No existen otros elementos de costo.

Total de Costos a Precios de Mercado

El resumen de costos del proyecto se muestra en la Tabla Nº 5.1 B

5.1.1.2 Beneficios del Proyecto a Precios de Mercado

Situación actual y mejorada sin proyecto

Se ha identificado un predio de 10 ha. El uso actual de la tierra incluye 1,0 ha de alfalfa y 9,0 ha de pasto natural. En vista de las limitaciones en la calidad de las aguas en la situación sin proyecto, la situación sin proyecto "mejorada" será, en el mejor de los casos, similar a la situación actual.

Situación con Proyecto

Se postula que, durante un período de 5 años, la estructura de uso del suelo será modificada a 5,0 ha de praderas (4,0 ha de alfalfa; 1,0 ha de trébol alejandrino), que continuarán siendo regados con sistemas tradicionales, y 5,0 ha de cultivos intensivos (tipificados por 1,0 ha de lechuga, cultivada dos veces en el año; 2,0 ha de coliflor, y 2,0 ha de cebolla), con riego por cinta.

Los beneficios cuantificables atribuibles al proyecto son el incremento en el margen bruto de producción entre la situación (mejorada) sin proyecto y la situación con proyecto. Este incremento es positivo para todos los años estudiados.

Los beneficios del proyecto se muestran en la Tabla Nº 5.1 B.

5.1.1.3 Los Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto a Precios de Mercado

La tasa económica interna de retorno del proyecto a precios de mercado asciende a 30%, y su VAN, computado a una tasa de actualización de 10% es de $ 12.601.000

El flujo de caja del proyecto se incluye en la Tabla Nº 5.1 B.

5.1.2 Proyecto Esperanza Alto

El Canal Esperanza Alto se beneficia por la sustitución de aguas servidas en sus bocatomas sobre el río Mapocho por aguas servidas tratadas, con un contenido de material biológico e inorgánico que satisface las normas del SESMA para la producción irrestricta de productos agrícolas, incluyendo verduras y hortalizas.

Sin embargo, a lo largo de su curso, el trazado del Canal ha sido progresivamente rodeado por poblaciones, sea aglomeradas o dispersas; basurales, criaderos de cerdos, gallineros, y otras actividades humanas o económicas que vierten al Canal aguas servidas y riles no tratados – además de la presencia de un antiguo basural. Ello hace que las aguas del Canal, ahora limpias en origen, se contaminen nuevamente con dichos residuos durante su curso, y pone en peligro la posibilidad que las prohibiciones reglamentarias a la producción de cultivos de alto valor económico pero sensibles a la contaminación sean levantadas. Ello impediría que los setenta regantes del Canal Esperanza Alto puedan retornar nuevamente a su condición de productores irrestrictos de productos de alto valor comercial.

Esta contaminación lineal puede ser controlada con la construcción de obras de protección. Específicamente, el Consultor ha identificado el entubamiento de cinco tramos del Canal, y la protección de un sexto tramo con un cerco de rejas. Adicionalmente, se postula mejorar la bocatoma del Canal sobre el río Mapocho.

5.1.2.1 Costos del Proyecto a Precios de Mercado

Obras Civiles

El costo de las obras civiles ha sido estimado en $ 421 millones (equivalente a UF 24.765, y a US$ 679.000), a ser invertidos en un año.

Operación y Mantención

Las obras postuladas son pasivas y no requieren de desembolsos por concepto de operación. Para su mantención se ha postulado un 1% del monto de la inversión.

Expropiaciones y Compensaciones Sociales

Las obras serán realizadas en la faja misma del Canal, por lo que no se requerirá de expropiaciones ni compensaciones.

Compensación Ambiental

Las obras del proyecto no tienen ningún impacto ambiental negativo, por lo que no se ha determinado la necesidad de compensaciones.

Puesta en Riego

Dado que las 680 ha servidas por el Canal Esperanza Alto ya están bajo riego, no será necesario invertir en puesta en riego

Tecnificación del Riego

Se espera que los regantes van a tecnificar progresivamente la aplicación de agua a sus cultivos hortícolas (riego por cintas). Esta es una actividad autónoma y adicional al proyecto y que, como se demostró en el predio analizado en Mallarauco, es altamente rentable en si misma. Por ello, no se la incorpora al análisis.

Validación y transferencia tecnológica

Dado que los cultivos que se espera sean adoptados en la situación futura son conocidos en el área servida por el Canal, no parece necesario postular un programa de validación y transferencia tecnológica para el área del proyecto.

Total de Costos a Precios de Mercado

El resumen de costos del proyecto se muestra en la Tabla Nº 5.1 C.

5.1.2.2 Costos del Proyecto a Precios Sociales

LJG hizo recientemente la determinación detallada de la equivalencia de los costos de un proyecto de precios de mercado a precios sociales, utilizando los coeficientes de conversión vigentes para la tasa de descuento, mano de obra y divisa [1]. Ello resultó en un coeficiente de conversión agregado de 0,93638 para las obras civiles y de 1,0 para gastos en expropiaciones y programas de gastos corrientes. Aplicando estos coeficientes a los costos arriba expresados a precios de mercado se obtienen los siguientes valores para los costos a precios sociales:

Obras civiles	$	394.200.000
Mantención	$	3.942.000

El resumen de costos del proyecto a precios sociales se muestra en la Tabla Nº 5.1 D.

---

1 LJG Ingenieros Consultores, Actualización Embalse Gran Convento Viejo, DOH, MOP, noviembre 2000

5.1.2.3 Beneficios del Proyecto

Beneficios agrícolas

Un 60% del área servida por el Canal está ocupada por viñas. Esta viña no será afectada por el cambio en la calidad del agua en la fuente ni por la protección contra la contaminación en curso. Por ello, no es considerada ni en la situación sin proyecto ni en la con proyecto. Similarmente, existen unas 170 ha con praderas permanentes (alfalfa), que tampoco van a verse afectadas por el cambio en la calidad del agua, y otras 50 ha con cultivos diversos o praderas naturales.

En el resto del área servida por el Canal (unas 400 ha), los regantes podrán adoptar un plan de cultivos más intensivo y más rentable, re-introduciendo en sus predios la producción de hortalizas y reduciendo en algún grado la producción de chacras.

Situación actual y mejorada sin proyecto

El predio promedio del área del proyecto es de 8 ha, de las cuales en promedio 5,0 ha se plantan con cebolla; 2,0 ha con papa, y 1,0 ha con maíz choclero. No se pueden introducir cultivos más intensivos y de mayor valor por la mala calidad biológica y química de las aguas que reciben por el Canal.

A futuro, la situación se deteriorará al crecer la población asentada en el margen del Canal y las actividades económicas contaminantes. En el plazo previsto en el análisis económico (20 años) no se prevé que tal deterioro progresivo de la calidad de las aguas vaya a llevar a restricciones al uso del suelo superiores a las vigentes en la actualidad.

La limitación por calidad de aguas es vinculante, por lo que no puede plantearse una alternativa de "mejora" por validación y transferencia tecnológica, o por pequeñas inversiones alternativas al proyecto. Por ello, se plantea una situación "mejorada" sin proyecto al mismo nivel actual, sin futuro decrecimiento como consecuencia del creciente deterioro de la calidad del agua, pero también sin futuro incremento por efecto de otras acciones.

Situación con Proyecto

Se postula que, durante un período de 5 años, la estructura de uso del suelo será progresivamente modificada. La 1,0 ha de maíz choclero será eliminada y junto con 2,0 de las 5,0 ha de cebolla serán substituidas por 1,0 ha adicional de papa y 2,0 ha de cultivos intensivos (tipificados por 2,0 ha de lechuga, cultivada dos veces en el año).

Los beneficios cuantificables atribuibles al proyecto son el incremento en el margen bruto de producción entre la situación (mejorada) sin proyecto y la situación con proyecto. Este incremento es positivo para todos los años estudiados.

Los beneficios del proyecto a precios de mercado se muestran en la Tabla Nº 5.1 C. Los beneficios a precios sociales, en la Tabla Nº 5.1 D.

5.1.2.4 Los Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto

El flujo de caja del proyecto a precios de mercado se incluye en la Tabla Nº 5.1 C. El flujo a precios sociales, en la Tabla Nº 5.1 D.

La tasa económica interna de retorno del proyecto a precios de mercado asciende a 41%, y su VAN, computado a una tasa de actualización de 10% es de $ 1.104,5 millones.

La tasa económica interna de retorno del proyecto a precios sociales asciende a 57%, y su VAN, computado a una tasa de actualización de 10% es de $ 1.619,4 millones.

5.1.3 PROYECTO CUATRO CANALES INTERFERIDOS PLANTA EL TREBAL (Esperanza Bajo; Romero, El Castillo, y Santa Cruz)

Los cuatro canales citados toman agua desde el cauce del río Mapocho. Antes de la puesta en marcha de la Planta El Trebal, el flujo "natural" del río Mapocho en el punto de toma estaba aumentado por 1,5 m^3/s provenientes del Colector Santiago Sur (hoy día subsumido en el Interceptor Maipú – San Bernardo). Con su puesta en marcha, el citado caudal es derivado a la Planta para su tratamiento y restituido al río en un punto inferior a las tomas de los 4 canales, por lo cual éstos no pueden continuar captándolas.

El proyecto consiste en construir las obras de restitución para conducir el ya citado 1,5 m^3/s desde las obras de salida de la Planta El Trebal hasta los citados canales.

Los "beneficios" del proyecto consisten en mantener la situación actual de producción agropecuaria, con su tendencia histórica de crecimiento. Sin el proyecto, la disponibilidad de agua para las áreas servidas por los 4 canales se verá reducida en los años en que el flujo "natural" en el río Mapocho no alcance para satisfacer las demandas actuales de la zona.

5.1.3.1 Costos del Proyecto a Precios de Mercado

Obras Civiles

El costo de las obras civiles ha sido estimado en $ 1.080 millones (equivalente a UF 63.530, y a US$ 1.742.000), a ser invertidos en un año.

Operación y Mantención

Las obras postuladas son pasivas y no requieren de desembolsos por concepto de operación. Para su mantención se ha postulado un 1% del monto de la inversión.

Expropiaciones y Compensaciones Sociales

Las obras serán realizadas en terrenos sea de la Planta El Trebal o de los canales mismos, por lo que no se requerirá de expropiaciones ni compensaciones.

Compensación Ambiental

Las obras del proyecto no tienen ningún impacto ambiental negativo, por lo que no se ha determinado la necesidad de compensaciones.

Puesta en Riego

Dado que las 4.320 ha servidas por los 4 canales ya están bajo riego, no será necesario invertir en puesta en riego

Tecnificación del Riego

Se espera que los regantes van a seguir tecnificando progresivamente la aplicación de agua a sus cultivos hortícolas (riego por cintas). Esta es una actividad autónoma y adicional al proyecto y que, como se demostró en el predio analizado en Mallarauco, es altamente rentable en si misma. Por ello, no se la incorpora al análisis.

Validación y transferencia tecnológica

Dado que los cultivos que se espera sean adoptados en la situación futura son conocidos en el área servida por los 4 canales, no parece necesario postular un programa de validación y transferencia tecnológica para el área del proyecto.

Total de Costos a Precios de Mercado

El resumen de costos del proyecto se muestra en la Tabla Nº 5.1 F.

5.1.3.2 Costos del Proyecto a Precios Sociales

Aplicando el coeficiente de conversión agregado de 0,93638 para las obras civiles y de 1,0 para gastos en expropiaciones y programas de gastos corrientes a los costos arriba expresados a precios de mercado se obtienen los siguientes valores para los costos a precios sociales:

Obras civiles	$	1.011.300.000
Mantención	$	10.113.000

El resumen de costos del proyecto a precios sociales se muestra en la Tabla 5.1 E.

5.1.3.3 Beneficios del Proyecto

Las pérdidas por falla en la disponibilidad de agua

Se estima que la zona servida por los cuatro canales interferidos se riega, en promedio, con 1,5 l/s/ha. Para esa tasa de riego, la probabilidad de no excedencia del caudal requerido sobre la base del **caudal no restituido** asciende a 4,17% en el mes de diciembre; a 6,25% en el de enero; y a 16,67% en el de febrero.

En los años de falla, las pérdidas en cultivos anuales son equivalentes a la proporción del área cultivada que es afectada, multiplicada por el valor promedio del valor del margen bruto de los cultivos que estén todavía en campo en esos meses.

Las pérdidas en frutales y viñas dependerán de la profundidad de falla y de su repetición en años sucesivos – sólo la producción corriente, si la falla no es muy grande y no es repetida; pérdida de los árboles y de su flujo futuro de producción si es profunda o prolongada.

Se hizo el supuesto de que, en caso de falla, los productores dejarán secar primero sus cultivos y praderas, derivando el agua así ahorrada hacia la preservación de los frutales. O que, en caso de no tener suficiente superficie propia de cultivos y praderas para "generar" suficiente agua para regar sus propios frutales, podrá comprar el agua que necesita a regantes vecinos que, a su vez, dejarán secar sus propios cultivos.

La estimación de las pérdidas agrícolas fue hecha sobre la base de una serie histórica de 48 años, de 1950 a 1997. El flujo "natural" del río Mapocho, medido en el puente del antiguo camino a Valparaíso, se presenta en la Tabla Nº 5.1 G.

Los valores a precios de mercado

Cultivos Anuales y Praderas. El agua disponible en el río, sin la restitución del agua derivada hacia El Trebal, no sería suficiente para regar la totalidad del área de cultivo en 9 años en el mes de febrero; en 3 años en el mes de diciembre, y en 1 año en el de enero. Las áreas perdidas en febrero alcanzan a un máximo de 379 ha, que es la máxima área con cultivos anuales y praderas en campo en ese mes.

Frutales y Viñas. Una vez dejadas en seco la totalidad de las hectáreas que en cada mes en análisis estaban ocupadas con cultivos anuales y viñas, se encontró que el agua disponible sin obras de restitución no sería suficiente para regar la totalidad del área de frutales y viñas en 4 años en el mes de febrero, y en 1 año en el mes de diciembre (ninguna ocurrencia en el mes de enero). Las áreas afectadas en febrero varían entre 278 ha y 567 ha, con un promedio de 420 ha. El área afectada en el único evento en el mes de diciembre sería de 600 ha.

El total de las pérdidas "corrientes", es decir, de la cosecha del año, por estos conceptos arroja un valor total de pérdida de $ 10.718,1 millones en el período, o un promedio de $ 223,3 millones por año total [2],[3].

---

[2] Como la pérdida de un cultivo o de la cosecha de un frutal se produce sólo una vez en la temporada, se consideró sólo la mayor de las pérdidas (entre los tres meses) que aconteció en cada uno de los años de falla. La suma de todas las pérdidas se promedió entre los 48 años del período de análisis.

Sólo en una ocasión se producen dos años consecutivos de falla en frutales en febrero, involucrando una superficie de 278 ha. Se supone que en este caso las plantas morirían, con lo que se produce una pérdida del valor presente (valor actualizado) del flujo de ingresos (margen bruto) que dicha área produciría en los próximos 10 años [4]. Esta pérdida alcanza un valor de $ 23,3 millones/ha, con un total de $ 6.492 millones, o un promedio de $ 135,2 millones por año.

El total de ambos tipos de pérdida, las "corrientes" y las de capital, alcanza a $ 17.210,0 millones en el período, con un promedio de $358,5 millones por año.

Los detalles del análisis se presentan en la Tabla Nº 5.1 H

Los valores a precios sociales

El total de las pérdidas "corrientes", es decir, de la cosecha del año, por estos conceptos arroja un valor total de pérdida de $ 12.173,8 millones en el período, o un promedio de $ 253,6 millones por año.

El total de las pérdidas de capital, es decir, del valor actualizado de los flujos futuros de ingreso, alcanza un valor de $ 23,3 millones/ha, con un total de pérdida de $ 6.568,6 millones en el período, o un promedio de $ 136,8 millones por año.

El total de ambos tipos de pérdida, las "corrientes" y las de capital, alcanza a $ 18.742,3 millones en el período, con un promedio de $390,5 millones por año.

Los detalles del análisis se presentan en la Tabla Nº 5.1 I.

Beneficios agrícolas

Situación Actual y Mejorada sin Proyecto

En la situación sin proyecto, la no construcción de las obras de restitución generaría las pérdidas arriba cuantificadas. A falta de una función estocástica de proyección de flujos hídricos futuros en el río Mapocho, se optó por suponer una función uniforme de pérdida para cada uno de ambos valores, pérdida "corriente" y pérdida "corriente" más pérdida de capital.

---

[3] Un indicador de tipo estadístico estocástico hubiera sido un mejor descriptor de la probabilidad de ocurrencia de tales pérdidas (computadas sobre un período hidrológico de 48 años, pero aplicadas a un período de análisis económico de 10 años), pero a nivel de análisis de pre-factibilidad el promedio simple, sin actualizar, de los eventos encontrados ha parecido suficientemente exacto para valorar las pérdidas derivadas de la no-restitución de las aguas derivadas hacia El Trebal.

[4] La rentabilidad de los proyectos ha sido analizada sobre un período de análisis de 20 años. Por ello, pareció prudente actualizar el flujo de ingresos futuros sólo durante la mitad de ese período.

No existe "situación mejorada", pero sí proyectos alternativos, los que se discuten más adelante.

Situación con Proyecto

En la situación con proyecto, las pérdidas mencionadas no se producen, continuando el flujo de ingresos al nivel actual. El incremental de ingresos debido al proyecto es el monto de las pérdidas que se evitan.

5.1.3.4 Los Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto

El flujo de caja del proyecto a precios de mercado se incluye en la Tabla Nº 5.1 E. El flujo a precios sociales, en la Tabla Nº 5.1 F.

Considerando sólo las pérdidas "corrientes"

La tasa económica interna de retorno del proyecto a precios de mercado asciende a 24%, y su VAN, computado a una tasa de actualización de 10% es de $ 837,1 millones.

La tasa económica interna de retorno del proyecto a precios sociales asciende a 32%, y su VAN, computado a una tasa de actualización de 10% es de $ 1.163,0 millones.

Considerando tanto las pérdidas "corrientes" como las de capital

La tasa económica interna de retorno del proyecto a precios de mercado asciende a 48%, y su VAN, computado a una tasa de actualización de 10% es de $ 1.988,5 millones.

La tasa económica interna de retorno del proyecto a precios sociales asciende a 61%, y su VAN, computado a una tasa de actualización de 10% es de $ 2.328,0 millones,

5.1.4 Proyectos Alternativos

Independientemente de que la rentabilidad absoluta del proyecto en comento sea positiva, existe una manera alternativa de restituir a los regantes de los cuatro canales los volúmenes de agua que recibían antes de la interferencia establecida por la puesta en marcha de la Planta El Trebal. Este es el alumbramiento de 1,5 m^3/s de aguas subterráneas, abundantes en la zona y a profundidades adecuadas para su explotación, durante los meses de diciembre, enero y febrero.

Costos del Proyecto Alternativo (Pozos) a Precios de Mercado

Pozos

La construcción de 15 pozos, de un diámetro de 16", una profundidad de 80 m, y un gasto de 120 l/s, se estima en $ 444.720.000, con una vida útil de 30 años. Las bombas para su equipamiento es de $ 216.750.000, con una vida útil de 5 años. Las cañerías de las bombas, piezas especiales, cañerías de los pozos, subestación y transformador eléctricos, y tableros de control para los 15 pozos se estima en $ 379.185.000, con una vida útil de 50 años. Los costos de las cañerías y otros elementos para la impulsión a los canales se estima en $ 61.200.000, con una vida útil similar.

El costo total de inversión del proyecto alternativo es de $ 1.101.855.000

Costos de Operación y Mantención

Los costos de operación del sistema de 15 pozos, durante un período de 90 días, se estiman en $ 81.648.000 por año. Los costos de mantención se estiman en 3% de los costos de los pozos, y de 5% de todos los demás ítemes, con un total anual de $ 46.198.000.

Total de Costos a Precios de Mercado

El resumen de costos del proyecto alternativo se muestra en la Tabla Nº 5.1 J

Beneficios del Proyecto Alternativo a Precios de Mercado

Los beneficios del proyecto alternativo son idénticos a los del proyecto directo de restitución, que se presentan en las Tablas Nº 5.1 E y J. La explicación de su cómputo se presenta en el numeral c.3.

Los Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto Alternativo, a Precios de Mercado

El flujo de caja del proyecto a precios de mercado se incluye en la Tabla Nº 5.1 J

La tasa económica de retorno del proyecto alternativo a precios de mercado asciende a 2%, considerando solamente las pérdidas "corrientes", y a 24% si se consideran las pérdidas totales.

El VAN del proyecto es de $ -392.579.000 para el primer caso, y de $ 758.855.000 para el segundo, respectivamente.

Análisis

Los costos de inversión de este proyecto alternativo son prácticamente idénticos a los de los canales de restitución propuestos ($ 1.102 millones, comparado con $ 1.080 millones para el proyecto de canales). Sin embargo, los mayores costos de mantención ($ 46,2 millones por año, comparados con $ 10,8 millones), y la adición de costos de operación ($ 81,65 millones por año) hacen que el proyecto alternativo (pozos), que generaría los mismos beneficios que el proyecto de canales de restitución, sea mucho menos rentable que éste. De hecho, la rentabilidad del proyecto de pozos a precios de mercado es casi negativa (2%) si sólo se consideran las pérdidas "corrientes".

Ambos indicadores de rentabilidad económica para todos proyectos se presentan en la Tabla Resumen 5.1 A.

5.1.A TABLA RESUMEN

Nombre del Proyecto	A precios de mercado		A precios sociales	
	TIR	VAN al 10%	TIR	VAN al 10%
Mallarauco (un predio)	30%	12.601.000	-	-
Esperanza Alto	41%	1.104.540.000	57%	1.619.408.000
Canales Interferidos				
Considerando sólo pérdidas "corrientes"	24%	837.081.000	32%	1.162.952.000
Considerando pérdidas totales	48%	1.988.515.000	61%	2.327.999.000
Canales Interferidos Proyecto Alternativo: Pozos				
Considerando sólo pérdidas "corrientes"	2%	-392.579.000		
Considerando pérdidas totales	24%	758.855.000		

TABLA N 5.1 B

PROYECTO LEY DE FOMENTO DEL RIEGO EN MALLARAUCO

(A precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

Predio de 10 hectáreas, con 5 ha con riego tecnificado (por cinta)

AÑOS	(ha)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS		**5.542**	**2.813**	**2.885**	**4.236**	**4.308**	**2.878**	**3.058**	**3.058**	**3.058**	**3.058**
Instalación		4230	1430	1430	1430	1430					
Operación y Mantención		212	283	355	426	498	498	498	498	498	498
Puesta en riego		100	100	100	100	100					
Reemplazo equipos							1100				
Reemplazo cintas 1					1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
Reemplazo cintas 2								1280	1280	1280	1280
Validac. y Trasf. Tecnológica		1000	1000	1000	1000	1000					
BENEFICIOS											
Situación sin Proyecto											
Alfalfa	1	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
Pradera natural	9	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
Total sin Proyecto	**10**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**
Situación con Proyecto											
Alfalfa	4	155	309	464	619	773	773	773	773	773	773
Trebol Alejandrino	1	19,8	39,6	59,4	79,2	99	99	99	99	99	99
Lechuga	1	429	858	1.286	1.715	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144
Coliflor	2	534	1.068	1.602	2.137	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671
Cebolla	2	231	462	693	925	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156
Total con Proyecto	**10**	**1.369**	**2.737**	**4.106**	**5.474**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**
FLUJO NETO DEL PROYECTO		**-4.670**	**-573**	**724**	**741**	**2.038**	**3.468**	**3.288**	**3.288**	**3.288**	**3.288**
Tasa Interna de Retorno		**30%**									
VAN al 10%		**12.601**									

TABLA N 5.1 B (continuación)
PROYECTO LEY DE FOMENTO DE RIEGO EN MALLARAUCO
(A precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)
Predio de 10 hectáreas, con 5 ha con riego tecnificado (por cinta)

AÑOS	(ha)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COSTOS		**4.158**	**3.058**	**3.058**	**3.058**	**3.058**	**4.158**	**3.058**	**3.058**	**3.058**	**3.058**
Instalación											
Operación y Mantención		498	498	498	498	498	498	498	498	498	498
Puesta en riego											
Reemplazo equipos		1100					1100				
Reemplazo cintas 1		1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
Reemplazo cintas 2		1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
Validac. y Trasf. Tecnológica											
BENEFICIOS											
Situación sin Proyecto											
Alfalfa	1	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
Pradera natural	9	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
Total sin Proyecto	**10**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**	**497**
Situación con Proyecto											
Alfalfa	4	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773
Trebol Alejandrino	1	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Lechuga	1	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144	2.144
Coliflor	2	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671	2.671
Cebolla	2	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156
Total con Proyecto	**10**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**	**6.843**
FLUJO NETO DEL PROYECTO		**2.188**	**3.288**	**3.288**	**3.288**	**3.288**	**2.188**	**3.288**	**3.288**	**3.288**	**3.288**

TABLA N 5.1 C

PROYECTO PROTECCIÓN AGUAS DE CANAL DE CONTAMINACIÓN EN CURSO

PADRE HURTADO - CANAL ESPERANZA ALTO

(a precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS		**421.000**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**
Obras Civiles		421.000									
Mantención de obras civiles		0	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210
BENEFICIOS											
Situación sin Proyecto	400 ha	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997
Situación con Proyecto	400 ha	269.336	313.673	358.009	402.345	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683
FLUJO NETO DEL PROYECTO		**-376.661**	**84.466**	**128.802**	**173.138**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**
Tasa Interna de Retorno		**41%**	**;**	**VAN al 10%**		**1.104.540**					
TABLA DE CÓMPUTO DE LOS BENEFICIOS											
Predio Tipo, de 8 ha											
Situación sin Proyecto	**(ha)**										
Cebolla	5	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334
Papa	2	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029
Maíz choclero	1	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137
Total sin Proyecto	**8**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**
Situación con Proyecto	**(año 5)**										
Cebolla	3	1.227	1.120	1.014	907	**800**	800	800	800	800	800
Papa	3	2.392	2.756	3.119	3.483	**3.846**	3.846	3.846	3.846	3.846	3.846
Maíz choclero	0	910	682	455	227	**0**	0	0	0	0	0
Lechuga	2	858	1.715	2.573	3.430	**4.288**	4.288	4.288	4.288	4.288	4.288
Total con Proyecto	**8**	**5.387**	**6.273**	**7.160**	**8.047**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**

TABLA N 5.1 C (continuación)
PROYECTO PROTECCIÓN AGUAS DE CANAL DE CONTAMINACIÓN EN CURSO
PADRE HURTADO - CANAL ESPERANZA ALTO
(a precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COSTOS	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**	**4.210**
Obras Civiles										
Mantención de obras civiles	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210	4.210
BENEFICIOS										
Situación sin Proyecto	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997	224.997
Situación con Proyecto	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683	446.683
FLUJO NETO DEL PROYECTO	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**	**217.476**
TABLA DE CÓMPUTO DE LOS BENEFICIOS										
Predio Tipo, de 8 ha										
Situación sin Proyecto										
Cebolla	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334	1.334
Papa	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029	2.029
Maíz choclero	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137	1.137
Total sin Proyecto	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**	**4.500**
Situación con Proyecto										
Cebolla	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Papa	3.846	3.846	3.846	3.846	3.846	3.846	3.846	3.846	3.846	3.846
Maíz choclero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lechuga	4.288	4.288	4.288	4.288	4.288	4.288	4.288	4.288	4.288	4.288
Total con Proyecto	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**	**8.934**

TABLA N 5.1 D

PROYECTO PROTECCIÓN AGUAS DE CANAL DE CONTAMINACIÓN EN CURSO

PADRE HURTADO - CANAL ESPERANZA ALTO

(A precios sociales, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS		**394.200**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**
Obras Civiles		394.200									
Mantención de obras civiles		0	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942
BENEFICIOS											
Situación sin Proyecto	400 ha	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693
Situación con Proyecto	400 ha	370.258	428.867	487.475	546.084	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656
Flujo neto del proyecto		**-335.634**	**113.232**	**171.841**	**230.449**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**
Tasa Interna de Retorno		**57%**	**;**	**VAN al 10%**		**1.619.408**					
TABLA DE CÓMPUTO DE LOS BENEFICIOS											
Predio Tipo, de 8 ha											
Situación sin Proyecto	**(ha)**										
Cebolla	5	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817
Papa	2	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213
Maíz choclero	1	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203
Total sin Proyecto	**8**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**
Situación con Proyecto	**(año 5)**										
Cebolla	3	2.781	2.746	2.710	2.675	**2.639**	2.639	2.639	2.639	2.639	2.639
Papa	3	2.598	2.984	3.369	3.755	**4.140**	4.140	4.140	4.140	4.140	4.140
Maíz choclero	0	962	722	481	241	**0**	0	0	0	0	0
Lechuga	2	1.063	2.126	3.189	4.252	**5.315**	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315
Total con Proyecto	**8**	**7.405**	**8.577**	**9.750**	**10.922**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**

TABLA N 5.1 D (continuación)
PROYECTO PROTECCIÓN AGUAS DE CANAL DE CONTAMINACIÓN EN CURSO
PADRE HURTADO - CANAL ESPERANZA ALTO
(A precios sociales, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COSTOS		**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**	**3.942**
Obras Civiles											
Mantención de obras civiles		3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942	3.942
BENEFICIOS											
Situación sin Proyecto	400 ha	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693	311.693
Situación con Proyecto	400 ha	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656	604.656
Flujo neto del proyecto		**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**	**289.022**
TABLA DE CÓMPUTO DE LOS BENEFICIOS											
Predio Tipo, de 8 ha											
Situación sin Proyecto	**(ha)**										
Cebolla	5	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817
Papa	2	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213	2.213
Maíz choclero	1	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203
Total sin Proyecto	**8**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**	**6.234**
Situación con Proyecto	**(año 5)**										
Cebolla	3	2.639	2.639	2.639	2.639	2.639	2.639	2.639	2.639	2.639	2.639
Papa	3	4.140	4.140	4.140	4.140	4.140	4.140	4.140	4.140	4.140	4.140
Maíz choclero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lechuga	2	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315	5.315
Total con Proyecto	**8**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**	**12.093**

TABLA N 5.1 E
PROYECTO CANALES INTERFERIDOS
(a precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS										
Obras Civiles	1.080.000									
Mantención de obras civiles	0	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800
Total Costos	**1.080.000**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**
BENEFICIOS										
Opción 1: Sólo pérdidas "corrientes"	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**
Flujo neto del proyecto	**-856.706**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**
Tasa Interna de Retorno	**24%**									
VAN al 10%	**837.081**									
Opción 2: Pérdidas Totales	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**
Flujo neto del proyecto	**-721.459**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**
Tasa Interna de Retorno	**48%**									
VAN al 10%	**1.988.515**									

TABLA N 5.1 E (continuación)
PROYECTO CANALES INTERFERIDOS
(a precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COSTOS										
Obras Civiles										
Mantención de obras civiles	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800
Total Costos	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**	**10.800**
BENEFICIOS										
Opción 1: Sólo pérdidas "corrientes"	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**
Flujo neto del proyecto	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**	**212.494**
Opción 2: Pérdidas Totales	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**
Flujo neto del proyecto	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**	**347.741**

TABLA N 5.1 F
PROYECTO CANALES INTERFERIDOS
(a precios sociales, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS										
Obras Civiles	1.011.290									
Mantención de obras civiles	0	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113
Total Costos	**1.011.290**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**
BENEFICIOS										
Opción 1: Sólo pérdidas "corrientes"	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	**-757.670**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**
Tasa Interna de Retorno	**32%**									
VAN al 10%	**1.162.952**									
Opción 2: Pérdidas Totales	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	[illegible]	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**
Tasa Interna de Retorno	**61%**									
VAN al 10%	**2.327.999**									

TABLA N 5.1 F (continuación)
PROYECTO CANALES INTERFERIDOS
(A precios sociales, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COSTOS										
Obras Civiles										
Mantención de obras civiles	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113	10.113
Total Costos	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**	**10.113**
BENEFICIOS										
Opción 1: Sólo pérdidas "corrientes"	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**	**253.620**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**	**243.507**
Opción 2: Pérdidas Totales	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**	**390.466**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**	**380.353**

TABLA No 5.1 G

CAUDAL EN EL RIO MAPOCHO

En el puente del antiguo camino a Valparaíso, en metros cúbicos por segundo

Años 1950-1997

Año	Diciembre	Enero	Febrero	Demanda Actual	Demanda Futura
1950	23,386	10,546	5,205	6,4785	5,1165
1951	14,864	11,456	5,638	6,4785	5,1165
1952	17,895	11,812	7,435	6,4785	5,1165
1953	54,177	35,337	25,777	6,4785	5,1165
1954	13,562	11,58	5,601	6,4785	5,1165
1955	9,436	9,308	4,82	6,4785	5,1165
1956	7,214	7,759	3,099	6,4785	5,1165
1957	21,635	12,362	6,357	6,4785	5,1165
1958	13,677	8,152	4,229	6,4785	5,1165
1959	26,384	14,117	4,779	6,4785	5,1165
1960	17,543	10,264	4,666	6,4785	5,1165
1961	38,534	17,79	14,138	6,4785	5,1165
1962	15,276	9,213	4,524	6,4785	5,1165
1963	59,093	41,999	20,078	6,4785	5,1165
1964	5,138	6,89	3,188	6,4785	5,1165
1965	29,571	28,777	16,309	6,4785	5,1165
1966	21,443	10,657	8,809	6,4785	5,1165
1967	6,474	6,263	2,745	6,4785	5,1165
1968	1,835	3,77	1,884	6,4785	5,1165
1969	11,679	8,049	4,777	6,4785	5,1165
1970	6,568	5,273	2,236	6,4785	5,1165
1971	8,5	5,696	2,317	6,4785	5,1165
1972	40,666	50,338	29,262	6,4785	5,1165
1973	13,535	15,296	9,303	6,4785	5,1165
1974	18,475	18,493	10,348	6,4785	5,1165
1975	9,751	7,843	3,968	6,4785	5,1165
1976	6,569	6,602	2,753	6,4785	5,1165
1977	37,999	19,745	14,182	6,4785	5,1165
1978	55,419	41,241	19,867	6,4785	5,1165
1979	21,691	22,017	23,778	6,4785	5,1165
1980	36,88	25,183	23,24	6,4785	5,1165
1981	8,59	9,011	4,3	6,4785	5,1165
1982	71,67	59,815	43,771	6,4785	5,1165
1983	29,167	18,719	14,995	6,4785	5,1165
1984	38,664	31,727	32,484	6,4785	5,1165
1985	11,711	10,404	6,604	6,4785	5,1165

TABLA No 5.1 G (continuación)
CAUDAL EN EL RIO MAPOCHO
En el puente del antiguo camino a Valparaíso, en metros cúbicos por segundo
Años 1950-1997

Año	Diciembre	Enero	Febrero	Demanda Actual	Demanda Futura
1986	37,813	28,315	18,613	6,4785	5,1165
1987	71,558	53,92	30,509	6,4785	5,1165
1988	8,796	8,327	6,437	6,4785	5,1165
1989	22,104	10,36	4,641	6,4785	5,1165
1990	6,625	6,958	3,238	6,4785	5,1165
1991	38,787	29,129	18,732	6,4785	5,1165
1992	24,448	22,2	15,892	6,4785	5,1165
1993	17,525	19,315	9,334	6,4785	5,1165
1994	24,712	14,725	8,718	6,4785	5,1165
1995	13,88	8,897	4,239	6,4785	5,1165
1996	2,816	4,052	1,979	6,4785	5,1165
1997	54,489	41,924	23,346	6,4785	5,1165

TABLA N° 5.1 H

ANÁLISIS DE FALLAS - SITUACIÓN ACTUAL A PRECIOS DE MERCADO

4319 ha

Caudal en río Mapocho, 1960 a 1997, m3/seg				Demanda	Déficit de abastecimiento (m3/s)			Superficie con desabastecimiento (ha)			Superficie con abastecimiento (ha)		
Año	Diciembre	Enero	Febrero	Actual	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero
1950	23,386	10,546	5,205	6,4785			-1,2735			849			3.470
1951	14,864	11,456	5,638	6,4785			-0,8405			560			3.759
1952	17,895	11,812	7,435	6,4785									
1953	54,177	35,337	25,777	6,4785									
1954	13,562	11,58	5,601	6,4785			-0,8775			585			3.734
1955	9,436	9,308	4,82	6,4785			-1,6585			1.106			3.213
1956	7,214	7,759	3,099	6,4785			-3,3795			2.253			2.066
1957	21,635	12,362	6,357	6,4785			-0,1215			81			4.238
1958	13,677	8,152	4,229	6,4785			-2,2495			1.500			2.819
1959	26,384	14,117	4,779	6,4785			-1,6995			1.133			3.186
1960	17,543	10,264	4,666	6,4785			-1,8125			1.208			3.111
1961	38,534	17,79	14,138	6,4785									
1962	15,276	9,213	4,524	6,4785			-1,9545			1.303			3.016
1963	59,093	41,999	20,078	6,4785									
1964	5,138	6,89	3,188	6,4785	-1,3405		-3,2905	894		2.194	3.425		2.125
1965	29,571	28,777	16,309	6,4785									
1966	21,443	10,657	8,809	6,4785									
1967	6,474	6,263	2,745	6,4785	-0,0045	-0,2155	-3,7335	3	144	2.489	4.316	4.175	1.830
1968	1,835	3,77	1,884	6,4785	-4,6435	-2,7085	-4,5945	3.096	1.806	3.063	1.223	2.513	1.256
1969	11,679	8,049	4,777	6,4785			-1,7015			1.134			3.185
1970	6,568	5,273	2,236	6,4785		-1,2055	-4,2425		804	2.828		3.515	1.491
1971	8,5	5,696	2,317	6,4785		-0,7825	-4,1615		522	2.774		3.797	1.545
1972	40,666	50,338	29,262	6,4785									

TABLA N° 5.1 H (continuación)
ANÁLISIS DE FALLAS - SITUACIÓN ACTUAL A PRECIOS DE MERCADO

										Margen Bruto por hectárea:			
	Superficie que ya no se riega:			Superficie con cultivos:						Cult:	893	540	930
	181	1.578	2.117	2.314	918	379				F&V:	3.761	3.761	3.761

Año	Superficie que queda sin agua			De las cuales son Frutales y Viñas			De las cuales son Cultivos Anuales			Pérdidas por quedar sin agua			
	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Máxima
1950													
1951													
1952													
1953													
1954													
1955													
1956			136						136			126.480	126.480
1957													
1958													
1959													
1960													
1961													
1962													
1963													
1964	713		77				713		77	636.411		71.300	636.411
1965													
1966													
1967			372						372				
1968	2.915	228	946	601		567	2.314	228	379	4.325.509	122.940	2.484.957	4.325.509
1969													
1970			711			332			379			1.602.376	1.602.376
1971			657			278			379			1.399.282	1.399.282
1972													

TABLA Nº 5.1 H (continuación)

Caudal en río Mapocho, 1960 a 1997, m3/seg				Demanda	Déficit de abastecimiento (m3/s)			Superficie con desabastecimiento (ha)			Superficie con abastecimiento (ha)		
Año	Diciembre	Enero	Febrero	Actual	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero
1973	13,535	15,296	9,303	6,4785									
1974	18,475	18,493	10,348	6,4785									
1975	9,751	7,843	3,968	6,4785			-2,5105			1.674			2.645
1976	6,569	6,602	2,753	6,4785			-3,7255			2.484			1.835
1977	37,999	19,745	14,182	6,4785									
1978	55,419	41,241	19,867	6,4785									
1979	21,691	22,017	23,778	6,4785									
1980	36,88	25,183	23,24	6,4785									
1981	8,59	9,011	4,3	6,4785			-2,1785			1.452			2.867
1982	71,67	59,815	43,771	6,4785									
1983	29,167	18,719	14,995	6,4785									
1984	38,664	31,727	32,484	6,4785									
1985	11,711	10,404	6,604	6,4785									
1986	37,813	28,315	18,613	6,4785									
1987	71,558	53,92	30,509	6,4785									
1988	8,796	8,327	6,437	6,4785			-0,0415			28			4.291
1989	22,104	10,36	4,641	6,4785			-1,8375			1.225			3.094
1990	6,625	6,958	3,238	6,4785			-3,2405			2.160			2.159
1991	38,787	29,129	18,732	6,4785									
1992	24,448	22,2	15,892	6,4785									
1993	17,525	19,315	9,334	6,4785									
1994	24,712	14,725	8,718	6,4785									
1995	13,88	8,897	4,239	6,4785			-2,2395			1.493			2.826
1996	2,816	4,052	1,979	6,4785	-3,6625	-2,4265	-4,4995	2.442	1.618	3.000	1.877	2.701	1.319
1997	54,489	41,924	23,346	6,4785									

Tabla N° 6.1 H (continuación)

Año	Pérdidas por quedar sin agua			De las cuales son Frutales y Viñas			De las cuales son Cultivos Anuales			Pérdidas por quedar sin agua			
	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Máxima
1973													
1974													
1975													
1976			367						367			341.000	341.000
1977													
1978													
1979													
1980													
1986													
1987													
1988													
1989													
1990			43						43			40.300	40.300
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996	2.261	40	883			504	2.261	40	379	2.018.775	21.420	2.246.760	2.246.760
1997													

Suma:	**10.718.118**
Promedio en período:	**223.294**
Más, pérdidas en F&V, un año, 278 ha:	**6.491.856**
Promedio en período:	**135.247**
Total pérdidas promedio año:	**358.541**

TABLA N° 5.1 H (continuación)
ESTRUCTURA ACTUAL DE CULTIVO EN LAS 4319 ha

	Esperanza Bajo		Los otros tres Canales		Total	Cultivos demandando agua en:			Margen Bruto	Margen Bruto de los Cultivos:			
	%	ha	%	ha	ha	Diciembre	Enero	Febrero	por hectárea	Diciembre	Enero	Febrero	
Cultivos y Alfalfa													
Alfalfa	4,1	49	0,6	19	68	68	68	68	137	9.333	9.333	9.333	
Brócoli	2,7	33	0	0	33	33	33	33	1.335	43.482	43.482	43.482	
Cebolla	38,5	464	2,4	75	539	539	539	0	267	143.814	143.814	0	
Habas	0	0	0,6	19	19	0	0	0	800	0	0	0	
Maiz choclero	16,1	194	29,7	925	1.119	1.119	0	0	1.137	1.272.272	0	0	
Papa	14,9	180	5,4	168	348	348	174	174	1.014	352.780	176.390	176.390	
Poroto	0,1	1	3	93	95	95	47	47	800	75.677	37.838	37.838	
Tomate	0,1	1	3,6	112	113	113	57	57	1.500	169.911	84.956	84.956	
Trigo	13,5	163	0	0	163	0	0	0	443	0	0	0	
Sub-Total						2.314	918	379		2.067.270	495.813	351.999	
Frutales y Viñas									Plena prod.				
Damasco	0	0	7,1	221	221	221	221	221	4.873	1.076.940	1.076.940	1.076.940	1076940
Duraznero	0	0	32,1	999	999	999	999	999	4.250	4.246.641	4.246.641	4.246.641	4246641
Nogales	0	0	9,5	296	296	296	296	296	1.839	543.804	543.804	543.804	543804
Paltos	0	0	6	187	187	187	187	187	4.396	821.016	821.016	821.016	821016
Viña	10	121	0	0	121	121	121	121	1.402	169.063	169.063	169.063	241200
Sub-Total						1.823	1.823	1.823		6.857.465	6.857.465	6.857.465	6.929.601
Total	100	1.206	100	3.113	4.319	4.138	2.741	2.202		8.924.734	7.353.278	7.209.464	
Areas totales		1206		3113	4.319								
Areas que no necesitan riego						**181**	**1.578**	**2.117**					
Margen Bruto / ha	Todos los cultivos/ha									**2.157**	**2.683**	**3.274**	
	Cultivos y Alfalfa/ha									**893**	**540**	**930**	
	Frutales y Viñas/ha									**3.761**	**3.761**	**3.761**	
VAN a 10% de M Bruto Frut y Viñas, 20 años										42.400.006			
VAN promedio por hectárea										**23.263**			

