

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR REGIÓN METROPOLITANA

RESUMEN EJECUTIVO

ÍNDICE

	Pág.
1	RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO 1
2	CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO 4
2.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA..... 4
2.1.1	Ubicación del Área e Identificación de los Sectores Relevantes 4
2.2	SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA..... 4
2.2.1	Infraestructura Agrícola y Pecuaria del Área de Estudio..... 4
2.2.2	Infraestructura Básica Vial..... 5
2.3	CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ECOLÓGICA..... 5
2.3.1	Vegetación..... 5
2.3.2	Agua 6
2.3.3	Medio Ambiente..... 6
2.4	USO DEL SUELO 6
2.5	CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA 7
2.5.1	Población y Empleo 7
2.5.2	Distribución de la Superficie por Estrato de Tamaño Predial 7
3	ESTUDIOS BÁSICOS 7
3.1	BASE CARTOGRÁFICA..... 7
3.2	CLIMA Y AGROCLIMA 7
3.3	SUELOS..... 8
4	RECURSOS HÍDRICOS..... 9
4.1	PLUVIOMETRÍA 9
4.2	FLUVIOMETRÍA..... 9
4.3	HIDROGEOLOGÍA..... 10
4.3.1	Introducción 10
4.3.2	Uso Actual de las Aguas Subterráneas..... 11
4.3.3	Formaciones Acuíferas..... 11
4.4	SÍNTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS 12
4.5	CALIDAD DE AGUAS 12
4.5.1	Introducción 12
4.5.2	Calidad para Regadío de los Recursos de Agua en Cuenca del Puangue 12
4.6	DERECHOS DE AGUA 13
4.6.1	Situación Jurídica de las Aguas Depuradas 13
4.6.2	Derechos de Agua Subterránea Constituidos..... 15
4.6.3	Derechos de Aguas Superficiales del Canal Las Mercedes 15
4.6.4	Derechos de Agua Central Carena 16

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
5	MODELO DE SIMULACIÓN CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ..... 16
6	SITUACIÓN ACTUAL AGROPECUARIA 17
6.1	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD RURAL 17
6.2	OBTENCIÓN DE SUPERFICIES POR PROPIEDAD, CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS Y SECTORES DE RIEGO..... 18
6.3	DETERMINACIÓN DE GRUPOS DE PREDIOS..... 18
6.4	DETERMINACIÓN DE PREDIOS TIPOS..... 19
6.5	ELABORACIÓN DE ESTÁNDARES O PATRONES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS POR RUBROS 19
6.6	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE LA SITUACIÓN SIN PROYECTO 19
6.7	SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA 20
7	SITUACIÓN AGROPECUARIA CON PROYECTO O FUTURA 22
7.1	CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO AGROPECUARIO..... 22
7.2	USO DEL SUELO Y PATRONES O ESTÁNDARES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS..... 24
7.3	INVERSIONES..... 28
7.4	MÁRGENES ECONÓMICOS..... 28
8	PREDISEÑO DE OBRAS CIVILES 29
8.1	INTRODUCCIÓN..... 29
8.2	ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BÁSICAS..... 29
8.3	ANTEPROYECTO PRELIMINAR DE LAS OBRAS CIVILES Y PRESUPUESTO 30
8.3.1	Generalidades..... 30
8.3.2	Presupuesto de las Obras..... 31
9	EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO 32
9.1	INTRODUCCIÓN..... 32
9.2	CRITERIOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN 33
9.3	MÁRGENES NETOS AGROPECUARIOS..... 33
9.3.1	Situación Actual 33
9.3.2	Situación Futura o con Proyecto 33
9.3.3	Costos de Puesta en Riego y Tecnificación 33

ÍNDICE (continuación)

	Pág.
9.4	PRESUPUESTO DE OBRAS, PRECIOS UNITARIOS Y PROGRAMA DE INVERSIONES34
9.4.1	Presupuesto Preliminar en Inversión de Alternativas de Proyecto Civil.....34
9.4.2	Expropiaciones35
9.5	EVALUACIÓN.....35
9.5.1	Metodología de Evaluación Económica35
9.6	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....37
9.6.1	Evaluación Económica, Privada y Social37
9.6.2	Costo del Agua Tratada.....38
9.6.3	Beneficios Indirectos y Externalidades Positivas39
9.7	NIVELES DE EMPLEO40
9.7.1	Introducción40
9.7.2	Mano de Obra Durante la Construcción de las Obras Civiles40
9.7.3	Niveles de Empleo Agrícolas.....40
9.8	ANÁLISIS FINANCIERO PREDIAL Y RECUPERACIÓN DE COSTO41
9.8.1	Evaluación Financiera de Predios Tipo41
9.8.2	Recuperación de Costos42
10	PROGRAMAS DE IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO42
10.1	INTRODUCCIÓN.....42
10.2	PROGRAMA DE INVERSIONES CIVILES.....43
10.3	PROGRAMA DE DESARROLLO AGRÍCOLA43
10.4	SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.....43
11	ORGANIZACIÓN DE USUARIOS.....44
12	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL44

RESUMEN EJECUTIVO

1. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

La función fundamental de la Comisión Nacional de Riego (CNR), es asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Esto implica implementar, a niveles nacional y regional, procesos encaminados al diseño de Políticas de Riego y Drenaje basadas en las directrices expuestas por el Supremo Gobierno y, como consecuencia, generar la necesaria coordinación interinstitucional de los organismos involucrados.

Este Rol de la CNR ha llevado al desarrollo de una concepción metodológica de Estudios Integrales de Riego los cuales por definición, tienen como base física una o varias cuencas hidrográficas asociadas, entidades fisiográficas donde se integran componentes naturales, económicos y humanos que, para efecto de los Planes de Desarrollo, deben analizarse de manera desagregada.

Como secuencia lógica de la utilización de los recursos, bajo la óptica del Desarrollo Sustentable, el Estudio Integral considera el análisis del impacto ambiental derivado de este cambio de uso. Un manejo inadecuado es causa de una serie de problemas ambientales, cuyas consecuencias pueden llevar a la destrucción de la o las cuencas, con todo lo que ello acarrea a las poblaciones que allí se desarrollan.

Finalmente, los Estudios Integrales concluyen en Programas de Desarrollo del Riego que, considerando el uso múltiple del agua, están basados en sistemas de alternativas de obras hidráulicas y proyectos agronómicos, además de programas complementarios de extensión, capacitación, transferencia tecnológica, etc. La evaluación socioeconómica de estos sistemas alternativos y la recomendación de aquellos más eficientes es el resultado final del Estudio Integral.

En este contexto, la CNR ha planteado el "ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO PROYECTO APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO-SUR REGION METROPOLITANA", entendiéndolo su importancia para el país, dado que se trata del primer proyecto que analiza el tema de la utilización de aguas servidas tratadas en la agricultura de una zona de secano, en el valle del estero Puangue, ubicada en las comunas de Curacaví y María Pinto en la Región Metropolitana, de acuerdo a una delimitación cartográfica definida por la CNR en los Términos de Referencia del estudio.

El estudio fue licitado públicamente y otorgado mediante Resolución CNR N°3 de 31-01-97, modificada por Resolución CNR N° 52 de 31-10-97, a la Asociación de Profesionales Proyecto Santiago Sur. Esta Asociación está compuesta de las firmas consultoras Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., Geofun Ltda. y Procivil Ingeniería Ltda.

En general, se trató de formular un Programa de Desarrollo basado en el uso racional de los recursos provenientes de la Planta Santiago Sur, de EMOS, en la que se tratarán los efluentes de aguas servidas de la zona Sur de Santiago. Como estos recursos están destinados al riego de una zona de secano, fue necesario, entre otras actividades, la actualización, caracterización, cuantificación y evaluación de todos los recursos insertos en la zona de estudio, relacionados con el riego. Este programa consistió básicamente en una proposición de esquemas de desarrollo a nivel de factibilidad, incluyendo los programas agroeconómicos y de obras hidráulicas, además de las instancias técnicas correspondientes, transferencia tecnológica, puesta en riego y evaluación ambiental.

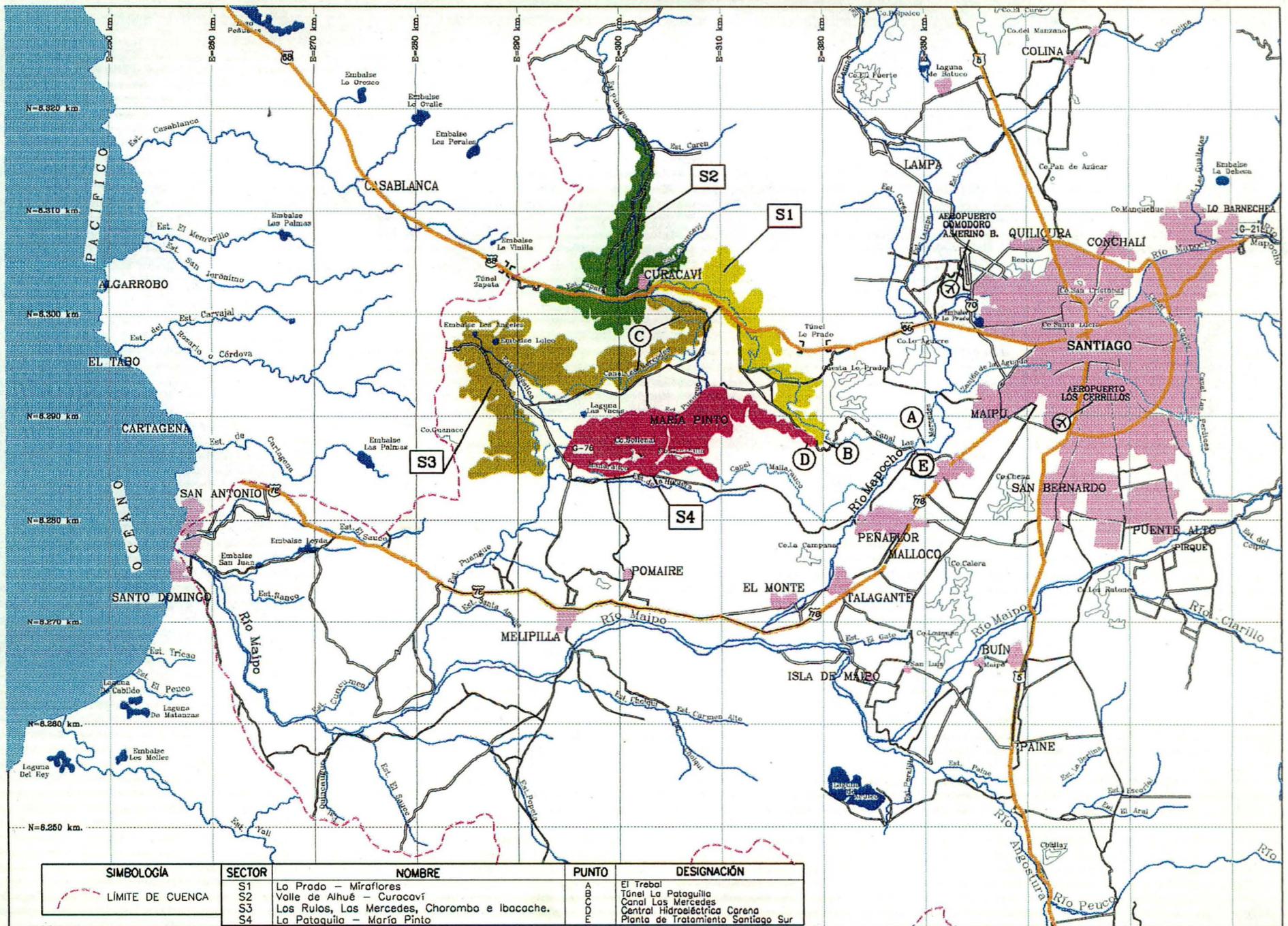
Como resultado de la evaluación técnico-económica realizada a las seis diferentes alternativas consideradas en el estudio, se pudo concluir que el único esquema de obras que resulta socialmente rentable es el denominado Caso N° 4; el cual propone regar los sectores N° 1 y N° 4, que corresponden a las zonas de Lo Prado - Miraflores - Curacaví y a María Pinto, respectivamente, las cuales se pueden observar en la Figura 1-1 en donde se presenta la ubicación del área de estudio. El área de riego considerada en esta alternativa es de 3.446 hectáreas, de las cuales 623 están ubicadas en la zona de Lo Prado - Miraflores - Curacaví y 2.823 hectáreas en María Pinto.

Esta alternativa tiene un VAN social de \$ 55 millones y un TIR social de 12,1%, por lo que se encuentra prácticamente en el margen de la rentabilidad y es el único entre todos los casos estudiados que presenta parámetros económicos favorables según los estándares de Mideplan. Este proyecto tiene una excelente rentabilidad agrícola, pero un gran costo de obras civiles y de puesta en riego, debido fundamentalmente a que se trata de área de laderas empinadas, que por una parte, hace necesario el trazado de canales y la construcción de costosas obras de arte en terrenos de fuerte pendiente transversal y, por otra, la implementación de sistemas de riego tecnificado de alto costo por hectárea.

Si las aguas tratadas no son utilizadas en el riego de zonas descontaminadas de la cuenca del estero Puangue, es posible que sean descargadas al río Mapocho, donde se mezclarían con las aguas altamente contaminadas que escurren en dicho cauce natural. Actualmente, las zonas de riego de la cuenca del río Mapocho son regadas con recursos que tienen un alto porcentaje de aguas provenientes de los alcantarillados de Santiago, razón por la cual, no es fácil pensar en utilizar las aguas depuradas en el riego de esos sectores, debido a que éstas se verían nuevamente contaminadas, perdiéndose el objetivo básico y fundamental del programa de tratamiento de las aguas en la Región Metropolitana. Cabe tener presente que este programa de tratamiento de aguas servidas debe ser consecuente con el manejo integral de los recursos de la cuenca del río Maipo, razón por la cual, este estudio específico de aprovechamiento de las aguas de la Planta Santiago Sur debería ser parte integrante del Estudio Integral de Riego "Proyecto Maipo", que la CNR iniciará a partir del segundo semestre de 1998.