TABLA N° 5.1 I

ANÁLISIS DE FALLAS - SITUACIÓN ACTUAL A PRECIOS SOCIALES

4319 ha

Caudal en río Mapocho, 1950 a 1997, m3/seg				Demanda	Déficit de abastecimiento (m3/s)			Superficie con desabastecimiento (ha)			Superficie con abastecimiento (ha)		
Año	Diciembre	Enero	Febrero	Actual	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero
1950	23,386	10,546	5,205	6,4785			-1,2735			849			3.470
1951	14,864	11,456	5,638	6,4785			-0,8405			560			3.759
1952	17,895	11,812	7,435	6,4785									
1953	54,177	35,337	25,777	6,4785									
1954	13,562	11,58	5,601	6,4785			-0,8775			585			3.734
1955	9,436	9,308	4,82	6,4785			-1,6585			1.106			3.213
1956	7,214	7,759	3,099	6,4785			-3,3795			2.253			2.066
1957	21,635	12,362	6,357	6,4785			-0,1215			81			4.238
1958	13,677	8,152	4,229	6,4785			-2,2495			1.500			2.819
1959	26,384	14,117	4,779	6,4785			-1,6995			1.133			3.186
1960	17,543	10,264	4,666	6,4785			-1,8125			1.208			3.111
1961	38,534	17,79	14,138	6,4785									
1962	15,276	9,213	4,524	6,4785			-1,9545			1.303			3.016
1963	59,093	41,999	20,078	6,4785									
1964	5,138	6,89	3,188	6,4785	-1,3405		-3,2905	894		2.194	3.425		2.125
1965	29,571	28,777	16,309	6,4785									
1966	21,443	10,657	8,809	6,4785									
1967	6,474	6,263	2,745	6,4785	-0,0045	-0,2155	-3,7335	3	144	2.489	4.316	4.175	1.830
1968	1,835	3,77	1,884	6,4785	-4,6435	-2,7085	-4,5945	3.096	1.806	3.063	1.223	2.513	1.256
1969	11,679	8,049	4,777	6,4785			-1,7015			1.134			3.185
1970	6,568	5,273	2,236	6,4785		-1,2055	-4,2425		804	2.828		3.515	1.491
1971	8,5	5,696	2,317	6,4785		-0,7825	-4,1615		522	2.774		3.797	1.545
1972	40,666	50,338	29,262	6,4785									
1973	13,535	15,296	9,303	6,4785									

TABLA Nº 5.1 I (continuación)

ANÁLISIS DE FALLAS - SITUACIÓN ACTUAL A PRECIOS SOCIALES

Superficie que ya no se riega: 181 1.578 2.117

Superficie con cultivos: 2.314 918 379

Margen Bruto por hectárea:

Cult: 1128 982 1128

F&V: 3.912 3.912 3.912

	Superficie que queda sin agua			De las cuales son Frutales y Viñas			De las cuales son Cultivos Anuales			Pérdidas por quedar sin agua			
Año	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Máxima
1950													
1951													
1952													
1953													
1954													
1955													
1956			136						136			153.408	153.408
1957													
1958													
1959													
1960													
1961													
1962													
1963													
1964	713		77				713		77	803.888		86.480	803.888
1965													
1966													
1967			372						372				
1968	2.915	228	946	601		567	2.314	228	379	4.960.000	223.569	2.645.616	4.960.000
1969													
1970			711			332			379			1.727.600	1.727.600
1971			657			278			379			1.516.352	1.516.352
1972													
1973													

Tabla Nº 5.1 I (continuación)

Caudal en río Mapocho, 1960 a 1997, m3/seg				Demanda	Déficit de abastecimiento (m3/s)			Superficie con desabastecimiento (ha)			Superficie con abastecimiento (ha)		
Año	Diciembre	Enero	Febrero	Actual	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero
1974	18,475	18,493	10,348	6,4785									
1975	9,751	7,843	3,968	6,4785			-2,5105			1.674			2.645
1976	6,569	6,602	2,753	6,4785			-3,7255			2.484			1.835
1977	37,999	19,745	14,182	6,4785									
1978	55,419	41,241	19,867	6,4785									
1979	21,691	22,017	23,778	6,4785									
1980	36,88	25,183	23,24	6,4785									
1981	8,59	9,011	4,3	6,4785			-2,1785			1.452			2.867
1982	71,67	59,815	43,771	6,4785									
1983	29,167	18,719	14,995	6,4785									
1984	38,664	31,727	32,484	6,4785									
1985	11,711	10,404	6,604	6,4785									
1986	37,813	28,315	18,613	6,4785									
1987	71,558	53,92	30,509	6,4785									
1988	8,796	8,327	6,437	6,4785			-0,0415			28			4.291
1989	22,104	10,36	4,641	6,4785			-1,8375			1.225			3.094
1990	6,625	6,958	3,238	6,4785			-3,2405			2.160			2.159
1991	38,787	29,129	18,732	6,4785									
1992	24,448	22,2	15,892	6,4785									
1993	17,525	19,315	9,334	6,4785									
1994	24,712	14,725	8,718	6,4785									
1995	13,88	8,897	4,239	6,4785			-2,2395			1.493			2.826
1996	2,816	4,052	1,979	6,4785	-3,6625	-2,4265	-4,4995	2.442	1.618	3.000	1.877	2.701	1.319
1997	54,489	41,924	23,346	6,4785									

Tabla Nº 5.1 I (continuación)

Año	Pérdidas por quedar sin agua			De las cuales son Frutales y Viñas			De las cuales son Cultivos Anuales			Pérdidas por quedar sin agua			
	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Diciembre	Enero	Febrero	Máxima
1974													
1975													
1976			367						367			413.600	413.600
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982													
1983													
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
1990			43						43			48.880	48.880
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996	2.261	40	883			504	2.261	40	379	2.550.032	38.953	2.397.856	2.550.032
1997													

Suma:	**12.173.760**
Promedio en período:	**253.620**
Más, pérdidas en F&V, un año, 278 ha:	**6.568.584**
Promedio en período:	**136.846**
Total pérdidas promedio año:	**390.466**

Tabla Nº 5.1 I (continuación)

ESTRUCTURA ACTUAL DE CULTIVO EN LAS 4319 ha

	Esperanza Bajo		Los otros tres Canales		Total	Cultivos demandando agua en:			Margen Bruto	Margen Bruto de los Cultivos:			
	%	ha	%	ha	ha	Diciembre	Enero	Febrero	por hectárea	Diciembre	Enero	Febrero	
Cultivos y Alfalfa													
Alfalfa	4,1	49	0,6	19	68	68	68	68	216	14.703	14.703	14.703	
Brócoli	2,7	33	0	0	33	33	33	33	1.524	49.639	49.639	49.639	
Cebolla	38,5	464	2,4	75	539	539	539	0	880	474.071	474.071	0	
Habas	0	0	0,6	19	19	0	0	0	800	0	0	0	
Maiz choclero	16,1	194	29,7	925	1.119	1.119	0	0	1.203	1.346.349	0	0	
Papa	14,9	180	5,4	168	348	348	174	174	1.380	479.932	239.966	239.966	
Poroto	0,1	1	3	93	95	95	47	47	800	75.677	37.838	37.838	
Tomate	0,1	1	3,6	112	113	113	57	57	1.500	169.911	84.956	84.956	
Trigo	13,5	163	0	0	163	0	0	0	452	0	0	0	
Sub-Total						2.314	918	379		2.610.282	901.173	427.102	
Frutales y Viñas									Plena prod.				
Damasco	0	0	7,1	221	221	221	221	221	5.014	1.108.280	1.108.280	1.108.280	1076940
Duraznero	0	0	32,1	999	999	999	999	999	4.400	4.397.293	4.397.293	4.397.293	4246641
Nogales	0	0	9,5	296	296	296	296	296	1.963	580.493	580.493	580.493	543804
Paltos	0	0	6	187	187	187	187	187	4.597	858.710	858.710	858.710	821016
Viña	10	121	0	0	121	121	121	121	1.556	187.699	187.699	187.699	241200
Sub-Total						1.823	1.823	1.823		7.132.475	7.132.475	7.132.475	6.929.601
Total	100	1.206	100	3.113	4.319	4.138	2.741	2.202		9.742.757	8.033.648	7.559.577	
Areas totales		1206		3113	4.319								
Areas que no necesitan riego						**181**	**1.678**	**2.117**					
Margen Bruto / ha	Todos los cultivos/ha									**2.355**	**2.931**	**3.433**	
	Cultivos y Alfalfa/ha									**1.128**	**982**	**1.128**	
	Frutales y Viñas/ha									**3.912**	**3.912**	**3.912**	
VAN a 10% de M Bruto Frut y Viñas, 20 años										43.083.915			

TABLA N 5.1 J

PROYECTO CANALES INTERFERIDOS

PROYECTO ALTERNATIVO: REPOSICIÓN DE CAUDALES POR CONSTRUCCIÓN DE POZOS

(a precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSTOS	**1.183.503**	**127.846**	**127.846**	**127.846**	**127.846**	**344.596**	**127.846**	**127.846**	**127.846**	**127.846**
Perforación de Pozos	444.720									
Bombas	216.750					216.750				
Puesta en operación	379.185									
Impulsiones a canales	61.200									
Total Costos de Inversión	**1.101.855**	**0**	**0**	**0**	**0**	**216.750**	**0**	**0**	**0**	**0**
Mantención de pozos	0	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342
Mantención de bombas	0	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838
Mantención de puesta en operación	0	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959
Mantención de impulsiones	0	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
Total Costos de Mantención	**0**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**
Costos de Operación (90 días)	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**
BENEFICIOS										
Opción 1: Sólo pérdidas "corrientes"	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	**-960.209**	**95.448**	**95.448**	**95.448**	**95.448**	**-121.302**	**95.448**	**95.448**	**95.448**	**95.448**
Tasa Interna de Retorno	**2%** ;		**VAN a 10%**							
Opción 2: Pérdidas Totales	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	[illegible]	**230.695**	**230.695**	**230.695**	**230.695**	**13.945**	**230.695**	**230.695**	**230.695**	**230.695**
Tasa Interna de Retorno	**24%** ;		**VAN a 10%**		**758.855**					

TABLA N 5.1 J (continuación)
PROYECTO CANALES INTERFERIDOS
PROYECTO ALTERNATIVO: REPOSICIÓN DE CAUDALES POR CONSTRUCCIÓN DE POZOS
(a precios de mercado, en miles de pesos a precios de octubre-diciembre del 2003)

AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COSTOS	**344.596**	**127.846**	**127.846**	**127.846**	**127.846**	**344.596**	**127.846**	**127.846**	**127.846**	**127.846**
Perforación de Pozos										
Bombas	216.750					216.750				
Puesta en operación										
Impulsiones a canales										
Total Costos de Inversión	**216.750**	**0**	**0**	**0**	**0**	**216.750**	**0**	**0**	**0**	**0**
Mantención de pozos	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342	13.342
Mantención de bombas	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838	10.838
Mantención de puesta en operación	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959	18.959
Mantención de impulsiones	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
Total Costos de Mantención	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**	**46.198**
Costos de Operación (90 días)	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**	**81.648**
BENEFICIOS										
Opción 1: Sólo pérdidas "corrientes"	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**	**223.294**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	**-121.302**	**95.448**	**95.448**	**95.448**	**95.448**	**-121.302**	**95.448**	**95.448**	**95.448**	**95.448**
Opción 2: Pérdidas Totales	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**	**358.541**
FLUJO NETO DEL PROYECTO	**13.945**	**230.695**	**230.695**	**230.695**	**230.695**	**13.945**	**230.695**	**230.695**	**230.695**	**230.695**

Etapa 5.2 Evaluación Ambiental Preliminar De Proyectos

5.2.1. Objetivo y alcance

5.2.1.1 Objetivo

En relación a la evaluación ambiental, el objetivo planteado para esta sub-etapa es el siguiente:

- Realizar una evaluación ambiental preliminar de los proyectos seleccionados, incluyendo un análisis de los impactos ambientales generados por estas obras y la pertinencia para la presentación, en etapas posteriores, de estos proyectos al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), definiendo la necesidad de una Declaración o un Estudio de Impacto Ambiental.

5.2.1.2 Alcances del análisis ambiental

Para cada proyecto seleccionado, se realizará un análisis del impacto ambiental generado por las obras, mediante la elaboración de matrices de evaluación y un análisis de pertinencia para la presentación en etapas posteriores de estos proyectos al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), el cual permitirá definir la necesidad de una Declaración o un Estudio de Impacto Ambiental.

5.2.1.3 Metodología para evaluar potenciales impactos ambientales

El término "impacto ambiental" define la alteración del ambiente causada directa o indirectamente por la implementación de un proyecto o actividad en un área determinada. En este contexto, el concepto ambiente incluye el conjunto de factores físicos, sociales, culturales y estéticos, en relación con el individuo y la comunidad. El impacto ambiental en su más amplio sentido, es causado por la presencia de un proyecto que puede provocar efectos positivos como negativos. El procedimiento para la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), tiene por objetivo evaluar la relación que existe entre el proyecto propuesto y el ambiente en el cual va a ser implementado. Esto se lleva a cabo considerando la mayor cantidad de información disponible sobre diversos aspectos técnicos, legales, económicos, sociales y ambientales que permitan un juicio sobre su factibilidad y aceptabilidad. Para la evaluación del impacto ambiental se han propuesto numerosos métodos, muchos de los cuales surgieron al inicio de la década del 70.

Los métodos que se usan actualmente pueden ser agrupados en dos categorías: (i) Métodos formales estructurados como una guía y herramienta de trabajo para organizar la información ambiental derivada de un estudio del impacto; y, (ii) Métodos ad-hoc desarrollados para una situación específica sin considerar ningún esquema preestablecido.

En términos prácticos, se seguirán los siguientes pasos para hacer la evaluación ambiental preliminar solicitada:

- Primero, se describen brevemente características de cada uno de los proyectos de interés, con el fin de tener los elementos necesarios para los análisis posteriores.
- Seguidamente, se analizan las áreas de influencia de los proyectos, tanto directas (por estar radicadas allí las obras en cuestión), como las áreas de influencia indirecta, que perciben beneficios de los proyectos. Este análisis busca caracterizar mínimamente las zonas de interés, desde el punto de vista de sus componentes ambientales.
- Luego, se analizan los potenciales impactos ambientales positivos y negativos de los proyectos, en las zonas de influencia caracterizadas, buscando fundamentar las opiniones que se emiten respecto de tales impactos. Para simplificar la presentación de este análisis, se entregan cuadros de evaluación, por sectores geográficos definidos y componentes ambientales.
- En otro punto del análisis, se revisan las condiciones que señala la normativa ambiental vigente, para verificar la pertinencia del ingreso de un proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Se hacen algunas estimaciones generales, para chequear especialmente algunos parámetros relativos a obras de riego y acueductos, como son los proyectos de interés.
- Finalmente, con todos los antecedentes previos, se obtiene una conclusión sobre el impacto ambiental de los proyectos, y se sugiere el curso de acción a seguir.

5.2.2. Evaluación ambiental preliminar de proyectos seleccionados

5.2.2.1 Breve resumen de los proyectos

A continuación se presenta un breve resumen de los tres proyectos seleccionados en etapas anteriores de este trabajo. Una descripción detallada de los mismos, como asimismo los fundamentos de su selección, se presenta en Capítulos previos de este Informe.

i) Canal Esperanza Alto

Como se ha señalado, este Canal, se ubica en el sector de Rinconada, en la comuna de Padre Hurtado, Provincia de Talagante, en la Región Metropolitana, aproximadamente 5 km al noroeste de la ciudad de Padre Hurtado y a unos 2 km al norte de un área de expansión de la ciudad de Peñaflor[1]. El Canal inicia su recorrido en la ribera derecha de la 3ª Sección del Río Mapocho, aguas arriba de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas El Trebal, de Aguas Andinas S.A. El canal tiene una extensión aproximada de 12 km.

Las obras aquí planteadas tienen por objeto evitar la contaminación directa y difusa del Canal en cinco tramos específicos. El siguiente cuadro resume las intervenciones propuestas, que se fundamentan en las posibilidades de contaminación existentes en cada tramo. La ubicación detallada de cada tramo ha sido expuesta en el capítulo 4.

Tabla 5.2 A
Obras en Canal Esperanza Alto

Tramo	Obra contemplada	Largo aproximado de las obras
Nº 1	Entubamiento al inicio del Canal y en una sección del tramo frente a basural;	1.100 m
Nº 2	Protección con rejas en una sección del tramo frente a casas aisladas.	100 m
Nº 3	Entubamiento de una sección del tramo frente a casas aisladas.	1.600 m
Nº 4	Entubamiento de una sección del tramo frente a casas aisladas.	270 m
Nº 5	Rejas en secciones del tramo frente a casas aisladas.	600 m

[1] En otros Capítulos de este Informe, se precisa la ubicación exacta de ésta y las demás obras contempladas (con mapas y planos).

ii) Cuatro Canales

Este proyecto consiste básicamente en la instalación de un sifón a la salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (TAS) El Trebal de Aguas Andinas S.A., para conducir 1 m^3 de agua tratada a los Canales Romero, Castillo y Santa Cruz, atravesando con un ducto el Río Mapocho, en compensación por el menor afluente que tendrán desde el Río, dada la instalación de la Planta de TAS.

También se propone revestir un tramo inicial del Canal Esperanza Bajo, a la salida de la Planta de TAS, en la ribera del Río Mapocho, para evitar su contaminación.

Todas estas obras, es decir las del Canal Esperanza Alto y Cuatro Canales, permitirán llegar con aguas de buena calidad a áreas de cultivo de zonas agrícolas de Talagante, Peñaflor, Padre Hurtado y Lonquén.

Tabla 5.2 B
Obra en Cuatro Canales

Obras contempladas	Largo aproximado de las obras
Sifón a la salida de la Planta TAS El Trebal, entubamiento para cruzar el Río Mapocho con 1 m^3 y sifón a la entrada de Canales.	1.550 m
Revestimiento de un sector del Canal Esperanza Bajo, frente a salida de la Planta TAS El Trebal.	100 m

iii) Mallarauco

Este valle agrícola, ubicado unos 15 km al oeste de Peñaflor, tendrá –por efectos de la operación de la Planta de TAS El Trebal- aguas de mejor calidad para el cultivo.

Al protegerse, especialmente el canal Esperanza Alto, se tendrá un mayor control de eventuales focos de contaminación de las aguas de los principales Canales que llegan al Valle de Mallarauco.

Se plantea, adicionalmente, para el sector bajo de Mallarauco, que se ubica entre los Canales Reforma, un Plan de Desarrollo Agrícola, con los siguientes objetivos principales, a nivel de pequeños productores:

- Mejorar la disponibilidad de agua para riego, con instalación de pozos;
- Mejorar la calidad de los cultivos a realizar, (dada la mejor agua y la mayor disponibilidad) potenciando el cambio a especies económicamente más rentables y/o de exportación; y,
- Mejorar el tipo de riego a utilizar, difundiendo una tecnología más eficiente y barata, de cintas de goteo.

La siguiente tabla presenta de modo esquemático las obras de este último proyecto, en particular:

Tabla 5.2 C
Obras en Mallarauco

Tipo de obras contempladas en Plan de Desarrollo de Pequeños Agricultores	Superficie aproximada
• Instalación de pozos con sistemas de bombeo, • Cambio de cultivos actuales por otros más tecnificados, rentables e intensivos en mano de obra, e • Instalación de sistemas de riego por cintas de goteo.	560 hás (Potencialmente beneficiadas con el Plan)

5.2.2.2 Caracterización de áreas de influencia de los proyectos

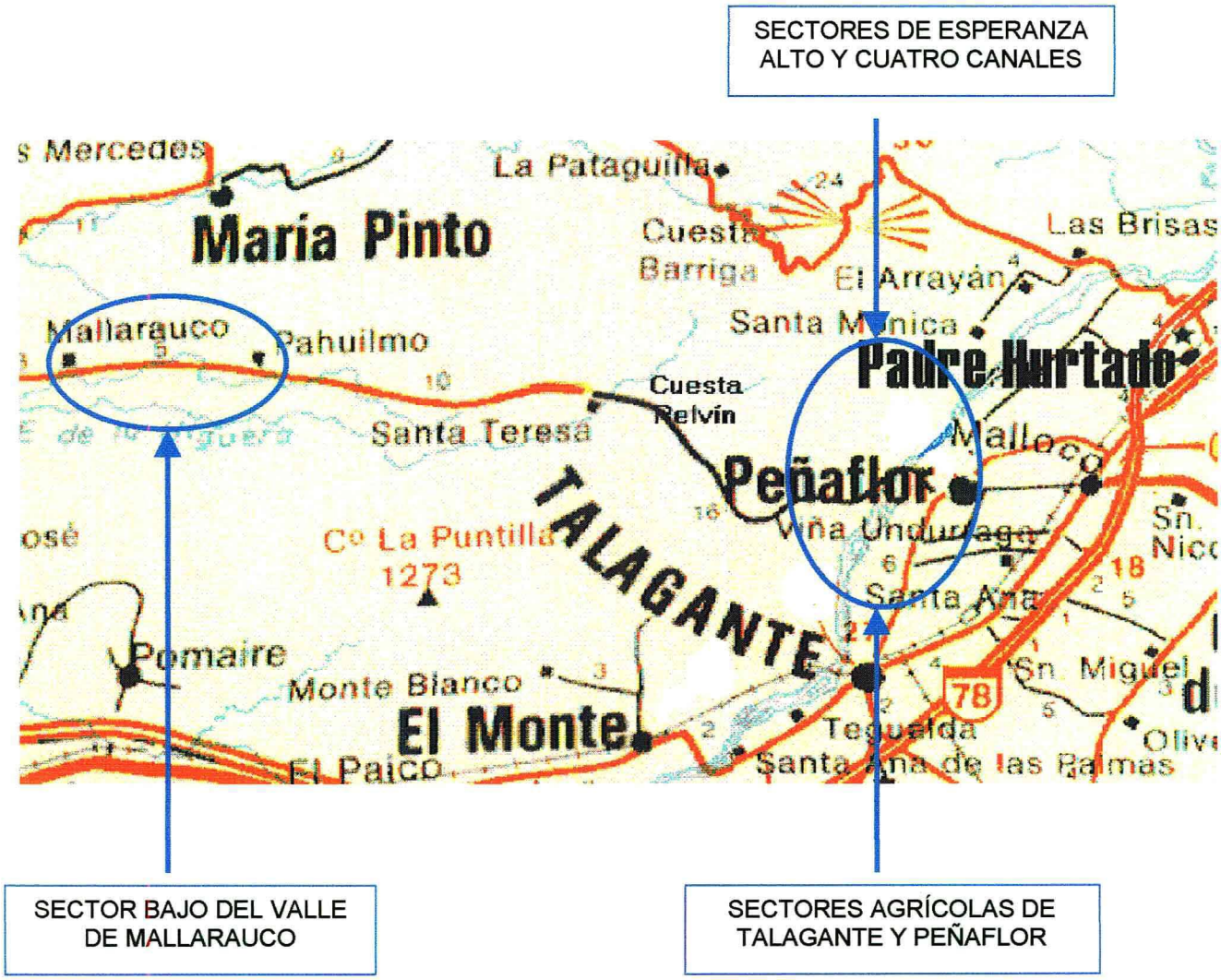
En este punto, se analizará los sectores involucrados en los proyectos seleccionados, observando de modo preliminar y con antecedentes disponibles en publicaciones (que se citan cuando corresponde), los siguientes parámetros:

- Clima
- Suelos
- Hidrología, hidrogeología y calidad de las aguas
- Vegetación, flora y fauna
- Paisaje y estética
- Ruidos
- Medio socioeconómico
- Aspectos históricos, arqueológicos y culturales
- Medio construido

Los resultados de este análisis y las siguientes evaluaciones de impactos ambientales, serán desplegados en matrices que sistematizan la información. Es preciso considerar que muchos de estos aspectos, ya han sido descritos en Capítulos previos, donde se discuten los proyectos propuestos; en particular, clima, suelos, hidrología y medio socio-económico, de algunas de las áreas de influencia de los proyectos.

En el mapa siguiente, se marcan en azul las áreas en donde se ubican los proyectos y sus zonas de influencia, directa e indirecta, que se describen a continuación.

Figura 5.2. A
Mapa de ubicación general de los proyectos y sus áreas de influencia



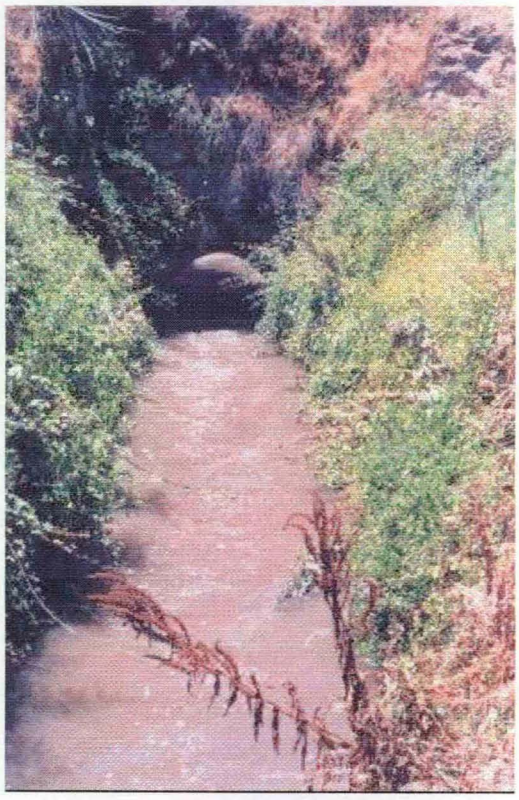
i) Sectores de Esperanza Alto y Cuatro Canales

Sectores de influencia directa de Proyectos Esperanza Alto y Cuatro Canales (parte Esperanza Bajo)[2].

La zona de influencia directa de estos proyectos –donde se realizan la obras anteriormente descritas- se caracteriza por ser bastante árida, con alta intervención antrópica y un nivel de contaminación general no despreciable, producto de:

- Cursos de agua superficial históricamente abastecidos con aguas servidas sin tratamiento,
- Depositación de residuos domiciliarios, dada la proximidad del vertedero Santa Marta,
- Zonas de extracción de áridos.

Figura 5.2 B
Salida del Canal Esperanza Alto, cerca de Bocatoma

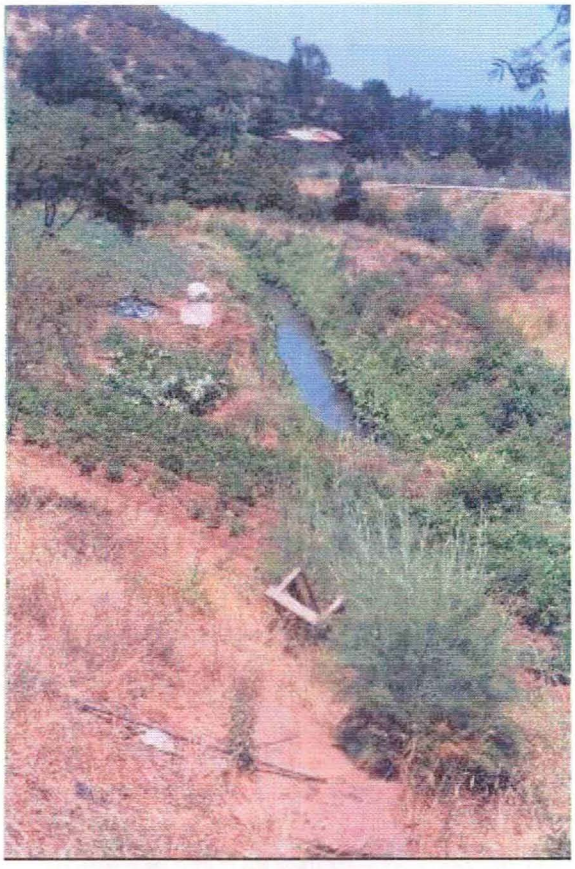


[2] Los antecedentes de esta caracterización se han obtenido principalmente del Estudio de impacto ambiental del proyecto "Relleno Sanitario Santiago Poniente", localizado en Rinconada de Maipú; CONAMA RM; 2001.

La zona está inserta en un área rural, que incluye pequeños núcleos poblados y casas dispersas. En total, los Distritos Censales involucrados en estos proyectos (La Esperanza y El Trebal) contabilizan unas 2.400 personas y 580 viviendas. Sus principales actividades son la agricultura de subsistencia y la extracción de áridos. Algún empleo adicional generan, además, la Planta El Trebal, recientemente inaugurada y el Vertedero de Residuos Sólidos Santa Marta.

Figura 5.2 C

Canal Esperanza Alto y casas aisladas cercanas



Clima:
El área se caracteriza por presentar una temperatura media anual cercana a los 15 ºC. Los valores de humedad -reportados para Maipú y Padre Hurtado- se encuentran cercanos al 70%, por lo que es esperable que el sector sea algo más seco. La precipitación media anual alcanza los 300 mm. anuales.

Calidad del Aire:
Debido a su cercanía al Área Metropolitana, alguna influencia de la contaminación atmosférica de Santiago (principalmente por material particulado y monóxido de carbono) debe recibir la zona, principalmente en los meses de mayo a agosto. Al estar la zona encajonada por la Cordillera de la Costa, tiene sectores con menores condiciones de dispersión; no obstante, al colindar con la ribera norponiente del Río Mapocho, debiera tener un área de mayor dispersión. Es esperable que las actividades de extracción de áridos, y la circulación constante de camiones al vertedero Santa Marta (cruzando algunas áreas mal asfaltadas o de tierra) genere en verano alguna contaminación por material particulado.

Geomorfología:
El sector presenta un relieve de tres unidades características: planicie, pié de monte y cerros pertenecientes a la Cordillera de la Costa. La planicie es un relieve sub-horizontal y está formada por depósitos de ceniza volcánica. Los cerros son parte de las estribaciones orientales de la Cordillera de la Costa, forman un cordón montañoso que rodea el área, con cumbres entre las cotas aproximadas de 650 y 850 m.s.n.m. y laderas de pendientes generales del orden de 35%, pero que fluctúan entre los 20 y 80%. El pie de monte es una zona de pendiente por lo general de un 20%, y está formado por diversos depósitos no consolidados, principalmente coluviales y aluviales, también de remoción en masa y escasos materiales eólicos.

Hidrología:
El sector se encuentra inserto en la cuenca hidrográfica del río Maipo, en la cuenca del río Mapocho. Está hoya está situada entre las latitudes 32 55' y 34 15' sur y con una extensión de aproximadamente 14.600 km2, siendo una de las más importantes del país. El área de influencia -directa se encuentra ubicada en la cuenca aportante al río Mapocho, específicamente en la parte baja de la cuenca, antes de la desembocadura al río Maipo.

En la zona de estudio, la Cordillera de la Costa forma una serie de rinconadas, compuesta por quebradas aluvionales con escurrimientos efímeros. Las quebradas toman una forma centripetal, convergiendo en la planicie central.

Se observan cauces de cursos efímeros, constituidos por la diversas

quebradas que descienden de los cerros del área y que se desvanecen totalmente en la planicie. Estos cursos efímeros forman los abanicos aluviales en el pié de monte, esencialmente por arrastre y depositación de materiales sueltos de las laderas de los cerros, depositación que ocurre antes de llegar los cauces a la planicie central. Dichos cursos de agua efímeros se activan solamente en ocasión de la ocurrencia de precipitaciones, y algunas horas posteriores a éstas mientras descarga el escurrimiento subterráneo de los cordones montañosos.

Calidad del Agua:
Como se señaló, el sistema hídrico de la cuenca en estudio consiste en vertientes y quebradas provenientes de los cerros cercanos. Sólo se observan cauces de cursos efímeros, constituidos por la diversas quebradas que descienden de los cerros del área y que se desvanecen totalmente en la planicie.

Los canales existentes, que históricamente han tomado aguas del Río Mapocho, deben tener un elevado nivel remanente de contaminación por aguas servidas domiciliarias, que en el futuro debiera ir en franca disminución.

Ruidos:
La principal fuente de ruido de fondo del sector corresponde el tránsito de vehículos livianos y pesados por el camino que une Rinconada y el sector de El Trebal, por la operación del Vertedero Santa Marta, la Planta de TAS El Trebal y las extracciones de áridos.

Suelos:
Las capacidades de uso del suelo en el área de influencia directa del proyecto son limitadas; correspondiendo a probablemente a clases III, IV y VII. Los de tipo III tienen, probablemente, una potencialidad baja o media para ser utilizados en el desarrollo silvo agropecuario, dada la presencia de alta erosión.

Vegetación:
El paisaje vegetal del área de estudio se encuentra fuertemente determinado por el uso histórico del cual ha sido objeto, lo que ha modelado la estructura actual de la vegetación.

Un estudio del área de interés, indica que hay cuatro grandes formaciones vegetales; la primera corresponde a una estepa de *Acacia caven* (espino) acompañada por una pradera anual. La segunda formación, se desarrolla en los sectores rocosos y de exposición norte, donde destaca la presencia de elementos suculentos (quiscos y chaguales) inmersos en una matriz arbustiva. Por su parte, la tercera formación corresponde a un matorral con elementos

arbóreos muy escasos. Finalmente se discrimina la cuarta formación vegetal, en la cual los elementos arbóreos esclerófilos toman mayor importancia.

Los terrenos planos tienen cubiertas herbáceas de tipo agrícola o son praderas cubiertas por malezas. También se destaca alguna vegetación ornamental asociada a la presencia de asentamientos humanos, correspondiente a árboles en los bordes de los caminos vecinales, principalmente álamos; y algunos eucaliptos. En los sectores escarpados adyacentes a los planos, se destaca la presencia de espinos y boldos, con una muy baja cobertura.

Ninguno de los lugares de intervención directa de estos proyectos es parte, o está cerca de Parques Nacionales, Reservas Forestales o Monumentos Naturales, definidos por CONAF.

De acuerdo a una publicación de CONAMA[3], y coincidentemente con las definiciones de CONAF, los lugares de interés de la biodiversidad en la Región Metropolitana son (i) Altos de Cantillana; (ii) El Roble; (iii) Altos del Río Maipo; (iv) El Morado; y, (v) Río Olivares, Río Colorado y Tupungato.

Fauna:
Según el estudio ya citado, la carencia de cuerpos de aguas hace poco probable la presencia de anfibios, aunque potencialmente podría encontrarse el sapo de rulo *(Bufo chilensis)*, especie que requiere de agua sólo para reproducirse (estacional). Los reptiles están representados por la lagartija lemniscata (*Liolaemus lemniscatus*), lagarto nítido *(Liolaemus nitidus)* y la lagartija de los montes *(Liolaemus monticola)*. Todas estas especies son vulnerables.

La fauna de aves esta constituida por especies propias de estos ambientes, dominando las pequeñas aves. Los censos e índice de diversidad revelan una composición relativamente semejante entre los lugares muestreados. Sin embargo la existencia de un espinal denso y parches de vegetación esclerófila (quebradas y cerros) son un importante elemento para el incremento de la biodiversidad del área.

Según el mismo estudio, los micro mamíferos están representados por 5 especies. De ellas una es inadecuadamente conocida (ratón chinchilla) y el marsupial Llaca (*Thylamys elegans*) rara. Una especie es introducida (Conejo). En toda el área es muy abundante la presencia del roedor caviomorfo diurno *Octodon degus*. Los macro mamíferos, están representados por el zorro chilla (*Pseudolopex griseus*).

[3] www.conama.cl: listado de áreas de interés para la protección de la biodiversidad; 2003.

Las quebradas con espinal denso y formaciones esclerófilas, finalmente, albergan una interesante fauna representativa de la zona central de Chile. De hecho, podría esperarse encontrar en el área especies endémicas tales como los tres lagartos, la perdiz, la tenca, la Llaca y el Degú. Las cumbre más elevadas, son típicas del hábitat de algunas especies como el Peuco y el Águila.

Paisaje y estética:
El paisaje de la zona de interés del proyecto, es típico del valle central del Área Metropolitana, colindante con la Cordillera de la Costa. Está bastante erosionado y deteriorado, por efectos de la contaminación y la extracción de áridos. Se podría calificar, en consecuencia, con una calidad media, sin relevancia ambiental.

Población y vivienda:
Los datos del Censo de 1992[4], para los Distritos Censales de Esperanza y El Trebal, Comuna de Padre Hurtado, Provincia de Talagante, Región Metropolitana, son los siguientes, respectivamente:

Distrito Esperanza:			Distrito El Trebal:		
Superficie:	38,9	km2	Superficie:	13,5	km2
Población Urbana:	0	hab.	Población Urbana:	0	hab.
Población Rural:	1.720	hab.	Población Rural:	605	hab.
Viviendas Urbanas:	0	viv.	Viviendas Urbanas:	0	viv.
Viviendas Rurales:	425	viv.	Viviendas Rurales:	155	viv.

Medio socio-económico:
Se considera que los habitantes de los distritos de Esperanza y El Trebal tienen bajos niveles de calidad de vida, debido a las condiciones sanitarias en que viven (contaminación del agua superficial; alguna contaminación acústica por circulación intensa de camiones; contaminación atmosférica; y contaminación dispersa de basuras en algunas áreas), sus bajos ingresos, derivados principalmente de su actividad económica de tipo agrícola de subsistencia; y, los malos accesos a distintos servicios (salud, educación, comercio y transporte).

Infraestructura:

[4] Para el Censo de 2002, aún no se dispone de información pública del detalle de distribución de población y vivienda por distritos censales, pero es de suponer que no ha habido demasiados cambios demográficos entre ambos censos, por lo que estos datos permiten caracterizar adecuadamente los sectores directamente involucrados en los proyectos propuestos.

La distancia entre el área del proyecto y Maipú urbano es del orden de los 10 kilómetros aproximadamente, por Camino de Rinconada.

El mayor sector poblado que existe en la zona es El Maitén (Rinconada Lo Cerda) centro que tiene la categoría INE de poblado, contando con infraestructura vial interna compuesta por calles de asfalto (la mayor parte) y ripio, aptas ambas para el flujo de vehículos normales. El resto de la zona excepción hecha de las rutas G-260 y G-262 son de ripio o tierra.

La única infraestructura educacional que se encuentra en la zona es la Escuela Básica Municipal, que se ubica en el Sector de El Maitén. Localmente no se cuenta con infraestructura de salud, por lo cual los habitantes, para recibir atención, tienen que acudir a la infraestructura disponible a nivel comunal.

Igualmente, por la línea de las altas cumbres del cordón de cerros que rodea por el sur y el suroeste al fundo La Ovejería se emplazan el poliducto Sonacol Concón-Maipú y, en forma contigua, el gasoducto Electrogas, Interconexión San Bernardo-Puntilla del Viento.

Sitios arqueológicos:
En una revisión bibliográfica efectuada, no se detectó la presencia de sitios arqueológicos en el sector. Según listados de sitios de interés consultados, los lugares más cercanos están en Lonquén[5] y Chena[6], que quedan lejos del área de influencia directa e indirecta de los proyectos en análisis.

[5] Hornos de Lonquén
[6] Pukara de Chena

Figura 5.2 D



Figura 5.2 E Sector Cuatro Canales; salida de agua tratada de El Trebal



ii) Sectores agrícolas de Peñaflor y Talagante

Sectores de influencia indirecta de Proyecto Cuatro Canales[7].

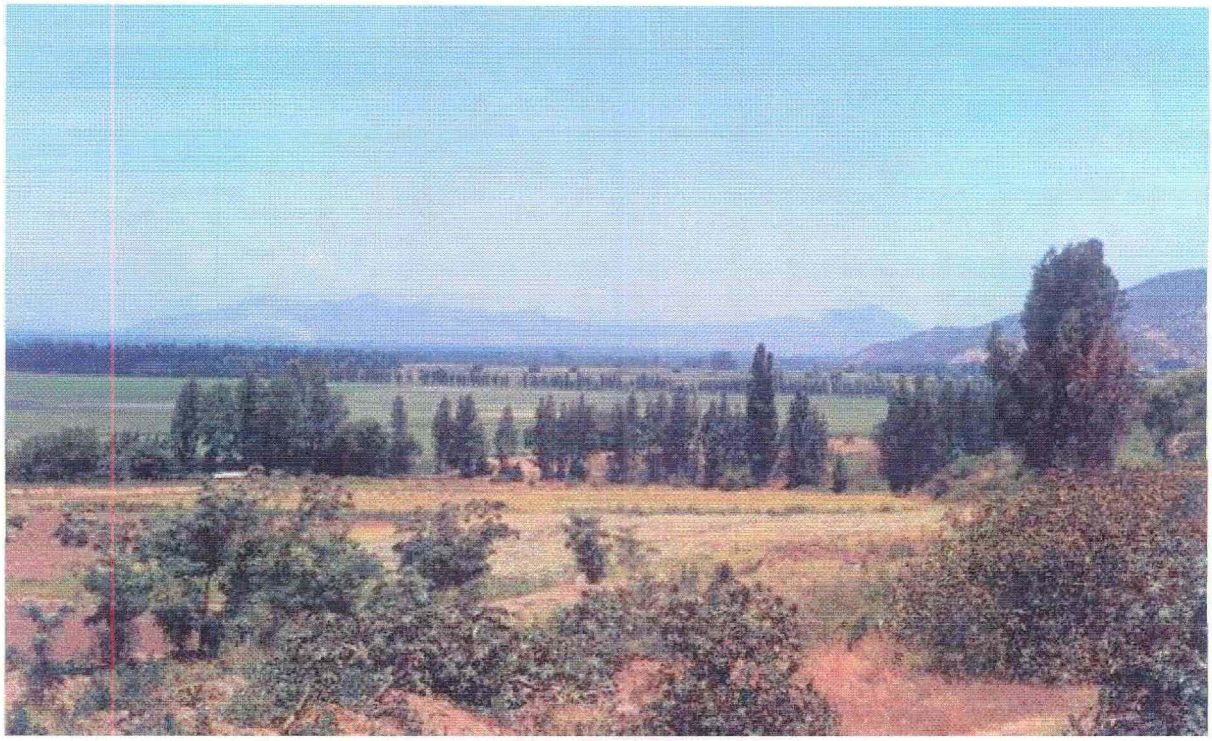
Esta zona, que está indirectamente influenciada por el Proyecto Cuatro Canales, que aportará 1 m3 de agua tratada a los Canales Romero, Castillo y Santa Cruz, se caracteriza por ser eminentemente agrícola, con alta intervención antrópica y un algún nivel de contaminación, producto principalmente de cursos de agua superficial históricamente abastecidos con aguas servidas sin tratamiento.

La zona está inserta en un área agrícola, que incluye pequeños núcleos poblados rurales y población rural dispersa. Las Comunas más directamente involucradas por el Proyecto Cuatro Canales, son Talagante y Peñaflor, aunque sus aguas también llegan a sectores de Padre Hurtado y Lonquén.

Las Comunas de Talagante y Peñaflor pertenecen a la Provincia de Talagante, Región Metropolitana, y contabilizan unas 95 mil personas; no obstante, los habitantes rurales sólo llegan a poco más de 11 mil. La principal actividad de estos habitantes es la agricultura y la agroindustria presente en el sector.

[7] Antecedentes generales de la zona, tomados de Línea Base de Talagante; Estudio de Impacto Ambiental para modificar Plan Regulador Metropolitano en Comunas de Buín, Talagante y Paine; CONAMA RM; 2003.

Figura 5.2 F
Sector agrícola de Peñaflor, desde la ribera nororiente del Río Mapocho



Clima:
Climáticamente, la región en estudio presenta un clima templado-cálido con estación seca prolongada (8 a 7 meses). Esta región se caracteriza por contar con un período seco que se mantiene durante 7 u 8 meses, comprendiendo las estaciones de primavera, verano y parte del otoño, debido a que en dicha época esta zona queda dentro de la influencia del Anticiclón del Pacífico Sur.

Este clima, referido a Santiago, presenta una temperatura media anual de 14ºC; siendo enero el mes más cálido, con 20ºC, mientras que el mes más frío es julio con 8,1ºC. La amplitud térmica anual es de 11,9ºC. Por otro lado, las precipitaciones se presentan acumuladas en los meses invernales y particularmente en los meses de mayo (61,9 mm), junio (84,6 mm), julio (76,1 mm) y agosto (56,6 mm). Valores más modestos son los de septiembre (29,4 mm) y abril (14,2 mm).

La Provincia de Talagante se inserta dentro del agroclima Santiago, caracterizando al distrito como una zona de temperaturas máximas que fluctúan entre los 14,1ºC a 29,0ºC (Estación La Platina), en los meses de junio - julio y enero, respectivamente. Las temperaturas mínimas, varían en un rango de 2,8ºC a 10,3ºC para los meses de julio y enero. Por último, las temperaturas

medias se concentran entre los 8,4ºC y los 19,6ºC para julio y enero.

En relación con las horas de fríos calculadas, la estación representativa tiene un mínimo de 1 hora de frío en el mes de enero, y un máximo de 264 horas frío en junio. Por otro lado, las horas de sol fluctúan entre 3,7 horas de sol medidas en el mes de junio, y 11,9 horas de sol en el mes de enero.

En cuanto a las precipitaciones, el área agroclimática cuenta con precipitaciones menores que van desde los 0,2 mm en el mes de enero, y los 96,4 mm en el mes de julio. En el caso de la evaporación, la menor cantidad se concentra en el mes de julio, con 27,1 mm, mientras que la mayor evaporación se presenta en el mes de enero, con 238,5 mm. Por otro lado, la humedad relativa representativa del sector agroclimático, presenta su menor porcentaje en el mes de enero, con un 58%, mientras que el mayor porcentaje se concentra en los meses invernales de junio y julio, con un 81%.

Por último, los vientos representativos de este tipo de agroclima, varían en un rango de 3,3 km/hora en los meses de mayo y julio, a los 7,5 km/hora en el mes de enero, respectivamente.

Calidad del Aire:
La calidad del aire en el área de la provincia de Talagante, puede considerarse típica de un área rural. El viento sopla principalmente desde el sur con lo que aporta aire procedente de áreas rurales. Localmente, la calidad del aire puede verse influenciada por la operación de las plantas de áridos situadas en el río Maipo y en su confluencia con el Mapocho, y con ocasión de actividades agrícolas como los planteles de crianza cerdos y aves, faenadoras y lecherías. Característica de un área rural es también la existencia de caminos no pavimentados y, dada la creciente urbanización que se percibe en el sector, con el consiguiente aumento del tránsito vehicular, es presumible esperar un aumento cada vez mayor de las emisiones de polvo en los caminos rurales no pavimentados. En la medida que se vaya ampliando la red de caminos pavimentados estas fuentes irán desapareciendo.

Las fuentes mencionadas emiten material particulado por la abrasión del suelo y la roca. En áreas rurales es característico que las concentraciones de material particulado sean bajas con sólo algunas excepciones de alta concentración, incluso por sobre norma, y con la tendencia a que el MP_{10} contribuya solo con 25% y menos a las PTS (Partículas Totales en Suspensión). Cabe destacar que las características químicas del material particulado de procedencia mineral presente en zonas rurales son muy distintas a las características que se encuentra en los centros urbanos. En este último caso, el material particulado se compone, sobre todo, de productos de combustión o se genera de forma secundaria sobre la base de contaminantes

gaseosos, lo que produce efectos más negativos sobre la salud de las personas.

Geomorfología:
La Provincia de Talagante localizada en la Cuenca de Santiago, se caracteriza principalmente por producirse en ella el cierre de la cuenca, y la confluencia de los ríos más importantes de ésta, como lo son el Maipo y el Mapocho.

Se trata de un territorio donde se interrelaciona un área relativamente plana representante de la morfología típica que adquiere el relleno sedimentario de la Cuenca de Santiago y un territorio de serranías con moderadas alturas, que representa las estribaciones más orientales de la Cordillera de la Costa, las que adquieren el carácter de un muro que cierra la cuenca.

En el área se reconocen dos cordones de cerros de elongación general E-O, de los cuales, el que se emplaza hacia el norte del río Maipo presenta cotas que no superan los 800 m. s.n.m. y sus pendientes son moderadas a moderadamente altas. Este cordón de cerros separa al valle del Maipo, del valle tributario del Estero de la Higuera. El segundo alto topográfico se ubica hacia el sur del río Maipo y se conoce como Cordón de Yerbas Buenas, en el cual su cumbre más alta alcanza los 1.331 m.s.n.m. y se ubica directamente al sur del sector de confluencia de los ríos Mapocho y Maipo.

Hacia el sector oriente de la localidad de Talagante se presenta un alto topográfico que a forma de cerro isla, sobresale unos 600 m del fondo del valle. En el se reconocen, de sur a norte, los cerros Lonquén (1.029 m.s.n.m.) y El Arbol (885 m.s.n.m.).

Un importante elemento orográfico en la provincia, es una serranía aislada aledaña a las localidades de Calera de Tango y Lonquén, que se caracteriza por interferir en los procesos de acarreo y deposición de sedimentos en el río Maipo.

El resto de la zona está cubierta por depósitos aluviales de los ríos Maipo y Mapocho y por sedimentos de conos de deyección y coluviales que se adosan a los altos indicados anteriormente. Los sedimentos aluviales presentan una leve pendiente hacia el poniente que no supera el 0,6%, mientras que los otros depósitos se disponen con pendientes hacia el valle que varían entre un 1 y 1 15%.

Hidrología:
Los principales cursos de agua superficiales que se ubican en la provincia de Talagante corresponden, la mayoría, a afluentes del Río Maipo, siendo el Mapocho el principal. La zona cuenta con numerosas fuentes de agua, superficiales y subterráneas; y con varios canales de regadío.

Calidad del Agua:
Dada la alta influencia del Río Mapocho en la disponibilidad de agua para riego en la zona, es dable suponer la existencia de un nivel no despreciable de contaminación por aguas servidas sin tratar; situación que –con el tratamiento de las aguas provenientes de Santiago- deberá tender a superarse en los próximos años.

Ruidos:
En las comunas de la provincia de Talagante, existe una amplia gama de actividades antrópicas. Entre las más importantes, el tránsito asociado a los caminos, carreteras y vías férreas; la construcción de viviendas e infraestructuras; la extracción de áridos, la actividad industrial de diverso carácter; faenas agrícolas; etc. Mediciones efectuadas en sectores rurales muestran niveles de presión sonora bajos o moderados, por debajo de los límites máximos permitidos.

Suelos:
En la provincia de Talagante se observa una ligera predominancia de suelos con aptitud agrícola, que corresponden a las clases de capacidad de uso de I a IV, los que en conjunto comprenden un 58% de la superficie de la provincia. Los suelos que presentan limitaciones de uso y que corresponden a las clases de capacidad de uso V a VIII comprenden el 42% de la superficie de la provincia. Esta situación se explica por su localización geográfica, cuya superficie se reparte entre sectores de valle, específicamente en las llanuras aluviales de los ríos Maipo y Mapocho. y los cordones de la Cordillera de la Costa,

Dentro de los suelos con aptitud agrícola, los suelos de clase I son los que se presentan en una menor superficie, abarcando sólo 619 hectáreas, que suponen el 1% de la superficie provincial. En orden ascendente se encuentran a continuación los suelos de clase IV, con 5.218 ha (8.99%); los suelos de clase II con 8.902 hectáreas (16%); y la mayor representatividad corresponde a los de clase III, que se extienden en 19.274 ha (33.22% de la superficie provincial).

Por su parte, los suelos sin aptitud agrícola corresponden principalmente a suelos de clase VIII (18.418 hectáreas, 31.7% del total provincial), que consisten en suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal, y su uso se limita exclusivamente para la vida silvestre, recreación o protección de cuencas hidrográficas. Los suelos clase VI y VII corresponden, respectivamente, a un 3.03% y a un 2.88% de la superficie provincial.

Vegetación:
El siguiente cuadro resume la presencia de especies y formaciones vegetales de la Provincia.

Tabla 5.2 D
Presencia de especies y formaciones vegetales en Talagante

FORMACION	FRECUENCIA	FRECUENCIA %	AREA PROMEDIO (HA)	AREA (HA)	AREA %
Agrícola	38	16%	1069	40.589	69.9%
Bosque Esclerófilo	14	6%	84	1.148	1.9%
Matorral Esclerófilo Arborescente	49	21%	145	7.091	12.2%
Matorral Esclerófilo Degradado	58	25%	88	5.099	8.7%
Sabana de Espinos	25	11%	40	971	1,6%
Matorral Esclerófilo con Suculentas	9	4%	54	428	0,7%
Matorral de Espinos con Suculentas	16	7%	46	744	1,2%
Matorral Higrófilo	6	3%	105	499	0,8%
Matorral Bajo con Colliguay e Incienso	15	6%	85	1.253	2,1%
Plantación Forestal	6	3%	37	225	0,4%
	236	100%		58.051	100%

Fuente: Elaboración del EIA citado en (4), en base a la información entregada por el Catastro de Bosque Nativo, CONAF-CONAMA 1997.

Fauna:
La diversidad de la fauna de vertebrados, de esta eco-región del país es una de las mejores conocidas del país, en ella habitarían unas 287 especies, lo que equivale al 52% de todos los vertebrados terrestres del país. En el ámbito internacional la eco-región está considerada como un "hotspots" o sitio caliente para la conservación de la biodiversidad, ya que presenta un alto grado de endemismo y un fuerte deterioro de los ecosistemas que en ella existen. De las 102 especies de vertebrados terrestres endémicos que existen en Chile, un 51% serian exclusivas de esta eco-región

Paisaje y estética:
En términos generales, puede considerarse que la zona –y en especial los sectores rurales de las comunas aludidas- tienen un paisaje bastante atractivo, con extensas zonas de cultivo, parcelas de agrado y hermosos caminos vecinales arbolados, que caracterizan un área agrícola y recreacional muy característica de la Región Metropolitana.

Población y vivienda:
La comuna de Talagante tiene una superficie total[8] de 12.550 ha, lo que representa un 21,5% de la superficie provincial y un 0,8% de la superficie de la Región Metropolitana de Santiago que es de 1.540.320 ha. En el caso de la comuna de Peñaflor la superficie total corresponde a 6.920 ha, lo que representa un 12% de la superficie total provincial y un 0,45% de la superficie de la Región.

Los datos del Censo de 2002, para las Comunas de Talagante y Peñaflor, Región Metropolitana, son los siguientes, respectivamente:

Comuna de Talagante:			Comuna de Peñaflor:		
Superficie:	125,5	km2	Superficie:	13,5	km2
Población Urbana:	49,957	hab.	Población Urbana:	63,209	hab.
Población Rural:	9,848	hab.	Población Rural:	3,410	hab.
Viviendas Urbanas:	13,282	viv.	Viviendas Urbanas:	17,125	viv.
Viviendas Rurales:	2,742	viv.	Viviendas Rurales:	1,015	viv.

En la provincia de Talagante, un 92,6% de los hogares está conectado a la red pública de agua potable, con medidor propio o compartido, un 4,1% de los hogares obtienen agua de pozo o noria, sólo un 2,1% la obtienen de ríos, vertientes, esteros u otras fuentes, y finalmente, el 1,2% restante está conectado a la red pública sin medidor. En lo que se refiere al alcantarillado, un 77.1% de los hogares cuenta con alcantarillado o fosa séptica, un 11,1% dispone de cajón sobre pozo negro o acequia, un 5% dispone de letrina sanitaria conectada a pozo negro, y el 6,8% restante no dispone de sistema de eliminación de excretas.

En Peñaflor un 97,6% de hogares están conectados a la red pública de agua potable, con medidor propio o compartido, siendo muy pequeños los porcentajes de hogares que obtienen agua de otras fuentes. Un 82,8% de los hogares tienen alcantarillado o fosa séptica, mientras que un 7,9% de ellos tienen cajón sobre pozo negro o acequia, y un 4,7% tienen letrina sanitaria

[8] Superficie vigente a Junio de 1998 en el INE.

conectada a pozo negro, porcentaje que es igual al de los hogares que no disponen de sistema.

Los niveles de cobertura de AP y AS mencionados son buenos, a nivel nacional.

Infraestructura:
La Provincia de Talagante cuenta con 100 establecimientos de educación, que atienden una población total de 89.710 personas que se encuentra entre los 0 y 24 años de edad. Esta infraestructura educacional se distribuye entre 23 establecimientos educacionales rurales y 77 establecimientos urbanos. Cabe mencionar que la mayoría de los establecimientos urbanos se concentran en la capital provincial, la ciudad de Talagante (34%) y en la ciudad de Peñaflor (31%). En cuanto a salud, se considera que la población de la Provincia, incluidas las comunas de Talagante y Peñaflor, cuentan con una buena cobertura y acceso a centros de salud. Por otro lado, caracterizaciones realizadas para las Comunas de interés, muestran que hay en general calidades aceptable de vivienda y saneamiento en la zona, con bajos índices de hacinamiento. Los niveles de pobreza, finalmente, no superan los promedios nacionales. Con todo, los índices de desarrollo humano de la zona, son superiores a los promedios nacionales.

Las características del medio construido de la provincia de Talagante se presentan divididos en dos partes, debido a que la comuna de Padre Hurtado, muy cercana a la comuna de Maipú, tiene un nivel de interacción con el gran Santiago muy superior a las demás comunas de la provincia.

La principal característica de la vialidad que cruza por estas comunas corresponde a la presencia de las rutas 78, autopista que comunica la ciudad de Santiago con el puerto de San Antonio, y la ruta G-78, antiguo camino de Santiago a San Antonio, que cruza por el interior de las localidades de Malloco, Talagante y El Monte. Hay además, una vía férrea (Santiago – San Antonio) y dos aeródromos. Hay buenas conexiones de transporte público a Santiago.

Sitios arqueológicos:
En una revisión bibliográfica efectuada, no se detectó la presencia de sitios arqueológicos en el sector. Según listados de sitios de interés consultados, los lugares más cercanos están en Lonquén y Chena, que quedan lejos del área de influencia directa e indirecta de los proyectos en análisis.

iii) Sector de Mallarauco

Sectores de influencia directa de Proyecto Mallarauco y de influencia indirecta de Proyecto Esperanza Alto y Cuatro Canales (parte Esperanza Bajo).

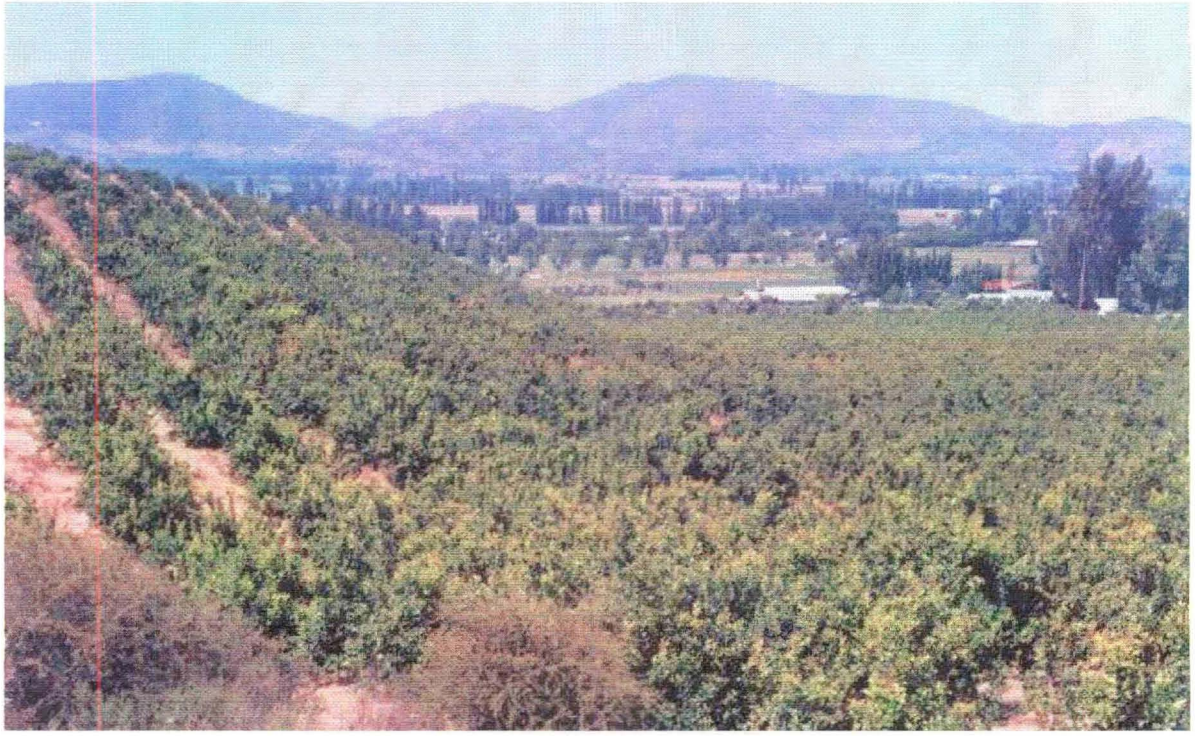
Figura 5.2 G
Sector plano del Valle de Mallarauco



Este valle rural posee una superficie de 90 Km2 y un microclima que permite el cultivo de cítricos, paltas, mandarinas, kiwis y parronales, lo que le otorga al área un singular atractivo. En el sector también se encuentran la mayor parte de la queserías y lecherías de la comuna.

Antiguamente estas tierras fueron de rulo, o no aptas para el cultivo, pero en 1873 se construyó un gran canal desde el río Mapocho, con canales que se internaban entre las sierras. Gracias a esta obra la zona se transformó en fértil valle destacándose los fundos; Mallarauco, Mallarauquito, y Pahuilmo.

Figura 5.2 H
Sector alto del Valle de Mallarauco, con vista general del sector



La zona se caracteriza por ser relativamente árida, con alta intervención antrópica y algún nivel de contaminación, producto de cursos de agua superficial históricamente abastecidos con aguas servidas sin tratamiento.

Clima:
El área se caracteriza por presentar una temperatura media anual cercana a los 15 ºC. Los valores de humedad -reportados para Maipú y Padre Hurtado- se encuentran cercanos al 70%, por lo que es esperable que el sector sea algo más húmeda. La precipitación media anual alcanza los 400 mm. anuales.

Calidad del Aire:
Es posible suponer que el área posee un aire de buena calidad, por estar del otro lado de la cuenca de Santiago, atravesando cordones de la Cordillera de la Costa y por tener vientos predominantes del suroeste. Por otro lado, al tener asfaltado su principal ruta de acceso, tampoco tiene el impacto de caminos de tierra con alta frecuencia de uso.

Suelos, vegetación e hidrología:
Las características físicas del sector (en los componentes aquí citados), han sido descritas ampliamente en Capítulos previos de este trabajo.

Ruidos:
La principal fuente de ruido de fondo del sector corresponde el tráfico de vehículos livianos y pesados por el camino que une Peñaflor con Bollenar; por lo que se considera que el nivel general de ruido existente es bajo.

Población y vivienda:
Los datos del Censo de 1992[9], para el Distrito Censal de Mallarauco, Comuna de Melipilla, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, son los siguientes:

Distrito Mallarauco:

Superficie:	92,1	km2
Población Urbana:	0	hab.
Población Rural:	2.238	hab.
Viviendas Urbanas:	0	viv.
Viviendas Rurales:	615	viv.

Medio socio-económico:
Es posible que los habitantes de Mallarauco tengan niveles relativamente bajos de calidad de vida, debido principalmente a sus bajos ingresos, derivados de su actividad económica de tipo agrícola lechera; las zonas con cultivos de cítricos debieran tener mejores niveles de ingresos. Además, es posible que los habitantes de la zona tengan accesos regulares (no buenos) a distintos servicios (salud, educación, comercio y transporte).

Paisaje y estética:
La zona muestra un interesante y tranquilo paisaje rural de montaña y valle, con bellas y verdes vistas y una marcada influencia agrícola y pecuaria, que lo hacen bastante atractivo.

Infraestructura:
La principal ruta caminera existente en el sector es la que une Peñaflor con Bollenar, camino asfaltado en buen estado de mantenimiento. En la zona, además hay una escuela rural y un retén de Carabineros.

[9] Para el Censo de 2002, aún no se dispone de información pública del detalle de distribución de población y vivienda por distritos censales, como ya se ha señalado.

Sitios arqueológicos:
En una revisión bibliográfica efectuada, no se detectó la presencia de sitios arqueológicos en el sector. Según listados de sitios de interés consultados, los lugares más cercanos están en Lonquén y Chena, que quedan lejos del área de influencia directa e indirecta de los proyectos en análisis. Por su parte, el Fundo Pahuilmo está catalogado como "sitio pintoresco" por Sernatur.

5.2.2.3 Análisis de la situación sin proyecto

Descripción de Línea Base preliminar de áreas de influencia de los respectivos proyectos priorizados.

Tanto este resumen, como el análisis de la situación con proyecto, se presenta separando las áreas de interés en cuatro sectores, a saber:

Tabla 5.2 E
Definición de sectores de análisis ambiental

Sector	Área contemplada	Proyectos	Tipo de influencia de proyectos en el área
Uno	Canal Esperanza alto, desde bocatoma hasta Planta TAS El Trebal	• Esperanza Alto • Esperanza Bajo (parte de Cuatro Canales)	Directa
Dos	Cruce del Río Mapocho desde Planta TAS El Trebal a Canales Romero, Castillo y Santa Cruz	• Cuatro Canales	Directa
Tres	Zonas Agrícolas de Peñaflor y Talagante	• Cuatro Canales	Indirecta
Cuatro	Sector Bajo de Mallarauco	• Mallarauco	Directa (También este sector tiene influencia indirecta del Proyecto Esperanza Alto, por cuanto parte de sus aguas descontaminadas y protegidas, llegarán al sector).

Tabla 5.2 F
Resumen del Sector Uno
Canal Esperanza alto hasta Planta TAS El Trebal

Componente Ambiental	Estado y calidad del medio
Medio físico:	
• Aire	Algún nivel de contaminación, por actividades de extracción de áridos, tránsito frecuente de vehículos por caminos de tierra e impacto de la situación de Santiago.
• Suelo	Algún nivel de deterioro por erosión, basuras y extracción de áridos.
• Agua	Presencia de canales y esteros; sector aledaño al Río Mapocho.
• Calidad del agua	Algún nivel de contaminación de las aguas superficiales, al depender del Río Mapocho.
• Usos del medio	Zona deteriorada, árida, erosionada, y de uso básicamente agrícola de subsistencia, además de tener un gran vertedero de basura en su proximidad; extracciones de áridos; y la recientemente inaugurada Planta de Tratamiento de Agua Servida El Trebal, que atiende parte relevante de las aguas evacuadas de Santiago
Medio biótico, flora y fauna:	Sector altamente intervenido, con poca vegetación; pero estudios en áreas cercanas reconocen la presencia de algunas especies vegetales y faunísticas propias de la zona.
Paisaje y calidad del medio:	Es un paisaje sin relevancia; no se caracteriza por su calidad, más bien por su deterioro, aridez y pobreza.
Infraestructura y servicios:	
• Estructura urbana y rural	Es un área rural, muy cercana a núcleos urbanos de Santiago Poniente, pero carece de buena infraestructura de todo tipo.
• Operación y servicios	No parece haber en el área una presencia adecuada de servicios; en todo caso, su población es escasa y esencialmente dispersa.
• Ruidos	Es previsible un nivel no menor de ruidos por el constante paso de camiones hacia y desde el Vertedero Santa Marta, y por la extracción de áridos.
• Olores	Probablemente, la presencia del Vertedero Santa Marta conlleva algún nivel de olores molestos en el lugar.
• Moscas y vectores	Por la misma presencia del mencionado vertedero, es posible una mayor presencia de estos elementos, que en otras áreas similares.
Población y características culturales:	Se trata de población básicamente rural, dispersa, que –con seguridad- se ubica en algún nivel de pobreza o subsistencia, con poco acceso a educación y cultura.

Tabla 5.2 G
Resumen del Sector Dos:
Cruce del Río Mapocho desde Planta TAS El Trebal a Canales Romero, Castillo y Santa Cruz

Componente Ambiental	Estado y calidad del medio
Medio físico:	
• Aire	Buena calidad en general, por corresponder a la cuenca del río, que tiene mejores vientos que otros sectores del área; aunque también debe recibir la influencia de la contaminación atmosférica de Santiago.
• Suelo	Se trata de todo el sector de cruce entre las riberas norponiente y sur oriente del río, por lo que el sector es el lecho del mismo río, teniendo amplios sectores con maleza y matorrales, pero que son ocupados por las crecidas del río.
• Agua	Las aguas del Mapocho en esta zona, aún deben presentar elevados niveles de contaminación por eliminación de aguas servidas sin tratar, aguas arriba; con el progresivo tratamiento de esta agua, el río debiera ir limpiándose de contaminantes en el tiempo.
• Calidad del agua	La calidad de los Canales Romero, Castillo y Santa Cruz, que aún reciben aguas sin tratar del Río Mapocho, debe ser deficiente.
• Usos del medio	Este sector no tiene uso; ya que es ocupado por el cauce del Mapocho.
Medio biótico, flora y fauna:	Entre los bordes del río, y salvo el sector donde va el cauce permanente, hay abundante maleza y matorrales. Es posible que tenga algún grado de ocupación por especies faunísticas. En todo caso, se trata de un área degradada y con algún nivel de contaminación, por el agua del mismo río.
Paisaje y calidad del medio:	El paisaje en este sector, no presenta relevancia, ni aspectos visibles que llamen la atención.
Infraestructura y servicios:	
• Estructura urbana y rural	No hay.
• Operación y servicios	No hay.
• Ruidos	Sólo está presente en el área el ruido del fluir del agua del mismo río.
• Olores	Por la contaminación que aún porta el río, es esperable algún nivel de contaminación por olores en el sector.
• Moscas y vectores	Alguna presencia podría encontrarse por la calidad del agua del río.
Población y características culturales:	No hay.

Tabla 5.2 H
Resumen del Sector Tres:
Zonas Agrícolas de Peñaflor y Talagante

Componente Ambiental	Estado y calidad del medio
Medio físico:	
• Aire	Buena calidad, salvo –probablemente- en sectores puntuales con presencia de actividades agropecuarias.
• Suelo	Buena calidad en general.
• Agua	Existen numerosos canales de riego y esteros en el sector; está entre las cuencas de los Ríos Mapocho y Maipo.
• Calidad del agua	Algún nivel de contaminación del agua superficial debe haber en la zona, producto de la influencia del Río Mapocho, como afluente de cursos de agua.
• Usos del medio	El área es eminentemente agrícola, por lo tanto tiene una alta intervención antrópicas.
Medio biótico, flora y fauna:	Se reporta –en estudio realizados en la zona, en general- abundante presencia de especies de flora y fauna; varias de ellas de interés, pero que tienen una amplia distribución.
Paisaje y calidad del medio:	El paisaje del sector es interesante y presenta cierta belleza, por las áreas de cultivo y los sectores arbolados; es un paisaje característico del Área Metropolitana rural.
Infraestructura y servicios:	
• Estructura urbana y rural	Buena.
• Operación y servicios	Buenos servicios en general.
• Ruidos	Sólo los relativos a las actividades agropecuarias presentes, y del tránsito vehicular.
• Olores	No debiera haber presencia de malos olores, salvo en sectores puntuales del área.
• Moscas y vectores	No debiera haber presencia de estos elementos, más allá de lo normal.
Población y características culturales:	La población del área tiene acceso a buenos servicios; habita casas en buen estado en general y tiene –en su mayoría- servicios básicos adecuados. Hay buen nivel de escolaridad y salud.

Tabla 5.2 I
Resumen del Sector Cuatro:
Sector Bajo de Mallarauco

Componente Ambiental	Estado y calidad del medio
Medio físico:	
• Aire	Buena calidad.
• Suelo	Buena calidad, especialmente en algunos sectores.
• Agua	Con la presencia de canales, el sector tiene disponibilidad de agua apta para fines agrícolas.
• Calidad del agua	Es posible que la contaminación aún existente en el Río Mapocho, otorgue a los canales que riegan este valle algún nivel remanente de contaminación por aguas servidas de Santiago.
• Usos del medio	Zona rural, eminentemente agrícola, con preeminencia de lecherías y cultivos de cítricos. Es claramente, una zona con intervención antrópica, pero sin un deterioro mayor.
Medio biótico, flora y fauna:	Presencia de especies de flora y fauna, propia de valles occidentales del Área Metropolitana. Salvo las zonas de cultivo, es un sector bastante árido, con presencia de espinos y matorrales no densos.
Paisaje y calidad del medio:	Es un área que presenta cierta belleza, por su valle, cerros cercanos y cultivos presentes. Típico paisaje rural del Área Metropolitana.
Infraestructura y servicios:	
• Estructura urbana y rural	Alguna infraestructura y servicios básicos tiene el sector. Su camino principal de conexión con Peñaflor está en buen estado.
• Operación y servicios	Hay servicios básicos disponibles.
• Ruidos	Sólo los propios del tránsito vehicular por el camino principal. Es una zona tranquila, sin mayores fuentes de ruido.
• Olores	No debiera haber olores molestos; salvo en las inmediaciones de los establecimientos de crianza de ganado.
• Moscas y vectores	No debiera haber presencia más allá de lo normal en el área, focalizadas en las lecherías.
Población y características culturales:	Se trata de un pequeño núcleo poblacional y habitantes rurales dispersos, que posiblemente tengan bajos niveles de ingreso y educación.

5.2.2.4 Análisis de la situación con proyecto

Evaluación preliminar de impactos ambientales previstos de la implantación, operación y eventual abandono de los posibles proyectos. En la situación con proyecto, importa ver tanto los impactos negativos, como los positivos y el grado de reversibilidad de los mismos. E importa, además, revisar los impactos de la etapa de construcción de las obras asociadas a los proyectos, como los de su etapa de operación.

i) Etapa de construcción de los respectivos proyectos

Tabla 5.2 J

**Matriz de análisis de impactos del Sector Uno:
Canal Esperanza alto hasta Planta TAS El Trebal
(Etapa de construcción: Entubamiento y enrejado de algunos sectores del Canal[10])**

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire			X		X	
• Suelo			X		X	
• Agua			X		X	
• Usos del medio	X					
Medio biótico, flora y fauna:	X					
Paisaje y calidad del medio:	X					
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos			X		X	
• Olores	X					
• Moscas y vectores	X					
Población y características culturales:	X					

Sólo se aprecian algunos impactos menores (por la pequeña dimensión de las obras planteadas), controlables y de corto plazo, al hacer –principalmente- la instalación de entubamientos en algunos tramos del Canal Esperanza Alto.

[10] La descripción de éste y los demás proyectos que se mencionan en estos encabezados, está en la sección (a) de este mismo punto del Informe.

Sumando todos los tramos a entubar, se tiene un largo aproximado (y máximo) de 3.000 metros. Dado el tipo de obra a realizar, se estima que habrá de moverse 1m3 de tierra o material por metro lineal de tubería a instalar (debiera ser menos de hecho, por cuanto se ocupará el mismo lecho del canal para hacer el entubamiento), el total de material a movilizarse en la construcción no debiera superar los 3.000 m3.

Tabla 5.2 K

Matriz de análisis de impactos del Sector Dos: Cruce del Río Mapocho desde Planta TAS El Trebal a Canales Romero, Castillo y Santa Cruz

(Etapa de construcción: Entubamiento y encauce de una fracción del agua tratada que entrega el Trebal)

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire			X		X	
• Suelo			X		X	
• Agua			X		X	
• Usos del medio	X					
Medio biótico, flora y fauna:			X		X	
Paisaje y calidad del medio:	X					
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos			X		X	
• Olores	X					
• Moscas y vectores	X					
Población y características culturales:	X					

Se prevé algún impacto menor durante la construcción del ducto que llevará agua del Trebal a la otra ribera del Río Mapocho. Esto implicará algunos movimientos de tierra y desvíos temporales de brazos de cursos del Mapocho, dentro del mismo lecho.

El largo total del tubo a instalar es de 1.500 metros. Éste será dispuesto a una profundidad máxima de 4 metros. Si la zanja tiene, finalmente, un ancho máximo de 2 metros, tenemos un total aproximado y máximo de movimiento de tierra y materiales del orden de los 12.000 m3.

Tabla 5.2 L

Matriz de análisis de impactos del Sector Tres: Zonas Agrícolas de Peñaflor y Talagante

(Sin obras en el sector)

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire	X					
• Suelo	X					
• Agua	X					
• Usos del medio	X					
Medio biótico, flora y fauna:	X					
Paisaje y calidad del medio:	X					
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos	X					
• Olores	X					
• Moscas y vectores	X					
Población y características culturales:	X					

No hay impactos a evaluar.

Tabla 5.2 M

Matriz de análisis de impactos del Sector Cuatro: Sector Bajo de Mallarauco

(Sin obras en el sector)

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire	X					
• Suelo	X					
• Agua	X					
• Usos del medio	X					
Medio biótico, flora y fauna:	X					
Paisaje y calidad del medio:	X					
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos	X					
• Olores	X					
• Moscas y vectores	X					
Población y características culturales:	X					

No hay impactos a evaluar.

ii) Etapa de operación de los respectivos proyectos

Tabla 5.2 N

Matriz de análisis de impactos del Sector Uno:
Canal Esperanza alto hasta Planta TAS El Trebal

(Sectores del Canal entubados o con rejas de protección[11])

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire	X					
• Suelo	X					
• Agua		X				
• Usos del medio	X					
Medio biótico, flora y fauna:	X					
Paisaje y calidad del medio:	X					
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos	X					
• Olores	X					
• Moscas y vectores	X					
Población y características culturales:	X					

La instalación de las obras debiera mejorar la calidad de las aguas del Canal, al prevenir su contaminación en algunos focos prioritarios. Este es el único impacto esperado del proyecto, y, por cierto, es positivo.

[11] La descripción de éste y los demás proyectos que se mencionan en estos encabezados, está en la sección (a) de este mismo punto del Informe.

Tabla 5.2 O

Matriz de análisis de impactos del Sector Dos: Cruce del Río Mapocho desde Planta TAS El Trebal a Canales Romero, Castillo y Santa Cruz

(Tubo bajo el lecho del Río instalado, para llevar 1 m3 a Canales de la ribera opuesta)

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire	X					
• Suelo	X					
• Agua	X					
• Usos del medio	X					
Medio biótico, flora y fauna:	X					
Paisaje y calidad del medio:	X					
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos	X					
• Olores	X					
• Moscas y vectores	X					
Población y características culturales:	X					

Una vez instalado el ducto bajo el Mapocho, no debiera haber impacto de ningún tipo en el área.

Tabla 5.2 P

Matriz de análisis de impactos del Sector Tres: Zonas Agrícolas de Peñaflor y Talagante

(Canales de regadío elegidos con 1 m3 de agua tratada adicional)

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire	X					
• Suelo		X				
• Agua		X				
• Usos del medio		X				
Medio biótico, flora y fauna:		X				
Paisaje y calidad del medio:		X				
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos	X					
• Olores		X				
• Moscas y vectores		X				
Población y características culturales:		X				

Mejorar la calidad de las aguas de los Canales de riego del sector, debiera implicar una serie de impactos positivos, por eliminación de elementos contaminantes, que –entre otras cosas- limitan las opciones de cultivo del área.

Si es necesario dejar presente que, en rigor, no habrá un aumento de disponibilidad de aguas para riego, por cuanto la cantidad prevista a aportar corresponde al agua que los mencionados Canales dejaron de percibir desde el Río Mapocho, con el entubamiento y tratamiento de las aguas servidas de Santiago.

Es importante consignar también que las aguas tratadas que se harán llegar al área, cumplirán con la "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales", D.S. Nº 90 de 2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, en particular en lo relativo a límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales sin dilución (una tabla con los valores permitidos se adjunta en el punto siguiente (e), de este mismo capítulo); lo cual deberá ser monitoreado por los organismos con competencia ambiental pertinente.

Además, esta agua deberá cumplir con lo que establece la Norma Chilena NCh 1333, del INN, de mayo de 1987, en cuanto a parámetros de calidad de agua para riego. (Una tabla con estos parámetros también se adjunta en el siguiente punto (e) de este capítulo).

Comparando ambas normas, se aprecia total compatibilidad entre los valores de los parámetros de ambas; pudiendo plantearse sólo dos prevenciones respecto a los niveles de coliformes y cloruro, que admite la norma de evacuación de RILES, y no la norma de riego. Pero, como la norma de RILES indica niveles máximos, es muy posible que el agua dispuesta cumpla con todos los requisitos, en la práctica.

Lo anterior refuerza la necesidad de controlar la disposición de aguas de El Trebal (que, como se dijo compete a las autoridades pertinentes), y señala la conveniencia también de efectuar algún monitoreo periódico a las aguas recibidas, al otro lado del ducto, por los Canales que la ocuparán.

Tabla 5.2 Q

Matriz de análisis de impactos del Sector Cuatro: Sector Bajo de Mallarauco

(Canales principales con menores posibilidades de contaminación en su curso y Plan de Desarrollo de Pequeños Agricultores en implementación)

Componente Ambiental	Sin Impacto	Con Impacto				
		Impacto positivo	Impacto negativo			
			Grado		Temporalidad	
			Controlable	No controlable	Corto plazo	Largo plazo
Medio físico:						
• Aire	X					
• Suelo		X				
• Agua		X				
• Usos del medio		X				
Medio biótico, flora y fauna:	X					
Paisaje y calidad del medio:		X				
Infraestructura y servicios:						
• Estructura urbana y rural	X					
• Operación y servicios	X					
• Ruidos	X					
• Olores	X					
• Moscas y vectores	X					
Población y características culturales:		X				

En este sector, también se esperan impactos positivos de la implementación de los proyectos, tanto por la mejor agua que dispondrán algunas áreas de cultivo, como –en mayor medida- por la implementación del Plan de Desarrollo de Pequeños Agricultores.

Dicho Plan, en términos generales y por apuntar a mejoramientos en la disponibilidad de agua, riego y en el tipo de cultivos ocupados en la zona, no debiera tener impactos negativos de ningún tipo; por lo demás se trata de un conjunto de pequeños proyectos individuales, a realizar con agricultores locales, lo cual minimiza cualquier riesgo de impacto ambiental negativo (como podría ser, por ejemplo, agotar fuentes de agua subterránea por sobre uso de pozos).

5.2.2.5 Determinación de la normativa ambiental aplicable

Un aspecto también importante de considerar, para cada posible proyecto, es la normativa ambiental tanto general como específica aplicable. En particular, esto define si los proyectos deben presentar Declaración o Estudio de Impacto Ambiental, para su tramitación y aprobación.

Dada la pequeña magnitud de las obras, y considerando que no hay mayores intervenciones ni impactos negativos asociados, se estima que ninguno de los proyectos analizados debiera entrar en el SEIA.

i) Proyectos o actividades deben someterse obligatoriamente al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley Nº 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA) dispone que los proyectos o actividades en ella señalados, y especificados en el Reglamento, sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, y que los contenidos de carácter ambiental de todos los permisos o pronunciamientos que, de acuerdo a la legislación vigente, deban o puedan emitir los organismos del Estado, serán analizados y resueltos a través del SEIA.

El artículo 3º del Reglamento establece que los siguientes proyectos deben someterse obligatoriamente al Sistema[12]:

(a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas.

Presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:

a.1. Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros (5 m) o una longitud de coronamiento igual o superior a quince metros (15 m).

a.2. Drenaje o desecación de vegas y bofedales ubicados en las Regiones I y II, cualquiera sea su superficie.

Drenaje o desecación de cuerpos naturales de aguas tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, turberas, vegas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en el inciso anterior, cuya superficie

[12] Sólo se citan los tipos de proyectos atingentes al estudio.

afectada sea igual o superior a diez hectáreas (10 há), tratándose de las Regiones I a IV, o a veinte hectáreas (20 há), tratándose de las Regiones V a VII y Metropolitana, o a treinta hectáreas (30 há), tratándose de las Regiones VIII a XII.

Se exceptuarán de lo dispuesto en este literal, la desecación de suelos con problemas de drenaje y cuya principal fuente de abastecimiento de agua provenga de aguas lluvias, tales como los suelos "ñadis".

a.3. Dragado de fango, piedras, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas terrestres, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m3) de material a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones I a III, o a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3) de material a extraer y/o a remover, tratándose de las regiones IV a XII.

Dragado de fango, piedras, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cien mil metros cúbicos (100.000 m3) de material a extraer y/o a remover.

a.4. Defensa o alteración de un cuerpo, cauce o curso natural de agua terrestre, tal que para su modificación se movilice una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos de material (20.000 m3), tratándose de las regiones I a V y Metropolitana, o cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3), tratándose de las regiones VI a XII.

(p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otra área colocada bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.

ii) Criterios para dirimir si un proyecto sometido al SEIA requiere Declaración de Impacto Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental

Para determinar la pertinencia de presentar una DIA o un EIA, la Ley y el Reglamento establecen una serie de criterios que pretenden estimar el grado de significancia de los impactos ambientales implícitos en ellos. Si el proyecto o actividad genera o presenta a lo menos uno de los efectos, características o circunstancias indicados, deberá presentarse al Sistema mediante un EIA; en caso contrario, deberá presentar una DIA. Estos criterios que definen la forma de presentación al Sistema son los siguientes:

a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos.
b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluido el suelo, agua y aire.
c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos.
d) Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectadas, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

iii) Aplicación de la normativa ambiental

Claramente, y en lo relativo a los proyectos Esperanza Alto y Cuatro Canales, no hay obras de las magnitudes señaladas en la letra (a1) del artículo 3º del Reglamento del SEIA. Tampoco se efectuarán dragados o movimientos de material de las magnitudes señaladas en las letras (a3) y (a4), del mismo artículo del Reglamento. Como se mencionó anteriormente, el máximo de material a mover en Esperanza Alto no supera los 3.000 m3; y en Cuatro Canales –al construir el ducto que atravesará el Río Mapocho, no supera los 12.000 m3. Tampoco, las obras asociadas a los proyectos propuestos se emplazan en zonas de protección, como las señaladas en la letra (p) del artículo 3º del Reglamento del SEIA.

Luego, dado el tipo y magnitud de las obras, los bajos impactos negativos (previstos durante su construcción), como también, considerando los positivos impactos sociales, económicos y ambientales de los proyectos propuestos y las áreas donde se emplazan, se estima que ninguno de ellos requiere entrar en el SEIA, ni como Estudio ni como Declaración. No hay emisiones que pongan en riesgo la salud de la población; no hay efectos adversos sobre el medio ambiente y sus componentes; no hay reasentamiento de personas o comunidades; no hay cercanía a poblaciones o áreas naturales susceptibles de ser impactadas negativamente; no hay alteraciones significativas ni negativas del paisaje o sitios con valor turístico; ni hay alteración de monumentos nacionales o sitios de valor cultural.

vi) Parámetros relevantes de las normas de agua involucradas

- Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales D.S. Nº 90 de 2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (do 07.03.2001) (Tabla 5.2 R).

- Norma Chilena, Nch 1333, del Instituto Nacional de Normalización (INN), del 22 Mayo 1987 (Tabla 5.2 S).

Tabla 5.2 R

LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS PARA LA DESCARGA DE RESIDUOS LIQUIDOS A CUERPOS DE AGUA FLUVIALES (Cuerpos de agua sin dilución)

CONTAMINANTES	UNIDAD	EXPRESION	LIMITE MAXIMO PERMITIDO
Aceites y Grasas	Mg/L	A y G	20
Aluminio	Mg/L	Al	5
Arsénico	Mg/L	As	0,5
Boro	Mg/L	B	0,75
Cadmic	Mg/L	Cd	0,01
Cianuro	Mg/L	CN	0,20
Cloruros	Mg/L	Cl	400
Cobre Total	mg/L	Cu	1
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000
Indice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr^{6+}	0,05
DBO_5	mg O_2/L	DBO_5	35 *
Fósforo	mg/L	P	10
Fluoruro	mg/L	F	1,5
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5
Manganeso	mg/L	Mn	0,3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	1
Níquel	mg/L	Ni	0,2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50
Pentaclorofenol	mg/L	C_6OHCl_5	0,009
PH	Unidad	pH	6,0 -8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05
Poder Espumógeno	mm	PE	7
Selenio	mg/L	Se	0,01
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80 *
Sulfatos	mg/L	SO_4^{2-}	100
Sulfuros	mg/L	S^{2-}	1
Temperatura	C°	T°	35
Tetracloroeteno	mg/L	C_2Cl_4	0,04
Tolueno	mg/L	$C_6H_5CH_3$	0,7
Triclorometano	mg/L	$CHCl_3$	0,2
Xileno	mg/L	$C_6H_4C_2H_6$	0,5
Zinc	mg/L	Zn	3

(*): Para los residuos líquidos provenientes de plantas de tratamientos de aguas servidas domésticas, no se considerará el contenido de algas, conforme a la metodología descrita en el punto 6.6 de la Norma.

Tabla 5.2 S

PARÁMETROS DE CALIDAD PARA AGUAS DE REGADÍO

PARÁMETROS QUÍMICOS	VALORES PERMITIDOS (MÁXIMOS) (mg/l)
Aluminio	5,0
Arsénico	0,10
Bario	4,00
Berilio	0,10
Boro	0,75
Cadmio	0,010
Cianuro	0,20
Cloruros	200,00
Cobalto	0,050
Cobre	0,20
Cromo	0,10
Fierro	5,00
Fluoruro	1,00
Litio	2,50
Litio cítrico	0,075
Manganeso	0,20
Mercurio	0,001
Molibdeno	0,010
Níquel	0,20
Plata	0,20
pH	5,5 – 9.0
Plomo	5,00
Selenio	0,020
Sodio porcentual (%)	35,00
Sulfato	250,00
Vanadio	0,10
Zinc	2,00

5.2.2.6 Conclusiones del análisis ambiental

i) Conclusión general sobre los proyectos y su impacto ambiental

Tal como se ha señalado en los puntos precedentes de este Capítulo, y tras haber analizado los proyectos propuestos, sus obras, y las áreas de influencia de los mismos; tras haber revisado los potenciales impactos de los proyectos; y observando la legislación ambiental directamente aplicable, se concluye que:

- Los proyectos considerados y sus obras asociadas, no causan impactos negativos de ningún tipo (definidos en las regulaciones ambientales ya citadas) sobre el medio ambiente y las personas.