De acuerdo a lo anterior, se ha estimado conveniente recomendar esta alternativa, ya que desde el punto de vista social, es muy importante que las aguas servidas tratadas en la primera planta de tratamiento de la Región Metropolitana sean destinadas al riego de una zona de secano, en un sector donde tradicionalmente se ha regado con aguas del río Mapocho, altamente contaminadas. Esto permitiría una gran flexibilidad para modificar los actuales esquemas de cultivos en el valle del Puangue, al facilitar el cambio paulatino de las fuentes de agua, destinando los recursos descontaminados, al riego de cultivos de mayor rentabilidad destinados fundamentalmente a exportación, dejando los recursos contaminados para el riego de cultivos anuales de menor valor y aquellas que no tienen restricciones ambientales.

Finalmente, es necesario destacar que un proyecto de esta índole, que utilizaría los recursos depurados provenientes de una planta de tratamiento de aguas servidas, debiera tomar en consideración para la decisión de construirse o no, otros aspectos que no son evaluados técnicamente dadas las pautas de evaluación tradicional de Mideplan. Entre estos aspectos se encuentran una serie de externalidades que se pueden asociar al uso de aguas tratadas, como es el desarrollo de la zona en donde estos recursos se utilizarían, en aspectos de salud pública, higiénicas, ambientales, recreacionales, etc. Por lo tanto, se requiere de una estrategia global de tipo político y social que permita el desarrollo de estos proyectos destinados a la depuración y uso de las aguas servidas de las grandes y pequeñas ciudades de nuestro país, pudiendo aplicarse en este caso las disposiciones del Artículo 5° del D.F.L. 1.123 de 1981, que faculta al Presidente de la República para subvencionar parcial o totalmente el costo de las obras de riego construidas por el Estado.



REPÚBLICA DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO
DEPTO. DE ESTUDIOS

ASOCIACIÓN DE PROFESIONALES
PROYECTO SANTIAGO SUR
AC Ingenieros Consultores Ltda.
Geofun Ltda.
Procivil Ltda.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
PLANTA DE TRATAMIENTO SANTIAGO SUR
REGIÓN METROPOLITANA

Plano :
PLANO DE UBICACIÓN
ÁREA DE ESTUDIO

Figura :
1-1

2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

2.1.1 Ubicación del Área e Identificación de los Sectores Relevantes

El área de estudio se encuentra ubicada en la Región Metropolitana, provincia de Melipilla y comunas de Curacaví y María Pinto. Además incluye un pequeño sector de Mallarauco, en la Comuna de Melipilla.

El área específica de estudio corresponde a suelos que se encuentran sobre la cota del canal Las Mercedes y sus derivados y de canales del Estero Puangue. Especialmente, se trata de zonas actualmente de secano, que no se encuentran contaminadas por el riego con aguas servidas; estas áreas son las siguientes:

- Lo Prado - Miraflores: Esta área empieza en la Cuesta Barriga en dirección a Curacaví y termina más al Norte de la Rinconada de Miraflores. El área específica del estudio tiene su límite inferior en el Canal de Las Mercedes y su límite superior en la cota 300 m.s.n.m.
- Alhué de Curacaví: Esta área comprende el curso superior del Estero Puangue y se sitúa a ambos lados del mismo, en los sectores de Curacaví, Cuyancaví, Alhué de Curacaví, Lepe y otros. El límite inferior de esta área es la parte baja del valle y el límite superior, la cota 300 m.s.n.m. Actualmente esta área se riega parcialmente en su parte plana con canales del Estero Puangue, pozos y norias.
- Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo. Esta área tiene su límite inferior en el canal Las Mercedes en su trazado por el Norponiente del valle del Estero Puangue y, su límite superior, en la cota 300 m.s.n.m.
- La Patagüilla - María Pinto: Este sector comienza por el Sur en la Cuesta Barriga y se sitúa hacia el Poniente comprendiendo hasta María Pinto y Baracaldo. El límite inferior corresponde a los cotas del Canal La Patagüilla y de canales del Estero Puangue y, el límite superior a la cota 250 m.s.n.m.
- Mallarauco: Esta área comprende al valle de Mallarauco entre Bollenar y Punta Victoria. El límite inferior, del área está dado por la cota del canal Mallarauco y, el límite superior, por la cota 250 m.s.n.m.

Esta última zona fue inicialmente estudiada, determinándose dejarla fuera del estudio, ya que actualmente es regada con recursos del canal Mallarauco, el que capta aguas contaminadas del río Mapocho, a la altura de Peñaflores.

2.2 SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA AGRÍCOLA

2.2.1 Infraestructura Agrícola y Pecuaria del Área de Estudio

La infraestructura agropecuaria existente en la zona del proyecto se relaciona con la actividad agropecuaria de la misma y comprende fundamentalmente lo siguiente:

- a) Centros de Acopio Lechero: en la comuna de María Pinto existen 6 centros de acopio ubicados en las localidades de Baracaldo, Chorombo, Ibacache, Lo Ovalle, Las Mercedes y Ranchillo.

- b) Plantas de Embalaje de Frutas: de acuerdo al Directorio Agroindustrial Frutícola de Chile, CIREN - CORFO, 1993, existen 6 plantas de embalajes que se concentran en su mayoría en la comuna de Curacaví y tienen una capacidad de procesamiento por turno de 2.193 toneladas de fruta. De éstas, la Empresa Exportadora FRUTEX concentra el 96% de la capacidad instalada de embalaje.
- c) Plantas de Frío: Existen sólo dos plantas de frío que se encuentran ubicadas en la comuna de Curacaví. El Fundo Campolindo presenta una cámara de frío con una capacidad de 2.160 m³ y la empresa FRUTEC S.A. tiene una cámara de prefrío con una capacidad de 3.456 cajas de uva (8,2 Kg) y tres cámaras de frío con una capacidad total de 56.000 cajas de uva (8,2 Kg).

2.2.2 Infraestructura Básica Vial

El área de estudio presenta tres accesos viales de importancia:

- El más importante corresponde a la Ruta 68 Santiago - Viña del Mar, vía el túnel Lo Prado, que cruza la comuna de Curacaví en una gran extensión, siendo su estado muy bueno.
- Una segunda vía de acceso corresponde a la antigua ruta Santiago - Viña del Mar, vía cuesta Barriga hasta empalmar con la Ruta 68. Su estado es bueno.
- Finalmente, el tercer acceso y más largo es a través de la Ruta 78 Santiago - San Antonio hasta Melipilla y, desde ahí, por las Rutas G-74-F y G-76 vía Bollenar hasta María Pinto. También esta vía se encuentra en buen estado de conservación.

2.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y ECOLÓGICA

2.3.1 Vegetación

Los ecosistemas vegetacionales presentes en los espacios que el hombre no ha transformado están compuestos fundamentalmente por dos formaciones vegetales: el matorral de espino y el matorral arborescente.

El primero de ellos conocido como "espinal" conforma un monte bajo donde el espino (*Acacia caven*), especie dominante, se asocia con otros arbustos como huañil (*Proustia pungens*), molle (*Schinus dependens*; *Schinus molle*), chacay (*Colletia spinosa*), quillay (*Quillaja saponaria*), boldo (*Peumus boldus*), colliguay (*Colliguaya odorífera*) y otros.

El matorral arborescente corresponde a los arbustos de la formación anterior que en condiciones de humedad o protección a la alta evaporación pueden llegar a proporciones arbóreas. Este tipo de asociación es característico de las quebradas y cerros con mayor influencia marítima. Presenta una considerable variedad de especies entre las cuales destacan los siguientes tipos arbóreos y arbustivos: litre (*Lithrea caustica*), molle (*Schinus latifolius*), peumo (*Cryptocaria alba*), boldo (*Peumus boldus*), quillay (*Quillaja saponaria*), maitén (*Maytenus boaria*), espino (*Acacia caven*), maqui (*Aristotelia chilensis*) y otros.

Sin embargo, la progresiva degradación por la acción del hombre ha sido especialmente intensiva en el espinal para la producción de carbón y leña, de tal manera que hoy sólo ocupan los espacios demasiado áridos para el cultivo, transformándose en una cubierta muy rala, con predominio casi exclusivo del espino, pero con un tamaño reducido.

2.3.2 Agua

La disponibilidad de agua de riego proviene de dos fuentes. Una externa al valle, que corresponde a agua del río Mapocho, conducida a través del canal Las Mercedes y su canal derivado La Patagüilla. En el sector de Mallarauco, el agua también proviene del río Mapocho a través del canal Mallarauco Norte. La fuente propia del área corresponde a las aguas del Estero Puangue.

El área bajo riego de la comuna de Curacaví se riega por el canal Las Mercedes y por el canal La Patagüilla, derivado del anterior. En tanto que la comuna de María Pinto, riega el sector poniente del Valle del Puangue con el canal Las Mercedes y el sector oriente (localidades de El Parrón, Ranchillo, Cancha de Piedra, María Pinto y Baracaldo) con aguas del Estero Puangue.

La comuna de María Pinto cuenta además con varios tranques de acumulación invernal de aguas provenientes de quebradas. También existen numerosos pozos profundos y norias.

2.3.3 Medio Ambiente

La fuente de contaminación fundamental la constituye las aguas servidas provenientes del río Mapocho y de los canales Las Mercedes y La Patagüilla. Este problema afecta prácticamente a la totalidad del área regada de las comunas de Curacaví y María Pinto.

Las aguas de riego muestran un alto grado de contaminación bacteriológica, detectándose valores superiores a 10^6 col/100 ml, siendo el límite máximo de coliformes fecales aceptados por la Norma NCh. 1.333, de 1.000 col/100 ml. Este problema limita seriamente las posibilidades de desarrollo del rubro hortícola y de una agricultura de exportación.

2.4 USO DEL SUELO

El uso del suelo para las comunas de María Pinto y Curacaví en conjunto indica una preponderancia de las praderas naturales y artificiales degradadas con un 27,8% y de otros suelos con un 38,7% de la superficie total, lo que representa 66,5%. Los frutales y viñas solo ocupan un 1,9%, cereales, chacras y cultivos industriales un 7,2%, las forrajeras anuales y praderas artificiales permanentes un 6%, y las hortalizas sólo un 3,2%.

Para el análisis de la fruticultura en las comunas de Curacaví y María Pinto la información más actualizada corresponde al Catastro Frutícola Nacional de los años 1995-96. La superficie plantada con frutales asciende a 1.167,7 há y 595,3 há, respectivamente. Las especies más importantes corresponden al grupo de almendro, limonero, naranjo, palto y vid de mesa representan el 72,7% y 81,2% de la superficie, respectivamente.

2.5 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

2.5.1 Población y Empleo

De acuerdo al Censo de Población del año 1992, la población total de las comunas de Curacaví y María Pinto asciende a 19.063 y 8.735 habitantes de las cuales el 62,2% y 13% corresponde a población urbana, respectivamente.

En relación a la ocupación por sector económico en la comuna de Curacaví el 43% se ocupa en el sector primario y 40% en el terciario. En la comuna de María Pinto la cifras son del 75% y 19%, respectivamente.

2.5.2 Distribución de la Superficie por Estrato de Tamaño Predial

De acuerdo al Rol de Extracto Agrícola de CIREN - CORFO el 54,3% de los predios de la comuna de Curacaví concentra sólo el 5,3% de la superficie en HRB, en tanto que el 10,5% de los predios acumula el 48,6% de los suelos. En la comuna de María Pinto el 44,9% de los predios acumula sólo un 4,1% de la superficie, en tanto que, el 6,5% de los predios concentra el 42,1% de los suelos.

3. ESTUDIOS BÁSICOS

3.1 BASE CARTOGRÁFICA

La base cartográfica usada en este estudio fue la correspondiente al “Proyecto Maipo” de la Comisión Nacional de Riego, 1979, a escala 1:10.000, la que una vez digitalizada, en ambiente CAD, quedó formada por 17 láminas que cubren la totalidad del área del proyecto. Así se obtuvo dos juegos de láminas; uno a escala 1:10.000 y el otro a escala 1:20.000, para que las diferentes unidades del estudio desarrollaran su correspondiente cartografía: agroclima, suelos, hidrología, situación predial, etc.

3.2 CLIMA Y AGROCLIMA

En este capítulo se estudió el recurso climático existente en el sector de la cuenca del estero Puangue, ubicado entre las serranías de la Cordillera de la Costa, al oeste de la ciudad de Santiago, aproximadamente en las coordenadas 33°30' latitud sur y los 71° longitud oeste. El objetivo fue caracterizar e identificar las restricciones y potencialidades que impone el clima al desarrollo de la agricultura como consecuencia de la incorporación de agua de riego, tomando como base el Estudio Agroclimático Proyecto Maipo realizado por la CNR y la U. de Chile en 1987.

Los estudios mencionados tuvieron como objetivo definir áreas con características homogéneas y relevantes para el comportamiento productivo de las especies cultivadas. Los resultados se resumen en el siguiente cuadro.

CUADRO 3.2-1
CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DE LAS ZONAS

PARÁMETRO	ZONA 1 CURACAVÍ	ZONA 2 MARÍA PINTO
Temperatura máxima del mes más cálido (°C)	27,4	29,1
Temperatura mínima del mes más frío (°C)	3,3	3,7
Temperatura media anual (°C)	13,7	14,3
Fecha primera helada	9 de mayo	3 de junio
Fecha última helada	25 de septiembre	4 de septiembre
Número total de heladas al año	14	8
Período libre de heladas (días)	226	272
Suma térmica anual base 10(grados-días)	1627	1804
Suma térmica anual base 5 (grados-días)	3058	3261
Horas de frío anual	1284	1121
Período de receso vegetativo (días)	65	57
Radiación solar media de enero (Ly/día)	553	561
Radiación solar media de julio (Ly/día)	163	168
Precipitación total anual (mm)	379	371
Evapotranspiración total anual (mm)	1207	1212
Déficit hídrico anual (mm)	982	981

La primera zona abarca las partes altas del estero Puangue, desde Curacaví al norte, incluyendo una delgada franja hacia el sur, que toma las laderas occidentales del cordón que separa los valles de María Pinto y Mallarauco del Valle Central de Santiago. La segunda zona comprende la parte baja de los esteros Puangue y La Higuera, abarcando las localidades de Lolenco, Chorombo, María Pinto y Mallarauco. Aún cuando se observa una gran similitud entre los parámetros que caracterizan a las dos zonas identificadas, se han diferenciado debido a que la Zona 2; María Pinto, presenta un verano bastante más cálido y un invierno más benigno que la Zona 1.

En general, ambas zonas son aptas para la mayoría de los cultivos de primavera-verano exigentes en calor como: el maíz, maravilla, tomate, cucurbitáceas, etc; para las leguminosas de invierno, hortalizas, forrajeras como la alfalfa, tréboles y muchas especies más. En cuanto a frutales la aptitud climática de ciertos enclaves específicos como rinconadas y áreas sobre la cota del canal, permitan la explotación de especies de hoja perenne como limoneros y paltos, así como también almendros y vid vinífera.