- Por la magnitud de los proyectos y sus obras asociadas, no es necesario que ninguno de ellos entre en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

ii) Recomendaciones finales

Dos aspectos parece necesario reforzar, al finalizar este análisis:

- Por un lado, y dado que se usará agua tratada para fines de riego, es conveniente un plan adecuado de monitoreo de la calidad de dicha agua que dé confianza a los agricultores usuarios. Es seguro que este aspecto ha sido contemplado por las autoridades ambientales pertinentes, pero sería deseable dar a conocer este plan y sus resultados.

- Sería importante concordar criterios con la Dirección de Aguas, respecto de la intervención que se realizará en el Río Mapocho. Como se ha señalado en este Capítulo, no hay elementos que permitan sostener que este proyecto deba entrar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

  No obstante, en ésta, como en muchas otras materias, es relevante observar las mejores prácticas. Esto implica que, si a juicio de la DGA, se recomienda que esta obra entre al Sistema de forma voluntaria, convendría seguir tal recomendación. Lo más probable es que no sea el caso, pero sería oportuno validar este criterio.

6. PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE RIEGO CON AGUAS SUBTERRANEAS COMO ALTERNATIVA A LAS AGUAS SERVIDAS TRATADAS EN SECTORES DE SEGUNDA Y TERCERA SECCION RIO MAPOCHO

6.1. Descripción del proyecto

Un escenario teórico considerado es que los agricultores tuvieran que pagar por las aguas tratadas. En este contexto, una alternativa de competencia para determinar el valor de venta de las aguas servidas tratadas a los usuarios finales, corresponde al abastecimiento mediante la captación de aguas subterráneas locales de ellos en sus predios o captaciones de aguas subterráneas colectivas que sean puestas en los canales matrices de los usuarios finales para distribuirlos a su destino final.

En el área de los proyectos seleccionados, afectados por el tratamiento de las aguas servidas en la Región Metropolitana, se ha realizado un estudio hidrogeológico que establece las zonas de captación colectivas de recursos de aguas subterráneas, sus valores de inversión, operación y mantenimiento, determinando el valor de venta alternativo a la compra de aguas servidas tratadas a la concesionaria.

El presente análisis corresponde al abastecimiento de los proyectos seleccionados, 1. Sector de Mallarauco, 2. Sector Esperanza Alto y 3. Sector Cuatro Canales El Trebal, mediante aguas subterráneas captadas por baterías de pozos colectivos en la zona del cauce de escurrimiento del Río Mapocho, ubicadas según sea el caso entre el sector de Bombilla hasta el sector de Pelvín, descargando directamente en el canal matriz de distribución, para atender las demandas de riego de la superficie existente en el mes de máximo consumo.

Los proyectos que en adelante se desarrollan, consisten en la construcción del número de pozos de captación necesarios para producir los caudales de agua requeridos por la demanda de cada sector y la habilitación de estos sondajes, que incluye el suministro y montaje de los grupos de bombeo de explotación, interconexiones hidráulicas y eléctricas necesarias para su funcionamiento, descargando sus aguas directamente a los canales matrices de distribución desde cada una de las captaciones a lo largo de su desarrollo en ese sector, a través de impulsiones en cañería de PVC enterradas.

6.2 Características Geológicas e Hidrogeológicas

Este capítulo trata los antecedentes que describen las características de los terrenos que componen el acuífero existente en la zona de interés del estudio, que define de acuerdo a su capacidad, tanto el número como los caudales de explotación de los pozos colectivos de aprovechamiento de los recursos de aguas subterráneas. La ubicados de los pozos de captación a construir, se ha definido en los sectores aledaños al cauce del río Mapocho, en el tramo entre las localidades de Peñaflor y Pelvín, distanciados entre si aproximadamente por 150 m., descargando sus caudales de producción al canal matriz de distribución en cada proyecto, utilizando este recurso como única agua de riego para los sectores señalados.

6.2.1 Características del acuífero en la hoya hidrográfica

El sector de interés para este estudio forma parte de la cuenca del río Mapocho, inmediatamente aguas arriba de la confluencia de este curso superficial con el río Maipo, siendo ambos parte de una hoya hidrográfica denominada Maipo-Mapocho. La hoya hidrográfica del río Mapocho tiene su nacimiento en la Cordillera de los Andes y luego de su paso por la zona donde se emplaza la ciudad de Santiago, donde presenta una superficie de extensión importante, en el lugar de interés presenta una sección transversal más estrecha de aproximadamente 12 km. de ancho, con rellenos sedimentarios emplazados sobre la roca basal de estratificación principalmente horizontal o sub horizontal, que tienen un espesor superior a los 200 m.

Estas acumulaciones de sedimentos corresponden a depósitos fluviales no consolidados, constituidos principalmente por gravas, arenas y ripios, con diferentes porcentajes de arenas y arcillas, que drenan el área de Oriente a Poniente y afloran al encontrarse con la hoya del río Maipo en el sector de El Monte, aproximadamente 20 km. aguas abajo.

Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., en el estudio titulado "Modelo de Simulación Hidrológico Operacional de las Cuencas de los Ríos Maipo y Mapocho - (Mayo del 2.000)", divide la extensa cuenca del río Maipo, en dos grandes unidades: la cuenca de los ríos Mapocho y Maipo, incluyendo el interfluvio donde se emplaza la ciudad de Santiago, y los principales valles tributarios de ambos. Estas subzonas las denomina Santiago Norte, que incluye el valle del Mapocho y los sectores de Batuco; Santiago Centro, que abarca el interfluvio Maipo-Mapocho y el valle del río Mapocho en su sector alto; Santiago Sur, que incluye los sectores de San Bernardo, Buin y el sector de confluencia de los ríos Mapocho y Maipo; y Maipo Inferior, que abarca el sector aguas abajo de la confluencia Mapocho -

Maipo y el área de la desembocadura. Bajo esta separación, el área de estudio corresponde a la denominada zona Santiago Sur.

El estudio de la Consultora mencionada simplifica la clasificación estratigráfica de los terrenos, reduciéndola a tres unidades, en función de su ubicación desde la cota de la roca fundamental hacia la superficie y definiendo las características granulométricas del relleno sedimentario. Con ese antecedente estima para estos sedimentos un valor medio de su permeabilidad. Para los sedimentos de la Unidad A, ha adoptado una permeabilidad media variable entre 10^{-4} y 10^{-6} m/s. Para la Unidad B, ubicada sobre la Unidad A, fija un valor que varía entre 10^{-2} y 10^{-4} m/s, y es la zona que contiene los mejores acuíferos.

En nuestro estudio, se ha comparado estos valores y se han adoptado para estos parámetros valores calculados de las pruebas de bombeo de pozos construidos en la zona, determinando transmisividades del orden de 1.300 m^3/día/m., o m^2/día, y que los valores del coeficiente de almacenamiento se estiman entre 5% y 9%,.

6.2.2 Capacidad de embalsamiento del acuífero

La función de acumulación de aguas en los terrenos continentales es desempeñada en general por los materiales acuíferos, mientras que la función de traslado o conducción de las aguas es de preferencia propia de los ríos u otros cursos de aguas superficiales. Ello explica el por qué se considera a las napas de aguas subterráneas como un banco o un almacén de este recurso natural.

Para evaluar estos embalses subterráneos o reservas de aguas se debe conocer el área y la forma geométrica del acuífero y el porcentaje de su superficie saturada por el agua que se denomina coeficiente de almacenamiento.

En los acuíferos freáticos interconectados con ríos o esteros, fenómeno físico que se ha comprobado como una característica propia de los diversos cauces superficiales que componen la hoya hidrogeológica de los ríos Maipo y Mapocho, cualquier explotación creciente de aguas subterráneas, superior al "caudal medio o seguro", no constituye siempre una sobrexplotación, ya que a través de este proceso se induce una alimentación creciente del acuífero en compensación.

La zona de interés presenta aguas abajo, a la altura de la localidad de Melipilla un angostamiento superficial del cauce del río, que coincide con un estrechamiento del valle y la formación de una garganta rocosa, que conforman una barrera natural de las aguas subterráneas desarrollando aguas arriba una suerte de embalse subterráneo natural. Se ha comprobado que la mayoría de las

captaciones de aguas subterráneas construidas en esta área están ubicadas en un acuífero de gran capacidad de almacenamiento, que genera una importante seguridad de servicio a estas captaciones aún en períodos de estiaje.

Destaca la importancia de la recarga de aguas subterráneas que recibe este sector de los ríos Maipo y Mapocho en esta áreas, lo que representa una recarga segura en las épocas de excedencia producto de la gran permeabilidad del acuífero.

6.2.3 Disponibilidad de aguas subterráneas

Los análisis desarrollados, así como el estudio de las características del acuífero señalan que los recursos de agua subterránea que abastecerán de agua de riego los proyectos de interés son significativos y muy superiores a los consumos propios de la explotación de los pozos del sector.

En este contexto, se puede decir que la disponibilidad de aguas subterráneas existe y no constituye restricción para el presente proyecto.

6.2.3.1 Potencial de recursos disponibles

Existe un catastro de pozos desarrollado por CIREN – Corfo actualizado hasta el año 1981 de la hoya Maipo-Mapocho e incorporado en el SIIR de la CNR, que describe las características de las captaciones existentes en esa área. Complementariamente, hemos estimado conveniente y confiable utilizar los antecedentes provenientes de pozos de captación de aguas subterráneas construidos en la misma área por la Empresa CELZAC Ingeniería Ltda.., y de los cuales se acompañan detalles de sus características litológicas, constructivas, hidráulicas y físico-químicas .

La ubicación de estos pozos se indica en la **Figura Nº 6.1 A**, y sus configuraciones estratigráficas en las TABLAS 6.1 A a la 6.1 C complementadas por Gráficos de Sondaje respectivos

Estratigrafía Sondaje (CZ 1202)

Desde	Hasta	Tipo de material
0,00	14,00	Bolones, ripio, arena y arcilla
14,00	43,00	Ripio, arena y arcilla
43,00	46,00	Arena y arcilla
46,00	57,00	Arena
57,00	62,00	Arena y arcilla
62,00	65,00	Ripio y arena gruesa
65,00	67,00	Arcilla con poca arena

Estratigrafía Sondaje (CZ 1809)

Desde	Hasta	Tipo de material
0,00	6,00	Bolones, ripio, arcilla y grava
6,00	10,00	Bolones, ripio, grava, arcilla y arena
10,00	24,00	Ripio, grava, arcilla y arena
24,00	28,00	Arena, grava y arcilla
28,00	40,00	Ripio, grava, arena y arcilla

Estratigrafía Sondaje (CZ 2126)

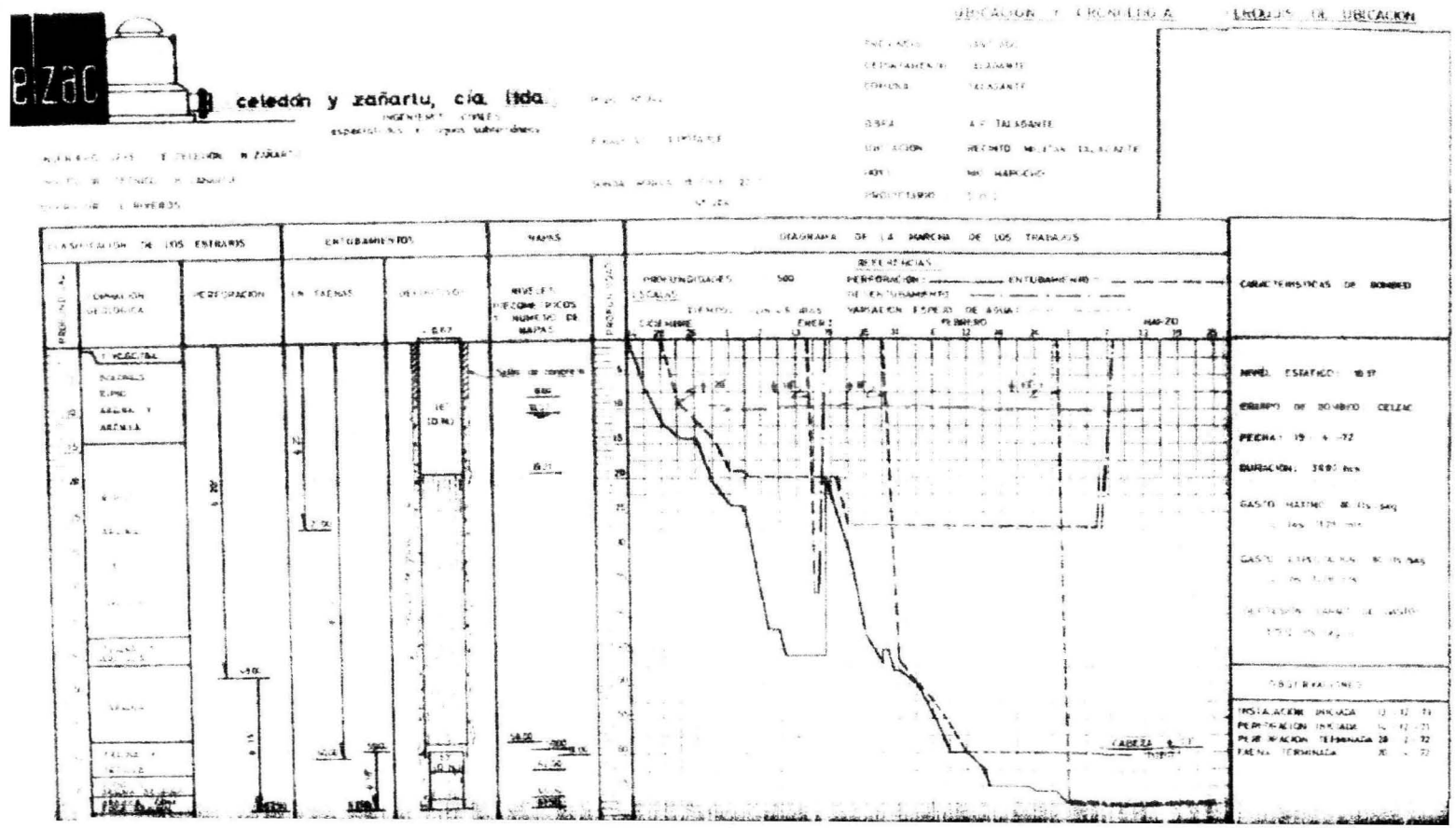
Desde	Hasta	Tipo de material
0,00	5,00	Bolones de gran tamaño y ripio
5,00	15,00	Bolones, ripio, grava y arena gruesa
15,00	25,00	Ripio, grava, arena gruesa y pocos bolones
25,00	31,00	Grava y arcilla

Estas obras de captación producen caudales de agua que fluctúan entre los 70 l/s. y 80 l/s, sus niveles estáticos son del orden entre los 3 m. a los 10 m. bajo la superficie, dependiendo de su ubicación a lo ancho del valle y sus coeficientes característicos de gasto o caudal específico varía entre 4 a 79 l/s/m.

Los niveles de agua subterránea en el valle del río Mapocho en la zona de Peñaflor se presentan en general a poca profundidad, subiendo normalmente estos niveles en las épocas de verano producto del riego local.

Los gráficos de construcción de los referidos pozos son los siguientes:

Gráfico Sondaje (CZ 1202)



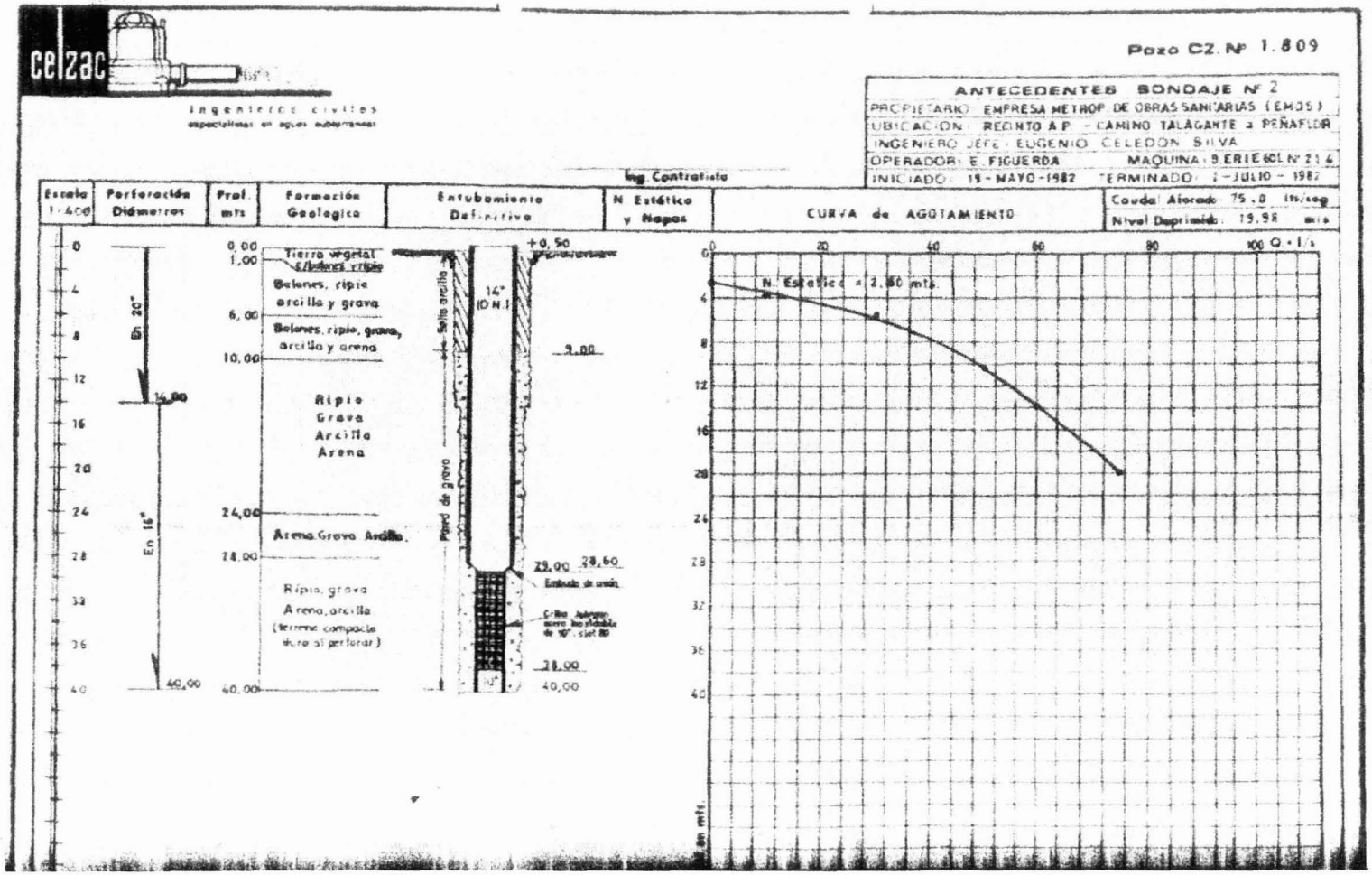
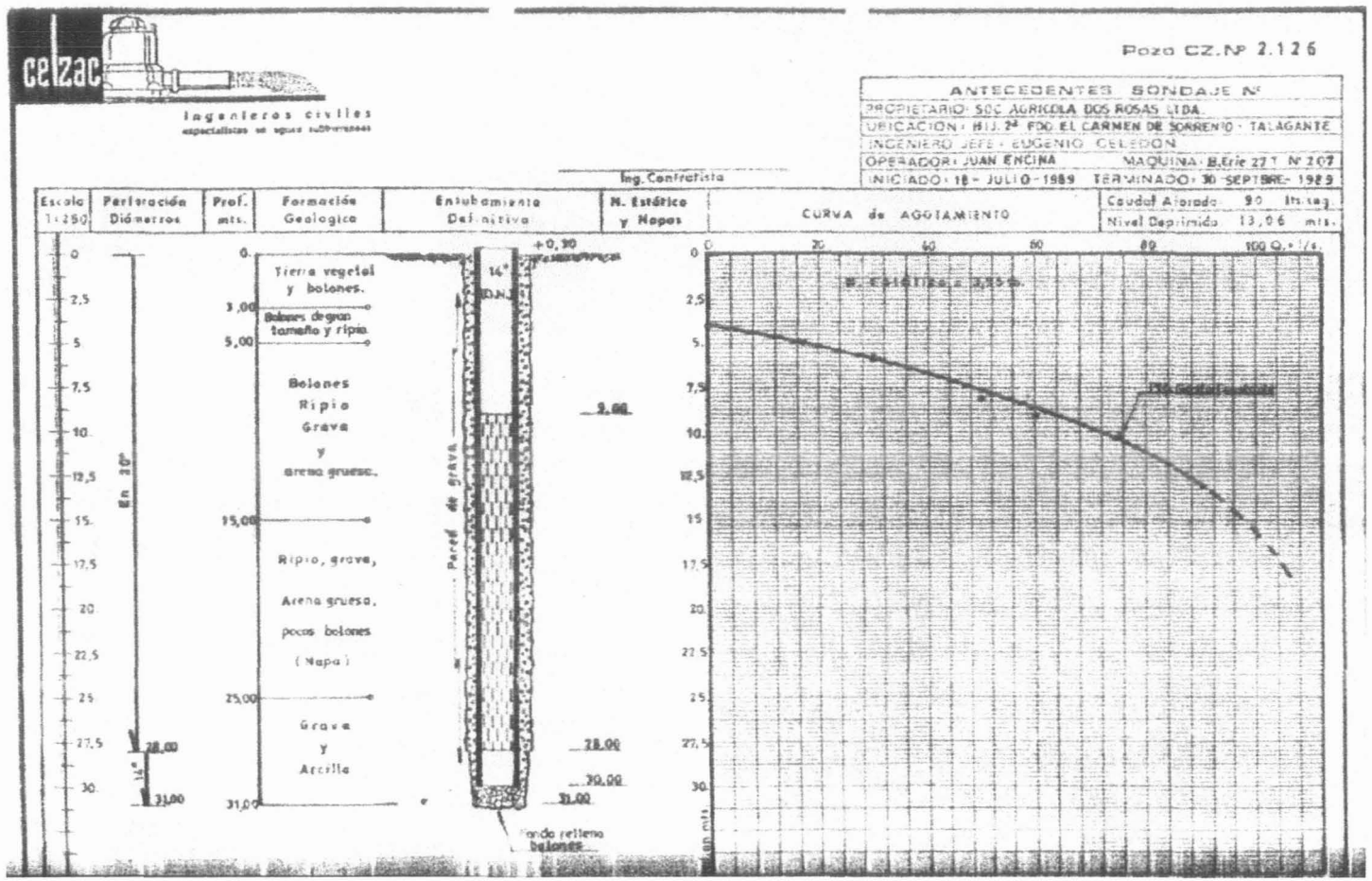


Gráfico Sondaje (CZ 1809)

Gráfico Sondaje (CZ 2126)



6.2.3.2 Calidad química y bacteriológica

Los resultados obtenidos en los análisis físico - químicos y bacteriológicos de las aguas producidas por los sondajes que abastecen a localidades en esos sectores, indican que el agua satisface los requisitos exigidos por la Norma Oficial INN Nch 409/1.Of.84, para ser empleada en agua potable según características y componentes que determinan sus resultados, por lo tanto presenta características mejores que las aguas superficiales tratadas.

Se transcribe el "ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO DE AGUA" Boletín Nº 89 – 586 del Pozo CZ 2.126 utilizado para el riego de el Fundo El Carmen, Talagante, emitido por el Laboratorio Químico Sanitario Carlos Latorre Offermanns. Se puede concluir, a partir de los análisis presentados, que la calidad físico - químico y bacteriológica del agua proveniente de los acuíferos existentes en el área satisfacen las normas exigidas para ser empleadas en soluciones de abastecimiento de agua de riego.

LABORATORIO QUIMICO SANITARIO
CARLOS LATORRE OFFERMANNS
Avenida Bulnes 139 – Depto. 64
Teléfonos: 6961481 - 6988116

ANALISIS FISICO-QUIMICO SANITARIO DE AGUA
BOLETIN Nº 89 - 586

IDENTIFICACION MUESTRA:

Región: **Metropolitana**
Ciudad/localidad: **TALAGANTE** Provincia: **Talagante**
Procedencia/origen: **Pozo FANTUZZI**
Fecha y hora de toma: **1/Octubre/89** Fecha recepción laboratorio: **2/Octubre/89**
Referencia: **SOCIEDAD AGRICOLA DOS ROSAS LTDA. - FUNDO EL CARMEN**
Preservantes usados

1. PARAMETROS FISICOS	Límite Máximo	Valor Medido
Turbiedad (N T U)	5	1.20
Color (Pt-Co)	20	0.0
Olor	Inodoro	-
Sabor	Insípido	-

2. PARAMETROS QUIMICOS	Expresado como	Límite Máximo (mg/l)	Concentración Medida (mg/l)
Amoníaco	N	0.25	0.060
Arsénico	As	0,05	0.01
Cadmio	Cd	0,01	-
Cianuro	CN	0,20	-
Cloruro	Cl	250	143.0
Cobre	Cu	1,0	0.170
Compuestos fenólicos	Fenol	0,002	-
Cromo hexavalente	Cr	0,05	-
Detergentes	SAAM	0,50	0.0
Fluor	F	1,5	0.40
Hierro **Dis. y Suspendido**	Fe	0,3	0.360 **Dis:0.020**
Magnesio	Mg	125	92.80
Manganeso	Mn	0,1	0.0
Mercurio	Hg	0,001	-
Nitratos	N	10	-
Nitritos	N	1,0	-
Plomo	Pb	0,05	-
Residuos sólidos filtrables		1000	870.0
Selenio	Se	0,01	-
Sulfatos	SO^4	250	210.0
Zinc	Zn	5	-

		Valor Medido
PH **18.0 ºC**	6-8,5	7.60

03/04/2022 19:41 56-2-231/584 AMGENIU DELETRON 5 PAGE 01

CONTINUACION BOLETIN Nº 89 - 586

	Valor Medido
Conductancia (μmhos/cm/25.0° C)	1 300.0 (mmhos/cm/25.0 °C:1.300)
Color aparente (Pt - Co)	0.0
PH Saturación Larson	-
Indice Langelier	-
Residuo Total (mg/l)	-
Residuo Disuelto (mg/l)	870.0
Residuo Fijo (mg/l)	-
Residuo Volátil (mg/l)	-
Residuo Suspendido (mg/l)	-
Residuo Sedimentable (ml o mg/l)	-

	Expresado como	Concentración Medida (mg/l)
Acidez	$CaCO_3$	0.0
Alcalinidad total	$CaCO_3$	212.0
Alcalinidad fenoftaleina	$CaCO_3$	0.0
Aluminio	Al	-
Anhidrido carbónico	CO_2	-
Bicarbonatos	$CaCO_3$	-
Carbonatos	$CaCO_3$	-
Calcio	Ca	214.30
Dureza total EDTA	$CaCO_3$	916.0
Dureza magnésica	$CaCO_3$	-
Dureza cálcica EDTA	$CaCO_3$	536.0
Hierro total	Fe	-
Fosfatos	PO_4	-
Nitrógeno total	N	-
Nitrógeno albúminas	N	-
Potasio	K	4.70
Silicatos	SiO_3	-
Sodio	Na	81.40
Demanda química, D.Q.O	O	-
Demanda bioquímica, D.B.O.	O	-
Oxígeno disuelto	O	-
Litio	**Li**	0.040
Boro	**B**	0.50
RAS		1.170
Sodio Porcentual		16.10 %

OBSERVACIONES: **Según características y componentes determinados en conformidad con la Norma NCh 1333-1978.**

Santiago, 3 de Octubre de 1989

C.Latorre O.
LABORATORIO QUIMICO - SANITARIO

6.2.4 Anteproyecto de las obras

El anteproyecto de las obras para cada proyecto estará constituido por un sistema colectivo de captación de aguas subterráneas en base a un número de pozos profundos construidos en las riberas del río Mapocho a lo largo de los canales matrices de distribución, descargando sus aguas de producción directamente a este canal, incluyendo todas las obras necesarias para su puesta en servicio y explotación, como las bombas de pozo profundo, interconexiones hidráulicas de impulsión y descarga, cámaras de proyección de los sondajes, subestaciones de alimentación eléctrica de fuerza y elementos de control.

El número de pozos para cada proyecto estará determinado por el caudal de riego de demanda del sector, considerando cada pozo de producción tipo en el sector con las siguientes características que se detallan:

a) Pozo de captación de aguas subterráneas:

Esta obra estará construida con una profundidad de 80 m., quedando habilitada con cañería de acero de diámetro 16" (D.N.), con cribas y ranurados en la zona captante de características adecuadas, entre los 15 a 75 m. de profundidad. Esta captación será capaz de producir caudales de agua superiores al caudal unitario de proyecto de 120 l/s.

b) Bomba de motor eléctrico sumergido:

Para la explotación de cada sondaje, se ha determinado mediante cálculos que en el pozo se instalará una bomba de pozo profundo, capaz de impulsar 120 l/s. a una altura total de 70 m., accionada por un motor eléctrico sumergido de 170 HP., capaz de correr en cañería de 16", con 2x80 m. de cable de alimentación conectados al motor.

c) Cañería de impulsión a la superficie, cámara del pozo, piezas especiales descarga, cañería de impulsión al canal y montaje del sistema de bombeo:

Se considera en este ítem, el suministro y montaje de 60 m. de cañería de acero de diámetro 8", hilo y copla. Además de las siguientes piezas especiales:

- Cámara enterrada albañilería 2 x 3 x 2,5 m. con losa y tapa calzada
- Abrazadera de soporte ø 16 x 8"
- Tee BBB 200 x 200 mm.
- Curva BB 1/4 x 200 mm. son 2
- Curva BB 1/8 x 200 mm. son 2
- Válvula de Retención horizontal BB 200 mm
- Válvula Meplat BB 200 mm.
- Tubos cortos BB 200 mm., L= 0,40 (2) – 0,80 – 1,60 m.
- Terminal BC 200 x 200 mm.
- Cañería PVC c-6 D= 200 mm. longitud media 120 m. por pozo.

d) Interconexiones eléctricas de alta y baja tensión:

Se incluye el sistema de eléctrico de fuerza constituido por una subestación en dos postes de hormigón, con transformador de 200 KVA, mallas de tierra, tablero general de alimentación, empalme y medidor. Asimismo, se incluye el sistema de control, mediante 2 electrodos de guardanivel, conectados a la superficie por 2x80 m. de cable de señalización. Se considera también en este ítem, el suministro y montaje del tablero de control y comando del equipo de bombeo, con actuador estrella triángulo, automático de protección térmica por fases, relé guardanivel, botonera de comandos y automático general de cortocircuito. Todos los tableros serán de tipo interperie de puerta y panel. Los enlaces desde la alimentación de fuerza existente (20 m.) y la conexión entre tablero y bomba.

6.2.5 Caudales de diseño y Area de riego

Tal como se indica para cada Proyecto la superficie de riego está definida por los tenedores de derechos de cada canal, con el total de Hás. de superficie de terrenos que define los caudales de abastecimiento, de acuerdo a un valor medio de la demanda de riego DR (lts/seg/Há), de 1 lts/seg/Há, determinado a partir de una Evapotranspiración Potencial media (Eto = 8,00 mm/día), una tasa de riego (TR = 0,90 lts/seg/Há) y una eficiencia de aplicación del agua de riego (n = 0,8).

6.2.5.1 Proyecto Sector de Mallarauco

El ***Sector de Mallarauco*** se abastece desde una bocatoma en el río Mapocho a la altura de la localidad de Pelvín, mediante un canal matriz cuya capacidad está determinada por el túnel que atraviesa hasta el valle de Mallarauco de capacidad

máxima 4 m^3/s, definiéndose de esta forma el caudal de proyecto para nuestra alternativa.

Por lo tanto, este proyecto requiere de un sistema colectivo con un total de 35 pozos de captación como los señalados en el punto anterior.

6.2.5.2. Proyecto Sector Esperanza Alto

El ***Canal Esperanza Alto*** requiere de 815 l/s y su bocatoma se encuentra en el río Mapocho a aproximadamente 1.500 m. aguas arriba del puente Esperanza. Por lo tanto, este proyecto requiere de un sistema colectivo con un total de 7 pozos tipo de captación de aguas subterráneas.

6.2.5.3 Proyecto Sector Cuatro Canales El Trebal

Los canales afectados por el desplazamiento del punto de entrega de aguas servidas son:

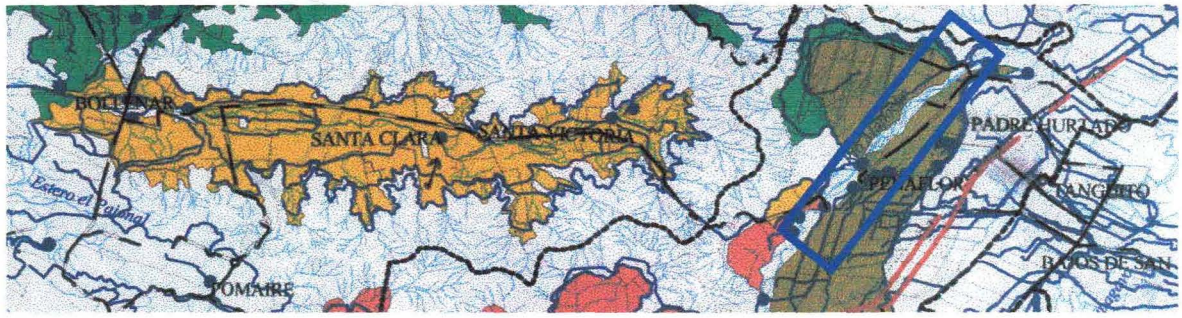
- Canal Bombilla
- Canal Esperanza Bajo
- Canal Romero
- Canal Castillo
- Canal Santa Cruz o Domingano

Conforme a los cálculos de demandas realizados en los capítulos anteriores, Se tiene un caudal de diseño igual a 1500 l/s, lo que representa un total de 15 pozos tipo de captación de aguas subterráneas

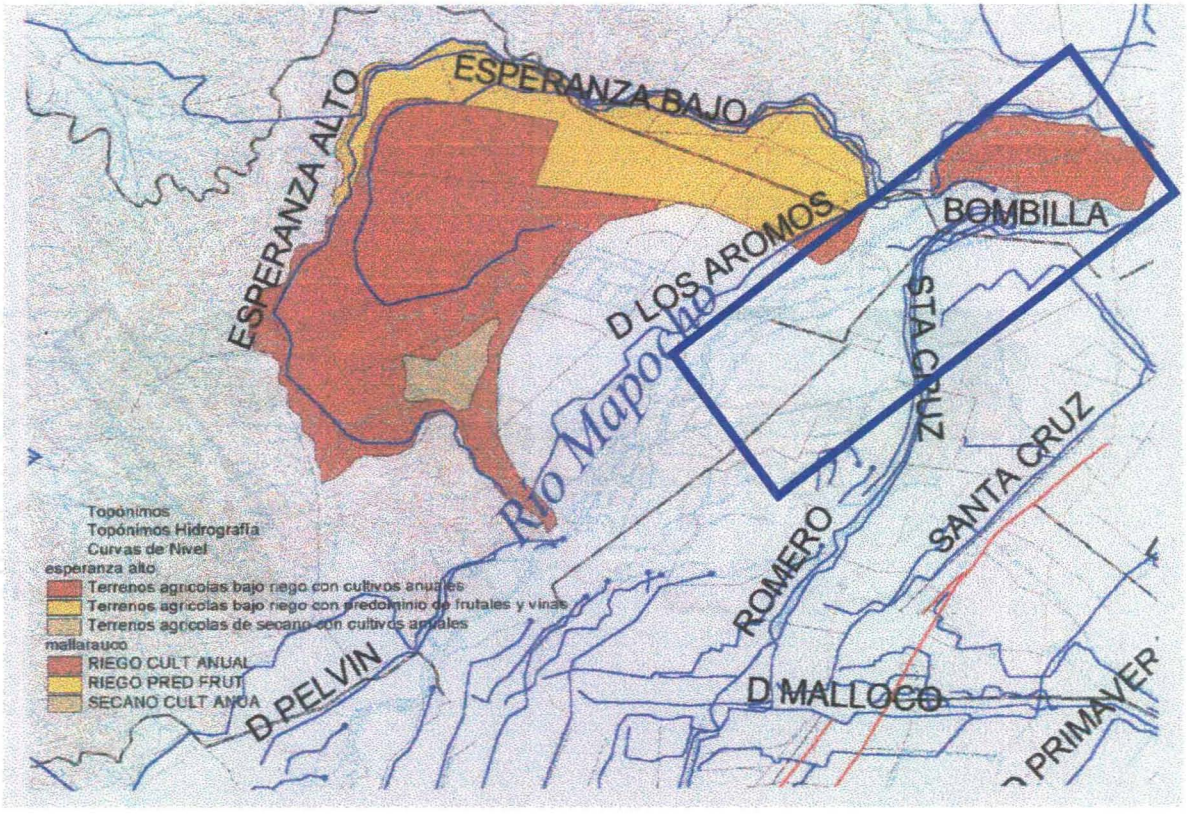
6.2.6. Plano de disposición general de las obras

Se incluye para cada proyecto un plano sin escala, de referencia de la ubicación de los pozos en el área, cuyas características principales fueron descritas anteriormente.

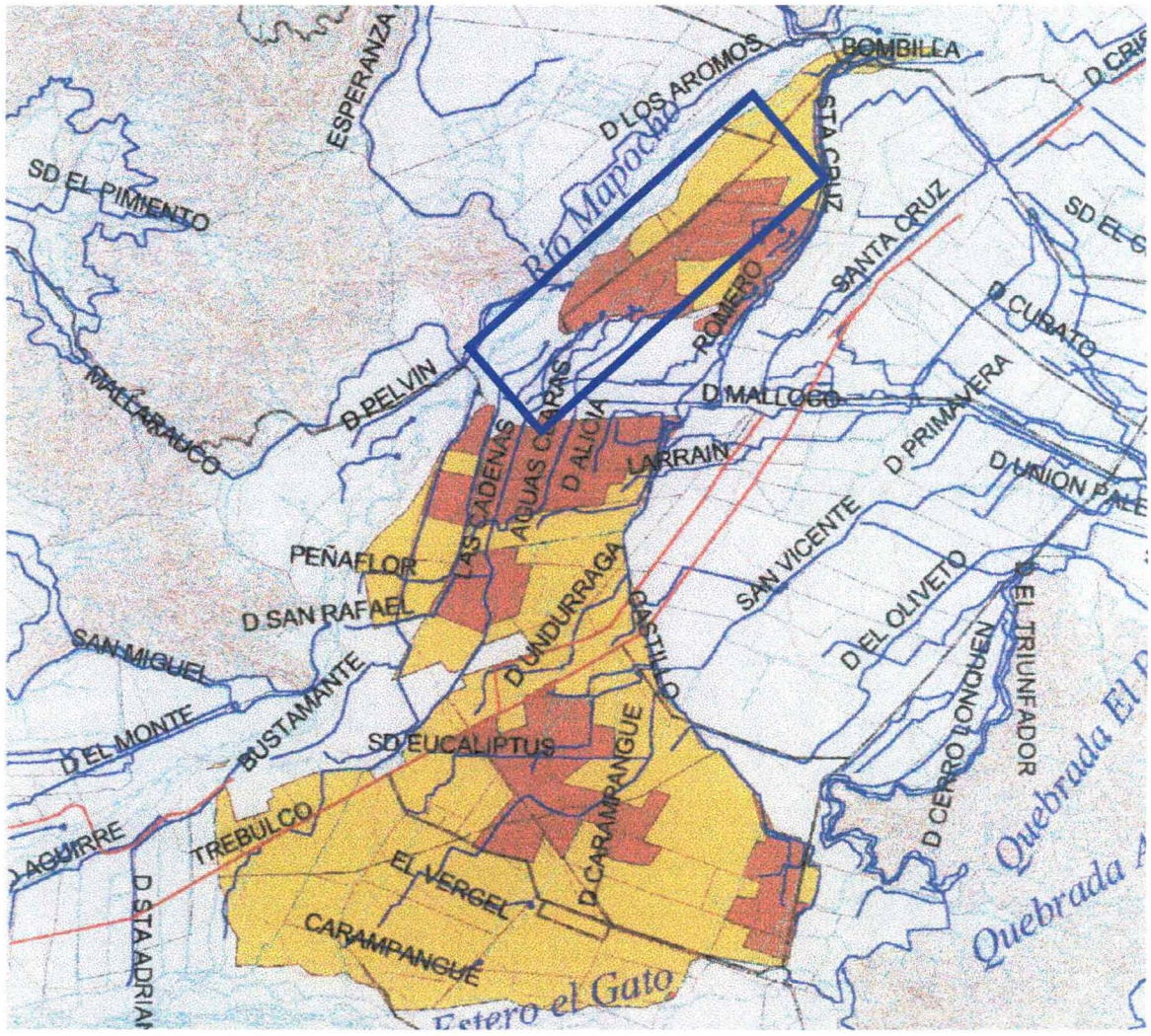
6.2.6.1 Proyecto Sector de Mallarauco



6.2.6.2 Proyecto Sector Esperanza Alto



6.2.6.3 Proyecto Sector Cuatro Canales El Trebal



6.2.7 Presupuesto de las obras

En base a las consideraciones de diseño anteriormente expuestas y los valores comerciales de las obras a construir descritas como obras tipo, se ha evaluado.

6.2.7.1 Proyecto Sector de Mallarauco

ALTERNATIVA N°	**1**				
POZOS TIPO Q (l/s)	**120**		10 de diciembre del 2003		
Número de pozos	**35**		**Equivalencias:**	UF	$ 17.000,00
Meses de riego =	**6**	(Octubre - Marzo)		US$	$ 620,00
Volumen en MMm3 =	**36,3**	al año			
1. POZOS					
Profundidad		80	m		
Diámetro		16	"		
Caudal		120	l/s		
Nivel deprimido		40	m		
Costo por m lineal de pozo		$ 370.600	21,8	(= UF por ml)	
Reposición cada		**30**	años		
Inversión en pozos		**$ 1.037.680.000**	61.040	(= UF por ml)	
Costo de mantención anual		**$ 31.130.400**	3%	(de la inversión)	
2. BOMBAS					
Q		120	l/s		
Ht		70	m		
N		170	HP		
Costo por HP		5	(= UF por HP)		
Reposición cada		**5**	años		
Inversión en bombas		**$ 505.750.000**	29.750	(= UF)	
Costo de mantención anual		**$ 25.287.500**	5%	(de la inversión)	
Costo de operación por m3		**$ 7**	$ 25	(por KWH)	
3. PUESTA EN OPERACIÓN					
Cañerías bombas	UF	3.570	1,7	(UF/ml x 60 m ø 8")	
Piezas especiales	UF	3.500	100	(UF/unidad ø 8")	
Cañerías pozos	UF	14.000	400	(UF/unidad)	
Subest. y transformador	UF	28.000	4	(UF/Kva x 200 Kva/unidad)	
Tableros control	UF	2.975	85	(UF/unidad)	
Inversión pta en operación UF		52.045			
Reposición cada		**50**	años		
Inversión pta en operación $		**$ 884.765.000**			
Costo de mantención anual		**$ 44.238.250**	5%	(de la inversión)	
4. IMPULSIONES A CANALES					
Supone que los pozos quedarán ubicados cercanos a las cabeceras de los canales					
No sería necesario instalar cañerías colectoras de baterías de pozos individuales					
Cañerías de cada pozo a canal	UF	8.400	2	(UF/ml x 120 m ø 8")	
Reposición cada		**50**	años		
Inversión en impulsiones	**$**	**$ 142.800.000**			
Costo de mantención anual		**$ 7.140.000**	5%	(de la inversión)	

6.2.7.2 Proyecto Cuatro Canales interferidos por El Trebal

ALTERNATIVA N°	**2**				
POZOS TIPO Q (l/s)	**120**		10 de diciembre del 2003		
Número de pozos	**15**		**Equivalencias:**	UF	$ 17.000,00
Meses de riego =	**6**	(Octubre - Marzo)		US$	$ 620,00
Volumen en MMm3 =	**15,6**	al año			
1. POZOS					
Profundidad		80	m		
Diámetro		16	"		
Caudal		120	l/s		
Nivel deprimido		40	m		
Costo por m lineal de pozo		$ 370.600	21,8	(= UF por ml)	
Reposición cada		**30**	años		
Inversión en pozos		**$ 444.720.000**	26.160	(= UF por ml)	
Costo de mantención anual		**$ 13.341.600**	3%	(de la inversión)	
2. BOMBAS					
Q		120	l/s		
Ht		70	m		
N		170	HP		
Costo por HP		5	(= UF por HP)		
Reposición cada		**5**	años		
Inversión en bombas		**$ 216.750.000**	12.750	(= UF)	
Costo de mantención anual		**$ 10.837.500**	5%	(de la inversión)	
Costo de operación por m3		**$ 7**	$ 25	(por KWH)	
3. PUESTA EN OPERACIÓN					
Cañerías bombas	UF	1.530	1,7	(UF/ml x 60 m ø 8")	
Piezas especiales	UF	1.500	100	(UF/unidad ø 8")	
Cañerías pozos	UF	6.000	400	(UF/unidad)	
Subest. y transformador	UF	12.000	4	(UF/Kva x 200 Kva/unidad)	
Tableros control	UF	1.275	85	(UF/unidad)	
Inversión pta en operación UF		22.305			
Reposición cada		**50**	años		
Inversión pta en operación $		**$ 379.185.000**			
Costo de mantención anual		**$ 18.959.250**	5%	(de la inversión)	
4. IMPULSIONES A CANALES					
Supone que los pozos quedarán ubicados cercanos a las cabeceras de los canales					
No sería necesario instalar cañerías colectoras de baterías de pozos individuales					
Cañerías de cada pozo a canal	UF	3.600	2	(UF/ml x 120 m ø 8")	
Reposición cada		**50**	años		
Inversión en impulsiones	**$**	**$ 61.200.000**			
Costo de mantención anual		**$ 3.060.000**	5%	(de la inversión)	

6.2.7.3 Proyecto Esperanza Alto

ALTERNATIVA N°	**3**				
POZOS TIPO Q (l/s)	**120**		10 de diciembre del 2003		
Número de pozos	**7**		**Equivalencias:**	UF	$ 17.000,00
Meses de riego =	**6**	(Octubre - Marzo)		US$	$ 620,00
Volumen en MMm3 =	**7,3**	al año			
1. POZOS					
Profundidad		80	m		
Diámetro		16	"		
Caudal		120	l/s		
Nivel deprimido		40	m		
Costo por m lineal de pozo		$ 370.600	21,8	(= UF por ml)	
Reposición cada		**30**	años		
Inversión en pozos		**$ 207.536.000**	12.208	(= UF por ml)	
Costo de mantención anual		**$ 6.226.080**	3%	(de la inversión)	
2. BOMBAS					
Q		120	l/s		
Ht		70	m		
N		170	HP		
Costo por HP		5	(= UF por HP)		
Reposición cada		**5**	años		
Inversión en bombas		**$ 101.150.000**	5.950	(= UF)	
Costo de mantención anual		**$ 5.057.500**	5%	(de la inversión)	
Costo de operación por m3		**$ 7**	$ 25	(por KWH)	
3. PUESTA EN OPERACIÓN					
Cañerías bombas	UF	714	1,7	(UF/ml x 60 m ø 8")	
Piezas especiales	UF	700	100	(UF/unidad ø 8")	
Cañerías pozos	UF	2.800	400	(UF/unidad)	
Subest. y transformador	UF	5.600	4	(UF/Kva x 200 Kva/unidad)	
Tableros control	UF	595	85	(UF/unidad)	
Inversión pta en operación UF		10.409			
Reposición cada		**50**	años		
Inversión pta en operación $		**$ 176.953.000**			
Costo de mantención anual		**$ 8.847.650**	5%	(de la inversión)	
4. IMPULSIONES A CANALES					
Supone que los pozos quedarán ubicados cercanos a las cabeceras de los canales					
No sería necesario instalar cañerías colectoras de baterías de pozos individuales					
Cañerías de cada pozo a canal	UF	1.680	2	(UF/ml x 120 m ø 8")	
Reposición cada		**50**	años		
Inversión en impulsiones	**$**	**$ 28.560.000**			
Costo de mantención anual		**$ 1.428.000**	5%	(de la inversión)	

6.2.8 Valor del costo del m^3 de agua de riego

Con la información de los presupuestos y costos de operación determinados anteriormente, se concluye que el costo y los caudales obtenidos por pozo es el mismo. Por lo tanto se ha evaluado el costo de pago del m^3 de riego mediante aguas subterráneas común para los tres proyectos a partir de los datos del Proyecto Sector de Mallarauco.

Costo del m^3 de agua de riego para los Proyecto Sector de Mallarauco, Cuatro Canales Interferidos por El Trebal y Sector Esperanza Alto

JORQUERA & ASOCIADOS - CNR							
HIDROGESTON S.A.							Fecha
ANALISIS POZOS ALTERNATIVA RIEGO AGUA TRATADA							Diciembre-03
REGION METROPOLITANA							
	PROYECTO ALTERNATIVA N° 1						
PRESUPUESTO							
ITEM	DESCRIPCION						PRECIO TOTAL
1	POZOS						1.037,68
2	BOMBAS						505,75
3	PUESTA EN SERVICIO						884,77
4	IMPULSIONES A CANAL						142,80
	TOTAL CONSTRUCCION	**MM$**					**2.571,00**
					CONSTRUCCION	**MM$**	**2.571,00**
				$/kwh	Kw/año		VALOR MEDIO OPER.-MANT.-
	COSTO ENERGIA	Años	35	25	10.510.080		456,64
					OPERACIÓN	**MM$**	**456,64**
							COSTO DEL AGUA DE POZO
					TOTAL POZOS	**$/M3**	**14,61**



Trebal, Desgrasador



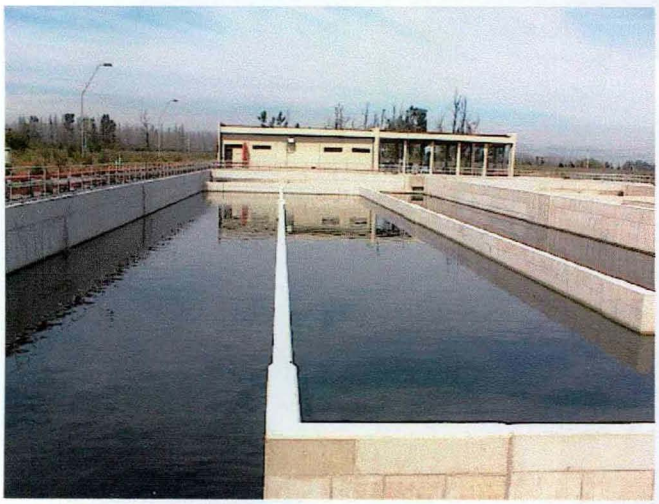
Trebal, Medidor de Caudal



Trebal, Lagunas reactor biológico



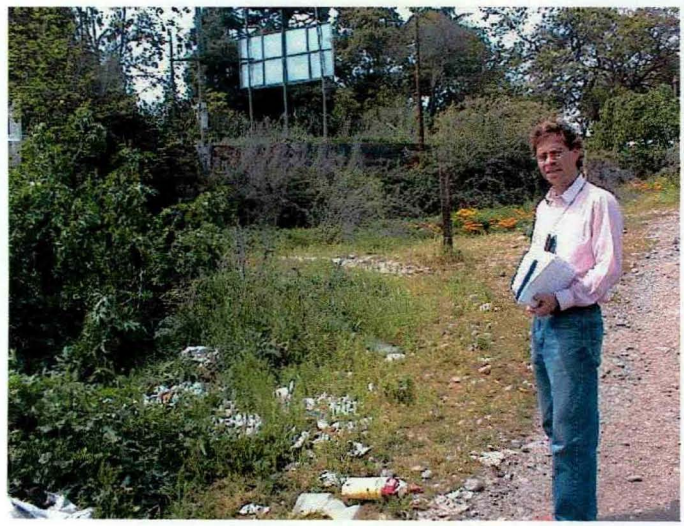
Trebal, Decantador



Trebal, Cámaras contacto cloro



Trebal, Canchas de Lodo



Talagante, Entrega río Mapocho



El Monte, Cámara UV



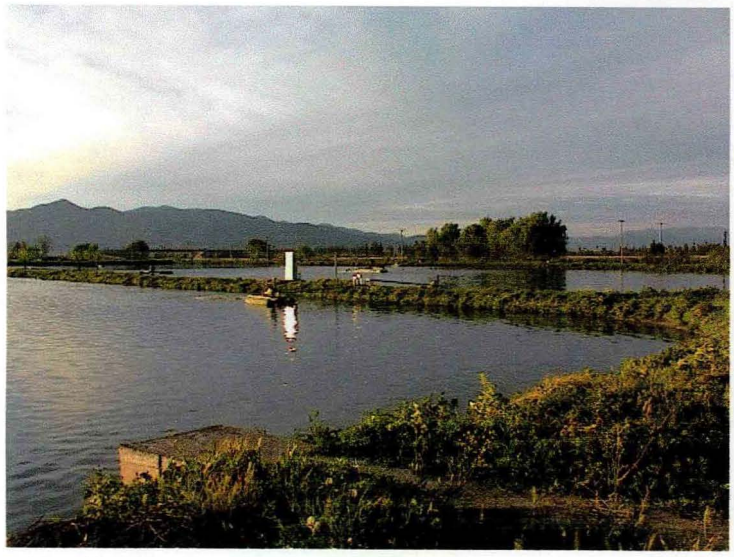
El Monte, Cámara doble propósito, prueba hidráulica



Cexas, Medidor de caudal



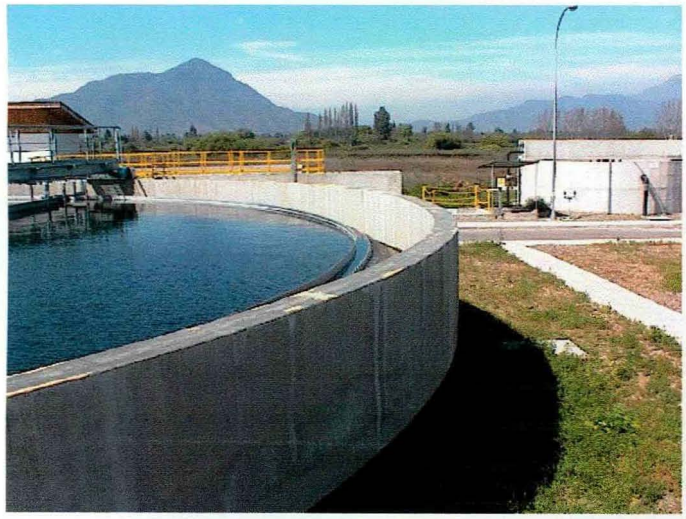
Cexas, Proyecto lombrices y astillas



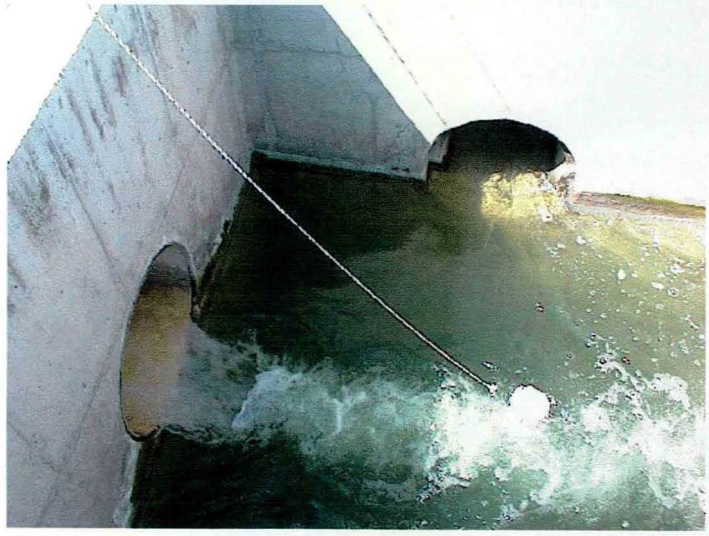
Esmeralda, Lagunas con aireadores



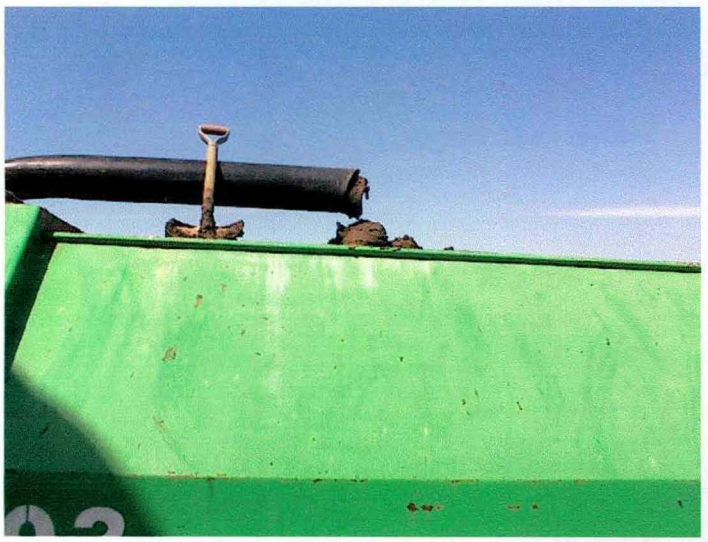
Paine, Reactor biológico con aireación extendida



Paine, Decantador



Paine, Cámara agua limpia



Paine, Lodos transporte a Trebal



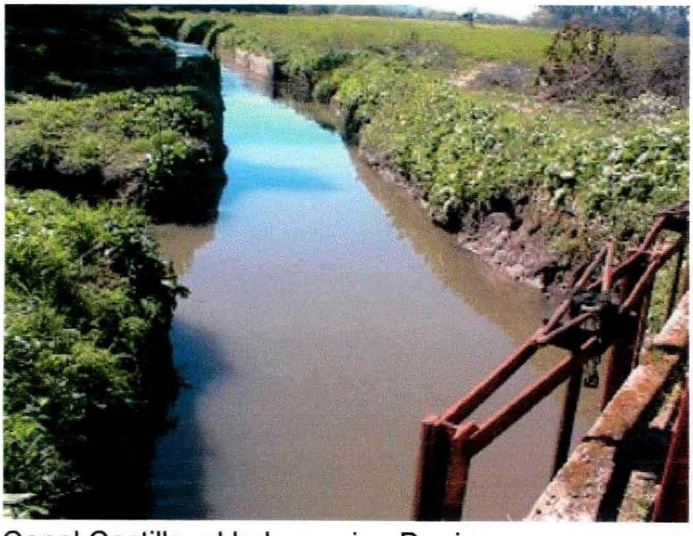
Paine, Antiguas lagunas



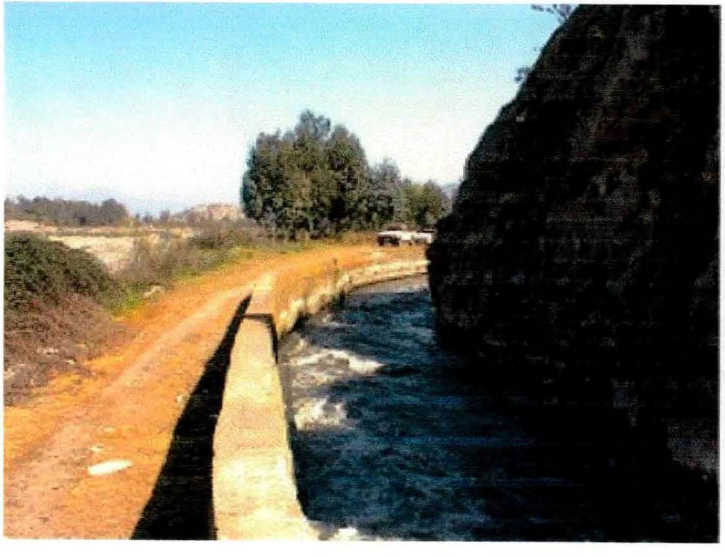
Paine , Desgrasador y desarenador



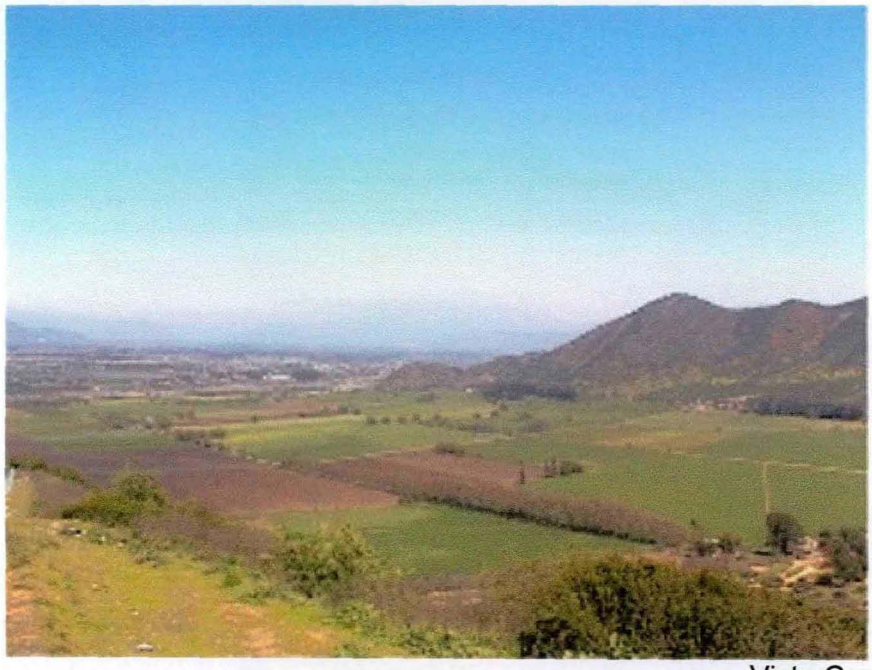
3ª sección río Mapocho, Canalistas y Consultores, en Puente Esperanza



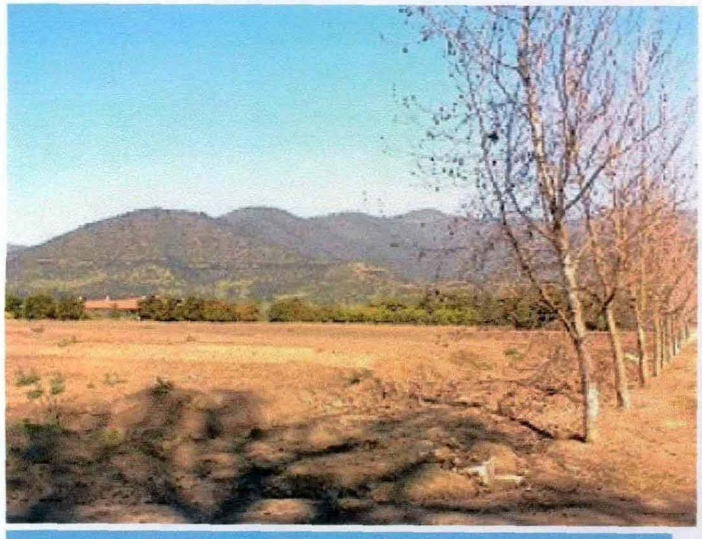
3ª Sección río Mapocho, Canal Castillo, al lado camino Barriga



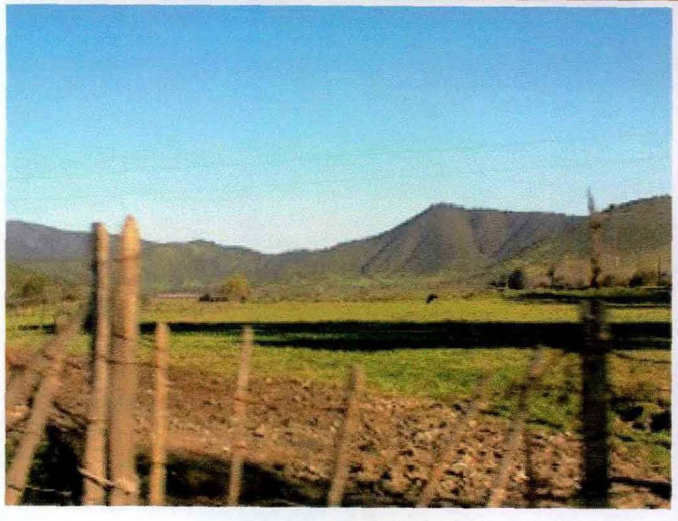
Canal Mallarauco

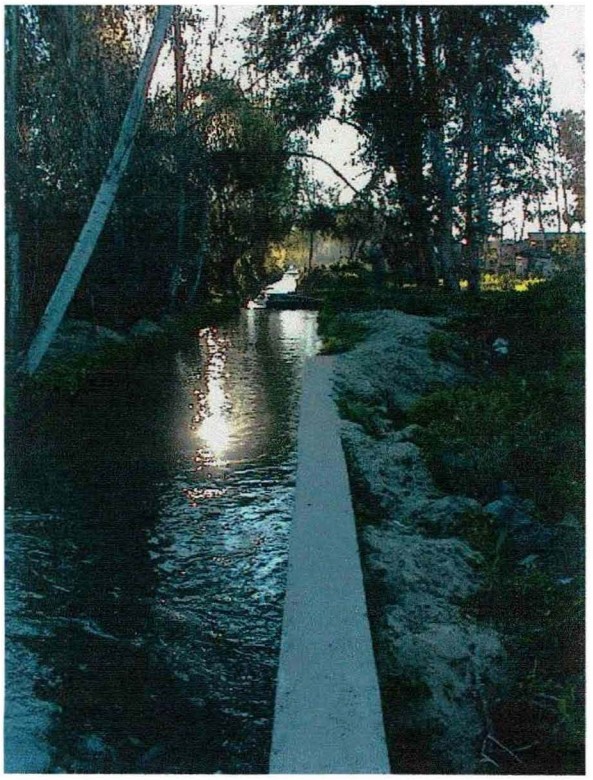


Vista General del Valle Mallarauco



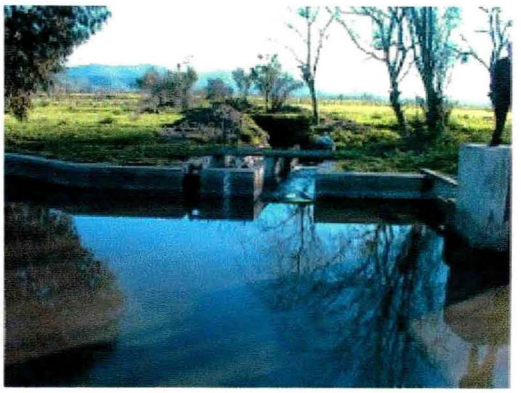
Sectores empobrecidos Mallarauco

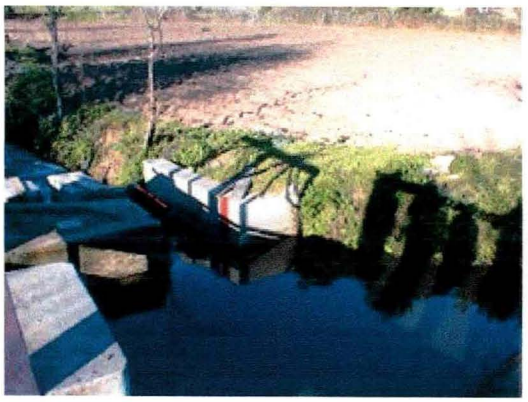


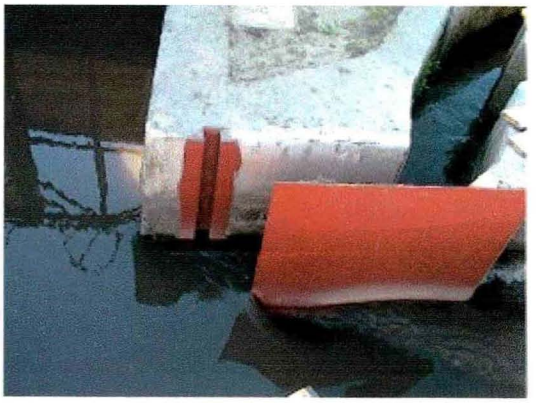


Mallarauco,
Obras distribución en Canales Reforma









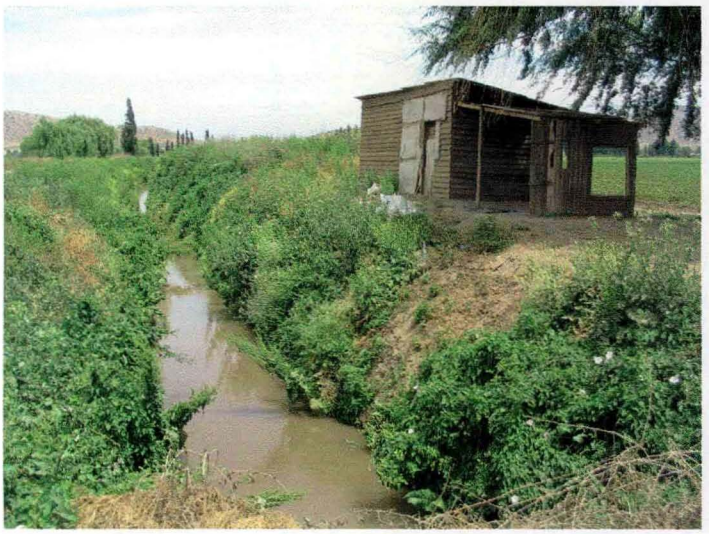


Bocatoma Esperanza Alto

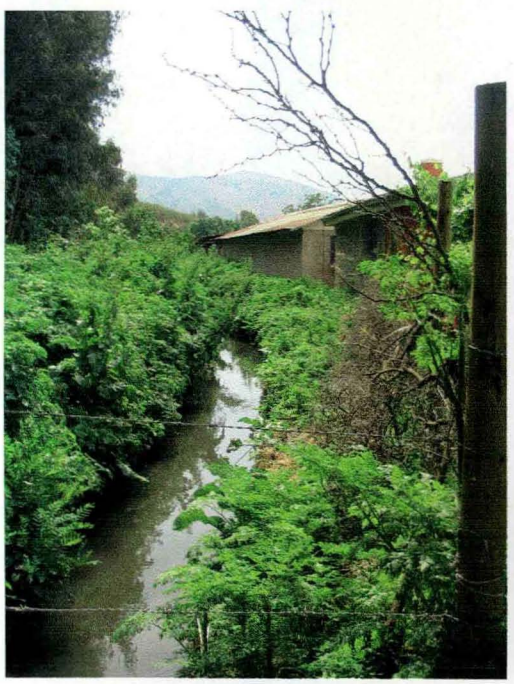


Vistas zona regada esperanza Alto





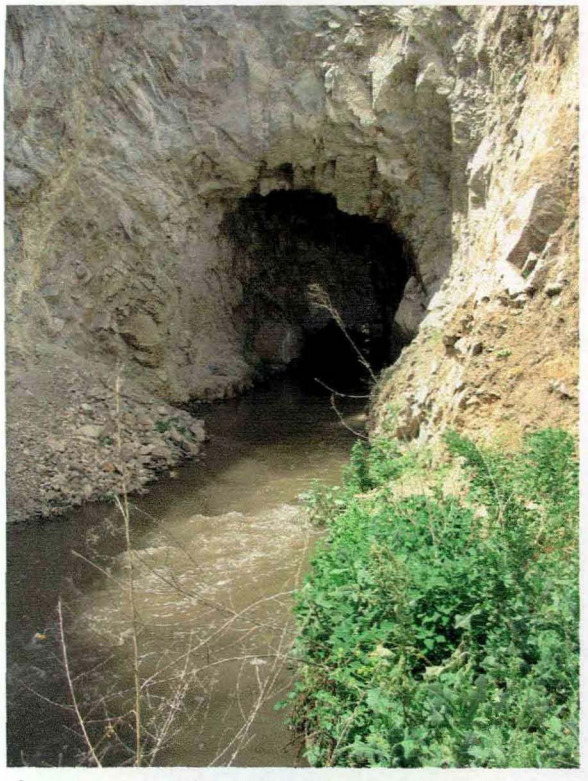
Canal Esperanza Alto, zona afectada por contaminación de población







Derrame canal Las Mercedes



Túnel Esperanza Alto, zona con peligro de desmoronamiento permanente.

GESTIONES DE COORDINACIÓN CON INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES, REUNIONES DE TRABAJO

MINUTA B.1

REUNION SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS, SISS

1 agosto 2003

Participan: Señor Juan Eduardo Saldivia Medina, Superintendente SISS; Señor Nelson Pereira, de CNR; Luis Jorquera, de JASA; Juan P. Schuster, de CNR; Fernando Palma, de JASA.

El señor Pereira y el señor Schuster hacen una introducción sobre el proyecto y plantean la posibilidad de consultar la opinión de la SISS en Informes Parciales del estudio.

El señor Superintendente señala que se está en proceso de definir las tarifas que rigen hasta el 2005. Ello provoca sobrecarga de trabajo en la SISS.

Por otra parte señala que hay un juicio de los agricultores contra la planta El Trebal y la autorización de su construcción. Esto inmoviliza la situación actual.

Según AA, las aguas tratadas son de su propiedad, un patrimonio de la empresa, pero que por ahora no serán utilizadas por ellos y las van a abandonar, pero ello no es definitivo porque están obligados a cuidar sus activos.

Por ejemplo los costos de operación y las inversiones para su habilitación para usos de riego, indudablemente no son costos de la disposición sino de los agricultores beneficiados por ese servicio de suministro de aguas. Pero además las aguas son de Aguas Andinas y no de los agricultores.

El señor Jorquera solicita información de estudios, del juicio pendiente y otros antecedentes necesarios para este trabajo.

El señor Superintendente explica que la mayor parte de las plantas de tratamiento son de propiedad de Aguas Andinas, excepto marginalmente la de Colina - Lampa y Melipilla Norte. La planta Maipú, aunque la empresa de agua potable es municipal, el tratamiento es de Aguas Andinas.

Acuerdos:
CNR enviará una nota solicitando la colaboración de la SISS en este estudio, indicando el tipo de información requerida.
SISS designará a una persona del centro de Documentación y a un Técnico de apoyo para relacionarse con los Consultores.

Para informar a la SISS sobre el avance de los estudios, se hará una reunión con ellos una vez que se presenten informes parciales del estudio.

MINUTA B.2

REUNION AGUAS ANDINAS.

6 agosto 2003

Participan: Señor Nelson Pereira, de CNR; Señor Luis Jorquera, de JASA; Señor Juan P. Schuster, de CNR; Señor Laurent Brunet, Gerente General Adjunto de Aguas Andinas; señor Yves Lesty, Gerente de Técnica y Medio Ambiente de Aguas Andinas; señor Felipe Larraín, Gerente Corporativo de Investigaciones y Logística de Aguas Andinas; Fernando Palma, de JASA.

El señor Pereira realiza una introducción sobre la CNR, describe y destaca los objetivos del proyecto y manifiesta el interés de la CNR en obtener colaboración de Aguas Andinas.

El señor Schuster explica con más detalle el proyecto y señala interés por lo siguiente:

- Aspectos técnicos del uso del agua tratada.
- Aspectos legales y escenarios posibles.
- Aspectos técnicos de las plantas.

El señor Brunet indica que el Plan de Saneamiento implica una inversión de MM$ 700 en 10 años y 78%de las aguas tratadas.

Como empresa garantiza la calidad del agua saliendo de la planta, NO en el río, porque hay otro tipo de contaminación posterior.

Señala que la disponibilidad de agua tratada puede ser destinada a varios usos: riego, potable, industrial, etc. El destino a agua potable sería por el crecimiento poblacional del sector Melipilla y Talagante.

Precisa que el uso del agua para riego deberá ser más tecnificado, actualmente es mayoritariamente por inundación.

Por otra parte asevera que el agua tratada es de Aguas Andinas, es patrimonio de la empresa, por tanto es ésta la que determina quién le puede dar más valor al agua tratada.

Indica que no hay inconveniente en entregar antecedentes técnicos antes (en el río) y después de ser tratada el agua.
Agrega que se está trabajando con CONAMA y la U.CH. y no hay problema en mostrar las plantas. En especial El Trebal (por la cual manifestó interés el señor Jorquera).

Acota que hay discusiones respecto al reabastecimiento de canales, Aguas Andinas realizó a su costo un trabajo en El Trebal sobre el tema.

Dice que cobrar a quienes contaminan no es justo, se les cobra por depurar el agua que han ensuciado.

El señor Larraín señala que el tratamiento del agua lo pagan los consumidores (urbanos). El agua tratada es de Aguas Andinas, por lo tanto, puede venderla para agricultura, potable o industrial.

Continúa relatando que la SISS dice que si se cobra por el agua tratada, este valor debería rebajarse de lo que se cobra a los consumidores, lo que sería injusto ya que se estaría liberando de pago a un gran número de consumidores para beneficiar a un pequeño número de productores agrícolas.

El señor Brunet acota que entregar agua a los agricultores significa costos (Ej: tubo de La Farfana a canal Rinconada), que el agua no se vende a salida de la planta, se deben hacer inversiones para su entrega a la agricultura, lo que debe ser pagado por quienes la van a utilizar.

Luego, sería injusto que el valor del tubo se descontara a todos los consumidores de Santiago, si los beneficiarios de esa agua son unos pocos.

El señor Larraín explica que en el mercado hay un precio del agua, aunque no está claro en el caso del agua tratada, ya que esta aún no se ha comercializado.

El señor Brunet aporta que la planta depuradora siempre va a tener agua, en cantidad y calidad y que SESMA debe definir para qué sirve uno y otro tipo de agua.

El señor Larraín dice que al ser transada el agua tratada en el mercado, en su demanda deberán competir diversos usos, no existiendo seguridad para realizar un plan de desarrollo agropecuario, sobre una base inicial cierta, ya que dicho

mercado puede hacer variar los precios de dicho bien, alterando las proyecciones que lo sustentan.

El señor Jorquera indica que esto es así y que las transacciones del agua tratada será un tema entre privados, ya que en Chile existe libertad de mercado para estos efectos. Que la calidad del agua del río se va a ver beneficiada una vez que las plantas estén funcionando plenamente.

El señor Lesty indica que el Mapocho se va a mejorar mucho, excepto que existan descargas clandestinas en el río, lo cual es muy difícil de controlar. En los canales también hay descargas clandestinas con alta contaminación. Ej: Hay que ver el canal Rinconada para comprender las dificultades que existen para controlar la contaminación en estas partes.

El señor Brunet acota que las aguas tratadas son mejores que las del río.

El señor Larraín indica que en el caso del canal Rinconada para los agricultores es más conveniente el uso del agua tratada que bombear agua subterránea.

El señor Jorquera consulta sobre las plantas que posee Aguas Andinas en la Región Metropolitana.

El señor Lesty indica que Aguas Andinas tiene 13 plantas, que no hay problemas en visitarlas. Entrega el siguiente detalle:

Antiguas (3)
Esmeralda, Melipilla y Pomaire.

Nuevas (2)
San José de Maipo y Paine.

En licitación (1)
Talagante
En construcción (7)
El Monte
Valdivia de Paine
Isla de Maipo
Buin-Maipo
La Obra
Til Til

Curacaví

El señor Jorquera pregunta sobre situaciones judiciales, aclarando que en el estudio no se tratarán estos aspectos.

El señor Brunet responde que hay un juicio pendiente con Esmeralda Alto, pero no ha habido noticias desde hace más de un año.
El señor Larraín precisa que Rinconada demandó a la SISS por el pronunciamiento respecto a la propiedad de las aguas tratadas.

El señor Brunet designa al señor Yves Lesty como contraparte de Aguas Andinas ante la Consultora.

El señor Jorquera manifiesta su interés de visitar la Planta El Trebal.

El señor Larraín señala que en CONAMA hay un estudio de impacto ambiental.

Acuerdos:

- El señor Yves Lesty será la contraparte de Aguas Andinas ante la Consultora.
- En lo inmediato programará una visita a las plantas El Trebal y Paine para la próxima semana.

MINUTA B.3

REUNION DOH REGIONAL.

martes 12 agosto 2003

Participan: Señora Miriam Hinojosa, Directora Regional; Señor Luis Jorquera de JASA ; Juan P. Schuster de CNR; Fernando Palma, de JASA .

El señor Schuster hace introducción sobre el proyecto. Explica alcances sobre el estudio y resume reuniones sostenidas a la fecha.
Solicita la colaboración de la DOH para que apoye la realización de este estudio y se compromete a informar de su avance a la Comisión Regional de Riego.

Enseguida se dan algunos antecedentes y se hacen comentarios

El señor Jorquera expone algunos comentarios de los ingenieros de Aguas Andinas:

- La propiedad de las aguas tratadas y las facultades que tienen sobre ellas, consideradas como su patrimonio.
- Calidad del agua tratada es mejor que el agua de los cauces naturales que llevan contaminación difusa y contaminación industrial.
- No tienen obligación de entregar el agua para uso agrícola ya que puede destinarse a la industria o agua potable.
- Aguas Andinas conforme a su concesión tiene la obligación de disponer las aguas. Se entiende entonces que inversiones adicionales que favorecen a los agricultores, pero que no se requieren para disposición sean reclamadas como diferentes a los costos incluidos en el cálculo de las tarifas. Asimismo los costos de operación y mantenimiento de esas obras adicionales. Esto debiera considerarse no descontable de los valores domiciliarios. La venta de agua tratada requiere de inversiones de entrega que implican un valor que debe incorporarse al precio del agua tratada, después que sale de las plantas de tratamiento.

Se comenta lo siguiente: En el estudio japonés se dice que se requieren tratamientos adicionales en los canales, los que deben ser de cargo de las asociaciones respectivas. Efectivamente se comenta que ese problema existe, esto es contaminación en el curso de los canales. Hay alta contaminación en canales actuales, especialmente porque son a tajo abierto, lo que aumenta cuando pasan cerca de un lugar poblado.

El entubamiento puede ser una solución a este problema, pero es de alto costo.
El señor Jorquera pregunta si ha aumentado la conciencia de regar con agua limpia, ya que hace un tiempo atrás agricultores consideraban beneficioso las aguas contaminadas por la presencia de materia orgánica que aportan al suelo.

La señora Directora cree que deben haber habido cambios, como resultado de las restricciones del SESMA y los tratados de libre comercio

Se comenta sobre recurso del abogado Luis Agustín Figueroa en representación de asociaciones de canalistas contra los informes del SISS y de la DGA de asignar la propiedad de las aguas a las empresas sanitarias.

Se comenta la relación de los recursos y derechos del Mapocho, y de los trasvases del Río Maipo. Los trasvases provienen del Canal San Carlos, del agua potable que va al Zanjón de la Aguada, y del interceptor sur que va a la Planta El Trebal, cada caso tiene sus particularidades.

Se solicita información sobre conflictos locales de agricultores con las plantas.

La señora Directora señala que los agricultores sienten no tener un recurso que antes tenían, lo que ha generado una gran presión ante las autoridades. Ello ha originado un problema social y quieren contar con agua para solucionarlo. Pilar Retamal de Agricultura, tendría más antecedentes sobre ello.

Según Aguas Andinas los agricultores no quieren sentarse a conversar con ellos, porque sería reconocer que hay un conflicto de propiedad que ellos no reconocen

La Directora cree que un mal procedimiento ya que los temas judiciales son de largo plazo. Debiera haber una instancia de coordinación y negociación, como por ejemplo la Comisión Regional de Riego.

Se consulta sobre prioridades de la DOH y se señala lo siguiente.

- Primera prioridad Obras Fluviales.
- Segunda prioridad Aguas Lluvias. Colectores de aguas lluvias, Plan Maestro de la RM y Chacabuco.
- Tercera prioridad Agua Potable Rural.
- Cuarta prioridad Riego, hay cero presupuesto, solo mantenimiento de Rungue. Solamente los recursos de la LFR.
- Se incorpora el Director Regional de la DGA, quién hace entrega de documentos atingentes al estudio.

CNR enviará al consultor antecedentes sobre el conflicto Planta La Farfana – Canal Rinconada.

MINUTA B.4

REUNION INDAP REGIONAL.

martes 17 agosto 2003

Participan: Señor Julio Abufón y Señor Francisco Grandón, Unidad de Fomento Productivo INDAP; Señor. Jorge Mascaró y señor Fernando Palma, de JASA.

Funcionarios de el INDAP señalan que los últimos proyectos de regadío intraprediales se han financiado directamente y los extraprediales se han orientado hacia la CNR. Los proyectos intraprediales, en un 90% han sido de riego tecnificado, aplicados a predios con una superficie promedio de 0,5 há. y utilizando agua de Noria. Además se indica que para la aprobación de los proyectos se está exigiendo su evaluación económica, en función del desarrollo agrícola que se establecerá con las aguas así obtenidas.

Ante esta situación se estima que el requerimiento de agua limpia está cumplido y que sería difícil lograr un cambio para obtener agua limpia tratada de canal. Se reconoce, sin embargo, la posibilidad que en virtud del costo de explotación y mantenimiento de los pozos y norias se pueda incentivar el cambio por diferencia de costos.

Por otra parte frente a la inquietud planteada por los consultores y considerando que no existe una posición definida frente a la disponibilidad de agua limpia tratada el INDAP sugirió que los consultores obtuvieran una invitación para participar en e Taller de Política de Riego a realizarse en septiembre.

Acuerdo: Para obtener información estadística de los Proyectos manejados por INDAP se solicitó una petición formal escrita describiendo el tipo de datos que se requerían además de una presentación formal del Consultor por la CNR.

MINUTA B.5
REUNION SEREMI REGIONAL DE AGRICULTURA.

martes 17 agosto 2003

Participan: Señor. Héctor Mella T., SEREMI Agricultura de la Región Metropolitana; Señora Pilar Matamala, Ingeniero Agrónomo; Señor Fernando Palma y señor Jorge Mascaró, JASA.

Se reconoce la importancia de contar con agua limpia tratada para cumplir las exigencias sanitarias tanto para el riego de hortalizas y otros de consumo local, como para la exportación a los países de los mercados con TLC.

Sin embargo, para la SEREMI, existe una situación legal que debe definirse antes de intentar establecer cualquier política o plan de desarrollo basado en este nuevo escenario.

Para ilustrar esta situación el SEREMI proporciona a los consultores copia de los siguientes documentos:

- *Contraloría General de la República.-*
  Informe sobre dictamen solicitado por Don Luis Simón Figueroa 2 de junio 2003.
- *DGA*
  Oficios Nº 24.033 y 25.952
  Informe en presentaciones de Don. Luis Simón Figueroa 17 de agosto de 2001.

- *SEREMI RM*
- Minuta reunión SEREMI con el Sr. Ministro y Sr. Luis Simón Figueroa, Mayo de 2003
- *Consultor*
- Informe Técnico Sobre obras y riego en fundo Rinconada de la U de Ch. Mayo de 2001
- *SISS*
- Ordinario Nº 1861 de SISS a Contraloría del 2 de agosto del 2001

Por otra parte se visualiza la necesidad de proteger el agua limpia tratada, que fluirá eventualmente por canales de distribución, de ser contaminada nuevamente, frustrando el esfuerzo realizado. Esta situación genera como requerimiento un

esfuerzo para mejorar la cultura de disposición de aguas servidas o una inversión para proteger el flujo de las aguas tratadas.

MINUTA B.6
REUNION ABOGADO SEÑOR LUIS SIMON FIGUEROA. ♦

martes 26 agosto 2003

Participan: Señor. Luis Simón Figueroa, Abogado Canalistas; Señor Luis Jorquera, JASA, Señor Juan Pablo Schuster, CNR; Señor Fernando Palma, JASA; Señor Eugenio Celedón, JASA.

El señor Schuster explica en que consiste el proyecto y el objetivo de tener una opinión de los distintos sectores involucrados en el tema del tratamiento de aguas, señalando que ya se han mantenido reuniones similares con otras instancias.

El señor Jorquera, manifiesta su interés por conocer los argumentos que sustentan la posición de los agricultores, indicando que algunos de sus dirigentes han señalado al señor Figueroa como la persona que puede informar sobre el tema que nos preocupa.

El señor Figueroa entrega su opinión, respondiendo algunas consultas de los presentes. Su intervención la podemos resumir en los siguientes términos:

La construcción de la planta El Trebal fue el origen de los primeros problemas al interferir y disminuir el agua en cinco canales.

Al construirse enseguida la planta La Farfana, el canal Rinconada planteó la posición de los agricultores ante la Comisión Ambiental Regional, la que les dio la razón. De esta decisión, AA apeló ante la Comisión Nacional y perdió su apelación.

El argumento que se sostuvo ante la Comisión del Medio Ambiente fue, que si la concesionaria puede llevarse al agua adonde ella quiera, se quedan sin agua los canales que han regado siempre, por lo tanto se deben devolver las aguas tratadas al cauce que los alimenta.