3.3 SUELOS

En este proyecto se ha considerado el estudio de los suelos que se ubican sobre el canal Las Mercedes y sus derivados y, la cota 400 m.s.n.m. en parte de las comunas de Curacaví, María Pinto y Melipilla, tomando como base el estudio de suelos del Proyecto Maipo realizado por la CNR en 1981. Para estos efectos, se han descrito 5 Series de Suelos con sus respectivas variaciones:

- Serie Lo Vásquez (LVZ) - Franco arcilloso
- Serie Puangue (PG) - Franco
- Serie Pudahuel (PD) - Franco arenoso fino
- Serie Santa Teresa (ST) - Franco arenoso
- Serie Ranchillo (RC) - Arcilloso

De las 20.000 há estudiadas, la mitad no tiene aptitud agrícola. En la otra mitad, la mayoría de los suelos tienen capacidad de uso II y III, presentando la mayoría de ellos algún tipo de limitación, ya sea por tipo de suelo o por erosión. Para las unidades que presentan limitaciones, debido a su pendiente, se ha establecido su clasificación potencial considerando que pueden ser manejados con riego tecnificado (goteo); esta situación ha quedado identificada, entre paréntesis, a continuación de la clasificación, correspondiente. Esta clasificación potencial se estima que es un antecedente importante ya que al usar estas técnicas de riego se ven modificadas las clasificaciones de Capacidad de Uso, Categoría de Riego y Aptitud Frutal, pudiendo hacer uso de los suelos con limitaciones de pendientes, en cultivos de alta rentabilidad como frutales, tales como: paltos y cítricos.

4. RECURSOS HÍDRICOS

4.1 PLUVIOMETRÍA

La caracterización del régimen pluviométrico de la zona de estudio se realizó en base a la información disponible en el estudio Hidrológico e Hidrogeológico del Proyecto Maipo, Volumen II, Precipitaciones, realizado en 1984 por IPLA Ingenieros Consultores. Dado que en este estudio se trabajó con el período comprendido entre 1941/42 y 1980/81, fue necesario completar las estadísticas con la información disponible en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas del M.O.P y de la Dirección Meteorológica de Chile.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la precipitación media anual sobre la cuenca es de 300 mm , con un 50% de probabilidad de excedencia, de los cuales en promedio, un 80% precipitan concentrados entre los meses de mayo y agosto.

4.2 FLUVIOMETRÍA

La caracterización del régimen fluviométrico de la zona de estudio se realizó sobre la base de la información del estudio “Análisis Estadístico de Caudales en los Ríos de Chile”, realizado en 1992 por BF Ingenieros Civiles. Cabe mencionar que en este estudio se trabajó con las estadísticas retraducidas como resultado de la revisión de estadísticas realizadas por la D.G.A. También fue necesario revisar el estudio “Nuevas Fuentes de Recursos para el Canal Ortuzano”, realizado en 1993 por AC Ingenieros Consultores para la Dirección de Riego, donde se encuentra información sobre los recursos propios del Zanjón de la Aguada y su dinámica en el tiempo.

El régimen fluviométrico que tiene mayor importancia para la zona de influencia del proyecto corresponde a aquel punto del río Mapocho que fue caracterizado por el nodo 28 del Modelo de Simulación del Proyecto Maipo, CNR, 1982, ya que este punto se ubica aguas arriba de la toma del canal Las Mercedes, principal fuente de recursos para el riego superficial de las comunas de Curacaví y María Pinto. En el Cuadro 4.2-1 se entrega un resumen de los parámetros estadísticos más relevantes obtenidos para el período 1940/41 a 1979/80 generado con el modelo del Proyecto Maipo para el nodo 28.

CUADRO 4.2-1
RESUMEN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS EN EL NODO 28 - PROYECTO MAIPO

	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	PROM
CAUDAL PROMEDIO (m ³ /s)	6,36	5,99	7,4	6,37	6,55	6,36	6,06	7,34	8,87	9,05	8,06	7,87	7,19
DESV.STD.	1,27	1,26	6,46	1,49	1,97	1,65	0,99	0,87	0,83	1,59	1,93	1,91	1,85
COEF.VAR	0,20	0,21	0,87	0,23	0,30	0,26	0,16	0,12	0,09	0,18	0,24	0,24	0,26
CAUDAL MÁX	10,04	9,91	46,38	11,31	15,01	13,8	10,43	9,53	9,79	10,79	11,28	13,48	14,31
CAUDAL MIN	4,45	4,28	4,5	4,35	4,48	4,28	4,67	5,29	6,54	6,61	5,89	6,09	5,12

Los caudales de aguas servidas que descargan en el Zanjón de la Aguada antes de la bocatoma del Canal Ortuzano, según estadística correspondiente al año 1987 alcanzan a 4.917,5 l/s.

Por último, digno de mencionar son algunos antecedentes del Canal Las Mercedes. Este canal tiene una longitud de 91 km y corre desde la bocatoma del río Mapocho en Rinconada Lo Cerda de Maipú, dando agua de regadío a un área de 10.000 há en los valles de Curacaví y María Pinto. La Planta Hidroeléctrica Carena ubicada en el km 21 es la responsable de su mantención entre la bocatoma y aguas abajo de la central hidroeléctrica hasta la caída de Lo Prado. En el Cuadro 4.2-2 se muestra los caudales medios mensuales y extremos del Canal Las Mercedes que alimenta la Central Hidroeléctrica Carena, para el período 1975 -1996.

CUADRO 4.2-2
CAUDALES MEDIOS MENSUALES CENTRAL CARENA

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom.
Promedio	10,2	10,2	10,14	9,955	10,18	10,2	10,2	10,2	10,11	10,2	10,2	10,2	10,16
Máximo	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Mínimo	10,2	10,2	8,8	7,2	9,7	10,2	10,2	10,2	8,3	10,2	10,2	10,2	9,8

4.3 HIDROGEOLOGÍA

4.3.1 Introducción

El área del proyecto forma parte de la Cordillera de la Costa en la que el estero Puangue posee un papel de primera importancia en relación a las características geomorfológicas regionales. En efecto, de acuerdo con Borde (1966) el valle del Puangue puede considerarse como el límite natural entre dos subcordilleras que se constituyen en la región de la Cordillera de la Costa. En efecto, el valle del estero Puangue deja hacia Santiago la Subcordillera Oriental (Cerro del Manzano, Alto de Lipanguí), mientras que hacia la costa delimita a la Subcordillera Occidental cuyo punto culminante es el Cerro Mauco. El estero Puangue, que es el afluente más importante del Río Maipo situado al norte y al poniente de la cuenca de Santiago, está formado por los esteros Providencia, Los Arrayanes y Los Yuyos; más al sur, en el área de Colliguay, se le une por el poniente, el estero Puangue.

En esta zona se puede observar que los cursos de agua y quebradas no son muy importantes en relación a la masa montañosa y a los interfluvios. Las laderas de dichas quebradas son generalmente abruptas, aún cuando la forma de los interfluvios tiende a ser

redondeada por efecto de la presencia de un substrato cristalino cubierto generosamente por depósitos coluviales (maicillo) proveniente de la meteorización de las rocas que lo constituyen.

4.3.2 Uso Actual de las Aguas Subterráneas

De acuerdo a la información del catastro realizado en la zona con motivo de este estudio, el número total de sondajes, se divide según su uso, de la siguiente manera:

USO	NÚMERO	PORCENTAJE
Agua Potable	37	23,3
Industrial	14	8,8
Riego	78	49,1
Riego y Potable	14	8,8
Sin Uso	5	3,1
Abandonados	7	4,4
Otros	4	2,5
TOTAL	159	100,0

Cabe destacar, que debido al cambio de uso del suelo netamente agrícola en terrenos que se han destinado a parcelas residenciales, la demanda por riego ha disminuido en algunos sectores.

4.3.3 Formaciones Acuíferas

Los sondajes existentes a lo largo del valle principal y valles laterales más importantes de la cuenca del estero Puangue, permiten definir los distintos espesores del relleno sedimentario y algunas de las características que presentan las formaciones acuíferas en esta cuenca.

En la zona del Puangue superior, ubicada aguas arriba de la desembocadura del estero Cuyancaví, se verifica la presencia de acuíferos de importancia dentro de los primeros 20 m de profundidad. Estos materiales conforman estratos de espesor variable que van desde unos pocos metros hasta unos 20 m como máximo. Los materiales constitutivos de capas acuíferas son bolones, grava y arenas de variada granulometría, que por alcanzar hasta la superficie del terreno o sus vecindades, o bien, por estar limitados superiormente por materiales de permeabilidad media, posibilitan la existencia de napas libres o semiconfinadas. Esto último ocurre cuando los sondajes atraviesan estratos permeables más profundos intercalados con materiales impermeables.

En la zona del Puangue Medio, comprendida entre la anterior y la desembocadura de los esteros Améstica y Mariposas, se caracteriza por potencias del relleno sedimentario que sobrepasan los 90 m. En esta zona se puede distinguir básicamente 2 zonas acuíferas. La primera más superficial, hasta una profundidad de unos 40 m, aproximadamente y, una segunda zona ubicada por debajo de la anterior. En ambas zonas aparece como característica la existencia de intercalaciones de material permeable (grava, arena gruesa y fina) en matrices semipermeables o francamente impermeables que originan napas de naturaleza confinada. Los estratos acuíferos abarcan espesores que van desde unos pocos metros hasta los 5 a 10 m, aunque ocasionalmente se observa estratos permeables con potencias algo mayores a los 15 m.

Al avanzar hacia el Sur-Poniente, siguiendo la dirección del valle principal e internándose dentro del sector del Puangue Inferior, se constata una paulatina disminución del relleno sedimentario. También se observa una reducción en la extensión de las zonas acuíferas, lo mismo que una disminución en el rendimiento de los pozos.

En los valles laterales, particularmente en los más importantes, Mallarauco y la Rinconada de Ibacache la situación no varía significativamente. En el primero de estos valles, los pozos del sector permiten visualizar un relleno sedimentario que sobrepasa los 80 m.

4.4 SÍNTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS

La evaluación de los recursos en el valle implica la necesidad de estimar los posibles aportes de las cuencas sin control fluviométrico, de modo que, para evaluar sus recursos hídricos resulta necesario recurrir a métodos sintéticos. Por esta razón, se utilizó un modelo de simulación hidrológica mensual para cuencas de régimen pluvial, herramienta que permite estimar los posibles caudales medios mensuales para el período estadístico dado a partir de información pluviométrica.

Utilizando esta metodología se generaron los caudales de las cuencas sin control de los esteros Los Mayos, Las Mariposas, Améstica, Curacaví y Miraflores. En todos estos casos, se constató que la escorrentía de estos esteros se concentra en los períodos con lluvias, decreciendo rápidamente hasta llegar a valores muy bajos durante la temporada de riego.

4.5 CALIDAD DE AGUAS

4.5.1 Introducción

La calidad requerida para el agua depende de los fines para lo cual se la destine. Así, se tiene una gran variación de requerimientos en agua, ya sea bebida, uso industrial o riego. Como criterio de calidad, deben especificarse límites para los constituyentes químicos, físicos y bacteriológicos, estos límites recomendados para la calidad del agua (Normas) pueden ser utilizados como guía para una adecuada protección y desarrollo de los embalses de agua subterránea.

4.5.2 Calidad para Regadío de los Recursos de Agua en Cuenca del Puangue

Las aguas presentes en la hoya del Puangue, corresponden tanto a recursos propios de la cuenca como a los importados desde la hoya del río Mapocho a través del canal Las Mercedes, las cuales también presentan fracciones de aguas provenientes de la cuenca del Maipo Alto debido a trasvases vía Canal San Carlos - Zanjón de la Aguada, aguas servidas de Santiago-Interceptor Zanjón de la Aguada, ante lo cual su calidad físico-química está condicionada por la calidad de sus fuentes.

De acuerdo con los indicadores de la Norma Oficial Chilena N° 1333 Of. 78 modificada en 1987 "Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos" y la Norma NCh 1333/2. "Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos, Parte 2 Riego", las aguas del Estero Puangue, hasta el cruce con la canoa del canal Las Mercedes, son aptas para el riego.

Aguas abajo del cruce de la canoa, el agua del canal de Las Mercedes empiezan a regar los terrenos bajo canal, cuyos derrames van a incrementar el agua del Puangue, haciendo subir bruscamente la salinidad de sus aguas. Lo anterior, unido a la constante descarga de la

napa subterránea durante la temporada de riego y, al agregado de nuevos materiales a lo largo de su escurrimiento superficial hace que el contenido de sólidos disueltos siga aumentando. No obstante lo anterior, en general se estima que una conductividad inferior a 1.000 $\mu\text{mho/cm}$, el caso del estero Puangue, es apta para todo uso, por lo cual en este escenario el agua superficial del Puangue no presenta restricciones por contenidos de sólidos disueltos o C.E. para su uso en riego. En cambio, no sucede lo mismo desde el punto de vista bacteriológico, ya que las aguas del canal Las Mercedes presentan altos niveles de materia fecal, lo que constituye una seria limitante para su uso en riego de hortalizas y frutales de exportación.

En lo relativo a los recursos subterráneos, es posible indicar que todas las aguas subterráneas de la zona de estudio no presentarían mayores problemas de salinización de los suelos (relacionada con la reducción de su permeabilidad) ya que el $\text{RAS} \leq 4$ en todos los casos.

4.6 DERECHOS DE AGUA

4.6.1 Situación Jurídica de las Aguas Depuradas

Históricamente y durante años, las aguas servidas de las ciudades de nuestro país han sido vertidas directamente a los cauces naturales sin ningún tipo de tratamiento previo, contraviniendo de esta manera el Artículo 73 del Código Sanitario del Decreto con Fuerza de Ley N° 725 del Ministerio de Salud Pública publicado en el Diario Oficial el 31 de Enero de 1968, el cual prohíbe descargar las aguas servidas y de residuos industriales o mineros en ríos o lagunas, o en cualquier otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos.

Este mismo artículo señala también que sin perjuicio de lo establecido en el Libro IX de este Código, la autoridad sanitaria podrá ordenar la inmediata suspensión de dichas descargas y exigir la ejecución de sistemas de tratamientos satisfactorios destinados a impedir toda contaminación.