En el caso de Rinconada, se necesitó la construcción de obras para evitar que el sector quedara sin agua de riego. Las obras están siendo construidas por AA, pero ella sostiene que los agricultores usuarios de las obras deben pagar.

♦ En el Anexo 1.3 I se consigna una minuta del abogado Luis Simón Figueroa y una copia de la demanda de los agricultores afectados por las plantas de tratamiento contra el Dictamen de la SISS, respecto a la propiedad de las aguas servidas y tratadas.

Los agricultores sostienen lo siguiente, a) que quien recolecta y procesa aguas servidas, no se hace dueño de ellas; b) que no puede llevárselas donde quiera y c) que no puede comercializarlas.

En una primera etapa se conversó con AA y con la SISS y otros organismos, pero la única institución donde el tema fue acogido fue en el Ministerio de Agricultura, que ordenó al efecto un estudio jurídico.

En general las gestiones administrativas fueron negativas lo que decidió a los agricultores a iniciar una acción judicial consistente en anular los dictámenes de la SISS sobre la propiedad de las aguas y se reconozca lo indicado más arriba. La concesionaria fue notificada, por ser un tercer perjudicado, y se hizo parte en el juicio.

La Comisión Regional de Impacto Ambiental, condicionó la construcción de La Farfana a la entrega de agua sin condiciones al canal Rinconada. AA dice que debe ser bajo un precio y por ello envió un contrato para la firma de los agricultores.

Antes de iniciar la demanda, se recurrió a la Contraloría General de la República. El Ministerio de Agricultura, la SNA y otros apoyaron la presentación. Consultados los organismos públicos y privados por Contraloría, este organismo no emitió dictamen.

En qué sustentan su posición los agricultores:

1. El sentido de limpieza de las aguas servidas se basa en razones ecológicas, de la salud de la población. Por eso se exige que el que ensucia paga, tal como lo indica la ley ambiental.

2. Lo que antes se regaba con el agua sucia, debe ahora regarse con el agua tratada.

3. La política ambiental apunta a mejorar las condiciones ambientales, no a empeorarlas. No se puede con la solución de un problema ambiental, crear otro.

4. Luego, al cobrarle al que contamina, al que limpia se le permitiría una ganancia adicional al vender el agua tratada. Habría un perjuicio para los

regantes históricos y se crearía un problema ambiental (social) al provocar la sequía y junto con ocasionar ese problema el dispensador obtendría beneficios económicos. El Estado hace la concesión para mejorar la salud de la población y no puede crear gratuitamente un problema adicional al que tendría que responder.

5. Por otra parte, al que estaba usando agua sucia, se le priva de todo.

La filosofía jurídica es que el agua es un bien nacional y las maneras de adquirir su dominio están en la ley y que ninguna de esas maneras existe para la empresa concesionaria: no tiene los derechos.

AA tiene el derecho de aprovechamiento del agua para producir agua potable. Los decretos de concesión son distintos en cada etapa del agua. Son cuatro concesiones distintas, señaladas en la ley. Los contratos con las concesionarias deben decir dónde toman las aguas y donde las dejan o descargan o disponen. El concesionario no adquiere derechos sobre la cosa, adquiere deberes sobre cómo prestar un servicio, y al nivel de la conducción y disposición de las aguas servidas no tiene derechos.

En cuanto a los derrames, señala que es equivocado calificar como tales a las aguas conducidas en los alcantarillados, porque no cumplen con las condiciones que la ley define para los derrames.

Los derrames, para ser denominados como tales, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Derecho de aprovechamiento.
- Uso del agua.
- Abandono en el lindero de la propiedad. El abandono es un acto voluntario, hay tolerancia

Para el caso del Zanjón de Aguada:

- AA no tiene derechos.
- No usan el agua, tienen encargo de tomarla y limpiarla, presta un servicio.
- Es la SISS la que indica en los contratos de concesión, donde debe botar el agua, no hay acto de voluntariedad.

Luego, no se da el caso de un derrame.

DOCUMENTO DEL ABOGADO ALEJANDRO VERGARA

¿ DE QUIÉN SON LAS AGUAS QUE ESCURREN POR LAS INSTALACIONES SANITARIAS?

El Derecho Sanitario es una subespecialidad del Derecho de Aguas, y tiene variadas características que Ie son propias; en otros aspectos, se aplican plenamente las instituciones y principios del Derecho de Aguas. A su vez, el Derecho de Aguas es una subespecialidad del Derecho Administrativo Económico. Quisiera abordar de manera general el tema del sistema concesional en materia sanitaria, con e! objeto de dar a conocer algunos análisis sobre las instalaciones sanitarias, y la propiedad de las aguas que escurren por las mismas. Si quisiéramos hacer un símil simplificado, equivale a responder lo siguiente: si consideramos un vaso como una instalación, nos preguntamos ^.de quien es el agua que contiene el vaso? Si las aguas son "bienes nacionales de uso público", mientras están en una corriente natural, ¿qué ocurre cuando ellas ingresan a una instalación privada? ¿qué ocurre cuando salen de esa instalación privada?

El sistema de Servicios Sanitarios.

El servicio público sanitario se encuentra regulado en e! D.F.L 382, de 1988, cuerpo legal que reduce el sistema sanitario a las siguientes prestaciones: la producción de agua potable, la distribución de agua potable, la recolección de aguas servidas, y la disposición de aguas servidas (tratamiento).

En general, es posible que cada una de estas prestaciones sea llevada adelante por distintos concesionarios, salvo e! caso de la distribución de agua potable y de la recolección de aguas servidas que deberán ser ejercidas "en forma conjunta" (art. 10 inciso 2□} DFL 382), salvo resolución fundada de la entidad normativa. Adicionalmente, las zonas de las concesiones de distribución y de recolección han de ser coincidentes (art. 10 inciso 3°}).

En cuanto a las relaciones de las concesionarios con los usuarios, por el carácter de "servicio público" de los servicios sanitarios, existen obligaciones mutuas:

a) La concesionaria esta obligada a prestar el servicio a quien lo solicite (art. 33 DFL 382 y art. 1" D.S. 316, de 1984). Por lo tanto, cuando se trata de un concesionario de distribución, que obligatoriamente debe ser a la vez concesionario de recolección

de aguas servidas, esta obligado no solo a entregar las aguas en los domicilios privados, sino también a recibir las aguas servidas en sus alcantarillados.

* Copiado de la Revista del Colegio de Abogados, N°} 7, Año 3, Julio 1996.

Tales servicios los presta la concesionaria con los bienes, instalaciones e infraestructura sanitaria que la ley Ie obliga a tener, y con los derechos de agua que, en forma evidente, ha de ser titular, cuando es, a la vez concesionaria de producción de agua potable.

b) Los particulares, cuando son propietarios de inmuebles urbanos edificados con frente a una red de agua potable o alcantarillado de propiedad de la concesionaria, están obligados a instalar a su costa e! arranque que de agua potable y la unión domiciliaria de alcantarillado, so pena de clausura por la autoridad sanitaria, (art. 39 DFL 382 y art. 4" D.S. 316, de 1984). Estas obligaciones se aplican incluso en los casos de urbanización de terrenos, como lo reglamentan los artículos 42 y 43 del DFL 382, y 3. 2. inciso 2°} de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, fijada por Decreto N□} 47, de Vivienda, de 1992.

En el caso de una empresa concesionario que presta a la vez los servicios sanitarios de producción, distribución, recolección y disposición de aguas, las relaciones de propiedad o de titularidad sobre las aguas que produce, distribuye, recolecta y, eventualmente, somete a sistemas de tratamiento (dispone), ha de analizarse paso a paso, según sea la consideración jurídica de sus titularidades sobre sus instalaciones, y sobre las aguas que escurren por ellas, Por lo tanto, para saber cual es el vinculo jurídico de una concesionario sobre tales aguas, es previo el análisis de su vinculo jurídico con las instalaciones sanitarias.

La propiedad del concesionario sobre las instalaciones sanitarias.

A pesar de que aun algunas disposiciones, de manera arcaica y anacrónica, siguen refiriéndose a las instalaciones sanitarias como bienes "públicos" (ejemplo de lo cual ofrecen los artículos 39 del DFL 382:"red publica de agua potable y alcantarillado" y el articulo 12 del D.S. 316, "red pública"; y una extendida practica administrativa), en realidad se trata de unos bienes privados, de dominio de las concesionarias sanitarias. No son bienes públicos.

Ahora, ¿cuáles son estas instalaciones a que se refiere la ley, y que son propiedad del concesionario?

En primer lugar, en cuanto a la producción de agua potable, no existe una especificación o definición legal de tales instalaciones, pero se comprenden desde las obras de captación de las aguas en el cauce natural, las instalaciones de producción o potabilización de las aguas, hasta aquellas instalaciones que se conectan con las de distribución.

En segundo lugar, en cuanto a la distribución de agua potable, existe una definición legal, en el articulo 53 letra g) del DFL 382, según el cual "redes de distribución (son), aquellas a las que se conectan las instalaciones domiciliarias de agua potable".

En tercer lugar, en cuanto a la recolección de aguas servidas, también existe una definición legal, en el articulo 53 letra h) del DFL 382, según el cual "redes de recolección (son), aquellas a las que se empalman las instalaciones, de alcantarillado de aguas servidas".

En fin, en cuarto lugar, lo propio ocurre con las instalaciones, de disposición de aguas servidas, que también constituyen bienes privados de la concesionario, hasta la ultima infraestructura sanitaria, en que se evacuen las aguas a cauces naturales o artificiales.

Todas estas instalaciones son de propiedad privada de la concesionario y tienen la condición de cauces artificiales (art. 36 Código de Aguas: "tuberías"); de lo cual se desprenden consecuencias para el vinculo jurídico que le corresponderá a las concesionarias sanitarias sobre las aguas, potables o servidas, que escurren a través de sus instalaciones sanitarias, tema que abordo en seguida.

Titularidad de la concesionario sanitaria respecto de las aguas que escurren en las instalaciones de su propiedad.

Caso a caso.

a) Para llevar adelante el servicio sanitario de producción de agua potable es sencillamente sustantivo, según la ley, ser titular de unos derechos de aprovechamiento de aguas (arts. 12 ?3 y 18 ?3 letra a) del DFL 382). Adicionalmente, de acuerdo a la actual clasificación de los derechos de aguas en Chile, es de absoluta necesidad que estos derechos de aguas sean consuntivos, de ejercicio permanente, y continuos. Aun cuando vale la pena consignar que cuando la tecnología permita tratar las aguas al punto de dejarlas en condiciones de ser utilizadas como potables, incluso un derecho de aguas no consuntivo podría servir, seguramente en forma parcial, para el servicio sanitario de producción de agua potable.

Estas aguas, una vez que quedan aptas para el consumo humano, a través del servicio sanitario de la distribución de agua potable, son conducidas por redes de agua potable hasta los domicilios particulares de los usuarios. Para llevar adelante este servicio sanitario la ley no exige ser titular de unos derechos de aprovechamiento de agua, sino solo la existencia de una concesionaria de producción que abastezca el área geográfica respectiva (art. 18 N□} 3 letra b) DFL 382). Pero en todo caso, es necesario tener la disposición jurídica de unas aguas. Cuando una concesionario lleva adelante los dos servicios sanitarios descritos (producción y distribuci6n) es obvio considerar que lo hace utilizando las aguas a que tiene derecho según sus títulos. Estas aguas están entonces hasta este momento bajo la posesión de la concesionaria y, como escurren dentro de sus propias instalaciones (de las cuales es propietaria, según ya se concluyo), son propiamente de su propiedad, ya que han dejado de estar en un cauce natural, desde que comenzó el proceso de producci6n de agua potable.

Las aguas, mientras se encuentran en estas instalaciones sanitarias de propiedad de la concesionario sanitaria, permanecen, según se ha dicho, en lo que el Código de Aguas llama en general "canal o cauce artificial", y son de disposición, dominio y titularidad privados, pudiendo tal privado usar, gozar y disponer de ellas, y según lo autorice su titulo, consumirlas completamente.

b) Este consumo total se produce, en el caso de un concesionario de distribución de agua potable, a través de la prestación de este servicio, poniendo tales aguas a disposición del usuario final, quien, por ahora, podrá a su vez consumir total o parcialmente tales aguas.

Llegados a esta altura del análisis, debemos recordar que según la ley (art. 10 inciso 2°} DFL 382), el concesionario de distribución, salvo casos calificados, ha de ser a la vez concesionario de recolección de aguas servidas, servicio sanitario este al que no se puede negar (art. 33 DFL 382), ni tampoco evitar el usuario (art. 39 DFL 382). Por lo tanto, una vez entregadas las aguas por el concesionario y usadas estas por los propietarios de inmuebles, estos devuelven las mismas aguas (ya servidas) a los alcantarillados e infraestructuras sanitarias de propiedad del concesionario.

La titularidad, posesión y disposición de las aguas, mientras están bajo el uso del propietario del inmueble, obviamente corresponde a este; y en eso consiste el servicio sanitario de distribución de agua potable para el cual el ha contratado con el prestador sanitario: disponer absolutamente de una cantidad de agua potable.

c) Cuando este propietario inmueble vuelve a depositar las aguas servidas en las instalaciones de alcantarillado (lo que esta obligado a hacer con las aguas que no

consuma y que sean servidas: art. 3-DFL 382), aguas servidas que el concesionario de distribución y recolección esta obligado a recibir (art. 33 DFL 392), la titularidad, posesión y dominio de estas aguas (ahora servidas) pasara en plenitud a este concesionario, desde el momento en que este las reciba en instalaciones de su propiedad. Esto ultimo emana además, de la condición de "canal o cauce artificial" privado de sus instalaciones y, por lo tanto, de las aguas que se depositan en tal sitio, aun cuando estas tengan ahora la condición de servidas. incluso, la ley protege a este concesionario de cualquier otra sustancia nociva que el usuario desee depositar en los alcantarillados, prohibiéndole dañarlos (art. 45 DFL 382) o depositar en ellos sustancias sólida (art. 16 N°} 2 del D.S. 316, de 1984).

d) En fin, el concesionario de recolección debe, a través de sus instalaciones, entregar estas aguas para su disposición. En el texto de la ley, estas aguas deben ser entregadas a servicios sanitarios de disposid6n o a sistemas de tratamiento y, en teoría, solo una vez que estas aguas cumplan íos requisitos sanitarios que fije la ley, y solo en tal caso, podrían ser evacuadas en cauces naturales (véase art. 1° ley 3.133, del 916).

En la practica, en Chile esta ultima fase sanitaria no se ha llevado adelante a cabalidad ni aun por los propios concesionarios del servicio sanitario de disposición de aguas servidas, y lo que ha ocurrido es que, simplemente, se evacuan las aguas servidas recolectadas de los domicilios, directamente, sin tratar, en los cauces naturales.

Ahora, en cuanto al vinculo jurídico del concesionario sanitario con esas aguas, mientras ellas permanecen en sus instalaciones sanitarias, es indudable, según lo concluido hasta aquí?, que su posesión, titularidad y dominio corresponde a la empresa sanitaria que es propietaria de tales instalaciones; y la situación de titularidad, posesión y dominio solo se altera en el caso que esta concesionario abandone voluntariamente tales aguas a un cauce natural, momento en que estas pasan a constituir, jurídicamente, un derrame. El hecho mismo de evacuar estas aguas al cauce natural es una actitud absolutamente facultativa de parte de la concesionario, pues ella como titular, poseedora, dueña de tales aguas que escurren por una instalación de su propiedad, podría dejar de hacerlo voluntariamente, sin que exista disposición legal que Ie obligue a ello.

Este análisis es el que debe efectuarse cuando se desee saber lo que implica jurídicamente una descarga de aguas servidas a un río. De aquí emanan conclusiones evidentes para los conocidos derrames que las concesionarias realizan en las corrientes naturales, y que habitualmente los regantes aprovechan, y a veces basan su producción agrícola en tales dotaciones sin medir las consecuencias del futuro saneamiento de tales aguas, y del evidente y legitimo interés económico de las empresas sanitarias de no efectuar mas este "abandono" en forma gratuita.

DOCUMENTO DEL ABOGADO EDUARDO CARRILLO

REPUBLICA DE CHILE Ministerio DE AGRICULTURA
ASESORIA JURIDICA

MEM. 120
ANT. No hay.
MAT. Informa sobre derechos de regantes con aguas servidas tratadas por EMOS. S.A.

SANTIAGO, 17 de Mayo de 2001.

DE ASESOR JURIDICO
A MINISTRO DE AGRICULTURA

US. ha solicitado un informe de esta Asesoría Jurídica respecto de los derechos que tendría la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias S.A., en adelante EMOS, sobre las aguas servidas que recibe en su carácter de concesionaria del servicio publico de recolección y limpieza y sobre las que posteriormente resultan de ese proceso. Además, estima que el informe debe referirse a los derechos que sobre las aguas limpias tienen los actuales regantes con esas mismas aguas sin el tratamiento. De acuerdo a los antecedentes, el problema ha surgido porque en la planta de tratamiento Santiago Sur (El Trebal) que EMOS tiene en construcción, recibirá las descargas de aguas servidas provenientes del emisario San Bernardo y luego de tratarlas las restituirá al río Mapocho en un punto en que los regantes de los canales Bombilla, Castillo, Romero y Santa Cruz, no podrán captarlas, en circunstancia que, en la actualidad, utilizan las aguas servidas provenientes del referido emisario.
La Empresa EMOS sostiene, sobre la base de lo dispuesto en el articulo 61 del DFL. No 382, MOP, de 1988, que las aguas servidas una vez tratadas constituyen derrames y, por consiguiente, puede darles el destino que estime conveniente, esto es, venderlas o utilizarlas en otros fines o abandonarlas en el lugar que le sea más cómodo. En este contexto, es necesario analizar, en primer término, el derecho que le asiste a la referida empresa sobre las aguas ya tratadas.

I. Naturaleza del derecho que tiene EMOS sobre las aguas servidas una vez tratadas.

Para analizar este punto es necesario remitirse a las normas del DFL.

No. 382, MOP, de 1988, en adelante la ley, que regula el régimen de administración de los servicios públicos relativos al agua potable y aguas servidas; al reglamento de ese cuerpo legal, contenido en el Decreto Supremo 121, de 1991, del Ministerio de Obras Publicas y, finalmente, al Decreto Nº 694, de 1997, del mismo origen, que declara formalizada, en favor de EMOS, las concesiones de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas de diversas comunas del área denominada "Gran Santiago', de la Región Metropolitana. También se ha tenido a la vista una presentación que el abogado señor Luis Simón Figueroa hiciera en, representación de los actuales regantes, ante la Contraloría General de la República solicitándole un pronunciamiento sobre la materia.
De los antecedentes señalados, deben destacarse los siguientes hechos que tienen connotación jurídica:

a) EMOS es concesionaria del servicio publico de agua potable y aguas servidas en el área en cuestión en todas sus fases, esto es:

- **La producción de agua potable**, que consiste en tratar aguas crudas respecto de las cuales EMOS tiene derechos de aprovechamiento consuntivos. para transformarlas en agua potable..
- **La distribución del agua potable**, que consiste en la conducción del agua potable que produce hasta el domicilio del usuario, quien la consume. Es importante destacar este hecho, el consumo por parte del usuario. porque solo hasta este punto EMOS conserva la titularidad de su derecho de aprovechamiento inicial sobre las aguas del sistema.
- **La recolección de las aguas servidas**. que consiste en la administración del sistema de alcantarillas que llevan las aguas servidas a una planta de tratamiento, y
- **La disposición de las aguas servidas**, fase que, en este caso especifico, consiste en el tratamiento de las mismas en una planta especialmente habilitada para este fin (El Trebal). Una vez tratadas las aguas, la concesionaria esta obligada a "descargarlas" en un punto del Río Mapocho según se señala en el decreto de concesi6n ya citado.

b) El usuario con su tarifa, de acuerdo con el articulo 13 del Reglamento, paga por todas las fases de la concesi6n, esto es, la producción del agua potable, su distribuci6n, la recolección de aguas servidas y la disposición o tratamiento de las mismas.
Con lo anterior, se quiere destacar el hecho de que el concesionario no asume, con cargo a su patrimonio, ningún costo que no sea compensado por la tarifa.

c) Concordante con lo señalado en la letra anterior, el Decreto Supremo No. 453, de 1989, del Ministerio de Economía, que estableció el procedimiento administrativo en la determinación de las fórmulas tarifarias para los servicios de agua potable y alcantarillado y su metodología de calculo, no establece ni reconoce ningún ítem de ingreso a la concesionaria por concepto de venta de aguas limpias
resultante del tratamiento de aguas servidas, que pudiere compensar algún gasto no encubierto por la tarifa. Por el contrario, el sistema de cálculo de la tarifa confirma lo ya señalado, en el sentido de que esta cubre todo el ciclo del agua potable, sin que quede ningún costo sin compensar.

d) El inciso 2 del articulo 8 de la ley, dispone que las concesionarias deben constituirse como sociedades anónimas y tener como único objeto el establecimiento, construcción y explotación de los servicios públicos concesionados.

De lo anterior se desprende que EMOS no podría vender o celebrar acto de comercio alguno sobre las aguas resultantes del trata-miento de las aguas servidas, esto es, hacer un negocio adicional con las mismas, sin vulnerar las bases de la concesión, máxime cuando la misma ley (Art. 18 letra d) y el decreto de concesi6n, le imponen la obligación a la concesionaria de descargar las aguas tratadas en un punto determinado del Río Mapocho.

e) De lo expuesto se sigue que la concesionaria del servicio publico no tiene mas derechos v obligaciones que los señalados en su decreto de concesión y este en ninguna parte le reconoce a la misma derecho alguno sobre las aguas servidas ni sobre las limpias que resultan después del tratamiento, sino que, por el contrario, como se ha señalado, le establece la obligaci6n de descargarlas en el cauce natural señalado.

f) Tampoco, en su calidad de prestadora de un servicio publico, han podido operar, en favor de la concesionaria, ninguno de los modos de adquirir el dominio que establece el Código Civil respecto de las aguas que maneja, particularmente, porque la concesión le asigna la obligación a esta de transportarlas desde un punto determinado, de tratarlas y de descargarlas en otro punto determinado, esto es, por definición, la concesionaria es una mera tenedora temporal de tales aguas.

Ahora bien, y no obstante las consideraciones anteriores, la redacción del nuevo artículo 61 de la ley, ha generado la duda sobre si la concesionaria puede considerar como derrames las aguas servidas que abandona y, como productora de derrames, constituir derechos sobre los mismos en favor de terceros. Por consiguiente, a continuación, ha-remos un análisis de tal disposición y de sus efectos jurídicos.

II. Análisis del articulo 61 de la Ley.

Este articulo fue incorporado el 27 de Enero de'^990 por la ley N° 18.902 y señala textualmente lo siguiente:

"Articulo 61: Para los efectos de lo dispuesto en el Título V del Código de Aguas, (de los derrames y de los drenajes) enmiéndese que los prestadores de servicios sanitarios abandonan las aguas servidas cuando estas se evacuan en las redes o instalaciones de otro prestador o si se confunden con las aguas de un cauce normal o artificial, salvo que exista derecho para conducir dichas aguas por tales cauces, redes o instalaciones.".

Para centrar el tema, es necesario señalar que la norma se refiere sólo al abandono de aguas servidas que hace el concesionario recolector de las mismas, en las instalaciones del concesionario de disposición (o tratamiento) o, que hace directamente en un cauce, cuando las aguas servidas no son tratadas.

El articulo mencionado señala que el abandono que define es para los efectos de lo dispuesto en el Titulo V del Código de Aguas, que es el que regula lo atinente a los derrames y drenajes de aguas.

El articulo 43 de ese cuerpo legal señala que "Constituyen derrames las aguas que quedan abandonadas después de su uso, a la salida del predio" y el artículo 55, del mismo Código, dispone que los "Derechos, gravámenes o servidumbres sobre derrames y drenajes solo pueden constituirse a favor de terceros, por medio de un titulo. Ni aun el goce inmemorial bastara para constituirlos".

En virtud del articulo 61 de la ley y de las disposiciones señaladas del Código de Aguas podría EMOS concesionaria del servicio de recolección de aguas servidas otorgar un título para el uso de supuestos derrames a EMOS concesionaria del servicio público de disposición de tales aguas? o EMOS concesionaria del servicio de disposición podría, a su vez, otorgar un título para el uso de los supuestos derrames a un tercero para que este los conduzca por algún cauce natural o artificial a un destino particular?.

La respuesta a ambas interrogantes es negativa por las siguientes razones:

1. Porque, de acuerdo a lo señalado en el inciso 2 del articulo 43 del Código de Aguas, no puede producir derrames quien no tiene un derecho de aprovechamiento sobre las aguas que lo originan. Esta es precisamente la situación de EMOS como recolectora de aguas servidas, ya que su titulo original sobre las aguas crudas que iniciaron el proceso, se extinguió por el consumo como agua potable que efectuó el usuario.

De aquí que EMOS, en su calidad de concesionaria de aguas servidas, no obstante

tener la capacidad otorgada por el artículo 61 de abandonarlas con tratamiento o sin él, tal abandono no puede constituir jurídicamente un derrame.

2. Las normas que regulan la concesión son normas de derecho público ya que establecen la forma como debe prestarse un servicio público. En tal carácter, no pueden ser modificadas o alteradas por convenciones entre particulares como ocurría si EMOS tuviera la facultad de otorgar títulos sobre los supuestos derrames en conformidad con lo dispuesto en el articulo 55 del Código de Aguas, que es una norma de derecho privado.

3. Como ya se ha expresado, ni la ley en su regulación del servicio publico ni el decreto de concesión, le otorgan a EMOS derecho alguno sobre las aguas servidas, sean estas tratadas o no. Por el contrario, le imponen expresamente la obligación de descargarlas en un punto determinado del Río Mapocho. Obligación, que el artículo 61 no exime de cumplir ya que, este, solamente define en que momento se produce el abandono de ellas por parte de EMOS.

Por las consideraciones anteriores, se concluye que EMOS no tiene derecho alguno sobre las aguas servidas, tratadas o no, y que, por tener el carácter de mera tenedora temporal de tales aguas, el abandono que de ellas hace, conforme a lo dispuesto en el articulo 61, no genera jurídicamente un derrame.

III. Derecho de los actuales regantes con aguas servidas a continuar regando con aguas limpias.

El articulo 19 No. 24 de la Constitución Política, garantiza el derecho de propiedad sobre el derecho de aprovechamiento que tiene un particular sobre las aguas que tal derecho comprende.

Por consiguiente, si los derechos de aprovechamiento de los actuales regantes comprenden las aguas servidas provenientes del emisario San Bernardo, no pueden ser privados de ellas sin que medie un acto expropiatorio autorizado por ley y emanado de una autoridad competente.

Por esta razón, la ley y el decreto de concesión del servicio público de aguas servidas, establecen la obligación a la concesionaria de descargar las aguas tratadas en un punto determinado del no Mapocho, del cual tales aguas, en calidad de servidas, eran tributarias.

Si el decreto de concesión no indica en detalle el punto preciso de la descarga en tal cauce, la normativa constitucional obliga a la concesionaria a restituir las aguas limpias en un punto en que no pueda producir menoscabo a los derechos de aprovechamiento de los regantes con tales aguas.

No obstante la conclusión anterior, y como la correcta interpretación del artículo 61 de la ley tiene una importancia determinante en la debida prestación de los servicios concesionados e influye, en forma sustancial, en los derechos de aprovechamiento de los actuales regantes con las aguas servidas, sugiero a US. Solicitar a la Contraloría General de la República, un pronunciamiento sobre el particular.

Saluda atentamente a US.,

EDUARDO CARRILLO TOMIC
ASESORJURIDICO
MINISTERIO DE AGRICULTURA

INFORME DEL ABOGADO Luis Simón FIGUEROA

Síntesis de por qué las servidores públicos de recolección y disposición (depuración) de aguas servidas no son dueños de las aguas que se les encarga recolectar y depurar, no pueden llevarlas a cualquier destino y no pueden venderlas

La Superintendencia de Servicios Sanitarios ha dictaminado que los concesionarios que prestan los servicios públicos de recolección y disposición (depuración) de aguas servidas pueden llevar las aguas que se les. encarga recolectar y depurar al lugar que deseen y comercializarlas y les atribuyen dominio sobre esas aguas.
Las disposiciones legales vulneradas por los dictámenes son las que a continuación se enumeran:

1. Articulo 18 n° 3 letras c) y d) del D.F.L. 382 MOP (ley sanitaria).- Obliga a que los decretos de concesión, de los servicios de recolección y disposición señalen el punto de descarga de las aguas que se les encomienda recolectar y tratar. No puede la Superintendencia liberar al servidor público sanitario correspondiente del cumplimiento de esa obligación.

2.- Articulo 26 de dicha ley.- Obliga a las concesionarias a cumplir con lo dispuesto en la ley y en el decreto de concesión respectivo. La Superintendencia no puede liberar al servidor de cumplir sus expresos deberes

3.- Articulo 5 del Código de Aguas.-. Las aguas son bienes Nacionales. No puede la Superintendencia atribuir dominio sobre ellas al servidor que se Ie encomienda por mandato de la ley preste un servicio con obligación de descargar el agua en un punto

4. Artículos 5 y 18 N°} 3 del D.F.L. 382 MOP de 1988.- La razón por la que los servidores de recolección de aguas servidas y de disposición (depuración) de las mismas toman las aguas consumidas es por el expreso encargo que les hace la Ley y el decreto de concesión, para que cumplan los ser.vicios que se les encomienda, solo deberes respecto de ellas. No otorgan al servidor derechos sobre el agua. Se extralimita la Superintendencia al otorgarle o reconocerle propiedad sobre esas aguas.

5 - Articulo 19 N°} 24 inciso segundo de la Constitución Política de la República.- Para ser dueño de algo se requiere modo de adquirir. No puede la Superintendencia atribuir dominio sin que ocurra ese requisito.

6.- Articulo 12 N°3 del D.F.L. 382 MOP de 1988.- La concesionaria de producción de agua potable requiere de derecho de aprovechamiento. Por ende las otras concesiones esto es distribución, recolección de aguas servidas y disposición (depuración) no requieren de derecho de aprovechamiento. Estos tienen las aguas por la razón que se dijo en el N°4 precedente. Por el servicio que se les encomienda y aceptan cobran una tarifa especialmente regulada.

7 - Articulo 6 inciso primero del Código de Aguas.- Incluso los que tienen derechos de aprovechamiento no pueden disponer de las aguas. Mantienen su carácter de bien nacional. Este articulo esta en armonía e ilustra los puntos anteriores.

8 - Articulo 43 inciso primero del Código de Aguas.- El derrame jurídico requiere acto voluntario de abandono. Por lo dicho en el numero 1 precedente el servidor publico descarga las aguas en forma obligatoria en puntos previamente determinados. Se extralimita la Superintendencia al atribuir derrame a las descargas de aguas en el caso de las sanitarias.

9.- Articulo 43 inciso segundo del Código de Aguas.- El derrame jurídico requiere que el que lo produce sea dueño de derecho de aprovechamiento. Se extralimita la Superintendencia al reconocer como derrame aguas que se tienen por mandato de la ley y la concesión.

10 - Articulo 43 inciso primero del Código de Aguas.- El derrame jurídico requiere que el agua haya sido usada. El recolector y el depurador no usan las aguas.

11 - Articulo 3 y 5 inciso final del D.F.L. 382 MOP de 1988.- Objeto del servicio publico de disposición (depuración). Se extralimita la Superintendencia al reconocerle otros objetos que no están expresados en
la ley.

12 - Articulo 61 del D.F.L. 382 MOP de 1988.- Define el momento en que ios prestadores sanitarios dejan de cumplir con el servicio encomendado. No otorga dominio sobre las aguas ni libera de las obligaciones que la ley sanitaria establece respecto del servidor. Se extralimita la Superintendencia al fundar en ese articulo las facultades que otorga o reconoce al servidor para llevar las aguas al destine que desee y venderlas.

13- Articulo 6 y 7 de la Constitución Política de la República.- Contravienen esos artículos y son nulos los actos que liberan a las concesionarias de recolección y disposición de aguas servidas de sus obligaciones de descargar en un punto que fija el

decreto respectiva de concesión; y aquellos por los que la Superintendencia, además, reconoce propiedad al margen de la ley sin tener facultad para ello.

Materia: Nulidad de derecho público
Procedimiento: Ordinario
Demandantes: 1.- Junta de Vigilancia de la Ultima Seccion del Rio Mapocho
2.- Asociación de Canalistas Canal de Mallarauco
3.- Asociación de Canalistas del Canal Bajo La Esperanza
Rut 1.-
2.-70.392.100-0
3.-
Abogado patrocinante: Luis Simon Figueroa del Rio
Rut: 3.724.146-6
Apoderado: Raul Figueroa Salas
Rut: 9.843.212-4
Demandado: Superintendencia de Servicios Sanitarios
Rut : ignoro

En lo principal, demanda en juicio ordinario declaración de nulidad de derecho público y se determine interpretación correcta sobre asunto que indica.
Primer otrosí, se notifique la demanda a Aguas Andinas S.A. por verse afectada en los resultados del juicio.
Segundo otrosí, acompaña documentos en la forma que indica.
Tercer otrosí, personerías.
Cuarto otrosí, patrocinio y poder.

S.J.L

Junta de Vigilancia de la Última Sección del Río Mapocho. Asociación de Canalistas Canal de Mallarauco y Asociación de Canalistas del Canal Bajo La Esperanza, todas ellas organizaciones de usuarios del Código de Aguas, representados respectivamente por sus presidentes Alejandro González Gandarillas, Germán Errázuriz Arnolds y José Manuel Díaz de Valdés Ibarra, todos domiciliados para estos efectos en Huérfanos 669, of. 414, Santiago, a US. con respeto decimos:

1.- Deducimos demanda en contra de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, persona jurídica de derecho público, representada por el Superintendente, don Juan Eduardo Saldivia Medina, ambos domiciliados en Moneda 673, piso 9, Santiago, solicitando a S.S. declare la nulidad de las instrucciones en virtud de las cuales dicho órgano, en adelante la Superintendencia, arrogándose competencia que la ley no le otorga, ha facultado y permitido que los servidores públicos sanitarios de recolección y de limpieza de las aguas servidas, que en la terminología de la ley se los denomina de "disposición de aguas servidas", pueden darles a las aguas que recolectan y depuran o tratan el destino que estimen conveniente y que no están obligados a abandonarlas; les asigna propiedad sobre ellas, y los faculta para utilizarlas y comercializarlas.

Solicitamos también a S.S. se ordene a la Superintendencia de Servicios Sanitarios que cumpla su labor fiscalizadora sin excederse de las facultades que la ley le confiere e interpretando las normas a que esta demanda se refiere, en el sentido que en ella se indica.

A continuación se señalan cada una de las instrucciones cuya nulidad se solicita y las razones pertinentes, de las cuales también fluye la interpretación que además solicitamos.

2.- LOS SERVIDORES PÚBLICOS DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN (LIMPIEZA) DE LAS AGUAS SERVIDAS TIENEN OBLIGACIÓN DE DESCARGAR LAS AGUAS DONDE DETERMINE OBLIGATORIAMENTE EL DECRETO PERTINENTE.

a.- El artículo 18 del D.F.L. 382 M.O.P de 1988, que es la ley general de servicios sanitarios, establece que el decreto de otorgamiento de la concesión de los servicios públicos sanitarios "considerará, entre otros aspectos", 3.- "Las condiciones de prestación de los servicios, incluyendo a lo menos" los requisitos que ese mismo artículo establece. Respecto de la concesión del servicio público de recolección y de disposición (limpieza), ese artículo en las letras c) y d), en forma expresa. indica que el decreto debe contener "puntos de descarga", en cuanto al primero y, "el punto de descarga", respecto del segundo, esto es de las aguas que trata o depura.

b.- La Superintendencia ha instruido que una vez tratadas las aguas el servidor público puede darles el destino que estime conveniente y que no esta obligado a abandonarlas. '"

.

c- Esa instrucción esta en los oficios ordinarios 1422 de 3 de octubre de 1995 numero 6 y el 587 de 1996 numero 2 letra c). También ello emana del compendio de instrucciones que la Superintendencia difunde en la pagina que tiene en Internet.

d.- Con esa instrucción la Superintendencia se arroga la facultad de liberar al servidor público de disposición (limpieza) de la obligación legal de descargar las aguas tratadas en el punto que el decreto pertinente esta obligado a señalar, como ya se indico en la letra a) precedente.

También se arroga la facultad de permitirles a esos servidores que les den a las aguas tratadas o depuradas el destine que crean conveniente.

La Superintendencia no tiene facultad para liberar a esos servidores públicos sanitarios de la referida obligación.

Tampoco la ley la faculta para permitir que esos servidores hagan con las aguas lo que quieran, y mas todavía, por el contrario, la Superintendencia esta obligada a vigilar y fiscalizar que se descarguen en el punto establecido en el decreto de concesión.

e.- El servicio público de depuración debe actuar en forma estricta en la forma que la ley señala su objeto y maneras de proceder, y si el decreto que le otorga la función de depurar y tratar las aguas indica el punto de descarga de ellas, no puede ese servidor llevarlas a otra parte, allí las debe abandonar necesariamente.

f.- El rigor de ley sanitaria es tal que si el servidor público sanitario no cumple con ella o con lo que dice el decreto de concesión, el Presidente de la República puede declarar caducada la concesión.

g.- El servidor público del caso ejerce una función pública, presta un servicio público y no puede hacerlo sino que dentro de los marcos de la ley. No puede atribuírsele una facultad de llevar el agua a cualquier destine si expresamente la ley la obliga a descargarla en el punto que el decreto debe necesariamente establecer.

h.- El régimen legal sobre uso y empleo de las aguas, las que son bienes nacionales, es también alterado por esa instrucción de la Superintendencia que faculta a los servidores públicos sanitarios a hacer lo que la ley no les permite. Las aguas solo pueden ser empleadas mediante derechos de aprovechamiento, que se constituyen o reconocen de acuerdo a las normas generales de la legislación de aguas que tiene un cuidadoso sistema para asignar tan importante recurso, esencial para la economía, cuidado del medio ambiente y en general para toda actividad, que en forma ordenada hace posible la vida social.

i - Que las aguas son bienes nacionales y solo pueden emplearse mediante derecho de aprovechamiento esta establecido en el artículo 5 del Código de Aguas.

Que la depuración de las aguas es un servicio público y que el que lo ejecuta es un servidor público, esta en establecido en el D.F.L 382 citado a comienzo de este numero, artículos 1°} ?1 y 5.

Que el decreto de concesión debe señalar el punto de descarga de las aguas que se tratan o depuran esta en el artículo 18 n°} 3 letra d) de ese D.F.L..

Que el decreto de concesión debe señalar los puntos de descarga de las aguas servidas que recolecta el servidor público pertinente, está en el artículo 18 citado n°} 3 letra c).

Que se puede caducar la concesión si las condiciones del servicio suministrado no corresponden a las exigencias establecidas en la ley o en sus reglamentos, o a las condiciones establecidas en el decreto de concesión respectivo, está establecido en el artículo 26 letra a) del ya citado D.F.L. 382.

j. - La instrucción a que nos hemos estado refiriendo que expresa lo escrito en la letra b) precedente y esta contenida en los documentos señalados en la letra c) precedente, infringe y contraviene lo dispuesto en los artículos 6 y 7 de la Constitución Política de la República y en el artículo 2 de la Ley Orgánica Constitucional sobre Bases Generales de la Administración del Estado.

k.- Mediante esa instrucción la Superintendencia se excede de sus atribuciones legales, actúa fuera de su competencia, y se atribuye una autoridad que no esta dentro de las que expresamente le ha conferido la Constitución y la ley.

l.- En virtud del inciso final del artículo 7 citado, toda contravención a esas normas es nula, por consiguiente, corresponde que S.S. declare la nulidad de los oficios citados.

3.- LAS AGUAS QUE EL SERVIDOR PÚBLICO RECOLECTA Y TRATA 0 DEPURA SON UN BIEN NACIONAL Y NO SE HACE DUEÑO DE ELLAS POR PRESTAR ESE SERVICIO.

a.- La Superintendencia de Servicios Sanitarios ha señalado que el concesionario de recolección y disposición se hace dueño de las aguas servidas que recolecta y trata mientras no las abandona en alguna de las formas establecidas en el artículo 61 del D.F.L. MOP N°} 382/88. Tal afirmación, contenida en los ordinarios N°} 587 de 1996, 767 de 22 de marzo de 1999 y 196 de 24 de enero de 2002 y en el compendio de instrucciones que dicho órgano pública en Internet, es nula por carecer la Superintendencia de facultades para asignar dominio y, además es errónea, ya que los prestadores del servicio público sanitario de

recolección y disposición de aguas servidas no son dueños de las aguas que transportan y limpian. La misma instrucción esta también en el oficio 1422 del 3 de octubre de 1995, de la Superintendencia. b.- El D.F.L. MOP 382/88 regula el régimen de explotación de los servicios públicos destinados a producir y distribuir agua potable y a recolectar y disponer aguas servidas, denominando dichos servicios como servicios sanitarios. Estos servicios sanitarios están definidos en el artículo 5 de la ley. que distingue entre el servicio público de producción de agua potable; el servicio público de distribución de agua potable; el servicio público de recolección de aguas servidas y el servicio público de disposición de aguas servidas. Todos estos servicios están sujetos al régimen de concesiones.

c.- Las concesionarias de los servicios públicos de recolección y disposición de aguas servidas no son dueñas de las aguas que transportan y depuran, no tienen derecho de aprovechamiento alguno sobre ellas y ni siquiera pueden hacer uso de las mismas. Estas cumplen una función pública que consiste en transportar y depurar las aguas para luego restituirlas en un punto determinado. El único vinculo que tienen con las aguas es la obligación de conducirlas y depurarlas, no tienen ningún derecho sobre ellas. Por este servicio que prestan, las concesionarias cobran una tarifa a los usuarios del agua potable. -

d.- Si la concesionaria se hiciera dueña de las aguas, dejaría de prestar un servicio público ya que la limpieza iría en su propio beneficio. En dicho caso, el cobro de tarifa a los usuarios, que es el precio que se paga por el servicio que prestan, implicaría un enriquecimiento injusto para la concesionaria. Las instrucciones de la Superintendencia en orden a asignar propiedad sobre las aguas a esos concesionarios desnaturalizan el carácter público del servicio que prestan. e.- La Superintendencia de Servicios Sanitarios ha pretendido otorgar el carácter de derrame jurídico definido por el Código de Aguas a las aguas que las concesionarias descargan en sus funciones de servicios públicos de recolección y disposición de aguas servidas.

De ello desprende sin razones que las concesionarias se hacen dueñas de las aguas que transportan y tratan.

Fundamenta sus dichos en la referencia al Titulo V del Código de Aguas que hace el artículo 61 de la Ley de Servicios Sanitarios.

La interpretación de la Superintendencia es errónea, ya que jurídicamente las aguas en cuestión no pueden ser derrames y, además, ese artículo 61 no declara dominio de las aguas a nombre de los servidores sanitarios que cumplen el deber de recolectar y limpiar las aguas servidas.

El artículo 43 del Código de Aguas se ubica en el referido Titulo V que se denomina "De los derrames y drenajes de aguas", y define los derrames como "las aguas que quedan abandonadas después de su uso, a la salida del predio". El inciso segundo del mismo artículo agrega que "Se presume el abandono de estas aguas desde que el dueño del derecho de aprovechamiento hace dejación de ellas, en los linderos de la propiedad, sin volver a aprovecharlas".

De la lectura de la norma recién citada constatamos que los requisitos para producir los derrames que regula el Código de Aguas son:

- Tener un derecho de aprovechamiento sobre las aguas;
- Haber hecho uso de ellas; y
- Hacer abandono de las aguas, sin volver a aprovecharlas.

Las concesionarias de los servicios públicos de recolección y disposición de aguas servidas no tienen derecho de aprovechamiento sobre las aguas; no hacen ni pueden hacer uso de ellas, y como están obligadas a restituir las aguas no hacen jurídicamente abandono de ellas, esto es no hacen entrega voluntaria de lo propio. No cumplen, por ende, con los requisitos establecidos en la ley para producir derrames.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 45 del Código de Aguas, la producción de derrames "no es obligatoria ni permanente". Esto significa que el producir derrames es una facultad. El titular de un derecho de aprovechamiento puede optar entre quedarse con las aguas a que tenga derecho, o bien abandonarlas. En el caso de los prestadores del servicio público en cuestión esta facultad no existe ni podrá existir jamás, ya que tanto la ley sanitaria como la misma concesión especifican claramente que el concesionario tiene la obligación de hacer entrega de las aguas que conduce en el punto que debe fijar el decreto de concesión (art. 18 ?3 letra d) del D.F.L. 382 M.O.P. de 1988). Le esta estrictamente prohibido al concesionario quedarse con las aguas servidas y con las depuradas, por lo que falta otro elemento esencial de los derrames, que consiste en el derecho a retener y que da lugar a la voluntad de abandonar las aguas a que se tiene derecho.