Por otra parte, la Ley N° 18.777 autorizó al Estado para desarrollar actividades empresariales en materia de agua potable y alcantarillado y dispone, en lo que interesa, la constitución de la Empresa Metropolitana S.A. (EMOS S.A.), continuadora legal de la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias, cuyo objeto, según su artículo 2°, "será producir y distribuir agua potable; recolectar, tratar y evacuar las aguas servidas y realizar las demás prestaciones relacionadas con dichas actividades, en la forma y condiciones que establezcan esta ley y las demás normas que les sean aplicables".

A este respecto, cabe agregar que en la parte final del artículo 3° del D.F.L. N° 382, de 1989, del Ministerio de Obras Públicas, que contiene la Ley General de Servicios Sanitarios, se dispone que: "Se entiende por disposición de aguas servidas, la evacuación de éstas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento". En estas condiciones, por constituir el tratamiento de las aguas servidas uno de los aspectos que comprende la concesión sanitaria, EMOS S.A. se encuentra facultada para cobrar en sus tarifas un valor por dicho concepto.

Por tal razón, en el Decreto N° 64, de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que, actualmente, aprueba las fórmulas tarifarias para obtener los precios unitarios y cargos fijos aplicables al suministro de agua potable y al servicio de alcantarillado entregados por EMOS S.A., en su punto 2.6, se establece la normativa que regula el incremento de la variable CV8 (carga variable por disposición de aguas servidas) por tratamiento de aguas servidas para la cuenca.

En cuanto a la disposición de las aguas servidas, debe destacarse que el artículo 61 del D.F.L. N° 382, de 1982, del Ministerio de Obras Públicas, ya referido, norma esta situación, estableciendo que para los efectos de lo dispuesto en el Título V del Código de Aguas - que trata de los derrames y drenajes de aguas -, "entiéndese que los prestadores de servicios sanitarios abandonan las aguas servidas cuando éstas se evacuan en las redes o instalaciones de otro prestador o se confunden con las aguas de un cauce natural o artificial, salvo que exista derecho para conducir dichas aguas por tales cauces, redes o instalaciones".

De esta suerte, mientras no se produzca una entrega efectiva de las aguas servidas en un cauce natural o artificial, red o instalación de otro prestador, dichos recursos siguen siendo, en este caso, de propiedad de EMOS S.A. y no existe obligación legal alguna de abandonar las aguas servidas - tratadas o no - en un determinado punto físico, pudiendo así decidir libremente sobre la oportunidad, condiciones y el lugar de su descarga.

Si bien, en la actualidad, ocurre que tales aguas servidas - que constituyen jurídicamente derrames - son evacuadas hacia algunos cauces naturales incrementando su caudal, esto debe entenderse como una mera liberalidad de EMOS S.A., que no otorga derecho alguno a los terceros que podrían beneficiarse con la existencia de dichos recursos, aún cuando esta situación se haya mantenido por largo tiempo, aplicando al respecto las normas de los artículos 54 y 55 del Código de Aguas. Por lo demás, no cabe dudas que dicha situación, se irá modificando en el tiempo, con la construcción de plantas de tratamiento.

En lo particular, a EMOS S.A. le asiste la obligación legal de tratar las aguas servidas, lo cual quedó ratificado el Decreto Número 694 del Ministerio de Obras Públicas de fecha 30 de Julio de 1997 y publicado en el Diario Oficial el 1 de Octubre de 1997, en el cual se declara formalizadas las concesiones de producción y distribución de agua potable, recolección y disposición de aguas servidas de EMOS S.A. de todas las comunas que integran el área del Gran Santiago.

Por lo tanto, no existe inconveniente alguno para que una vez producido el tratamiento de las aguas, etapa en la cual aun es dueña de las aguas, la Empresa pueda disponer soberanamente de las aguas depuradas, pudiendo optar por ofrecerlas a terceros para su rehuso o evacuarlas a las redes o instalaciones de otro prestador o a un cauce natural o artificial.

En el evento de que EMOS S.A. decida ofrecerlas a terceros, para su empleo en regadío o en otros usos distintos del consumo humano, la Empresa podrá fijar un precio de venta o entrar en negociaciones con interesados titulares de derechos de aprovechamiento, para lograr objetivos tales como una venta o la permuta de esos derechos por determinados volúmenes de aguas tratadas, solución ésta última que resultará conveniente para los usuarios considerando que la producción de aguas depuradas constituye un caudal permanente y constante.

Respecto del precio que pudiera cobrar EMOS S.A. por las aguas tratadas, no cabe duda, que como éste no lo fijará la Autoridad, su determinación tendrá que observar las variantes existentes en el mercado de las aguas, debiendo tenerse en consideración que los posibles interesados en la utilización de dichas aguas se verán enfrentados a decisiones relacionadas con una adecuada asignación de los recursos de que disponen; de manera que será el mercado el que en definitiva condicionará u orientará la determinación del precio del agua tratada, al interactuar libremente en él los distintos agentes económicos interesados en tal recurso.

Con todo, si en las tarifas que cobre EMOS S.A., en la fecha en que decidiera comercializar las aguas tratadas, existiera un valor de recargo representativo de ese tratamiento en la cuenca a que se refiere este Estudio, correspondería que ese factor sea eliminado o rebajado

proporcionalmente, según el caso, respecto de los usuarios a quienes les afectare cobro por dicho concepto.

4.6.2 Derechos de Agua Subterránea Constituidos

El análisis de la situación de los derechos de aguas subterráneas en el área de estudio se ha basado en el censo de captaciones efectuado en toda el área de interés y en la información disponible en los registros existentes en la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas. De acuerdo con la revisión efectuada, al mes de diciembre de 1996, la situación se resume en el Cuadro 4.6-1, en el que presenta la situación de los derechos constituidos en el área de estudio, según tipo de uso. A través de su análisis, se puede advertir que la comuna de Curacaví presenta derechos constituidos con un uso predominantemente potable, en cambio en la comuna de María Pinto, el uso de los derechos constituidos a la fecha son únicamente para su uso en riego.

CUADRO 4.6-1
RESUMEN DE DERECHOS DE AGUA SUBTERRANEA CONSTITUIDOS, SEGÚN TIPO DE USO

TIPO DE USO	CURACA VÍ		MARIA PINTO	
	CANT. DERECHOS	Q ASOCIADO (l/s)	CANT. DERECHOS	Q ASOCIADO (l/s)
POTABLE P	6	132,8	0	0
RIEGO R	0 (3*)	200,0*	10 (13*)	506,3 (778,3*)
INDUSTRIAL I	3	41,9	0	0
POT.-RIEGO P-R	1	14	0	0
SIN USO SU			1*	0**
TOTAL COMUNA	10 (13*)	188,7 (388,7*)	10 (14*)	506,3 (778,3*)

* Cifras que consideran los derechos constituidos por 1 año, que a la fecha estarían obsoletos.

** No se especifica el caudal a extraer a través de esta captación, ya que el derecho fue constituido formando parte de un grupo de captaciones con un caudal de extracción global.

4.6.3 Derechos de Aguas Superficiales del Canal las Mercedes

El canal Las Mercedes constituye una de las fuentes principales de recursos de aguas superficiales en la zona de estudio. Este canal se origina en la ribera derecha del río Mapocho, a unos 800 m aguas abajo del puente sobre este río del camino que llega a Rinconada de Maipú. Los derechos de aguas en el cauce o fuente natural están constituidos por:

- 400 regadores de 15 l/s cada uno, según merced concedida en 1854 por la gobernación del Departamento de la Victoria a don Domingo Matte y otros, concesión confirmada el 31 de Julio de 1856.
- 200 regadores que la Sucesión Domingo Matte transfirió a la Comunidad Canal Las Mercedes, según escritura de 6 de Julio de 1883 ante el Notario Alvarez.

Los derechos están inscritos a Fs. 11 N° 12 de 1922 en el registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Santiago. Los derechos del canal se dividen en 400 acciones, los que reparten en sus 19 derivados.

4.6.4 Derechos de Agua Central Carena

Los recursos que alimentan la planta generadora de energía eléctrica de la Central Carena son transportados por el Canal de Las Mercedes.

En efecto, la Asociación de Canalistas de Las Mercedes es dueña de los derechos de agua del canal. Un acuerdo firmado entre CMPC S.A. y los Canalistas, que data de 1937, otorgó a CMPC S.A. un derecho no-consuntivo para usar 9 metros de columna de agua. En las consiguientes transferencias de activos, 50% de los derechos fueron cedidos a Polpaico, los que hoy son propiedad de la empresa Electro. A cambio por estos derechos de agua CMPC y Electro pagan a los Canalistas un monto proporcional a la capacidad promedio anual de la central.

Los derechos de agua están vigentes hasta el año 2027. Esto se debe al hecho de que CMPC y Electro son dueños de un segundo tipo de derechos de agua; este es el derecho a usar el desnivel existente en Carena para generación de electricidad. Este derecho, que proviene de la ley N° 2068 de 1907, fue adquirido en 1937 a la Sociedad Electro Química e Industrial Carena. Es importante señalar que la propiedad de CMPC y Electro de estos derechos impide que otros tengan la posibilidad de construir una segunda planta que use el mismo desnivel con las aguas del canal.

5. MODELO DE SIMULACIÓN CANAL SANTIAGO - CURACAVÍ

Con el fin de poder efectuar un balance entre los recursos de aguas que producirá la futura Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de EMOS S.A. y las necesidades de las potenciales áreas de riego ubicadas sobre cota del canal de Las Mercedes y bajo cota del nuevo canal, que se ha denominado canal Santiago - Curacaví, el cual aprovecharía los recursos de la planta de tratamiento, se ha construido un modelo matemático de operación de este sistema de recursos hídricos.

El modelo se planteó en términos suficientemente generales como para permitir el análisis de diferentes alternativas de aprovechamiento de los caudales disponibles y determinar también la mayor superficie que se puede abastecer con 85 % de seguridad en los diferentes sectores de riego que integran este sistema. Además, el modelo incluye las dos posibles centrales hidroeléctricas que utilizarían los caudales y alturas de caída disponibles en el nuevo canal matriz y en el primer derivado los canales, 100 m de caída la primera y 50 m de caída la segunda.

El modelo calcula las demandas de los sectores de riego a nivel predial y luego en bocatoma del derivado, a partir de los datos de necesidades netas prediales del sector, la eficiencia de aplicación media equivalente y la eficiencia de conducción en el derivado.

Conocido el caudal demandado mes a mes por cada derivado, el modelo calcula el caudal requerido en cada entrega del canal matriz, caudal que se compone de la demanda del derivado en esa entrega, más el caudal que debe dejarse pasar hacia aguas abajo, para satisfacer el caudal requerido por las demás entregas, habida consideración de las pérdidas por conducción del canal matriz.

Los caudales requeridos en las entregas del canal matriz se utilizan para calcular mes a mes los porcentajes de distribución en cada entrega. Naturalmente, esto también permite conocer la demanda del canal matriz en bocatoma y, por lo tanto, lo que pide a la planta de tratamiento. Finalmente esos valores son la base para el dimensionamiento de las obras civiles, que hacen posible conducir las aguas tratadas en la Planta Santiago Sur de Emos.

6. SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA

Se efectuó el estudio de la situación actual agropecuaria, que es la referencia que se utiliza para evaluar las diferentes alternativas o casos de proyecto que se plantean.

El estudio de la situación actual agropecuaria cubrió los siguientes aspectos:

- Identificación y caracterización predial y estructura de la propiedad rural
- Obtención de superficies por propiedad , clases de capacidad de uso de suelos y sectores de riego.
- Determinación de Grupos de predios
- Determinación de Predios Tipos
- Elaboración de estándares o patrones productivos y económicos por rubros
- Síntesis de la caracterización productiva de la situación sin proyecto.
- Síntesis de la caracterización económica de la situación sin proyecto

6.1. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD RURAL

En la identificación y caracterización predial y estructura de la propiedad rural se han obtenido antecedentes específicos del área de estudio, por medio de la aplicación y análisis de una ficha censal predial a los agricultores de ella. Estos antecedentes se refieren a todos los predios incluidos parcial o totalmente en el área de estudio.

Para poder aplicar la ficha predial a cada uno de los agricultores incluidos al interior del área del proyecto, se ha procedido primeramente a subdividir el área total en cinco sectores. Estos se han determinado de acuerdo a las características propias de cada uno de ellos, de tal forma que cada sector sea una unidad independiente y con límites geográficos definidos.

De esta manera se han definido para la aplicación de la ficha predial censal, los siguientes 5 sectores de estudio señalados anteriormente: Sector 1(Lo Prado-Miraflores), Sector 2 (Valle de Alhué - Curacaví), Sector 3 (Los Rulos, Las Mercedes, Ibacache y Chorombo), Sector 4 (La Pataguilla - María Pinto) y Sector 5 (Mallarauco).

La aplicación de la Ficha Predial Censal permitió obtener diferentes antecedentes respecto a los siguientes aspectos:

- Identificación de la propiedad del área incluida al interior del proyecto
- Tenencia y Título de la propiedad
- Superficie regada y situación legal de derechos de agua en área incluida al interior del proyecto (Agua superficial y Agua subterránea)
- Uso actual del suelo en riego y secano y los métodos de riego utilizados
- Sistemas de producción

Estos antecedentes han servido de base para la elaboración de la caracterización productiva y económica de la situación actual o sin proyecto.

6.2 OBTENCIÓN DE SUPERFICIES POR PROPIEDAD, CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS Y SECTORES DE RIEGO

Primeramente se obtuvo el área del proyecto a través de una cartografía base, correspondiente a planos a escala 1:10.000 del estudio denominado "Proyecto Maipo", el cual fue realizado en el año 1981 por la Comisión Nacional de Riego.

Posteriormente se ha traspasado la envolvente del proyecto desde los planos base a escala 1:10.000, hacia Ortofotos con información de propiedades a escala 1:20.000 de CIREN-CORFO.

Luego, se realizó la identificación sobre las ortofotos de propiedades de CIREN-CORFO, escala 1:20.000, de todas las propiedades presentes al interior del área en estudio, la que se complementó con información del Rol Extracto Agrícola del Servicio de Impuestos Internos y con antecedentes recogidos en terreno en la ficha predial censal.

De la manera señalada anteriormente se elaboró el listado de propietarios del presente proyecto y se obtuvo la cartografía de propiedades sobre ortofotos. Paralelamente se obtuvo la información de suelos del estudio respectivo, lo que permitió efectuar la planimetría de propiedades y suelos.

Una vez realizada la planimetría se anexó esta información, obtenida por explotación y suelos a la base de datos de la encuesta censal que contiene la identificación de las explotaciones con el Rol del Servicio de Impuestos Internos, nombre del propietario, nombre de la propiedad, sector y tipo de explotación. Paralelamente se analizó la información de superficie de suelos regados, nivel técnico y uso del suelo predial.

Con la información mencionada precedentemente se elaboraron cuadros de trabajo con todos los antecedentes recopilados y se procedió a obtener los Grupos de Predios para la posterior obtención de los predios tipos preliminares al interior de cada grupo de predios.

6.3 DETERMINACIÓN DE GRUPOS DE PREDIOS

Para representar adecuadamente las posibilidades de desarrollo de las diversas alternativas que se planteen a futuro, se realizó la caracterización tanto de la situación actual como futura a partir de la determinación de predios tipo.

Los predios tipo corresponden a explotaciones de tamaño parecido a la media, con un cierto grado de especialización, que los hacen representativos de un grupo de propiedades dentro de un determinado sector. En resumen, un predio tipo es una unidad de diagnóstico y desarrollo de un sector en base a su propia tecnología.

Los criterios básicos de identificación de los predios tipo están orientados a la obtención de unidades de diagnóstico lo más representativas de la o las realidades actuales y del potencial factible de lograr con la introducción de elementos positivos a través del presente proyecto.

Para la obtención de los Predios Tipo primeramente fue necesario determinar los Grupos de Predios. Mediante un análisis preliminar de las explotaciones censadas, se ha podido determinar la presencia de distintos tipos de predios al interior del área de estudio. Esta distinción se ha basado principalmente en el nivel de la explotación y características del propietario, en conjunto con el sistema productivo actual de la propiedad.

6.4 DETERMINACIÓN DE PREDIOS TIPOS

Tal como se ha señalado anteriormente, para el presente proyecto las unidades de trabajo y análisis son los predios tipo. Para esto, se han obtenido Predios Tipo representativos dentro de cada Grupo de Predios. Lo anterior se ha realizado en base a la obtención de un predio tipo de tamaño similar al promedio del Grupo de Predios y posteriormente se ha considerado la información de distribución de las Clases de Capacidad de Uso de los Suelos y la estructura porcentual de uso del suelo.

La selección de los predios tipo en base a su representatividad en cuanto al tamaño de la propiedad, distribución de suelos y estructura de uso de los mismos, se ha considerado con el fin de obtener una expansión de los resultados lo más fidedigna posible de la realidad actual del área y de la factibilidad futura del proyecto. Se determinaron 27 predios tipo representativos para el total del área, y se obtuvo de ellos por medio de encuesta detallada, información que se ha utilizado con fines de caracterización y análisis.

6.5 ELABORACIÓN DE ESTÁNDARES O PATRONES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS POR RUBROS

Se han elaborado patrones o estándares productivos y económicos para cada rubro identificado en el área del proyecto a través de la ficha censal. Estos se han realizado considerando las variables tecnológicas y climáticas existentes utilizando información de la encuesta y de antecedentes bibliográficos.

En términos generales se han considerado los siguientes aspectos en cada patrón:

- Mano de Obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y empaques
- Imprevistos
- Rendimientos
- Costos Fijos
- Margen Bruto

Posteriormente se han valorizado los estándares o patrones con información del estudio de "Mercados, Comercialización y Precios" y también antecedentes obtenidos de la encuesta agropecuaria. Una vez valorizados los estándares se obtienen los patrones productivos y económicos que incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, gastos generales, fijos y margen bruto por hectárea.

Los patrones elaborados inicialmente a precios de mercado se ajustan de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN para calcular así los patrones a precios sociales.

6.6 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE LA SITUACIÓN SIN PROYECTO.

La caracterización productiva de la situación agropecuaria del área de estudio se refiere a la determinación del uso del suelo respectivo.

El uso del suelo en situación sin proyecto se debe separar para dos áreas diferentes, una bajo cota de los canales presupuestados y otra para el área sobre cota de canales realizada por sector.

Para el área sobre cota de los canales el uso del suelo esta constituido en un 100% por pastos naturales y vegetación nativa.

En cuanto al uso del suelo para el área bajo cota de los canales esta se determinó utilizando el siguiente procedimiento:

Se consideró el área subdividida en los grupos de predios a que se hizo referencia anteriormente. Para cada grupo de predios se conoce la superficie por clases de suelos obtenida de la planimetría respectiva.

Se amplió la base de datos con información de superficie por Clases de Capacidad de Uso de los suelos, con los antecedentes de uso del suelo respectivos obtenidos de la encuesta censal.

Por medio de la suma de la información predial se ha obtenido el uso del suelo a nivel de cada uno de los grupos de predios determinados y para el total de cada sector.

Cabe indicar que para la determinación del uso del suelo por grupos de predios se ha seguido el procedimiento mencionado debido a la existencia de información predial, determinada por la encuesta censal. Sin perjuicio de esto se ha determinado también la información de uso del suelo de la encuesta por predio tipo, con el objeto de realizar el análisis financiero y la determinación de la recuperación de costos.

La determinación del uso del suelo se efectuó primeramente por sector de riego y luego, una vez establecido los casos o alternativas de proyecto propuestas se realizó para cada una de esas unidades, utilizando la metodología indicada anteriormente.

En el Cuadro 6.6-1 se presenta un resumen de la información de uso del suelo por caso.

6.7 SÍNTESIS DE LA CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA.

Con los antecedentes presentados en los acápite anteriores en cuanto a uso del suelo y estándares productivos por rubro, se determinó la caracterización económica por rubro, por grupos de predios, por sector y por alternativa o caso. Esta comprende la determinación de ingresos brutos, costos directos, márgenes brutos y costos indirectos utilizados en la evaluación económica en donde se determina el beneficio neto agropecuario.

La determinación de beneficios netos agropecuarios se ha realizado en la Evaluación Económica, tanto a precios de mercado como a precios sociales. En dicha oportunidad, se elaboraron los flujos agrícolas para el período de tiempo que se ha considerado evaluar para cada caso estudiado.

CUADRO 6.6-1
SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA
USO DEL SUELO EN RIEGO Y SECANO (há)

ESPECIE	SUPERFICIE BAJO COTA																	
	CASO 1			CASO 2			CASO 3			CASO 4			CASO 5			CASO 6		
	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL	RIEGO	SECANO	TOTAL
DURAZNO Y NECTARIN	15,3	0	15,3	21,6	0	21,6	13,9	0	13,9	15,3	0	15,3	23	0	23	13,9	0	13,9
ALMENDRO	28	0	28	63,2	1,3	64,5	82,6	3	85,6	28	0	28	81,5	1,7	83,2	82,6	3	85,6
NOGAL	0	0	0	6	0	6	10,9	0	10,9	0	0	0	6,5	0	6,5	10,9	0	10,9
LIMONERO	45,6	0	45,6	61,9	0	61,9	54,9	0	54,9	45,6	0	45,6	64,7	0	64,7	54,9	0	54,9
PALTO	14	0	14	29,8	0	29,8	34	0	34	14	0	14	33,1	0	33,1	34	0	34
VID DE MESA	3,5	0	3,5	34,8	0	34,8	46,4	0	46,4	3,5	0	3,5	34,8	0	34,8	46,4	0	46,4
OTROS FRUTALES	11,55	0	11,55	25,05	3,9	28,95	22,05	5	27,05	11,55	0	11,55	27,15	3,9	31,05	22,05	5	27,05
TUNA	0	0	0	11,8	0,3	12,1	13,8	0,5	14,3	0	0	0	11,8	0,3	12,1	13,8	0,5	14,3
BERRIES	0,5	0	0,5	6,2	0	6,2	5,7	0	5,7	0,5	0	0,5	6,2	0	6,2	5,7	0	5,7
VID VINIFERA	146,5	0	146,5	146,9	2,3	149,2	0,5	4	4,5	146,5	0	146,5	146,9	2,9	149,8	0,5	4	4,5
TRIGO	110	0	110	125,8	0	125,8	20	0	20	110	0	110	125,8	0	125,8	20	0	20
MAIZ SILO	1	0	1	21,7	0	21,7	69,1	0	69,1	1	0	1	21,7	0	21,7	69,1	0	69,1
MAIZ CONSUMO	236,5	0	236,5	245,7	0	245,7	12,75	0	12,75	236,5	0	236,5	246,4	0	246,4	12,75	0	12,75
OTROS CEREALES	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
POROTOS	0	0	0	1,1	0	1,1	1,5	0	1,5	0	0	0	1,2	0	1,2	1,5	0	1,5
PAPAS	75,2	0	75,2	112,4	0	112,4	56,3	0	56,3	75,2	0	75,2	115,8	0	115,8	56,3	0	56,3
OTRAS CHACRAS	113,5	0	113,5	163,3	0	163,3	58,55	0	58,55	113,5	0	113,5	165,1	0	165,1	58,55	0	58,55
NVERNADERSOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HORTALIZA INVIERNO	94,2	0	94,2	120,7	0	120,7	35,5	0	35,5	94,2	0	94,2	121	0	121	35,5	0	35,5
HORTALIZA PRIMAVER	0	0	0	19,7	0	19,7	28,4	0	28,4	0	0	0	21,1	0	21,1	28,4	0	28,4
HORTALIZA VERANO	2	0	2	43,6	0	43,6	53,1	0	53,1	2	0	2	44,9	0	44,9	53,1	0	53,1
HORTALIZA MULTIANU	0	0	0	1,3	0	1,3	4,5	0	4,5	0	0	0	2,7	0	2,7	4,5	0	4,5
ALFALFA	46,5	0	46,5	103	0	103	129,1	0	129,1	46,5	0	46,5	105,7	0	105,7	129,1	0	129,1
TREBOL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRADERA MIXTA	0	0	0	3,9	12,6	16,5	5	16	21	0	0	0	3,9	12,6	16,5	5	16	21
PRADERA NATURAL	14,2	2440,25	2454,45	36,3	3433,55	3469,85	31,3	2125,35	2156,65	14,2	2440,25	2454,45	37,3	3469,05	3506,35	31,3	2125,35	2156,65
OTROS FORRAJES	46	0	46	46	0	46	0	0	0	46	0	46	46	0	46	0	0	0
SIN ASIGNACION	52,7	289,2	341,9	76,1	453,6	529,7	41	508,8	549,8	52,7	289,2	341,9	78,2	491,5	569,7	41	508,8	549,8
TOTAL	1057,75	2729,45	3787,2	1528,85	3907,55	5436,4	830,85	2662,65	3493,5	1057,75	2729,45	3787,2	1573,45	3981,95	5555,4	830,85	2662,65	3493,5

SUPERFICIE SOBRE COTA																		
VEGETACION NATIVA	0	462,7	462,7	0	677,3	677,3	0	683,2	683,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIN ASIGNACION	0	17,8	17,8	0	29,6	29,6	0	21,1	21,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	480,5	480,5	0	706,9	706,9	0	704,3	704,3	0								

SUPERFICIE TOTAL																		
CULTIVABLE	1005,05	2902,95	3908	1452,75	4131,25	5584	789,85	2837,05	3626,9	1005,05	2440,25	3445,3	1495,25	3490,45	4985,7	789,85	2153,85	2943,7
SIN ASIGNACION	52,7	307	359,7	76,1	483,2	559,3	41	529,9	570,9	52,7	289,2	341,9	78,2	491,5	569,7	41	508,8	549,8
TOTAL	1057,75	3209,95	4267,7	1528,85	4614,45	6143,3	830,85	3366,95	4197,8	1057,75	2729,45	3787,2	1573,45	3981,95	5555,4	830,85	2662,65	3493,5

Nota 1: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (5% de la superficie bruta) y a superficie de predios de agrado que no tienen un uso agrícola.

Nota 2: La superficie sobre cota de canal corresponde íntegramente a vegetación nativa sin uso agrícola directo.

7. SITUACION AGROPECUARIA CON PROYECTO O FUTURA

Primeramente se efectuó el estudio de la situación agropecuaria con proyecto o futura por sector de riego, bajo el supuesto que pudiera regarse la totalidad de los suelos cultivables en condiciones de riego que posee cada sector. Posteriormente se elaboró la caracterización productiva y económica para cada uno de los casos o alternativas de obras consideradas, que tomando en cuenta las reales disponibilidades de agua de riego existentes. La caracterización efectuada por caso o alternativa se fundamenta evidentemente en la efectuada por sector de riego, refiriéndose al área territorial definida como suma de sectores o partes de ellos.

La caracterización productiva y económica establece las condiciones de desarrollo y el uso del suelo del año meta del proyecto, es decir aquel en que la ejecución de las obras y la implementación del programa agropecuario se encuentran terminados.

El estudio de la situación agropecuaria futura o con proyecto cubre los siguientes aspectos:

- Criterios y estrategias de desarrollo agropecuario
- Uso del suelo y patrones o estándares productivos y económicos
- Inversiones
- Márgenes económicos.

7.1 CRITERIOS Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO AGROPECUARIO

La formulación concreta del desarrollo agropecuario del área de estudio en condiciones de riego, utilizando las aguas provenientes de la planta de tratamiento de aguas servidas de Santiago Sur, se ha orientado a base de ciertos criterios previamente establecidos.