Para que jurídicamente haya abandono tiene que existir la capacidad jurídica de no hacerlo. No hay abandono de lo que se esta obligado a restituir porque el abandono es un acto de liberalidad. El concesionario no tiene la capacidad jurídica de retener las aguas y por s" - consiguiente la de abandonar jurídicamente. Hemos dicho ya que su único vinculo con las aguas es la obligación de conducirlas, depurarlas y entregarlas en un punto, y como contrapartida cobrar tarifa a los usuarios del agua potable.

La obligación de entregar las aguas que la ley impone al concesionario se opone expresamente a lo dispuesto en el artículo 45 del Código de Aguas, que la Superintendencia quiere aplicar y que señala que la producción de derrames "no es obligatoria".

Teniendo presente entonces que las concesionarias de un servicio público no tienen ni tendrán la facultad de producir derrames en el concepto que de ellos trata el Código de Aguas, es inaplicable el artículo 54 de ese Código. Este artículo dice textualmente que "El uso por terceros de derrames o drenajes no constituye gravamen o servidumbre al predio que los produce, son actos de mera tolerancia que no confieren posesión ni dan fundamento a prescripción". Para que este artículo sea aplicable, se deben reunir todos los requisitos que hemos explicado mas arriba, condición que en el caso que analizamos no se cumple.

f.- Los prestadores de los servicios sanitarios de recolección y disposición de aguas servidas no tienen ningún modo de adquirir el dominio de las aguas que deben recolectar y tratar. El inciso 2°} del artículo 24 de la Constitución Política de la República es claro en señalar que "sólo la ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad". Estos modos de adquirir son, además de la propia ley, la ocupación, la accesión, la tradición, la sucesión por causa de muerte y la prescripción.

g.- Además que no hay modo de adquirir que puedan aducir esos servidores públicos, no existe norma legal alguna que en forma expresa asigne propiedad sobre las aguas servidas a los prestadores del servicio público de disposición.

h.- Las aguas son bienes nacionales y para hacer uso de ellas se requiere un derecho de aprovechamiento. De todos los prestadores de servicios sanitarios, solo el que produce el agua potable es titular de un derecho de aprovechamiento, y respecto de el las aguas se consumen cuando las entrega al sistema. Los derechos de aprovechamiento se adquieren por vía originaria mediante acto de la autoridad o bien por la vía derivativa. Ambos casos están regulados en el Código de Aguas, no cumpliéndose respecto de las concesionarias de recolección y disposición de aguas servidas ninguno de los requisitos que la ley señala para adquirir tales derechos. La ley les asigna solo deberes y obligaciones respecto de esas aguas, ser transportadas y luego depurarlas o tratarlas.

i - Según el artículo 6 del Código de Aguas, el derecho real de dominio se tiene sobre el derecho de aprovechamiento y no sobre las aguas. Se puede disponer del derecho de aprovechamiento, pero la ley en forma expresa limita al titular del mismo al uso y goce de las aguas. Si esta limitación existe respecto del que tiene derecho de aprovechamiento, de ninguna manera puede pretender hacerse dueño de las aguas el que tiene la mera tenencia de ellas en cumplimiento de una función pública que consiste en evacuar aguas servidas y en limpiarlas para regresarlas a la cuenca en mejores condiciones de calidad. "- -

j.- Los argumentos que se dan en los números 4 y 5 que siguen deben también tenerse presente para los efectos del asunto que se esta tratando.

k.- De todo lo expuesto queda en evidencia que los concesionarios de recolección y disposición de aguas servidas no se hacen dueños de las aguas que transportan y limpian en cumplimiento de la concesión que se les ha otorgado.

1.- Las instrucciones en las que la Superintendencia asigna el dominio de las aguas servidas a los concesionarios de recolección y disposición de aguas servidas son nulas, por haber sido dictadas en contravención a lo establecido en los artículos 6 y 7 de la Constitución Política de la República, excediéndose de las facultades que la ley expresamente le ha otorgado. La Superintendencia de Servicios Sanitarios es un órgano público que, como tal, solo puede actuar en el marco de las facultades que la ley expresamente le asigne. Este órgano carece de las atribuciones que le permitan asignar derecho de propiedad, por lo que tales instrucciones son nulas de derecho público y carecen de valor. m. En virtud del inciso final del artículo 7 citado, toda contravención a esas normas es nula, por consiguiente, corresponde que S.S. declare la nulidad de los oficios citados.

4.- LA FUNCION PUBLICA DEL SERVIDOR PUBLICO DE DISPOSICION ES PRESTAR EL SERVICIO PUBLICO DE TRATAR Y DEPURAR LAS AGUAS SERVIDAS, NO TIENE FACULTAD PARA UT1LIZAR LAS AGUAS.

a.- En el oficio ordinario 1422 de 3 de octubre de 1995, numero 5, la Superintendencia dice que el prestador sanitario "no esta legalmente facultado para determinar libremente la mejor forma de UTILIZACIÓN de las aguas, sino ateniéndose a todas las normas jurídicas pertinentes, cuyo objetivo final es la salud de la población." Lo mismo se dice en el compendio de instrucciones que la Superintendencia publica en Internet y en el oficio 587 de 1996.

b.- Es correcta la idea general establecida en ese párrafo, pero es incorrecto que le atribuya al servidor de disposición (limpieza) la facultad de utilizar las aguas que esta obligado a tratar y depurar.

c - Según el diccionario utilizar es "aprovecharse de algo". La función pública que asume el servidor sanitario no es aprovecharse de lo que se le encomienda limpiar. Ese servidor presta un servicio, el de limpiar las aguas de acuerdo a normas técnicas que se le fijan. El costo de la prestación del servicio se le cobra al que ha ensuciado o contaminado

de acuerdo al principio adoptado por Chile de que el que contamina paga el trabajo de descontaminar.

d.- El D.F.L. 382 de 1988 del M.O.P., en el artículo 3 inciso final define para los efectos de la ley sanitaria la palabra "disposición" y dice "Se entiende por disposición de aguas servidas, la evacuación de estas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento".

Y en la parte final del artículo 5 en forma expresa se dice que el "servicio público de disposición" TIENE POR OBJETO "disponer las aguas servidas de un servicio público de recolección" (esto es de las alcantarillas).

La ley, también en forma expresa dice que este objeto es un "servicio público". En la parte final del citado artículo 5 comienza diciendo "Es servicio público de disposición de aguas servidas.,."

e.- Es decir, según lo expuesto en la letra precedente, este servidor público presta un servicio público que tiene por único objeto tratar o depurar las aguas o evacuarlas en un sistema de tratamiento.

La ley no le asigna otro propósito.

f- El artículo 8 del citado D.F.L. dice expresamente que las sociedades anónimas que asuman la concesión de un servicio sanitario "tendrán como único objeto el establecimiento, construcción y explotación de los servicios públicos indicados en el artículo 5 de esta ley, y demás prestaciones relacionadas con dichas actividades".

Esta norma confirma que el objeto precisado en el artículo 5 y definido en el artículo 3 es el ÚNICO objeto del servicio.

Ese único objeto es limpiar las aguas sucias a costa del que las ensucio.

Las aguas son bienes nacionales, no le pertenecen.

Las aguas las debe descargar en el punto que fija el decreto.

No puede desprenderse que pueda tener también como objeto APROVECHARSE de las aguas, que es el sentido de la palabra utilizar que usa el instructivo de la Superintendencia.

g.- Las "prestaciones relacionadas" con el objetivo a que se refiere la parte transcrita del artículo 8 no pueden ser aquellas que cambian la naturaleza del servicio. El encargo de

limpiar no conlleva la facultad de usar la cosa que se obliga a limpiar. En derecho civil necesita autorización expresa del que encarga el servicio. En derecho público requiere norma expresa de la ley. DOS claros ejemplos sobre el particular son el caso del transportista que no se hace dueño de la cosa que fleta y el de la empresa de lavandería que no se hace dueña de la cosa que se le encomienda limpiar.

h.- La Superintendencia no tiene facultad para cambiar la naturaleza del servicio objeto del servicio público del caso.

Ese órgano fiscalizador no tiene competencia para facultar ni permitir que el servidor público utilice, se aproveche de la cosa respecto de la cual recae el servicio público.

i La instrucción a que nos hemos estado refiriendo, que expresa lo escrito en la letra a) precedente, contenida en el documento señalado en la misma letra, infringe y contraviene lo dispuesto en los artículos 6 y 7 de la Constitución Política de la República y en el artículo 2 de la Ley Orgánica Constitucional sobre Bases Generales de la Administración del Estado.

j.- En virtud del inciso final del artículo 7 citado en la letra anterior, toda contravención a esas normas es nula, por consiguiente, corresponde que S.S. declare la nulidad del citado oficio.

5.- EL PRESTADOR DEL SERVICIO PUBLICO DE DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS NO PUEDE COMERCIALIZAR LAS AGUAS QUE TRANSPORTA Y TRATA.

a.- La Superintendencia ha señalado, tanto en su oficio ordinario ?587 de 1996 como en el compendio de instrucciones que dicho órgano pública en Internet, que las concesionarias de disposición pueden comercializar las aguas servidas y que le corresponde recibir un precio por dicha comercialización, el cual puede pactar libremente.

b.- Al respecto, no es efectivo que los prestadores del servicio público de disposición de aguas servidas puedan comercializar las aguas que deben transportar y tratar, ya que, como se dijo respectivamente en los números 3 y 4 precedentes, dichas concesionarias no son dueñas de las aguas servidas y deben realizar el servicio público que se les ha dado en concesión, quedando impedidas de realizar cualquier actividad que se oponga a la obligación que el decreto de concesión le impone, esto es básicamente recolectar las aguas servidas, limpiarlas y descargarlas en un punto especificado.

c.- Además, la Superintendencia se equivoca al señalar que al concesionario le corresponde un precio o compensación que puede pactar libremente. El servicio público de disposición de aguas servidas esta sujeto a la fijación de tarifas, que es el precio que los

usuarios finales pagan por la limpieza. De esta manera, el costo del tratamiento de las aguas lo asumen quienes contaminan y pagan la tarifa, en el entendido que se les presta un servicio que por su

envergadura no están en condiciones de asumir. La utilidad del concesionario esta en la tarifa que cobra por el servicio que presta.

d.- La venta de las aguas servidas es improcedente e implica un enriquecimiento injusto para el prestador sanitario, ya que se trata de un bien nacional cuyo tratamiento ya fue pagado por quienes lo contaminaron. e.- La Superintendencia no tiene facultades para permitir que los prestadores de servicios sanitarios obtengan beneficios económicos que no están establecidos en la ley, no son una actividad relacionada con la función pública encomendada y que además materialmente no pueden realizar por las obligaciones expresas que la ley le encomienda de descargar las aguas en un punto determinado en el decreto de concesión. f.- Al actuar fuera de las competencias que la ley le otorga, la Superintendencia infringe los artículos 6 y 7 de la Constitución Política de la República y el artículo 2 de la Ley Orgánica Constitucional de Bases de la Administración del Estado, correspondiendo que S.S. declare la nulidad de los actos en los que consta tal infracción.

6.- CORRECTA INTERPRETACION Y ALCANCE DEL ARTICULO 61 DE LA LEY DE SERVICIOS SANITARIOS.

a.- El artículo 61 del D.F.L. 382 MOP de 1988 dice textualmente que 'Para los efectos de lo dispuesto en el titulo V del Código de Aguas, entiendese que los prestadores de servicios sanitarios abandonan las aguas servidas cuando estas se evacuan en las redes o instalaciones de otro prestador o se confunden con las aguas de cauce natural o artificial, salvo que exista derecho para conducir dichas aguas por tales cauces, redes o instalaciones".

b.- La Superintendencia deduce de la norma citada, en sus oficios ordinarios 767 de 22 de marzo de 1999 y 196 de 24 de enero de 2002 que las aguas servidas "pertenecen a la respectiva empresa sanitaria que las recolecta, para su disposición o tratamiento"; y que "El abandono de las aguas, de acuerdo a la legislación sanitaria se considera un derrame y como tal tiene la calidad de acto de mera tolerancia, o precario, que consecuencialmente no genera derecho o posesión alguna". Asimismo, mediante el oficio ordinario 587 de 1996 señala analizando el mismo artículo 61 que "Fluye de lo expresado precedentemente que el concesionario de disposición se hace dueño de las aguas servidas que recolecta y trata mientras no las abandone en alguna de las formas señaladas" en la norma en cuestión.

c.- El rigor del derecho común y de las normas constitucionales sobre como hacerse dueño de las cosas no ha sido derogado para este caso por el citado artículo 61.

Conclusiones categóricas no se extraen de lo que aparentemente pueda fluir de un artículo. El empleo de la gramática taxativa, simple y clara es un rigor ineludible.

Con todo, no fluye de ese artículo 61 que el prestador sanitario este exonerado de la obligación que le impone el artículo 18 (de la ley sanitaria) de descargar las aguas en un punto fijado en el decreto de concesión.

De la cita al titulo V del Código de Aguas tampoco fluye que el servidor se hace dueño de lo que se le encomendó limpiar o depurar, sin perjuicio de !o dicho en el párrafo segundo de esta misma letra.

d.- Por ese artículo 61 no se puede afirmar que las aguas tratadas pertenecen en dominio al servidor sanitario y darle el carácter de derrame jurídico a aguas que no tienen tal. Esas afirmaciones no tienen sustento por lo explicado en el N°} 3 de esta demanda.

e.- La referencia del artículo 61 al titulo V del Código de Aguas no conlleva declarar que se otorga al prestador del servicio público de disposición la propiedad de las aguas que

depura y trata. La ley solo esta precisando cuando el prestador del servicio termina su deber. f.- La mención al Código de Aguas tampoco le da el carácter de derrame jurídico a las aguas servidas. Hemos dicho ya que esas aguas no cumplen con los requisitos para ser calificadas de derrames y, si el legislador hubiese querido darles ese carácter tendía que haberlo señalado expresamente.

g.- Con esa interpretación transcrita y en el oficio 767 de 22 de marzo de 1999, la Superintendencia esta liberando al prestador del servicio de su obligación de descargar las aguas en un punto determinado, contraviniendo el derecho público chileno al actuar fuera de las atribuciones que la ley le confiere al órgano estatal. Al respecto, rige lo expuesto en el numero 2 de esta demanda.

h.- Repetimos que el sentido y alcance del artículo 61 que comentamos es únicamente definir el momento en que los prestadores sanitarios dejan de cumplir con el servicio encomendado.

7.- CASO EN QUE LOS CUATRO DECRETOS DE CONCESION RELATIVOS A LOS CUATRO SERVICIOS PUBLICOS SANITARIOS HAN SIDO OTORGADOS A UNA MISMA SOCIEDAD ANONIMA.

a.- Hemos explicado mas arriba que la ley sanitaria establece 4 servicios públicos sanitarios:

1) El de producción de agua potable.
2) El de distribución de agua potable.
3) El de recolección de aguas servidas.
4) El de disposición de aguas servidas (limpieza).

Las concesiones para establecer, construir y explotar esos servicios públicos se otorgan a sociedades anónimas, art. 8 DFL 382 M.O.P. 1988) mediante decreto supremo.

Las concesiones se pueden otorgar a sociedades anónimas distintas. La ley también permite que cada decreto de concesión se otorgue a favor de una misma sociedad anónima.

El cobro y recaudación del pago de las tarifas •} relativas a cada servicio es obligación de la concesionaria de distribución de agua potable.

Los derechos y obligaciones que de ello derivan son convenidos directamente entre los concesionarios (art.11 ley citada).

b.- La concesionaria de producción de agua potable debe ser dueña de derechos de aprovechamiento de las aguas que, transformadas en potables, debe entregar al concesionario de distribución.

Cuando se da el caso que las cuatro concesiones han sido otorgadas a una misma sociedad anónima, Aguas Andinas S.A. y la Superintendencia pretenden que en todas las etapas del proceso las aguas son de dominio de ese titular de las cuatro concesiones, porque ese primer concesionario, el de producción de agua potable, debe ser dueño de derechos de aprovechamiento.

c.- En efecto la sociedad prestadora de servicios sanitarios Aguas Andinas S A. interpuso un recurso de reclamación ante el Consejo Directivo de la Comisión Nacional! del Medio Ambiente solicitando, entre otras cosas, la modificación de la resolución 458/2001 de la Comisión Regional del Medio Ambiente RM, en cuanto esta condiciono la aprobación del proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana a que se mantenga en riego la Rinconada de Maipú, mediante la construcción, a costa de Aguas Andinas, de las obras n=ces3nss GL'S permitan proveer al canal Rinconada a todo evento y en todas las etapas del proyecto de un caudal de 1,5 m3/seg. de agua. Esta reclamación fue en definitiva rechazada por la CONAMA.

d.- Al interponer el recurso indicado en el párrafo anterior Aguas Andinas señalo que "Las aguas servidas crudas que hasta el presente abastecen al canal Rinconada, son derrames de derechos de aprovechamiento de aguas de carácter consuntivo de dominio de Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias S.A , hoy Aguas Andinas S.A.". Agrega además que "Como derecho de aprovechamiento de aguas consuntivo, mi representada (Aguas Andinas S.A.) tiene sobre esas aguas un derecho real, exclusivo y perpetuo. Si dispone de ellas en beneficio de terceros, lo hace ejerciendo la facultad de disposición inherente al derecho de dominio. Esa disposición debe ser consentida libre y voluntariamente por el dueño".

e.- Por su parte la Superintendencia de Servicios Sanitarios en su oficio ordinario 587 de 1996, párrafo 3, señala que "Mientras las aguas servidas tratadas o no formen parte del patrimonio de la concesionaria sanitaria, esta puede celebrar con relación a ellas los actos jurídicos que crea conveniente...". De lo anterior se desprende que la Superintendencia de Servicios Sanitarios respalda la idea equivocada de Aguas Andinas S.A., relativa a que el derecho de aprovechamiento que tiene para producir agua potable le da dominio sobre el agua hasta el final del proceso, prescindiendo de los consumos que del agua se hacen y a que en cada etapa la misma sociedad anónima tiene el agua en virtud de títulos distintos.

f.- El hecho que una misma persona reúna las cuatro concesiones de los distintos servicios públicos sanitarios no altera, no cambia la naturaleza de la relación jurídica que ella tiene con el agua en cada una de las etapas sanitarias. En cada etapa tiene títulos y obligaciones distintas. El productor de agua potable consume el agua al entregaría obligadamente al distribuidor. La misma sociedad anónima recibe el agua para distribuiría en razón de que tiene otro decreto que le asigna la obligación de recibiría y distribuiría. En los domicilios el agua se consume otra vez. El ejercicio del derecho de aprovechamiento por parte del productor de agua potable (13 concesión) ya se produjo.

Consumida el agua para el productor y distribuidor de agua potable es recibida en las alcantarillas y transportada, no en tanto ejercicio de un derecho de aprovechamiento, sino que en tanto un titulo de mera tenencia que determinan las concesiones de recolección y porteo del agua.

g.- Los diferentes títulos que cada decreto de concesión otorga se pueden ilustrar con el siguiente ejemplo.

Compro granos (maíz) puestos en el lugar donde se producen a una sociedad anónima que explota un fundo. Con esa misma sociedad pacto un contrato de transporte para que en sus camiones lleve el grano a una planta de secado que pertenece a esa misma sociedad. La sociedad que vendió el maíz no se hace dueña de este porque lo transporta en sus camiones y tampoco se hace dueña de los granos porque los seca en su planta.

En cada caso tuvo el maíz por un contrato especifico, y solo la mera tenencia. teniendo respecto de el solo deberes y obligaciones.

h.- Cuando el prestador sanitario de producción de agua potable cumple lo que le ordena el decreto pertinente, ejerce su derecho de aprovechamiento de aguas para entregar esas aguas, para necesariamente abandonarlas al distribuir. .En los domicilios el agua se consume otra vez. Los usuarios domiciliarios pagan por esa agua. La misma sociedad anónima en virtud de obligaciones diferentes y precisas, que emanan de otros decretos, cumple con el deber de transportar y luego limpiar. Es la misma sociedad, pero el derecho privativo de las aguas lo perdió cuando las entrega en el distribuidor.

i,- La magnitud del problema ha hecho que el estado asuma los deberes relativos a los cuatro servicios, y contrata para su ejecución a una misma sociedad o a varias. Cada etapa requiere un pacto distinto.

Las aguas que son bienes nacionales (art. 595 del Código Civil y 5° del Código de Aguas) se llevan a los cauces de la cuenca donde todo esto ocurre. Allí continúan generando riqueza de acuerdo al sistema general que contempla el Código de Aguas.

j.- Es necesario que SS declare que el servidor público de recolección y el de disposición (limpieza) de aguas servidas no se hace dueño ni es dueño de las aguas que transporta y trata aunque sea una misma la sociedad anónima la encargada de hacer las cuatro prestaciones o servicios públicos sanitarios.

8.- ENTIDADES DEMANDANTES

Las entidades demandantes captan o distribuyen las aguas que escurren por el no Mapocho después de las descargas de las plantas de tratamiento que se han construido o están en construcción y que depuran aguas servidas del gran Santiago.

En el caso del canal Bajo La Esperanza, por debajo de el pasa el ducto de devolución de las aguas que trata la Planta El Trebal.

POR TANTO

En mérito de lo expuesto y de lo establecido en los artículos 6 y 7 de la Constitución Política de la República, en el 2 de la Ley Orgánica Constitucional de Bases de la Administración del Estado y artículos 254 y siguientes del Código de Procedimiento Civil, y demás normas citadas en el cuerpo de este escrito, rogamos a US se sirva tener por deducida demanda en Juicio ordinario en contra de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, representada por su Superintendente don Juan Eduardo Saldivia Medina, ambos ya individualizados, admitirla a tramitación y en definitiva acogerla, declarando y disponiendo:

1)Que son nulas las instrucciones contenidas en los oficios ordinarios 1422 de 3 de octubre de 1995; 587 de 18 de agosto de 1996; 767 de 22 de marzo de 1999 y 196 de 24 de enero de 2002.

2) Que la superintendencia de Servicios Sanitarios carece de las facultades para liberar a los prestadores sanitarios de recolección y disposición de- aguas servidas de la obligación de descargar las aguas tratadas en el punto que debe señalar el respectivo decreto de concesión.

3) Que la Superintendencia de Servicios Sanitarios carece de facultades para asignar dominio sobre las aguas servidas

4) Que la Superintendencia de Servicios Sanitarios carece de facultades para permitir a los prestadores sanitarios utilizar las aguas, debiendo necesariamente estas descargarse en el punto que debe señalar el respectivo decreto de concesión.

5- Que la Superintendencia de Servicios Sanitarios carece de facultades para permitir a los prestadores sanitarios de recolección y disposición de aguas servidas la .comercialización de las aguas que transportan y tratan.

6) Que los prestadores del servicio público de recolección y disposición de aguas servidas no se hacen dueños de las aguas que transportan y tratan.

7) Que el servidor público de recolección y el de disposición (limpieza) de aguas servidas no se hace dueño ni es dueño de las aguas que transporta y trata aunque sea una misma la sociedad anónima la encargada de hacer las cuatro prestaciones o servicios públicos sanitarios.

8) Que el artículo 61 de la ley sanitaria no confiere dominio sobre las aguas servidas a los prestadores sanitarios de recolección y disposición (limpieza) de ellas.

9) Que la Superintendencia de Servicios Sanitarios debe interpretar y aplicar el artículo 61 del D.F.L. 382 MOP de1988 conforme a lo solicitado en la letra precedente.

10) Que la Superintendencia de Servicios Sanitarios debe ejercer su función fiscalizadora de acuerdo a las declaraciones que se han solicitado a S.S. en los números precedentes de este petitorio.

11) Que e! compendio de instrucciones que la Superintendencia de Servicios Sanitarios publica en Internet y por cualquier otro medio se modifique, eliminando aquellas partes que se refieren a las instrucciones cuya declaración de nulidad se solicita.

12) Que se incorporen al compendio de instrucciones que la Superintendencia de Servicios -Sanitarios publica en Internet y por cualquier otro medio las interpretaciones que se han solicitado en los números anteriores

13) Que se condene en costas a la parte demandada.

PRIMER OTROSÍ: En virtud de lo establecido en el articulo 40 del Código de Procedimiento Civil, ruego a US. se sirva ordenar la notificación personal de la demanda de autos a Aguas Andinas S.A., representada por su gerente general don Josep Bague Prat, ambos domiciliados en Avenida Presidente Balmaceda 1398, Santiago, toda vez que por

tratarse de una concesionaria de los servicios sanitarios de recolección y disposición de aguas servidas, se vera afectada por los resultados de este juicio.

SEGUNDO OTROSÍ: Ruego a US tener por acompañado los siguientes documentos con citación:

1) Copia del oficio ordinario 1422 de 3 de octubre de 1995 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.
2) Copia del oficio ordinario 587 de 18 de agosto de 1996 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.
3) Copia del oficio ordinario 767 de 22 de marzo de 1999 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.
4) Copia del oficio ordinario 196 de 24 de enero de 2002 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.
5) Copia del compendio de instrucciones que la Superintendencia de Servicios Sanitarios pública en su pagina de Internet.

TERCER OTROSÍ: Solicitamos a US tener por acompañadas las escrituras públicas en las que constan nuestras respectivas personerías.

CUARTO OTROSÍ: Solicitamos a US tener presente que designamos abogado patrocinante a don Luis Simón Figueroa del Río, a quien confiero poder junto con el abogado Raúl Figueroa Salas, de forma tal que puedan actuar conjunta o separadamente en estos autos, ambos con patente al día de la I. Municipalidad de Santiago, domiciliados en Huérfanos 669, of. 414, Santiago.

DOCUMENTO DE TRABAJO

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS LA FARFANA

I. OBJETIVO DE LA MINUTA

El objetivo de la presente Minuta es proponer una estrategia para hacerse cargo de las externalidades negativas asociadas a la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) La Farfana, de Aguas Andinas S.A., consistente en la posibilidad que los Canalistas de La Rinconada (principalmente la U. Chile y pequeños agricultores), de quedar sin la provisión de agua para riego.

Este caso es especialmente relevante por cuanto representa un precedente para casos similares en otras regiones del país y será una señal para las empresas sanitarias, respecto de la forma que el Estado se hace cargo de este tipo de externalidad asociada a la operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

De acuerdo al análisis planteado en el presente documento, esto se puede abordar a través del cumplimiento de la exigencia establecida en la resolución que calificó ambientalmente el proyecto (RCA), el que dispone la obligación de proveer a todo evento 1,5 l/s, de aguas a Canal La Rinconada con el objeto de mitigar los impactos ambientales que generaría la desviación de las Aguas del Zanjón de la Aguada.

II. DESCRIPCION DEL CONFLICTO:

Entre los impactos relevantes que genera este proyecto, se encuentra el desvío de las aguas servidas que por décadas han sido utilizados para la actividad agrícola. En el caso de la PTAS de la Farfana corresponde a las aguas del Zanjón de la Aguada.

La eventual interrupción del suministro de las aguas utilizadas por los regantes de Canal La Rinconada genera un impacto directo a la actividad agrícola y adicionalmente implica desde el punto de vista ambiental la eventual transformación en secano de los suelos que eran originalmente regadas con estas aguas servidas.

Esta circunstancia es posible que ocurra dada la postura que ha tenido la empresa Aguas Andinas. Sobre la base de la Ley General de Servicios Sanitarios, afirma que las aguas tratadas son de su propiedad por lo que pueden disponer de ellas con entera libertad, y la autoridad no puede restringir este derecho por cuanto constituiría una acto expropiatorio que requeriría cumplir con las exigencias establecidas en nuestra Constitución Política.

Por otra parte, los canalistas afirman que son de su propiedad, sobre la base del uso histórico que estos han tenido sobre esta aguas, por lo que la empresa sanitaria una vez tratadas deberá entregárselas sin costos ni condiciones.

III. RELEVANCIA:

Esta conflicto que en apariencia incumbe exclusivamente a diversos intereses privados, manifiesta un problema de mayor entidad en relación a la régimen de concesiones de recolección y disposición de aguas servidas.

Implicancias respecto del régimen de concesiones de servicios sanitarios

Estas concesiones permiten a empresas privadas el establecimiento, construcción y explotación de servicios públicos sanitarios entre los que se encuentra la recolección y tratamiento de aguas servidas, a cambio del cobro y recaudación los usuarios. Esta tarifa, por tanto, equivale al valor de las prestaciones realizadas.

Sin embargo, las empresas sanitarias, valiéndose de los eventuales derechos que les irrogaría la concesión, pretenden cobrar adicionalmente por los derechos de las aguas tratadas, ingresos no considerados en la licitación pública. Esta circunstancia constituye un contrasentido ya que vulnera el interés público que sustenta el régimen de concesiones de los servicios sanitarios.

En efecto, los ingresos que perciben estas empresas se debieran cubrir en forma íntegra a partir de la tarifa fijada por la autoridad. No resulta lógico que valiéndose de las prerrogativas asociadas a este servicio, le permita percibir mayores ingresos por el tratamiento de las aguas, especialmente si de ello se derivan impactos negativos ambientales y a actividades pre-existentes.

Esta situación claramente constituye un efecto no previsto en el estatuto jurídico de las concesiones de servicios sanitarios. No existen mecanismos ni regulaciones que permitan solucionar desde la perspectiva del interés público

Implicancias respecto de la PTAS La Farfana

En el caso de las PTAS La Farfana este problema corresponde a una externalidad, social, ambiental y política no deseada, por cuanto el conflicto señalado aparece opacando el importante avance que implica el tratamiento de gran parte de las aguas servidas de la Región Metropolitana.

En ese sentido, no es recomendable sustraerse de enfrentar este problema, dejando que se limite a una disputa entre particulares, el que finalmente debiera ser resuelto por los Tribunales de Justicia.

IV. FORMA DE ENFRENTAR EL CONFLICTO:

Por lo anterior, es importante enfrentar esta situación, **como preocupación de Estado, ya que constituye un** precedente y una señal **que se transmitirá en relación** conflictos que se pueden generar a partir de la puesta en marcha de PTAS de Aguas Servidas en el país.

Las alternativas para enfrentar este conflicto se puede canalizar a través de instancias judiciales, legislativas y administrativas.

A. Solución Jurisdiccional

En este caso, la autoridad se limitaría a esperar la resolución de las instancias judiciales que se pronuncien respecto de la propiedad de las aguas servidas.

Esta alternativa tiene serias deficiencias. No resuelve el problema relativo al suministro de las aguas a los regantes, lo que implica podría derivar en conflictos que pueden agravarse con el tiempo.

Adicionalmente, no se hace cargo de las deficiencias asociadas al interés público en orden a impedir que a partir de vacíos legales se permite torcer el sentido primario de las concesiones públicas.

B. Solución legislativa

Si bien esta materia en el largo plazo se debiera resolver con una adecuada regulación, este camino resulta ineficaz para los efectos del conflicto generado en la PTAS La Farfana el que requiere una solución en el corto plazo.

El proyecto se encuentra en operación, por lo que los Canalistas se encuentran a meses de quedar sin el suministra de agua para sus cultivos.

C. Solución administrativa

A partir de diversas instancias administrativas, especialmente a través de la correcta aplicación de la resolución que calificó ambientalmente el proyecto, es posible asegurar el suministro de las aguas para el regadío de los Canalistas La Rinconada. Esto, adicionalmente, permitirá dar una clara señal respecto del camino que en el futuro se tomará en relación a esta externalidad asociada a la operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas.

Por ello, se deberá enfrentar este problema a partir de dos vías paralelas:

- **Pronunciarse oficialmente respecto de la forma de interpretar la RCA, de modo que permita forzar el suministro de las aguas a los canalistas.**
- **Asegurar en el intertanto el suministro de agua para los canalistas a través de fuentes alternativas.**

V. APLICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL

A) Exigencia establecida en la Resolución de Calificación Ambiental

La Resolución de Calificación Ambiental se hizo cargo de los impactos ambientales negativos que se derivaban del desvío de las aguas servidas del Zanjón de la Aguada. En efecto, el Considerando N° 9.2 dispuso, en lo pertinente "**El titular deberá construir, a su costo, las obras necesarias que permitan proveer, a todo evento y en todas las etapas del proyecto, de un caudal de 1,5 m3/s de agua hacia el Canal Rinconada".**

Adicionalmente, considerando lo sensible del tema, se formó un Comité de Seguimiento que permita coordinar la correcta implementación de la medida.

B) Las partes afectadas no han logrado consensuar una interpretación uniforme de la medida.

Sin embargo, las partes afectadas por esta medida, esto es, Aguas Andinas S.A. y la Asociación de Canalistas Canal Rinconada, no han podido concordar las forma que se debe entender cumplida la medida, respecto de la forma y condiciones de la provisión de las aguas, por las razones señaladas en el presente documento.

Si bien detrás de las disputas entre las partes se encuentra el determinar la titularidad de la propiedad de las aguas, este punto se encuentra radicado en los Tribunales de Justicia, por lo que excede de las competencias propias de la autoridad ambiental.

Sin embargo, esto no es obstáculo para que la autoridad ambiental se manifieste respecto de la forma que se debe aplicar esta exigencia. Para ello, se remitió al Consejo de Ministros de CONAMA una consulta planteado para estos efectos por el SEREMI de Agricultura.

La COREMA RM dispuso elevar los antecedentes al Consejo de Ministros de CONAMA por considerarlo la instancia competente, al ratificar la medida a través del Recurso de Reclamación interpuesto por Aguas Andinas.

C) PROPUESTA: Aguas Andinas S.A. deberá cumplir la RCA mediante la construcción de las obras y la provisión en forma permanente de aguas a Canal La Rinconada de modo de evitar que los suelos agrícolas se transformen en secano.

- Amenazas o debilidades asociadas a esta propuesta.

Cabe hacer presente que el pronunciamiento del Consejo de Ministros, tendrá importantes repercusiones jurídicos. Constituirá un precedente respecto de la forma que el Estado enfrenta este tipo de externalidades.

Adicionalmente, Aguas Andinas con certeza recurrirá a instancias jurisdiccionales para resolverlo. Por ello, es importante desarrollar en el presente documento, al menos someramente, los fundamentos para resolver la forma de interpretar la medida ambiental en comento.

Es importante señalar que existen diversos riesgos asociados a la imposición de la exigencia de proveer las aguas a todo evento al Canal La Rinconada. La protección del derecho de propiedad en nuestra ordenamiento jurídico se encuentra muy resguardado. Si bien se reconoce la posibilidad de limitarlo en razón de su función social, esto se puede realizar bajo la sujeción de requisitos estrictos:

- **Debe corresponder a limitaciones asociadas a la función social de la propiedad**
- **Esta limitación sólo puede realizarse en forma específica mediante Ley, y**
- **No puede afectar la esencia de las garantías constitucionales.**

En el caso del régimen asociado a la disposición de las aguas provenientes de una Concesión de Disposición de Aguas Servidas, no existe una disposición expresa que permita al Estado limitar la disposición de esta aguas. En ese sentido, nos enfrentamos

a un vacío legal que fuerza a las autoridades aplicar otras disposiciones que permitan hacerse cargo de esta situación.

El fundamento, por tanto, se relaciona con la aplicación de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que como lo establece su propio nombre, es una ley marco, que dispone regulaciones generales asociadas a la protección del medio ambiente, por lo que se presta para discusiones respecto del alcance que puede darse a la aplicación de sus instrumentos y disposiciones. En ese sentido, no existen disposiciones precisas que nos permitan fundamentar claramente la eventual limitación al derecho de propiedad que pudiera sufrir la empresa sanitaria.

- Fundamento jurídico para exigir la provisión de las aguas

Esta exigencia se funda en lo dispuesto en el artículo 16, en relación a lo señalado en los artículo 24 y 25, todos de la Ley N° 19.300, que disponen que los proyectos evaluados ambientalmente deben hacerse cargo de los impactos negativos que su proyecto genera o presente sobre el medio ambiente (línea de base), requisito para ser calificado ambientalmente favorable por la autoridad. En este caso, la obligación de mitigar los impactos que el proyecto genera sobre el componente suelo, de modo de evitar que se transforme en secano los terrenos agrícolas que se regaban primitivamente con las aguas servidas del Zanjón de la Aguada y que fueron desviadas para su tratamiento.

Considerando que constituye una medida de mitigación impuesta al titular del proyecto, no procede que se condicione su implementación al pago de un precio por las siguientes consideraciones:

1. ***De acuerdo a la descripción del proyecto, las aguas fueron abandonadas por el titular, por lo que la autoridad se limitó a cambiar el punto de descarga de las aguas tratadas hacia el Canal Rinconada.***
2. ***Constituye, en todo caso, una limitación legítima al derecho de propiedad sobre la base de consideraciones medio ambientales.***
3. ***Corresponde a una medida aceptada tácitamente por el titular al no reclamar en todas las instancias establecidas en la Ley.***

A continuación se realizará un breve análisis de los argumentos antes señalados:

1. Las aguas fueron abandonadas por el titular, por lo que la autoridad se limitó a cambiar el punto de descarga de las aguas tratadas hacia el Canal Rinconada.

En efecto, conforme a la descripción del proyecto presentado a la COREMA RM, la Planta de Tratamiento tiene por objeto tratar parte de las aguas servidas de la Región Metropolitana las que una vez tratadas serán descargadas al río Mapocho en las siguientes coordinadas en UTM Datum 69: Norte: 6.294.757,95m Este: 331.920,52. (Considerando N° 3, de la Resolución de Calificación Ambiental).

A mayor abundamiento, una parte esencial de la evaluación ambiental del proyecto consistió en asegurar que el efluente descargado al río Mapocho diera cumplimiento al Decreto Supremo N° 90, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece la *Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficial.* Esta medida fue establecida en la Resolución de Calificación Ambiental en el Considerando N° 7.4.7, el que adicionalmente dispuso que se debía cumplir con la NCh 1.333 de Calidad de Riego.

La descripción del proyecto antes señalado, constituye, por tanto, la manifestación de voluntad por parte del titular de derramar las aguas de conformidad lo establece el artículo 43 del Código de Aguas. Por ello, el proyecto evaluado ambientalmente señala que se dispondrán dichas aguas en el Río Mapocho, abandonándola sin contraprestación alguna.

En este contexto, la medida apunta a cambiar el punto de descarga propuesto por el titular, de un volumen restringido del efluente. Por ello, no puede entenderse que la COREMA RM, hubiera limitado su propiedad desde el momento que el titular manifestó su voluntad de derramar esta agua. Adicionalmente, este corresponde a un porcentaje bajo respecto del total: un promedio de 1,5 m3/s que debiera proveer al Canal Rinconada, en relación al total que corresponde entre un 8 y 9 m3/s.

2. Constituye, en todo caso, una limitación legitima al derecho de propiedad fundado en la protección del patrimonio ambiental.

Cabe recordar el hecho que la medida impuesta en la RCA no tiene incidencia ni relación con el hecho o la disputa existente en relación a la propiedad de las aguas. Este corresponde a una medida de mitigación de carácter ambiental impuesta al titular del proyecto.

En ese sentido, aun cuando se considere que la medida impuesta constituye una limitación al derecho de propiedad (eventual) a Aguas Andinas, esta se ajusta a los supuestos establecidas en nuestro ordenamiento jurídico para hacerlo.

- Consideraciones jurídicas previas

El artículo 19 N° 24 de la Constitución Política de la República, dispone, en lo pertinente, que sólo la ley podrá establecer las obligaciones y limitaciones al derecho de propiedad que deriven de su función social. A su vez, dispone que dentro de la función social de la propiedad se encuentra la conservación del patrimonio ambiental.

La Constitución, por tanto, permite limitar el derecho de propiedad para la protección del patrimonio ambiental, bajo las siguientes condiciones: ser específicamente establecidos mediante Ley y sin afectarlos en su esencia, ni imponer condiciones, tributos o condiciones que impidan su libre ejercicio (art. 19 N° 26 CPE).

Se debe entender que las limitaciones impuestas por el legislador afectan la esencia de los derechos cuando lo someta a exigencias que lo hacen irrealizable, lo entraban más allá de lo razonable o lo privan de tutela jurídica. Este elemento es relevante toda vez que si se afecta la esencia del derecho de propiedad, debería ser objeto de expropiación y por tanto de indemnización por parte del Estado de los perjuicios asociadas. Por el contrario, en el caso de las limitaciones a la propiedad, estas se encuentran dentro de las actuaciones legítimas de la autoridad por lo que no requiere ser indemnizado dado que este derecho tiene su límite en su función social.

- **Eventuales limitaciones realizadas por COREMA RM se ajustan a los supuestos establecidos en nuestro ordenamiento jurídico para limitar el derecho de propiedad**

La medida impuesta por la COREMA RM, se ajusta plenamente a las consideraciones jurídicas necesarias para limitar el derecho de propiedad, sobre la base de su función social, de conformidad a las siguientes consideraciones:

a) *Tiene como fundamento la Conservación del Patrimonio Ambiental.*
b) *Se encuentra establecido expresamente en la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente*
c) *Constituye una limitación que no afecta la esencia del derecho de propiedad de Aguas Andinas S.A.*

A continuación se expondrá brevemente estas consideraciones:

a) *Tiene como fundamento la Conservación del Patrimonio Ambiental.*

Como se señaló anteriormente, la función social de la propiedad y sobre la cual se permite la limitación al derecho de propiedad, se sustenta, entre otros supuestas, en la Conservación del Patrimonio Ambiental. Ciertamente la protección del componente suelo, forma parte importante de la protección del medio ambiente.

b) Se encuentra establecido expresamente en la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

Otro requisito para limitar legítimamente el derecho de propiedad es que debe estar considerado explícitamente en una Ley. En este caso, COREMA RM se fundó en las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en particular aquellas disposiciones que regulan la calificación ambiental de los Estudios de Impacto Ambiental establecidos en los artículo 8, 10, 11, 13, 16, 24 y 25 de la Ley N° 19.300.

En lo sustantivo, dichas disposiciones establecen que aquellos proyectos que encontrándose obligados a ingresar al SEIA, presentan o generan impactos significativos sobre el medio ambiente, lo que incluye ciertamente los principales componentes físicos (entre ellos el suelo), el proyecto deberá hacerse cargo de dichos efectos ambientales negativos mediante medidas de mitigación o reparación adecuadas. La autoridad, por su parte, solo podrá calificarlos ambientalmente en la medida que proponga medidas adecuadas que permitan hacerse cargo de sus impactos negativos.

c) Constituye una limitación que no afecta la esencia del derecho de propiedad de Aguas Andinas S.A.

Finalmente, el efluente que se pretende desviar al Canal Rinconada corresponde a medida que no afecta la esencia del derecho de propiedad:

Es una medida limitada: Las aguas que deben disponer de aproximadamente a un 20% del total del efluente que el titular tiene proyectado abandonar.

Se encuentra técnicamente justificada: Constituye una medida racionada y no arbitraria ya que apunta a mitigar precisamente los impactos que el proyecto genera sobre los suelos de alto valor existentes en la zona de influencia del proyecto.

No afecta o impide el desarrollo de la actividad propia del proyecto: hay que recordar que la actividad desarrollada por Aguas Andinas y sobre la cual se le otorgó una concesión es el servicio público de recolección y disposición de aguas servidas. En este sentido, esta limitación, de modo alguno constituye un obstáculo para el desarrollo normal de su

actividad económica. Se puede afirmar, a mayor abundamiento, que el aprovechamiento de las aguas tratadas no forma parte ni se encuentra considerado a la hora de implementar esta actividad de acuerdo a la legislación vigente.

3. Corresponde a una medida aceptada tácitamente por el titular al no reclamar en todas las instancias establecidas en la Ley.

Esta medida fue impuesta en la Resolución Exenta N° 458 de fecha 13 de agosto de 2001 de la COREMA RM, la que calificó ambientalmente favorable el proyecto, sujeto al cumplimiento de determinadas exigencia o condiciones, entre las cuales se encuentra la provisión de esta agua al Canal Rinconada.

Aguas Andinas, Reclamó ante el Consejo de Ministros de CONAMA, solicitando explícitamente que se modificara este Considerando para los efectos que no se les impusiera sin que se les pagara un precio a cambio de su utilización.

Esta exigencia fue en definitiva confirmada por el Consejo de Ministros de CONAMA, por cuanto la medida fue impuesta para mitigar impactos negativos que generaba el proyecto, por lo que se puede entender que sus argumentaciones no fueron acogidos por parte de la autoridad ambiental.