Los criterios mencionados consideran principalmente los siguientes aspectos:

- Políticas económicas y sociales vigentes.
- Características de las aguas a utilizar en el riego.
- Beneficios económicos.
- Características de suelos.
- Condiciones de clima.
- Estructura de la propiedad.

a) Políticas Económicas y Sociales Vigentes

Las políticas económicas y sociales vigentes, en términos generales proporcionan un marco de referencia a las acciones que puedan plantearse en el campo del desarrollo agropecuario de una determinada área. Este marco de referencia se refiere principalmente a la apertura al comercio exterior, a la liberación de los mercados internos, a la libre contratación de mano de obra y a la libertad de programación de sus actividades por parte de los agentes económicos. De esto último se infiere que al hablar de desarrollo económico del área regable, por el agua de la planta de tratamiento de Santiago Sur, no se plantea un programa indicativo y fijo sino más bien líneas de acción, dentro de las cuales los agricultores pueden moverse libremente. Esto significa concretamente que el uso del suelo y las condiciones operativas de los agricultores que se indiquen en los programas concretos que se plantean, solo pretenden reflejar la potencialidad productiva y económica de una agricultura de riego.

b) Características de las Aguas a Utilizar en el Riego

Conforme con el Informe del Sr. James Crook, especialista en el tema y considerando además las normas de calidad de aguas chilenas, se pueden sacar las siguientes conclusiones, en cuanto al uso de las aguas tratadas en el área del proyecto:

- Respecto a productos de exportación a E.E.U.U. y Europa solo se pueden desarrollar cultivos frutales, no existiendo la posibilidad de efectuar exportaciones de hortalizas, regadas por las aguas tratadas en la planta Santiago Sur.
- Respecto a productos de consumo interno y de exportación a países del MERCOSUR no existirían limitaciones especiales para chacras y hortalizas, debido a que las características de las aguas a utilizar son mejores que las aceptadas por las normas en uso.

c) Beneficios Económicos

Por las condiciones y características de las inversiones a realizar y el tipo de agua que tendría un costo superior al "normal" en Chile, es recomendable orientar la producción hacia rubros que, ajustándose dentro de las condiciones agroclimáticas y de suelos presenten rentabilidades elevadas en comparación con otras alternativas productivas.

d) Características de Suelos

La asignación de cultivos en situación agropecuaria futura o con proyecto considera los suelos en su potencialidad, tanto normal como en condiciones de riego tecnificado. En el Estudio Agrológico efectuado se ha mejorado la Capacidad de Uso de algunos suelos, considerando el riego tecnificado. Esta situación se ha indicado con la Capacidad de Uso escrita entre paréntesis.

De acuerdo a lo anterior se puede establecer la siguiente relación entre los suelos del área, expresados en Capacidad de Uso y los tipos de cultivos posible de desarrollar en ella.

I-IIs-IIw	- Todo cultivo.
IIIe (IIs)	- Todo cultivo con riego tecnificado.
IIIs (IIs)	- Frutal preferentemente, pero también cultivos. riego tecnificado.
IIIw	- Cereales, chacras y hortalizas. Praderas.
IVs (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado.
IVe (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado
IVw	- Cereales, chacras y hortalizas. Praderas excluyendo alfalfa.
IVs	- Cereales, chacras, hortalizas y praderas con riego tecnificado.
VIe	- Praderas con riego tecnificado.
VIs (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado.
VIe (IIIs)	- Solo frutal con riego tecnificado.
VII	- Forestal/ Pastoreo de temporada.
VIII	- Vida silvestre.

e) Condiciones de Clima

Tomando en cuenta los principales aspectos considerados en el estudio agroclimático efectuado dentro del proyecto y las diferenciaciones climáticas que se producen por efecto de la altitud y la topografía principalmente, se han definido las siguientes sub-áreas:

- Totalidad del área de estudio: Se adaptan en buenas condiciones cultivos de chacras y hortalizas y frutales tales como almendro, limón y varios de hoja caduca y viñas.

- Partes altas principalmente en piedmont elevados y cerros regados con riego tecnificado: Se adaptan en buenas condiciones algunos frutales, especialmente además de almendro, limón, varios de hoja caduca y palto.

f) Estructura de la Propiedad

La estructura de la propiedad está en cierto modo correlacionada con el nivel tecnológico utilizado. Por ello se puede indicar lo siguiente en cuanto a la orientación productiva por tamaño de la propiedad:

- **Frutales** En general requieren una alta inversión, agregándose además en este caso, la necesidad de inversión adicional en sistemas de riego tecnificado. Todo esto hace que la escala de inversión y plantación sea un factor importante. Ello determina que las plantaciones frutales se orienten, preferentemente hacia el estrato de tamaño mayor.
- **Praderas** Esta actividad agrícola es compatible con diferentes tamaños, aún cuando superficies mayores permiten la implementación de sistemas de riego tecnificados.
- **Chacras y Hortalizas** Estas actividades productivas se ajustan bastante bien al nivel de tamaño de parcelas. Las chacras también son operables a escala de tamaño mayores.

g) Precios y Mercados

La asignación potencial del suelo con los diferentes cultivos debe ser compatible con el tamaño del Mercado y el nivel de los precios. En todo caso, el tamaño del área a regar e incorporada a la producción, no parece ser tan significativa como para afectar la oferta en forma importante. Obviamente esto bajo el supuesto de que la estructura propuesta de uso del suelo tiene un cierto grado de diversificación. Esto es posible dado que esta diversificación se apoya en la capacidad de uso del suelo, clima, estructura de la propiedad y características de los sectores.

7.2 USO DEL SUELO Y PATRONES O ESTÁNDARES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS

En este acápite se procedió a efectuar una proposición de uso del suelo en situación futura o con proyecto, considerando los criterios de desarrollo agropecuario expuestos y los rubros productivos que se han definido como relevantes.

Como se ha indicado anteriormente, la asignación de uso del suelo efectuada no constituye un programa agropecuario fijo, sino una proposición que pretende representar un potencial agropecuario concreto, en condiciones de riego con aguas servidas tratadas, de la planta de tratamiento de Santiago Sur. Este potencial agropecuario, además de las condicionantes mencionadas al tratar los criterios de desarrollo, ha considerado la situación de los agricultores del área y en general, las preferencias manifestadas por ellos en la encuesta agropecuaria efectuada.

El uso del suelo que se presenta al tratar cada Predio Tipo representa las condiciones que existirían en el área para el año meta del proyecto, es decir, el año en que la implementación del desarrollo se encuentre terminada. Esto significa que ese año el área se encuentra regada, las plantaciones frutícolas efectuadas y todos los pasos intermedios realizados.

Para la situación con proyecto se ha considerado el desarrollo de los siguientes rubros productivos agrícolas, fundamentando en que representan en conjunto más del 70% del área actualmente regada, tiene adecuada adaptación al clima y suelo del área, se pueden desarrollar considerando la calidad del agua de riego que existirá , poseen posibilidades de mercado, etc.:

- Almendro
- Limón
- Palto
- Vid Vinífera
- Arándano
- Papas
- Zapallo de Guarda
- Maíz choclero
- Tomate
- Repollo
- Alfalfa
- Huerto familiar

a) Uso del Suelo por Grupo de Predios , Sector y Caso

En este acápite se efectúa la caracterización productiva por Grupos de Predios y Sector de la situación agropecuaria con proyecto, es decir, aquella que se espera lograr una vez realizadas las obras y conseguidas las metas planteadas en el proyecto de riego en estudio.

Como se indicó anteriormente, esta parte del estudio se refiere a la caracterización agrícola del área de proyecto, en cuanto a la determinación del uso del suelo esperable de acuerdo a las condiciones propias de la zona en estudio.

La situación en desarrollo, o situación futura agropecuaria, como se ha señalado anteriormente, corresponde a lo que puede esperarse, en cuanto a la asignación de rubros productivos en el suelo agrícola, en el largo plazo, en el año meta del proyecto. Esto considerando las condiciones de riego determinadas por las nuevas obras y sus normas de operación.

Por otra parte, en situación futura se dispondría de recursos de riego suficientes para desarrollar una agricultura con riego seguro, en vez de la situación actual, en que parte del área es regada con recursos insuficientes y otra se encuentra totalmente en condiciones de secano. Con el proyecto se posibilita la utilización del suelo de manera intensiva, por medio de cultivos que se adapten a las condiciones de clima y suelo del área y sean factibles de incorporar por los propios agricultores. De esta forma, se levanta la fuerte restricción existente en la situación actual, en que las condiciones actuales del área limitan el potencial desarrollo agrícola de ella. Indudablemente que al disponer de agua segura para el riego en situación futura, los agricultores no van a desarrollar la agricultura en el límite máximo del potencial físico de clima y suelo que ofrece la zona, sino que ese desarrollo va a estar condicionado en parte por factores tales como estructura de la propiedad rural, nivel tecnológico de las explotaciones, etc. Esto último significa que el plan o programa de situación futura debe ajustarse a los recursos del área, tomando en cuenta las condiciones que se estima existirán en el largo plazo.

Si bien lo anterior tiene mucha importancia, no es menos cierto que sólo con un gran esfuerzo productivo, tanto en cuanto a la selección de rubros a desarrollar como a la forma de hacer la explotación de ellos, es posible alcanzar las metas económicas que requiere la ejecución de las

obras necesarias para efectuar el riego del área. En este sentido, un aspecto de mucho interés está constituido por la mejoría en el nivel tecnológico que utilizarán los agricultores para desarrollar sus diferentes rubros productivos a futuro.

Finalmente se ha considerado, como supuesto básico del desarrollo agrícola del área en condiciones de riego, el hecho que los agricultores cuenten con apoyo financiero y crediticio para desarrollar sus explotaciones en la forma propuesta.

En esta oportunidad en base a la asignación de cultivos por Predios Tipos, se ha estudiado el uso del suelo y la asignación de cultivos por Grupo de Predios, Sector y caso o alternativa de obras.

El uso del suelo por grupo de predios determinada en función de los criterios anteriormente expuestos, ha permitido posteriormente obtener la estructura productiva por sector para los casos determinados.

Considerando los casos o alternativas se obtiene el uso del suelo por caso el que se presenta en el Cuadro 7.2-1.

b) Estándares o Patrones Productivos y Económicos

Al igual que para la situación actual agropecuaria, se han elaborado estándares o patrones productivos y económicos para cada uno de los rubros productivos propuestos en situación con proyecto o futura en el área del proyecto. Estos se han realizado de acuerdo al nivel tecnológico, utilizando la información de la encuesta a los predios tipos y antecedentes bibliográficos disponibles por el consultor y antecedentes generales obtenidos de zona. Los estándares incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se han considerado los siguientes aspectos en cada patrón:

- Labores e insumos
 - * Mano de obra
 - * Maquinaria
 - * Tracción animal
 - * Insumos físicos
 - * Fletes y envases
 - * Imprevistos
- Rendimientos

Se han valorizado los estándares o patrones productivos para obtener, a partir de ellos, los estándares económicos, refundiendo ambos aspectos. Estos incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos, gastos generales e imprevistos y margen de contribución o margen bruto.

Los patrones se han elaborado a precios de mercado, y posteriormente, de acuerdo a las normas impartidas por MIDEPLAN, se han calculado a precios sociales.

CUADRO 7.2-1
USO DEL SUELO EN SITUACION CON PROYECTO O FUTURA (há)

CULTIVOS	SUPERFICIE BAJO COTA DE RIEGO					
	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6
LIMON	476,1	723,2	465,3	476,1	728,2	465,3
ALMENDRO	405,1	604,1	352,1	405,1	615,9	352,1
PALTO	577,6	696,3	351,4	577,6	696,3	351,4
VID VINIFERA	573,9	754,7	416,0	573,9	754,7	416,0
ARANDANO	79,8	163,4	136,5	79,8	176,1	136,5
PAPAS	251,9	342,0	151,9	251,9	342,0	151,9
ZAPALLO	249,9	371,5	203,3	249,9	371,5	203,3
MAIZ CHOCLERO	153,6	248,3	175,1	153,6	261,4	175,1
TOMATE	59,1	97,6	57,0	59,1	98,8	57,0
REPOLLO-TOMATE	105,6	182,8	130,2	105,6	195,9	130,2
PAPA-MAIZ CHOCLERO	66,9	79,9	44,2	66,9	84,3	44,2
HUERTA FAMILIAR	9,8	71,8	182,5	9,8	85,0	182,5
ALFALFA	436,2	571,0	278,4	436,2	575,5	278,4
SIN ASIGNACION	341,9	529,7	549,7	341,9	569,7	549,7
TOTAL BAJO COTA	3.787,4	5.436,3	3.493,6	3.787,4	5.555,3	3.493,6

SUPERFICIE SOBRE COTA DE RIEGO

LIMON	177,9	262,7	280,7	0,0	0,0	0,0
ALMENDRO	92,5	165,2	172,6	0,0	0,0	0,0
PALTO	192,3	249,4	229,9	0,0	0,0	0,0
SIN ASIGNACION	17,8	29,6	21,1	0,0	0,0	0,0
TOTAL SOBRE COTA	480,5	706,9	704,3	0,0	0,0	0,0

SUPERFICIE TOTAL DE RIEGO

CULTIVABLE	3.908,2	5.583,9	3.627,1	3.445,5	4.985,6	2.943,9
SIN ASIGNACION	359,7	559,3	570,8	341,9	569,7	549,7
TOTAL SOBRE COTA	4.267,9	6.143,2	4.197,9	3.787,4	5.555,3	3.493,6

Nota 1: El ítem sin asignación corresponde a superficie indirectamente productiva (5% de la superficie bruta) y a superficie de predios de agrado que no tienen un uso agrícola.

c) Gastos Indirectos

Con el objeto de determinar posteriormente el ingreso neto o margen neto agrícola de la situación con proyecto o futura, se han estimado los gastos indirectos por hectárea de cada Predio Tipo considerado.

Los aspectos que se han incluido en los gastos indirectos corresponden a los mismos presentados en la situación actual o sin proyecto y cuya base de estimación corresponde a la información de la encuesta realizada a los predios tipos. Los aspectos considerados son los siguientes: administración, contribuciones, contabilidad, movilización y otros, y gastos generales.

7.3 INVERSIONES

Las inversiones agrícolas a implementar con la ejecución del presente proyecto, tienen relación con las inversiones en plantaciones frutícolas, estructuras de almacenaje, métodos de riego y en general todo aquello que en la actualidad no exista y sea necesario incorporar a la actividad agropecuaria de la situación con proyecto.

Entre las inversiones en plantaciones frutícolas, se deben señalar las plantaciones de especies tales como: almendros, limoneros, paltos y arándanos.

Las inversiones en estructuras de almacenaje, se refieren a infraestructura predial de guarda de forrajes, como es el caso de galpones. También se debe considerar dentro de este ítem los packing, necesarios para el procesamiento de las especies frutícolas.

Dentro de los sistemas de riego se incluye el respectivo costo de inversión de cada método. Entre los métodos de riego tecnificados a implementar se encuentran los siguientes: aspersión, goteo, microjet, cintas y pivote central.

Cabe señalar, que cada una de las inversiones mencionadas han sido descritas y consideradas en detalle en la respectiva evaluación económica del proyecto.

7.4 MÁRGENES ECONÓMICOS

En esta etapa del estudio se han determinado los márgenes económicos unitarios para cada uno de los rubros productivos propuestos en situación con proyecto o futura. La información ha sido elaborada tanto a precios de mercado como a precios sociales.

Los márgenes económicos considerados corresponden a los siguientes cultivos: Limonero, almendro, palto, vid vinífera, arándano, papa nivel medio, papa nivel alto, zapallo guarda nivel medio, zapallo guarda nivel alto, maíz choclero, tomate, repollo, alfalfa nivel medio y alfalfa nivel alto

Además de los cultivos anteriormente señalados, se han considerado dos tipos de rotaciones de cultivos anuales (dobles cultivos) consistentes en repollo - tomate y papa - maíz choclero. Ambas rotaciones corresponden a cultivos realizados en una misma temporada agrícola en el mismo terreno, por lo cual la rentabilidad de la superficie es más elevada.

8. PREDISEÑO DE OBRAS CIVILES

8.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo, se refiere al prediseño de las obras matrices que conforman la inversión en infraestructura civil, para materializar el proyecto de aprovechamiento en riego, de las aguas servidas que serán tratadas en la futura planta Santiago Sur de EMOS. Este aprovechamiento consiste en el riego de suelos que actualmente son de secano, cuya superficie total considerada en el estudio, es notablemente mayor a la posible de servir con el agua disponible. Esta circunstancia orientó la definición de alternativas de sectores a regar; de esta forma los estudios realizados tienden a optimizar el uso del recurso hídrico, mediante su total aprovechamiento, dado que el caudal disponible con alta seguridad, constituye la limitación más restrictiva para el proyecto.

Las obras incluidas en la determinación de la inversión en obras civiles del canal matriz de riego, son:

- Canales matrices (prediseño).
- Red secundaria (esquema conceptual).
- Obras de arte principales tales como: bocatoma, canoas, revestimientos, túneles, marcos partidores, aforadores, cruces de quebrada, alcantarillas, sifones, rápidos de descarga, desagües, plantas de bombeo, tranques reguladores, saques laterales, compuertas, etc.

8.2 ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BÁSICAS

Para el prediseño, se estudiaron seis Casos, con superficies de riego distintas, asociados a los cuatro Sectores caracterizados en los estudios agronómicos. De acuerdo con los resultados del modelo de simulación del sistema, se determinó que los recursos hídricos de la Planta Santiago Sur de EMOS, no eran suficientes para regar la totalidad del área correspondiente a los cuatro Sectores de riego definidos. Por tal motivo, se analizaron una serie de alternativas, de tal forma que por razones de costos de las obras civiles asociadas se decidió descartar el Sector 3, que es la zona más alejada y de más difícil acceso, ya que requiere de un sifón y un túnel de grandes dimensiones. Debido a que la disponibilidad del recurso es limitada, fue necesario descartar el sector con más alto costo, que como se ha indicado es el Sector 3.

Los Casos seleccionados se describen a continuación, en el Cuadro 8.2-1, en el que se incluye el costo global adoptado para las obras proyectadas:

CUADRO 8.2-1
CASOS DE SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO SOBRE Y BAJO COTA DE CANAL

CASO	UBICACION DE SUPERFICIE SOBRE y BAJO COTA DE CANAL	SUPERFICIE DE RIEGO SEGURO	LONGITUD DE CANAL MATRIZ	CAUDALES EN BT. PARA EL PREDISEÑO	COSTO GLOBAL PRIVADO
		(há)	(km)	(m ³ /s)	(US\$ millones)
1	SECTOR: 1 y 4	3.908	139	4,2	28,9
2	SECTOR: 1, 4 y 2 norte	5.288	178	6,3	40,6
3	SECTOR: 1, 2 norte y 2	3.627	154	3,9	31,7

La distribución de las superficies regadas por sector, son variables, para cada uno de los seis Casos estudiados. Los valores de esas superficies de riego seguro se presentan en el cuadro 8.2-2.

CUADRO 8.2-2
SUPERFICIES DE RIEGO SEGURO POR SECTORES

CASO	SUPERFICIE REGADA (há)			
	SECTOR N° 1	SECTOR N° 2	SECTOR N° 4	TOTAL
1	923	0	2.985	3.908
2	923	1.380	2985	5.288
3	923	2.704	0	3.627
4	623	0	2.823	3.446
5	623	1.500	2.823	4.946
6	623	2.321	0	2.944

Los casos señalados, incluyen el riego de terrenos ubicados bajo cota de canal y además el caso de terrenos que quedarán sobre su cota y requerirán de impulsiones mecánicas de variados tamaños, para acceder a las cabeceras de las agrupaciones. Cada caso incluye su dimensionamiento económico, la cubicación de las partidas de obras y su costeo globalizado, a precios privados y sociales, ha permitido realizar la posterior evaluación económica, con el programa de inversiones en obras civiles.

8.3 ANTEPROYECTO PRELIMINAR DE LAS OBRAS CIVILES Y PRESUPUESTO

8.3.1 Generalidades

Las alternativas de riego, de los diferentes sectores, tienen asociadas una demanda hídrica, cuyos caudales oscilan entre 3,3 m³/s y 6,0 m³/s en bocatoma, según se determinó en el balance hídrico, realizado con el Modelo de Simulación desarrollado para el Proyecto Santiago Sur.

Para la determinación de los caudales de diseño de las obras del proyecto, se analizó previamente el sistema más adecuado para distribuir el agua hacia los derivados desde el canal matriz, adoptando la distribución automática del agua mediante marcos partidores. Este sistema permite reducir la capacidad de porteo del canal a lo largo de su desarrollo, si se dispone de una secuencia de obras de seguridad y desagüe. Aguas abajo de las entregas, se consultan obras de regulación nocturna, desde las cuales se desprenden las denominadas redes secundarias de riego. Por otra parte, la capacidad del canal también disminuye a medida que se producen las pérdidas en la conducción, lo cual se considera en el prediseño.

Se efectuaron los prediseños de las obras principales que conforman el proyecto, para plantear soluciones técnicas a nivel preliminar y especialmente para cuantificar las inversiones en obras civiles para los seis Casos ya indicados.

El antecedente principal de trabajo lo constituyó la restitución aerofotogramétrica a escala 1:10.000 proporcionada por la CNR. Estos antecedentes cartográficos fueron complementado por algunos levantamientos específicos realizados por el Consultor, ligándolos al plano general a través de puntos notables del terreno.

- Minicentral hidroeléctrica.

En el km 13 del canal troncal, se especifica una minicentral, cuya definición se ha realizado a nivel conceptual a través de curvas de costos, que podría utilizar la existencia de una caída de room, con todo el caudal destinado al riego, proveniente de la planta de tratamiento de aguas servidas Santiago Sur. La central operaría el año 2.004. Su construcción se debería iniciar a partir del año 2.002, con una duración de dos años, pero debido a su baja rentabilidad no se considerado en esta oportunidad esta alternativa como parte del proyecto de riego. No obstante lo anterior, dado el dinamismo del sector eléctrico chileno, se recomienda retomar este desarrollo hidroeléctrico en etapas posteriores del proyecto de riego

8.3.2 Presupuesto de las Obras

a) Precios Unitarios

Este tema se ha desarrollado con los rendimientos medios esperables en obras de riego, empleados en otros proyectos similares ya aprobados recientemente, para el Ministerio de Obras Públicas. Para su empleo en el presupuesto de precios privados, se calcularon los precios de mercado y luego los que correspondían se modificaron para obtener el presupuesto con precios sociales. Los factores sociales que corrigen los precios privados, corresponden al proceso presupuestario 1997 de MIDEPLAN.

b) Cubicaciones y Presupuesto

Se calcularon dos presupuestos por partidas globalizadas, sin IVA, el de precios privados y el de precios sociales, para su empleo en la evaluaciones respectivas. Los costos de imprevistos, gastos generales y utilidades del contratista, por el nivel preliminar de este estudio, se asume corresponden a un 60% del monto de los costos directos de cada alternativa.

A continuación se presenta el Cuadro 8.3-1 con un resumen detallado de los costos totales netos y por hectárea regada del canal y sus obras, para cada uno de los seis Casos estudiados:

**CUADRO 8.3-1
COSTO TOTAL PROYECTO SANTIAGO SUR
PRECIOS PRIVADOS**

CASO	SUPERFICIE RIEGO SEGURO (há)	COSTO TOTAL (millones \$)	COSTO POR HECTAREA (US\$ / há)
CASO 1	3.908	12.100	7.400
CASO 2	5.288	17.000	7.700
CASO 3	3.627	13.300	8.700
CASO 4	3.446	10.800	7.500
CASO 5	4.946	16.000	7.700
CASO 6	2.944	11.500	9.300

c) Programa de Inversiones Civiles y Mano de Obra

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada ítem del proyecto, se propone la ejecución de las obras civiles a partir del año 2001 (año 0 del horizonte de la evaluación económica del proyecto), de acuerdo con la disponibilidad en el tiempo de los recursos hídricos, entregados por la planta de tratamiento de EMOS.

Para los Casos N° 1, 3, 4 y 6; se plantea la construcción del canal matriz y sus obras de arte en un solo período de inversión civil. Estas obras pueden ser construidas en un plazo de 3 años, dando inicio a las faenas en el año 2001 (año 0 del horizonte de evaluación) y su término en el año 2003. En el año 2004, la Planta de EMOS ya contaría con los caudales necesarios para pleno desarrollo del riego de los cuatro Casos indicados. En los Casos N° 2 y 5, se plantea la construcción del canal matriz y sus obras de arte en dos diferentes períodos de inversión civil. En una primera etapa, se consulta la construcción del canal troncal y los primeros tramos de los canales matrices con sus obras. Estas obras pueden ser construidas en un plazo de 3 años, dando inicio a las faenas en el año 2001 (año 0 del horizonte de evaluación) y su término en el año 2003. En una segunda etapa, cuando exista mayor disponibilidad del caudal en la Planta Santiago Sur de EMOS, se propone la prolongación del canal matriz, para regar las zonas agrícolas del Sector N° 2, en el estero Puangue; esta segunda etapa podría ser construida en un año de plazo, durante el 2015, que corresponde al año 14 del proyecto. En esta última fecha, la Planta de tratamientos tiene los recursos suficientes para satisfacer las respectivas demandas de riego.

Se plantea realizar en el año 15 del horizonte de la evaluación económica, la inversión civil en reposición de las partidas de madera, esto es el año 2016.

En cuanto a la mano de obra en las actividades civiles, la construcción de las obras de riego, demandará en promedio, unas 200 Jornada-hombres/año, durante la ejecución de las obras, lo que es posible satisfacer sin dificultad con la mano de obra local del sector del Proyecto.

Al analizar los costos unitarios de inversión civil por ha, se concluye que estos varían entre los 7.400 US\$/há y 7.700 US\$/há, regando entre 3.908 há y 5.288 há, respectivamente, correspondiendo éste último valor al Caso N° 2 ya señalado; por otra parte se dio el Caso N° 6 que riega una superficie menor de sólo 2.944 ha a un alto costo unitario de 9.300 US\$/há.

De acuerdo a lo anterior, se puede apreciar que de las seis alternativas estudiadas, cuatro tienen un costo unitario por hectárea cuya diferencia es menor del 5%. Por este motivo, se decidió proyectar las obras civiles para la alternativa N° 2, que tiene la mayor superficie de riego seguro, con el propósito de conocer las características de la alternativa que permitirá maximizar el uso de los recursos hídricos, disponibles en la Planta Santiago Sur de EMOS.

9. EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DEL PROYECTO

9.1 INTRODUCCIÓN

La presente evaluación del proyecto tiene como propósito principal, la definición de beneficios, costos y externalidades de las alternativas de obras civiles estudiadas a nivel de prefactibilidad para el aprovechamiento de las aguas tratadas de la Planta Santiago Sur de EMOS. Este proyecto tiene por objetivo regar zonas de secano en el valle del Estero Puangue, en las comunas de Curacaví y María Pinto de la Región Metropolitana, para la cual es posible plantear un desarrollo agrícola, acorde con las potencialidades del suelo y clima existentes en el área del proyecto.

9.2 CRITERIOS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN

La evaluación económica, de las alternativas señaladas, se basa en los flujos agronómicos y en los costos de inversión del proyecto civil. El análisis de los beneficios directos se centró en el rubro de producción agropecuaria, la cual es caracterizada en los estudios agronómicos. Sobre la base de estos antecedentes se determinaron los márgenes netos agropecuarios, característicos para cada alternativa estudiada.

El flujo que caracteriza el "Margen Neto Agropecuario", para todo el horizonte de evaluación, se ha definido como la diferencia entre los ingresos brutos y los gastos desagregados en: costos directos de producción, gastos indirectos, costos de inversión intrapredial, costos de capacitación y asistencia técnica. Con estos valores se calculan los parámetros principales con los cuales se evalúa el proyecto, mediante criterios privados y sociales, que son: VAN y TIR.

9.3 MÁRGENES NETOS AGROPECUARIOS

9.3.1 Situación Actual

Para el cálculo de márgenes de situación actual por casos se ha procedido inicialmente a obtener el uso del suelos por sectores y posteriormente mediante suma de ellos formar el uso del suelo de cada uno de los 6 casos determinados. Posteriormente utilizando la información de los patrones o estándares productivos y económicos se procedió a obtener los ingresos, costos y márgenes brutos por sector y para cada uno de los casos en estudio.

9.3.2 Situación Futura o con Proyecto

De igual forma que en la situación actual se ha procedido a calcular los márgenes de situación futura con proyecto. Para esto se ha procedido considerando como base de cálculo los predios tipos y los grupos de predios respectivos, en todos los Casos propuestos. Los márgenes brutos por caso, se incluye en Cuadros 9.3-1 y 9.3-2.

9.3.3 Costos de Puesta en Riego y Tecnificación

Considerando la información de adecuación predial para el riego presentado en el Informe Etapa 2 del presente proyecto y el uso del suelo por rubro productivo y por casos se calcularon los requerimientos económicos en equipos de riego tecnificado y de la respectiva operación y mantenimiento en la situación con proyecto, ya que en los márgenes de la situación actual ya fueron incluidos estos valores. Estos costos también se presentan en los Cuadros antes citados.