El titular del proyecto, pese a no ser acogido sus fundamentos, no interpuso el recurso ante los Tribunales de Justicia Ordinarios dispuesto en el art. 20 de la Ley N° 19.300. Este elemento, tiene importantes consecuencias legales a la luz de las disposiciones de la Ley Sobre Base Generales del Medio Ambiente.

En efecto, el artículo 25 en su inciso segundo dispone lo siguiente:

"Si no se reclamare dentro del plazo establecido en el artículo 20 en contra de las condiciones o exigencias contenidas en el certificado señalado precedentemente, se entenderá que éstas han sido aceptadas, quedando su incumplimiento afecto a las sanciones establecidas en el artículo 64 de esta ley".

Por ello, se debe entender que el titular aceptó tácitamente la medida impuesta por la autoridad ambiental, por cuanto no impugnó por los mecanismos establecidos en la ley para alterar esta medida.

VII. CONCLUSION

Mediante la correcta aplicación del Considerando N° 9.2 de la Resolución que calificó ambientalmente el proyecto, se puede resolver el problema asociado a la provisión de agua para el riego del Canal Rinconada.

Esta medida, se encuentra justificada sobre la base de la protección del suelo de alto valor existente actualmente en el área de influencia del Proyecto PTAS La Farfana.

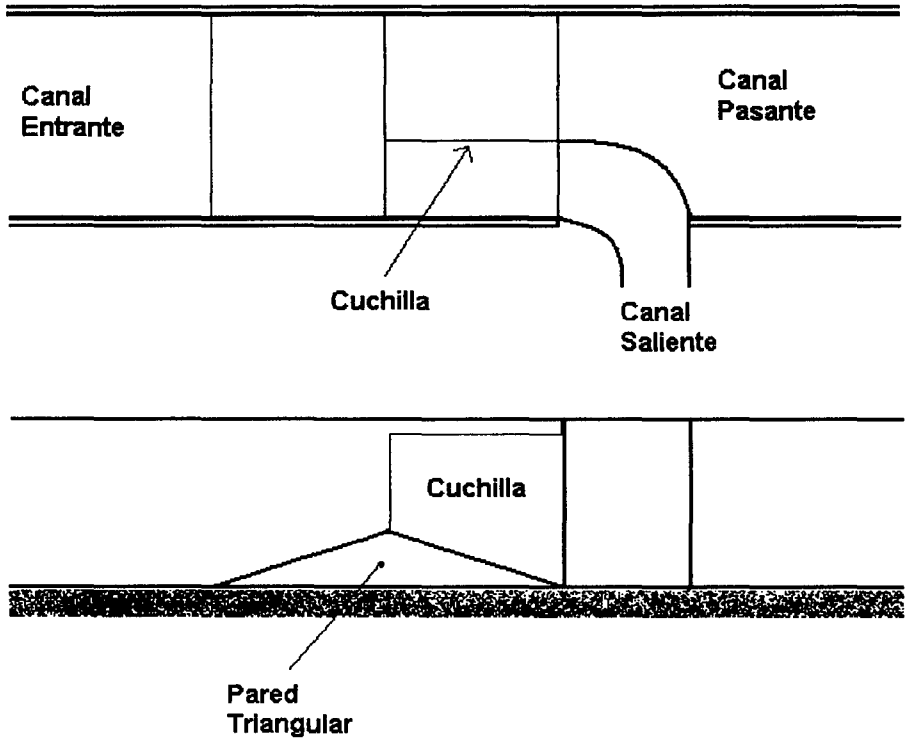
Sin embargo, es necesario hacer presente que esta interpretación implicará con certeza una discusión ante los Tribunales de Justicia. Adicionalmente esta exigencia no se encuentra fundado en una limitación expresa y precisa para las empresas sanitarios. En ese sentido, las limitaciones derivadas de la protección ambiental pueden ser altamente controvertidos al momento del debate jurídico asociado a su imposición.

Anexo Cálculos

El Marco partidor del Tercer tramo, que reparte las aguas entre el Canal y la Población el Trebal se diseño de acuerdo a la siguiente metodología (*"Hidráulica"*, Francisco Javier Domínguez, 1999.):

Anexo 4.2.A
Modelo de Diseño para un Marco Partidor

La obra a diseñar consiste en un marco partidor de pared triangular, para tener una idea más clara se presentará a continuación un modelo esquemático de esta:



En los marcos partidores, se coloca una grada (en este caso triangular) con el fin de formar un resalto a la salida de este, y así obtener altura crítica antes de su formación. Este escurrimiento crítico permite medir las aguas que se desean dividir. Existen otros tipos de gradas, pero se elige la triangular para que no se acumulen sedimento aguas arriba de esta y asegura una distribución uniforme de velocidades. El procedimiento que se dará a continuación está basado en la referencia 1.

Datos de diseño

Para el diseño de un marco partidor se debe conocer inicialmente los siguientes datos:

- Caudal de diseño: 1 [m^3/sg]

Canal Entrante

- Dimensiones del canal rectangular: 1.5*1.5 [m]
- Pendiente : 0.001 [m/m]

Canal Pasante

- Canal Rectangular de 1.5*1.05 [m]
- Divergente a tubería de 1m de diámetro
- Pendiente 0.001 m/m

Canal Saliente:

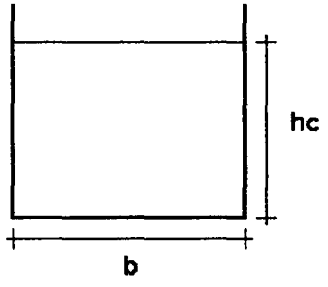
- Dimensiones del canal rectangular hormigón: 0.45*1.5 [m]
- Pendiente 0.001
- Divergente a canal en tierra rectangular: 0.8*1 [m]
- Pendiente 0.004

- Proporción de la distribución: 700 y 300 [l/s]
- Rugosidad obras de hormigón: 0.012 (limpio) 0.015 (usado), Coeficiente de Manning
- Rugosidad canal en tierra: 0.035 (limpio) 0.05 (usado), coeficiente de Manning.

Conociendo estos valores se puede obtiene el valor de la altura crítica (h_C) mediante la siguiente expresión:

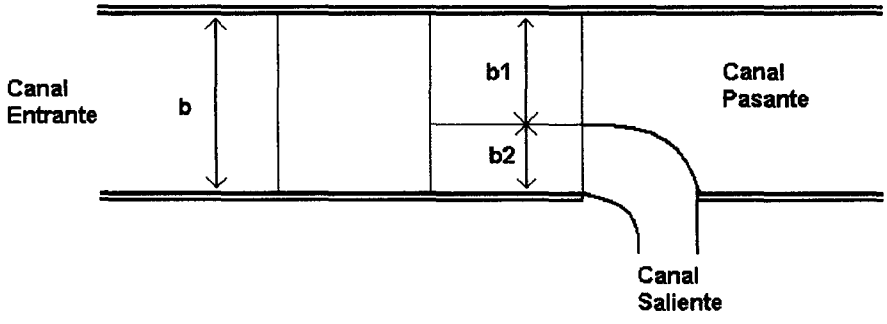
$$\frac{Q^2}{g} = \frac{\Omega^3}{b}$$

Donde: Q: Caudal de diseño del canal [m^3/sg]
Ω: Área de escurrimiento crítica [m^2]
b: Ancho basal del canal [m]
g: Aceleración de gravedad [m/sg^2]



Se obtiene el valor de hc siguiente: hc = 0.356 m.

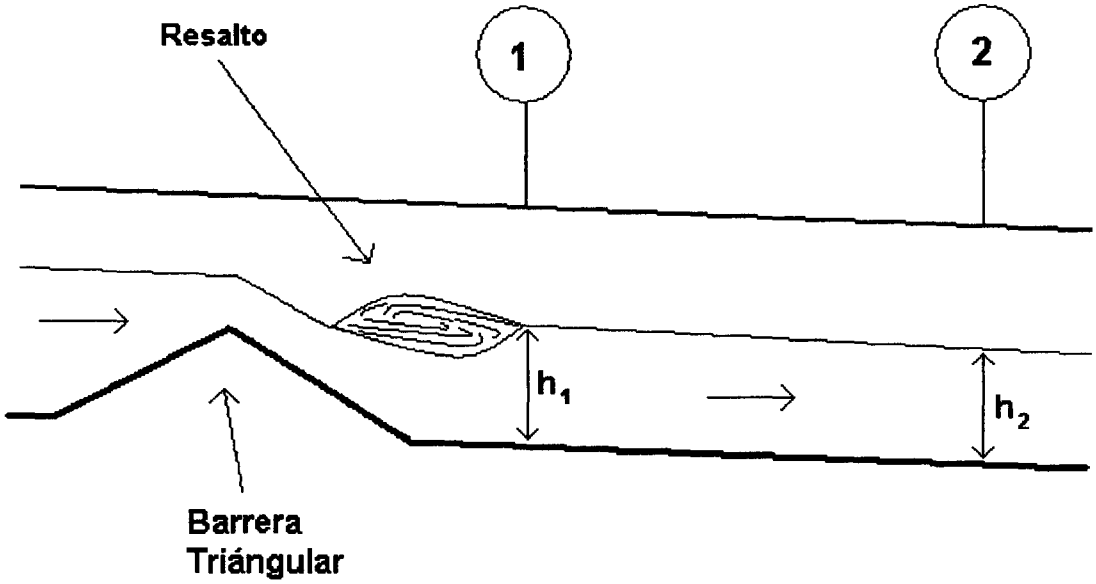
Luego de que se forme el resalto en la barrera triangular, se alcanza cierta altura (h_1) tanto en el canal saliente (CS) como en el canal pasante (CP), este valor es de mucha importancia para el diseño del marco partidor. Para lo anterior se requiere primeramente conocer la ubicación de la cuchilla partidora, esto determinará el caudal que transportará cada uno de los canales. La ubicación de la cuchilla se encuentra de manera proporcional a los derechos de aguas de los propietarios.



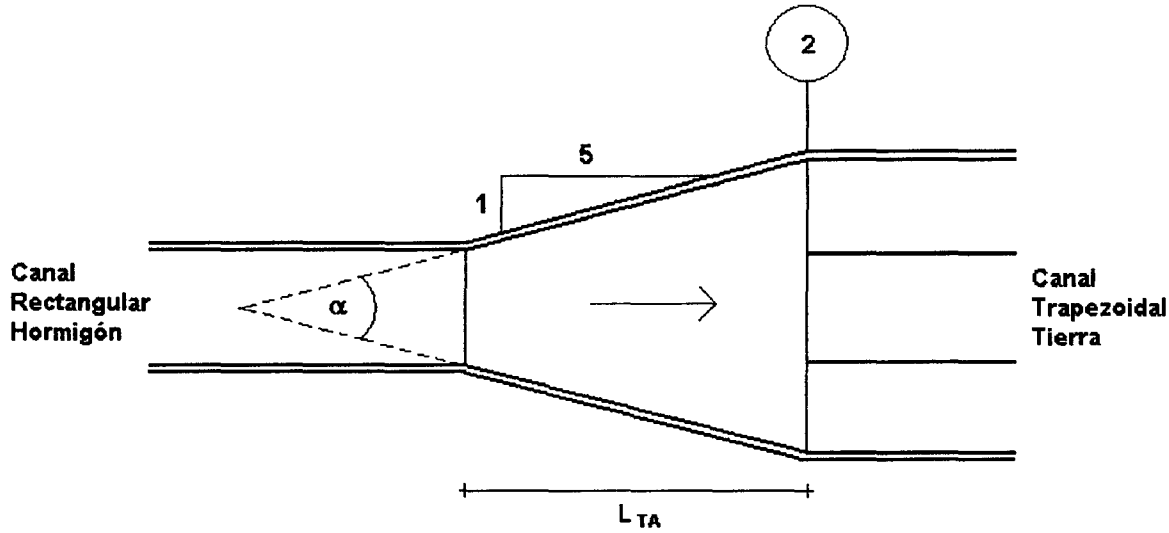
$$\frac{b}{b_2} = \frac{100\%}{X\%}$$

Donde *X* es el porcentaje de acciones del propietario del canal saliente. Conociendo esto se puede obtener los valores de b_1 y b_2.

Los derechos se reparten en 70% para el canal pasante y 30% en el canal entrante con lo que se obtienen los valores de b1 y b2:
b1 = 1.05
b2 = 0.45
La altura en 1 (h_1) se obtiene mediante un balance de energía entre el punto 1 (lugar donde termina el resalto) y el punto 2, que equivale a cualquier punto conocido aguas abajo del canal pasante (CP) y del canal saliente (CS). Por lo general, en el punto 2 comienza el canal trapezoidal de tierra, lo que ocurre con la transición con el canal de tierra. En el caso de la conexión con la tubería esta se encuentra ser físicamente un divergente, sin embarga dado que la sección mojada disminuye, esta funciona como un convergente.



Las transiciones se diseñan de tal forma que cumplan con la siguiente vista en planta:



Donde el talud lateral sea 5:1, para así obtener un ángulo central (α) cercano a 22.5°, que es lo recomendable. Para marcos partidores se debe diseñar la transición de hormigón.

Para la obtención de h_2 se debe realizar el cálculo del eje hidráulico en el canal trapezoidal de salida. Luego de esto se obtiene el valor de h_2 y se realiza el siguiente balance de energía:

$$E_1 = E_2 + \Lambda_S$$

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Lambda_S$$

$$h_1 + \frac{\left(Q/\Omega_1\right)^2}{2g} = h_2 + \frac{\left(Q/\Omega_2\right)^2}{2g} + \Lambda_S$$

Donde Ω_1 y Ω_2 son las áreas respectivas de las secciones a estudiar. Como se sabe, el área es función de la altura, por lo que la incógnita que falta por determinar es h_1. La pérdida de carga (Λ_S) se produce en la transición del canal rectangular de hormigón al canal trapezoidal de tierra. La expresión que define la pérdida a de carga (Λ_S) es:

$$\Lambda_S = K \cdot \left| \frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g} \right|$$

K es el valor coeficiente de pérdida de carga en el cambio de sección

Con lo anterior se logra obtener el valor de h_1. Hay que tener presentes dos consideraciones muy importantes en el diseño de los marcos partidores:

Caso 1.- Calcular h_2 considerando una rugosidad de Manning (*n*) para canal sucio hacia aguas abajo (para ambos canales), lo que entrega el máximo peraltamiento hacia aguas arriba, esto permite diseñar la cuchilla partidora con una altura suficiente para no ser sobrepasada. Para este caso, el diseño se realiza con el máximo valor de h_1 obtenido entre los dos canales.
Caso 2.- Calcular h_2 considerando una rugosidad de Manning (*n*) para canal limpio hacia aguas abajo (para ambos canales), esto entrega el máximo desplazamiento del resalto aguas abajo de la pared triangular, lo que permite diseñar de manera adecuada el reforzamiento necesario para que el resalto no invada y destruya el canal de salida. El diseño aquí se realiza con los valores de h_1 obtenidos en ambos canales, eligiendo la longitud del resalto más desfavorable.

Con lo anterior se obtiene los valores de h_1, que serán utilizados más adelante.

Determinación de h2 en los canales saliente y pasante:

En la tubería (o canal pasante), y en el canal saliente, los escurrimientos son de río, por lo tanto, el eje hidráulico depende de las condiciones de escurrimiento aguas abajo, las cuales corresponden en estos dos casos a las alturas normales.
Las alturas h2 en el canal saliente y pasante se presentan en la tabla 4.2.A.a.

Tabla 4.2.A.a
Alturas h2

	Canales Limpios	**Canales Usados**
Canal pasante	0.586	0.708
Canal Saliente	0.488	0.731

Determinación de las alturas h1 en los canales entrante y saliente:

K se tomará igual a 0.5 para el divergente en el canal saliente, y de acuerdo al " Manual de hidráulica de canales Abiertos" de Ven Te Chow (1994), en el caso del convergente en la tubería se tomará igual a 0.3.

Además para un mejor funcionamiento de la obra, el radier de la tubería en el divergente tiene una diferencia de cota de 0.1m, es decir que el radier de la tubería esta 0.1m más abajo que el radier del canal.

Los resultados se presentan en la tabla 4.2.a.b:

Tabla 4.2.A.b
Alturas h1

Canal		h2	dHv	h1
Pasante	Limpio	0,517	-0,023	0,494
	Usado	0,608	-0,017	0,591
Saliente	Limpio	0,550	-0,030	0,520
	Usado	0,731	-0,015	0,715

Nota : la perdida de carga en el divergente de la tubería es debida en parte a la pérdida a la perdida en cota.

Determinación de la altura h1' en los canales entrantes y salientes

Además como existe una distancia de 15m entre la salida del marco partidor y respectivamente, el convergente y el divergente en los canales saliente y pasante, fue necesario introducir la altura h1', la cual corresponde a la altura real del pelo de agua aguas abajo del resalto.

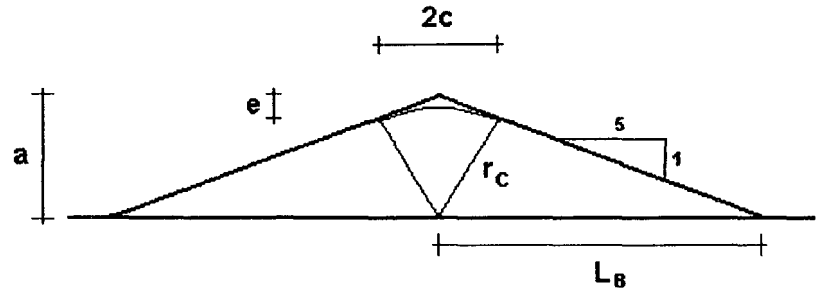
Para determinar esta altura se usa el método del paso directo presentada en el manual de "Hidráulica de canales abiertos" de Ven Te Chow(1994) p. 244 a 246. Este método es idéntico al método usado para determinar los ejes hidráulicos en los diferentes tramos, el detalle del método es presentado en la memoria de calculo de los ejes hidráulicos.

En la tabla siguiente se presentan las alturas h1' calculadas, correspondientes a la altura del pelo de agua aguas abajo del resalto hidráulico:

Tabla 4.2.A.c.
Alturas h1' en la salida del marco partidor

	Canales Limpios	Canales Usados
Canal pasante	0.51	0.60
Canal Saliente	0.55	0.73

III.- Diseño de la Barrera Triangular



Se recomienda un talud de 1:5 en la cara de la pared triangular. Hay que aclara que esta barrera es simétrica.
El rebaje *e* corresponde al redondeo del vértice, el cual impide el despegue del flujo.
Los valores de cada una de las variables especificadas en la figura anterior son los siguientes:

$$L_B = 5 \cdot a + 0.3 \cdot h_C$$
$$2c = 1.176 \cdot h_C$$
$$r_C = 3 \cdot h_C$$
$$e = 0.06 \cdot h_C$$

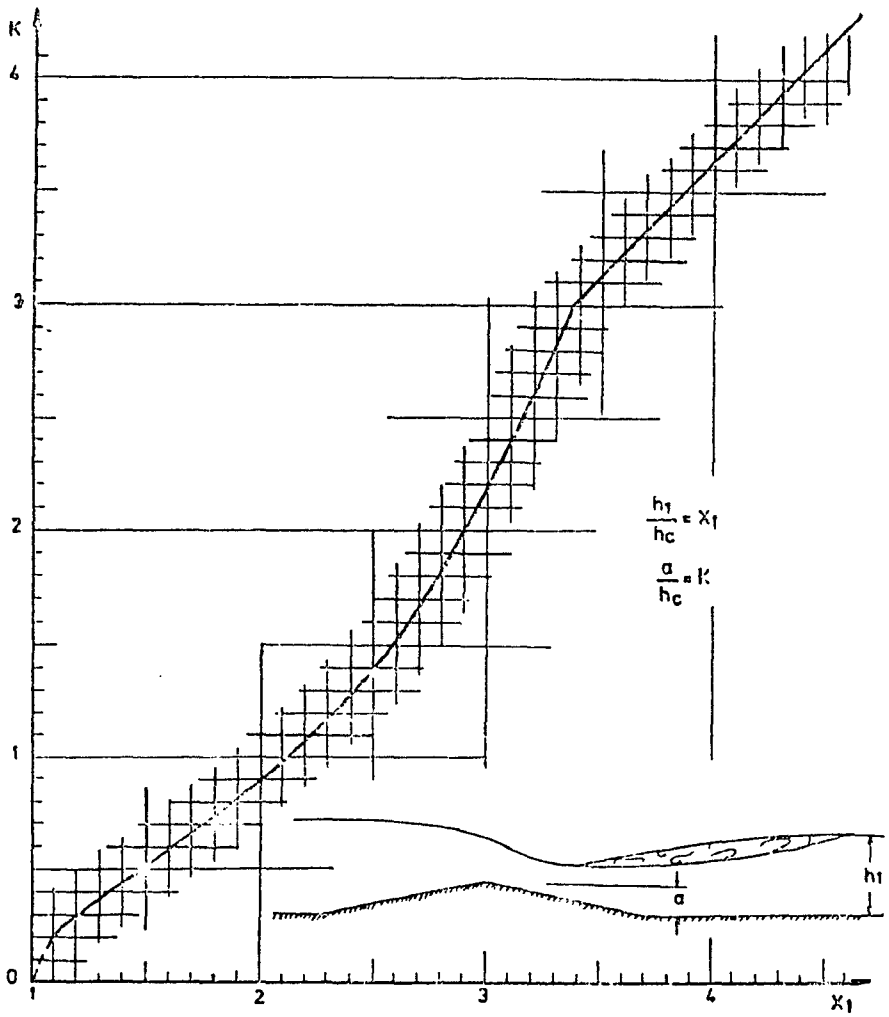
Como se puede apreciar, el único valor desconocido es *a*, el cual indica la altura de la barrera triangular. Para su obtención se utilizará el gráfico presentado en la siguiente página, el cual fue extraído de la referencia 1.
El procedimiento para la utilización de este gráfico es el siguiente:
Se calcula el valor de X_1:

$$X_1 = \frac{h_1}{h_C}$$

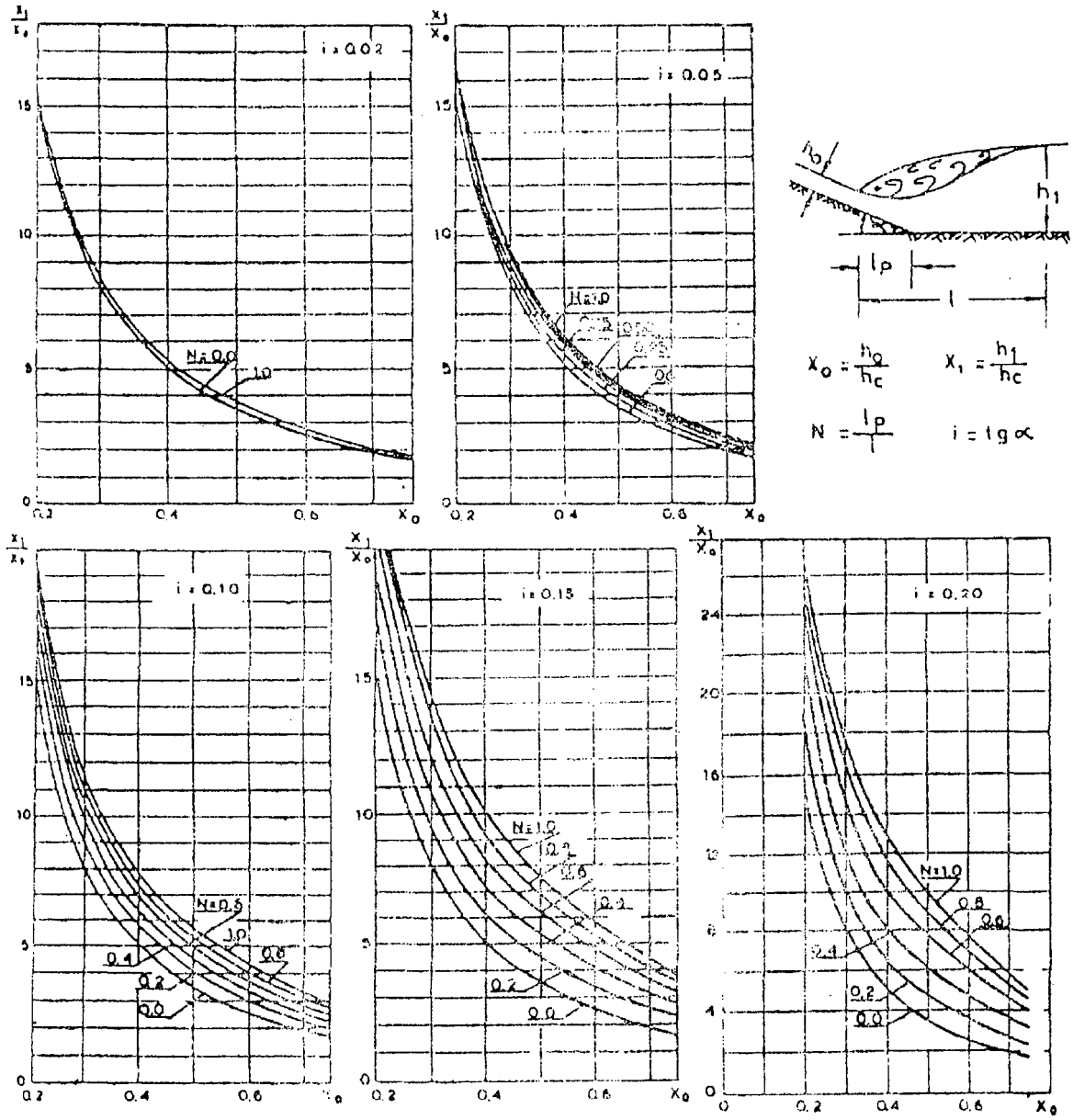
*El valor h_1 que se utilizará corresponde a la altura máxima, al término del resalto, entre el canal saliente (CS) y el canal pasante (CP), considerando el canal sucio hacia aguas abajo (**Caso 1**).*
Con X_1 se ingresa al gráfico por la abscisa y se obtiene el valor K en la ordenada, donde K corresponde a:

$$K = \frac{a}{h_C}$$

Por lo tanto, de esta expresión se puede despejar el valor de a. Hay que acotar que estas barreras están diseñadas para que el resalto se produzca a lo menos a una distancia $2h_C$ aguas abajo del vértice.



Otro dato importante, para el diseño, es saber el largo y la ubicación del resalto, para esto se recurre a los gráficos de "Resaltos en Canales Rectangulares de Pendiente Mixta", extraídos de la referencia 1. Esto entregará además, el porcentaje del resalto que se desarrolla en la barrera triangular y el porcentaje que se desarrolla en el canal de salida. Los gráficos se presentan a continuación:



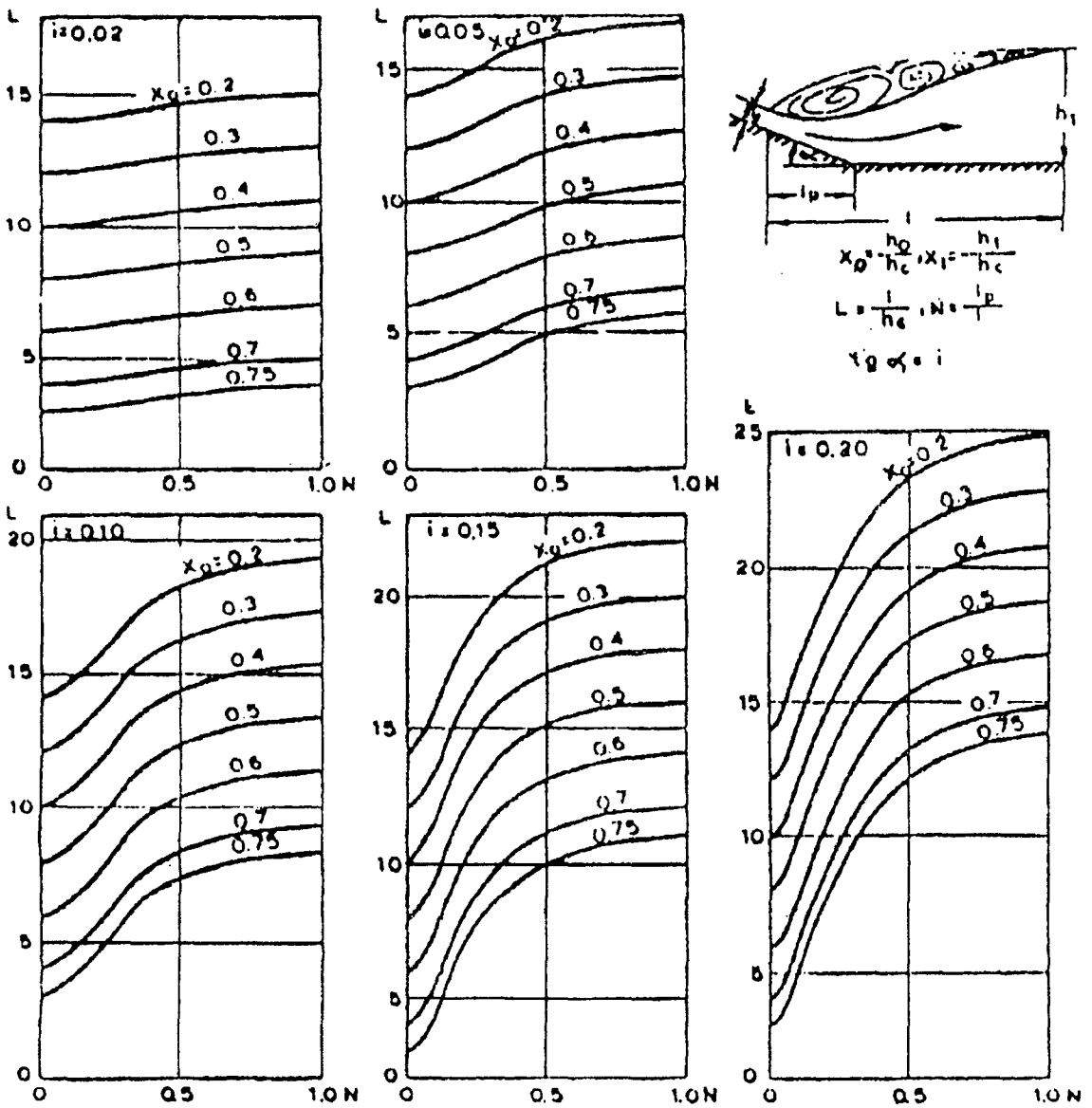
Aquí hay un gráfico para cada pendiente, la que correspondería al talud de la barrera, y además se deben conocer los valores de X_1 y X_0.

$$X_0 = \frac{h_0}{h_C}$$

Donde h_0 es la altura del agua a $2h_C$ del vértice de la barrera, cuyo valor es aproximadamente 0.65 h_C. El valor de X_1 se obtiene de igual forma como se mencionó anteriormente, pero ahora considerando el **Caso 2**, o sea, canal limpio aguas abajo. Aquí se debe diseñar para los valores de h_1 de ambos canales y seleccionar el más desfavorable.

En estos gráficos la abscisa corresponde a X_0 y la ordenada a X_1/X_0. Con esto se obtiene el valor de N, que corresponde al porcentaje del resalto que se desarrolla sobre la barrera (ej: si N=1, entonces el total del resalto se desarrolla en la barrera, lo contrario ocurre si N=0).

Luego de esto se requiere de la utilización del siguiente gráfico:



Al igual que el gráfico anterior, aquí existe uno para cada tipo de pendiente.
A este gráfico se ingresa con el valor de N en la abscisa, obtenido en el gráfico anterior, y se intersecta con las curvas de X_0. Con esto se determina el valor de L en la ordenada, que corresponde a:

$$L = \frac{R}{h_C}$$

Aquí el valor de R equivale al largo total del resalto, luego ($N \cdot R$) equivale al largo del resalto que se desarrolla sobre la pared y ($R - N \cdot R$) a lo que se desarrolla aguas abajo de la pared triangular. El que arroje el mayor valor para este último caso se adopta para el diseño, asegurando así que el resalto no invada el canal de salida.

Determinación del parámetro a

La altura del pelo de agua más elevada es la del canal saliente, en el cual h1' es igual a 0.735.
Con este dato se calculan los parámetros X1,Lb, c, rc, e, y a:

- Xo = 0.65
- X1 = h1'/hc = 0.730/0.3565 = 2.05
- K = a/hc = 0.95
- a = 0.3386
- Lb = 1.80
- 2c = 0.42
- e = 0.021

Determinación de la posición del resalto

Para este caso se toman los valores del canal limpio.

- Determinación de la posición del resalto en el canal pasante:

En el canal pasante limpio la altura de agua aguas abajo del resalto es de 0.51m. Para determinar el largo del resalto y el porcentaje de este que se desarrolla en la barrera, se calculan y leen en los gráficos los parámetros X1, X1/Xo, N, L y R:

- I= 0.2
- X1 = h1'/hc = 0.51/0.3565 = 1.43
- X1/ Xo = 1.43/0.65 = 2.2
- N = 0.05
- L = R/hc = 5
- R = 1.78 m

El resalto hidráulico en el canal pasante tiene un largo de 1.78m y este se desarrolla en el pie aguas debajo de la barrera.

- Determinación de la posición y largo del resalto en el canal saliente.

En el canal pasante limpio la altura de agua aguas abajo del resalto es de 0.51m. Para determinar el largo del resalto y el porcentaje de este que se desarrolla en la barrera, se calculan y leen en los gráficos los parámetros X1, X1/Xo, N, L y R:

- I= 0.2
- X1 = h1'/hc = 0.55/0.3565 = 1.54
- X1/ Xo = 1.54/0.65 = 2.4
- N = 0.1
- L = R/hc = 5.5
- R = 1.960 m

El resalto hidráulico en el canal pasante tiene un largo de 1.96m y este se desarrolla en el pie aguas debajo de la barrera, en 0.2m en la barrera.

Con esto queda completado el diseño del marco partidor.
En las figuras siguientes, se recopilan todas las dimensiones del marco partidor.

Figura :
Vista en planta Marco Partidor

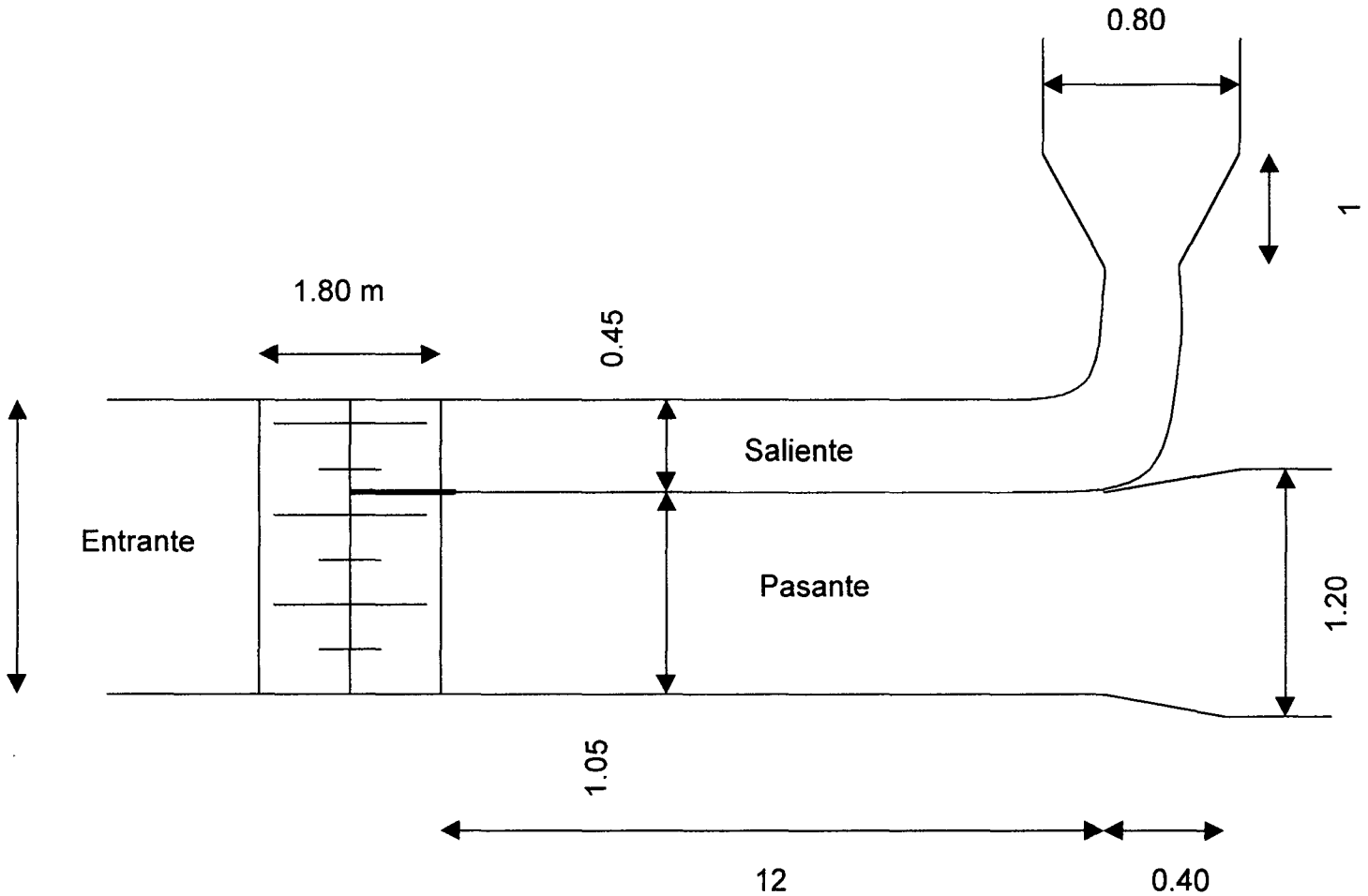
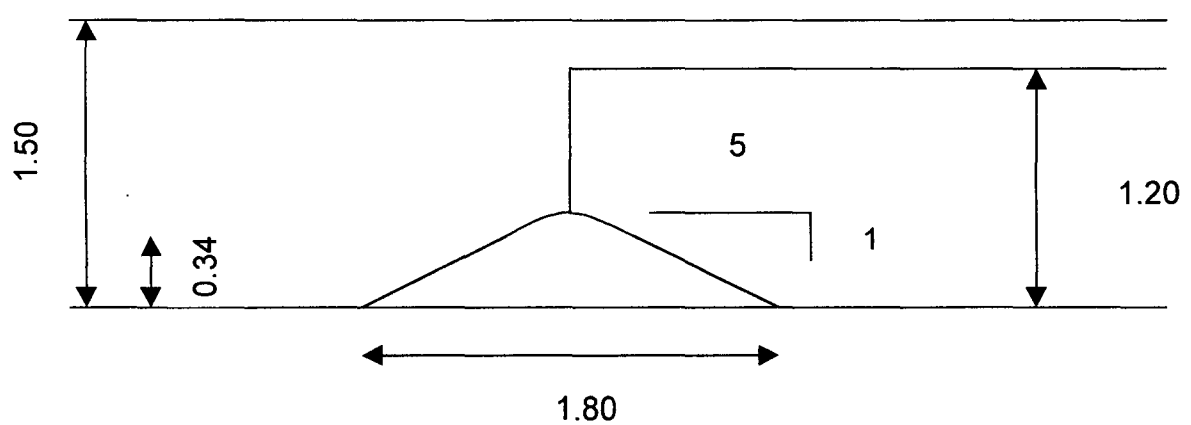


Figura :
Barrera



Anexo 4.2.B
Métodos de Cálculo

Referencia : " Hidráulica de canales Abiertos" Ven Te Chow,1994.

Cálculo del Eje Hidráulico en un tramo de canal: Método del paso directo

El método del paso directo consiste en dividir el canal en tramos cortos y llevar a cálculos paso a paso desde un extremo del tramo hasta el otro. El método del paso directo es aplicable a los canales prismáticos.

El método se basa en las ecuaciones de energía del flujo en una sección transversal del canal, evaluando la cota del flujo, la altura de agua, y la altura de velocidad.

Entre dos secciones del flujo se puede escribir lo siguiente:

$$S_o\Delta x + y_1 + \alpha_1 V_1^2 = y_2 + \alpha_2 V_2^2 + S_f \Delta x \qquad (1)$$

Y resolviendo para obtener la longitud Δx del tramo entre las alturas de agua y_1 y y_2

$$\Delta x = \frac{E_1 - E_2}{S_0 - S_f} = \frac{\Delta E}{S_0 - S_f} \qquad (2)$$

Donde E es la energía específica, o, al suponer $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$,

$$E = y + \alpha \frac{V^2}{2g} \qquad (3)$$

Donde

- S_0 es la pendiente del fondo del canal
- S_f es la línea de energía del flujo
- y_i es la altura de agua del flujo en la sección i
- V_i es la velocidad media del flujo en la sección i
- α_i es el coeficiente de energía.

En este método se usará la ecuación de Manning, para estimar la pendiente S_f media de la línea de energía:

$$S_f = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}} \qquad (4)$$

Donde

- n es el coeficiente de rugosidad de Manning
- R es el radio hidráulico del escurrimiento.

El cálculo del eje hidráulico en un tramo de canal se calcula de la siguiente forma para cada sección:

Tabla 4.2.B.a.
Cálculo del eje hidráulico por el método del paso directo

h	Profundidad de flujo, escogida arbitrariamente
A	Área mojada correspondiente a la profundidad h
R	Radio hidráulico correspondiente a h
R4/3	Radio hidráulico elevado a 4/3
V	Velocidad media del flujo obtenida dividiendo el caudal del flujo por el área mojada
aV2/2g	Altura de velocidad
E	Energía especifica en la sección calculada con la ecuación (3)
DE	Cambio de energía especifica igual a la diferencia entre el valor de E y el correspondiente a la sección anterior
Sf	Pendiente de la línea de energía obtenida con la ecuación (4)
MSf	Pendiente de fricción promedio igual a la media aritmética entre la pendiente de fricción de la sección y la del paso anterior.
S0-MSf	Diferencia entre la pendiente del fondo y la pendiente de fricción promedio
Dx	Distancia entre las secciones de los pasos consecutivos.
x	Longitud acumulada desde la sección en el extremo de inicio de calculo del tramo.

El inicio del cálculo necesita de la introducción de una condición de borde, por lo que se necesita conocer una altura en un punto definido del canal para calcular el eje hidráulico.

En el escurrimiento fluvial son las condiciones de borde aguas abajo del escurrimiento que determina el eje hidráulico, por lo tanto para determinar el eje

hidráulico se necesita conocer las características hidráulicas del escurrimiento en el extremo aguas abajo del tramo en estudio.

Luego se itera fijando la altura de agua en cada sección y se determina la distancia x entre cada sección y Δx entre la sección calculada y el extremo del tramo.

Anexo 4.3.C
Transiciones en entre canales y canaletas o túneles

Referencia : "Hidráulica de canales Abiertos" Ven Te Chow (1994)

A. Proporcionamiento:

Para tener una transición bien diseñada deben considerarse las siguientes reglas para las dimensiones:

a. El ángulo máximo óptimo entre el eje del canal y una línea que conecte los lados del canal entre las secciones de entrada y de salida es 12.5°
b. Evítense los ángulos agudos en la superficie del agua o en la estructura, ya que estos inducirán ondas estacionarias extremas y turbulencia.

B. Pérdidas

La pérdida inducida por la transición se puede expresar en términos del cambio en la altura de velocidad entre las secciones de entrada y de salida de la estructura.

a. Estructuras de entrada: Para estructuras la velocidad de entrada es menor que la velocidad de salida, por lo tanto la pérdida de altura de velocidad es igual a la diferencia entre las alturas de velocidad más una pequeña pérdida por conversión o pérdida por entrada:

$$\Delta h = \Delta h_v + c_i \Delta h_v = (1 + c_i)\Delta h_v \quad (5)$$

Donde

Δh es la diferencia de altura del pelo de agua entre las secciones de entrada y salida

Δh_v es la diferencia de velocidad entre las secciones de entrada y salida expresada en alturas de agua

c_i es el coeficiente de pérdida por entrada

b. Estructuras de salida: la velocidad se reduce, el aumento en la superficie de agua resultante, va acompañado de una pérdida por conversión conocida como pérdida por salida.

$$\Delta h = \Delta h_v - c_o \Delta h_v = (1 - c_o)\Delta h_v \quad (6)$$

Donde

C_o es un coeficiente de pérdida por salida:

Los valores promedio recomendados para un diseño seguro de c_i y c_o son los siguientes:

Tabla 4.3.C.a.
Coeficientes de pérdida por transición

Tipo de transición	C_i	C_o
Tipo albeada	0.1	0.2
Tipo cuadrante de cilindro	0.15	0.25
Tipo simplificado con línea recta	0.2	0.3
Tipo línea recta	0.3	0.5
Tipo extremos cuadrados	0.3	0.75