CUADRO 9.3-1
MARGENES AGRÍCOLAS Y COSTOS DE PUESTA EN RIEGO Y TECNIFICACIÓN
PRECIOS PRIVADOS (millones \$)

ITEM	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6
Margen Bruto Situación Actual	706	1.024	556	706	1.052	556
Margen Bruto Situación Futura	3.546	5.013	3.225	3.111	4.466	2.608
Costo Puesta en Riego y Tecnificación	1.042	1.492	1.033	826	1.178	715

CUADRO 9.3-2
MARGENES AGRÍCOLAS Y COSTOS DE PUESTA EN RIEGO Y TECNIFICACIÓN
PRECIOS SOCIALES (Millones \$)

ITEM	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6
Margen Bruto Situación Actual	773	1.126	613	773	1.156	613
Margen Bruto Situación Futura	3.960	5.641	3.636	3.508	5.088	2.994
Costo Puesta en Riego y Tecnificación	1.042	1.492	1.033	826	1.178	715

9.4 PRESUPUESTO DE OBRAS, PRECIOS UNITARIOS Y PROGRAMA DE INVERSIONES.

9.4.1 Presupuesto Preliminar en Inversión de Alternativas de Proyecto Civil

Las soluciones propuestas por Caso, se componen fundamentalmente de canales matrices y derivados sin revestimiento, con sus obras de arte respectivas. Conforme con el nivel preliminar de este estudio, se analizaron diferentes variantes de revestimiento de los canales. Por consideraciones constructivas y de costo, se optó por un trazado en tierra sin revestimientos, el cual corresponderá al presupuesto de referencia.

En el estudio se analizó la posibilidad de incorporar embalses para la regulación de los recursos disponibles para el proyecto. Debido a la gran superficie de riego involucrada y a que los recursos de la Planta de Emos no son suficientes para regar la totalidad el área estudiada, se estimó necesario considerar un embalse de capacidad relevante para la cuenca, el cual se analizó en el único emplazamiento posible, que corresponde al Estero Puangue. A modo ilustrativo, se indica que la Dirección de Riego del MOP, realizó en 1993 el estudio del embalse El Flamenco, ubicado en el mismo estero, alternativa que fuera desechada por su baja rentabilidad.

Con motivo de este estudio, se incluyó el análisis de la alternativa de embalse con el fin específico de complementar la solución del canal matriz proveniente de la planta EMOS, la cual se detallada en los Anexos del Estudio. El costo de las obras de inversión para la materialización de esta alternativa resultó muy elevado, arrojando el mayor de los costos por superficie de riego (14.100 US\$/há), razón por la cual fue descartada.

A continuación se presenta el Cuadro 9.4-1, con un resumen detallado de los costos totales netos y por hectárea regada del canal, para cada uno de los seis Casos estudiados:

CUADRO 9.4-1
COSTO GLOBAL TOTAL PROYECTO SANTIAGO SUR
PRECIOS PRIVADOS

CASO	SUPERFICIE RIEGO SEGURO (há)	COSTO TOTAL GLOBAL (millones \$)	COSTO POR HECTAREA (US\$ / há)
CASO 1	3.908	12.100	7.400
CASO 2	5.288	17.000	7.700
CASO 3	3.627	13.300	8.800
CASO 4	3.446	10.800	7.500
CASO 5	4.946	16.000	7.700
CASO 6	2.944	11.500	9.300

El presupuesto globalizado por Caso, a precios sociales, se presenta a continuación en el Cuadro 9.4-2.

CUADRO 9.4-2
COSTO GLOBAL TOTAL PROYECTO SANTIAGO SUR
PRECIOS SOCIALES

CASO	SUPERFICIE RIEGO SEGURO (há)	COSTO TOTAL GLOBAL (millones \$)	COSTO POR HECTAREA (US\$ / há)
CASO 1	3.908	12.000	7.300
CASO 2	5.288	16.900	7.600
CASO 3	3.627	13.300	8.800
CASO 4	3.446	10.700	7.400
CASO 5	4.946	15.900	7.700
CASO 6	2.944	11.400	9.200

Estos presupuestos de obras, incluye los costos anuales de operación y mantención de los canales, esto es: limpiezas, gastos administrativos, celadores, mejoras de obras, operación y mantención de las plantas elevadoras, según corresponde en cada Caso.

9.4.2 Expropiaciones.

Conjuntamente con lo anterior, en los diferentes Casos se consideró el costo de las expropiaciones correspondientes a la franja de terreno donde se deberían construir los canales de riego. En este ítem se ha considerado un costo de \$ 300.000/hectárea, que se desglosa en \$ 200.000/hectárea como costo del terreno propiamente tal y \$ 100.000/hectárea para la reposición de los espinos que existen en la zona de construcción de los canales, lo que se acuerdo a la reglamentación de CONAF debe ser considerado en este caso.

9.5 EVALUACIÓN

9.5.1 Metodología de Evaluación Económica

a) Generalidades

En este caso se ha decidido realizar la evaluación económica utilizando el método del presupuesto, es decir determinando el diferencial de beneficios y costos entre una situación actual "sin proyecto" y una futura "con proyecto". La diferencia entre los flujos de ambas situaciones, corresponde exclusivamente al aporte incremental atribuible a la dotación de agua generada por el proyecto, con el desarrollo del proyecto agronómico respectivo.

Para estos efectos se consideró una situación sin proyecto mejorada y estable en el tiempo; en este caso, si no se materializa este proyecto de utilización de aguas servidas tratadas, no se esperan cambios significativos con relación a la situación actual por no existir mayores recursos hídricos, que permitan aumentar significativamente los actuales niveles de productividad en esta zona de secano.

A partir del presupuesto globalizado de los Casos N° 1 al N° 6, que tienen la precisión correspondiente a este nivel de estudio de prefactibilidad, se entregan los antecedentes para concluir acerca de la factibilidad técnico - económica de las diferentes alternativas propuestas, haciendo posible la proyección hacia futuras etapas, según los resultados de los parámetros de la evaluación.

Es de interés destacar, que la base optimizada corresponde a la situación actual, ya que no existen recursos hídricos para generar una optimización del sistema. Adicionalmente, se deja de manifiesto que éste es un proyecto para nuevo riego y no corresponde a un mejoramiento de obras existentes.

La rentabilidad del proyecto se mide con el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno o rentabilidad (TIR). El VAN se calcula con los márgenes netos incrementales con respecto a la situación base optimizada, por lo tanto, cada VAN obtenido en la evaluación económica se refiere al beneficio estrictamente atribuible al proyecto. Adicionalmente, se ha obtenido: el período de recuperación del capital y la relación beneficio/costo n/k , indicador que señala el número de veces que el beneficio supera a la inversión de capital.

b) Escenario Básico para la Evaluación Económica

El escenario básico con los datos de entrada, con los cuales se efectuó el análisis y a partir de los cuales se practicaron las sensibilizaciones, tiene las siguientes características:

En la evaluación privada:

- Tasa de interés: 10 %
- Duración de la construcción de obras civiles: 3 años
- Inicio desarrollo agrícola: año 2 del análisis
- Inicio de la inversión en obras civiles: año 0 del análisis

En la evaluación social:

- Tasa de interés: 12 %
- Duración de la construcción de obras civiles: 3 años
- Inicio desarrollo agrícola: año 2 del análisis
- Inicio de la inversión en obras civiles: año 0 del análisis

En ambas situaciones, las tasas de descuento privada y social, se obtiene de la publicación: "Procedimientos y Formularios para el Sistema de Estadísticas de Inversión" - MIDEPLAN.

En este proyecto agrícolas, la mayoría de los insumos y de los productos pueden ser clasificados como bienes transables, cuyo precio está determinado por los mercados internacionales. Por este motivo, y siguiendo las recomendaciones de MIDEPLAN, la evaluación se hace suponiendo el proyecto en el margen, es decir, que los niveles de precios y la demanda de insumos y productos no variará con la incorporación del proyecto de riego propuesto.

c) Análisis de Sensibilidad

Aun cuando se considera que los criterios técnicos empleados y los precios utilizados en el cálculo de rentabilidad financiera y económica de los proyectos son realistas, se ha estimado pertinente sensibilizar los resultados obtenidos, con el propósito de cubrir un espectro amplio de variaciones en los precios del mercado, cuyos orígenes y montos dependen de numerosas variables, tanto a precios sociales como financieros.

9.6 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este Capítulo se entregan los resultados de la evaluación económica, efectuada mediante el cálculo de los parámetros económicos a nivel global para los Casos N° 1 al N° 6 propuestos.

9.6.1 Evaluación Económica, Privada y Social

Efectuados los cálculos de los parámetros económicos, los resultados se resumen como sigue, en los cuadros 9.6-1 y 9.6-2.

CUADRO 9.6-1
RESULTADOS EVALUACION ECONOMICA PRIVADA

CASO	VAN (10%) (millones \$)	TIR (%)	N/K	P.R. CAPITAL (años)
1	-1.00	8,6	0,8	-
2	-4.04	7,3	0,7	-
3	-3.72	7,0	0,7	-
4	-34	10,0	1,0	-
5	-2.28	8,6	0,8	-
6	-2.03	8,0	0,8	-

CUADRO 9.6-2
RESULTADOS EVALUACION ECONOMICA SOCIAL

CASO	VAN (12%) (millones \$)	TIR (%)	N/K	P.R. CAPITAL (años)
1	-1,403	10,7	0,9	-
2	-3,528	9,3	0,7	-
3	-3,311	9,0	0,7	-
4	55	12,1	1,0	33
5	-1,741	10,6	0,9	-
6	-1,800	10,1	0,8	-

De acuerdo con los resultados obtenidos en los indicadores económicos, es posible apreciar que, salvo el Caso N° 4, ninguno de los proyectos propuestos para el desarrollo agrícola de la zona en estudio, alcanza los niveles de indicadores exigidos por Mideplan, tanto a precios privados como sociales. Esta situación es explicable y obedece básicamente a que este es un proyecto que tiene una excelente rentabilidad agrícola, pero un gran costo de obras civiles y de puesta en riego. Este último se debe a que el área beneficiada presenta laderas empinadas, que por una parte, hace necesario el trazado de canales y obras de arte en terrenos de fuerte pendiente transversal y por otra, la implementación de sistemas de riego tecnificado de alto costo por hectárea.

No obstante lo anterior, el único proyecto que podría ser analizado es el correspondiente al Caso N° 4, que se encuentra prácticamente en el margen de la rentabilidad social y que sería el único con parámetros económicos favorables según los estándares de Mideplan. En este Caso, se propone regar los sectores N° 1 y N° 4, que corresponden a las zonas de Lo Prado -

Miraflores - Curacaví y a María Pinto respectivamente, sin considerar el riego sobre cota de canal; esto implica que no se hacen inversiones en sistemas de elevaciones mecánicas ni se riegan los predios del sector N° 2, en las riberas del estero Puangue, cuyas obras matrices y de distribución son claramente más caras que en las otras dos zonas.

Por este motivo se hizo un análisis de sensibilidad al Caso N° 4, a precios privados y sociales, siguiendo la metodología ya indicada. De la información obtenida, se puede concluir que el Caso N° 4 no resiste ningún análisis de sensibilidad de sus parámetros, siendo muy sensible a la variación de los costos agrícolas. Por este motivo se realizó un análisis teórico de una posible utilización de la Ley 18.450, para la el fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje.

A partir de los cálculos de los costos de puesta en riego y operación de los sistemas de riego, se determinó que en promedio, el 43.5% de ellos correspondía a equipos y sistemas de riego bonificables por la Ley 18.450. Considerando que en las zonas beneficiadas por las obras propuestas en el Caso N° 4 existen tanto agricultores pequeños, medianos y grandes, se realizó un análisis de la variación de la rentabilidad privada del proyecto considerando una bonificación estatal del 30%, 40% y de 50% como máximo, del ítem antes señalado. En estas situaciones, los resultados fueron los siguientes:

Bonificación 0%:	VAN = -71 millones \$ y TIR = 9,9 %
Bonificación 30%:	VAN = 693 millones \$ y TIR = 10,6 %
Bonificación 40%:	VAN = 972 millones \$ y TIR = 10,9 %
Bonificación 50%:	VAN = 1.226 millones \$ y TIR = 11,1 %

9.6.2 Costo del Agua Tratada

Un aspecto importante de este proyecto, lo constituye el problema del precio que EMOS puede determinar para un eventual valor de venta del agua tratada en la Planta Santiago Sur.

Durante la ejecución de este Estudio Integral no fue posible obtener un pronunciamiento de EMOS en relación al tema del valor del agua tratada para el riego. Por lo anterior, para los efectos de la evaluación de la magnitud de la incidencia de este aspecto en el proyecto de riego, se realizó un análisis paramétrico, considerando distintos precios del agua tratada. Los indicadores económicos del Caso N° 4 incluyendo un eventual valor del agua, son:

CUADRO 9.6-3
INDICADORES ECONOMICOS INCLUYENDO ALTERNATIVAS DE
VALOR DEL AGUA TRATADA - CASO N° 4
VAN (MILLONES DE \$ *)

INDICADOR	TASA	PRECIO (\$/m ³)				
		0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
VAN P.	10%	-646	-1.220	-2.369	-3.519	-4.668
TIR P. %	-	9,4	9,0	8,2	7,5	6,9
VAN S.	12%	-441	-895	-1.802	-2.710	-3.618
TIR S. %	-	11,6	11,1	10,4	9,7	9,1

* Valores referidos al año 2001.

Si el considerar los mecanismos de la Ley 18.450 pudieran ser adecuados para mejorar los indicadores económicos del Caso N° 4, el problema del valor del agua origina una fuerte caída en los valores del TIR y VAN. Como este tema no puede ser resuelto en el marco de

esta consultoría, debe ser cuidadosamente analizado al momento de tomar una decisión en torno a la viabilidad del proyecto.

9.6.3 Beneficios Indirectos y Externalidades Positivas

La ejecución de proyectos de riego, tales como éste, genera una serie de beneficios indirectos y externalidades positivas, tanto a los usuarios en el área del proyecto como a su entorno de influencia, los cuales no pueden ser evaluados en términos cuantitativos incorporándolos al cálculo del VAN y TIR, pero que pueden ser analizados en términos cualitativos.

a) Mejoramiento en la Disponibilidad del Agua

El proyecto permite el aprovechamiento de las aguas tratadas en la Planta Santiago Sur de EMOS, para el riego de una zona de secano, que actualmente cuenta con recursos contaminados provenientes del canal Las Mercedes y en algunas partes con aguas subterráneas. El uso de estos nuevos recursos, constituye un beneficio indirecto no cuantificado económicamente, debido a que posibilitaría la planificación de cultivos que actualmente no es posible realizar en la zona debido a la falta de agua de riego y a la falta de la infraestructura adecuada.

La construcción de canales matrices, canales secundarios y embalses de regulación nocturna, estimula y da seguridad a los agricultores para invertir en nuevas tecnologías en sus predios para aprovechar de manera eficiente la disponibilidad de los recursos hídricos no contaminados. Esto permite además una gran flexibilidad para modificar los actuales esquemas de cultivos en el valle del Puangue, al facilitar el cambio paulatino de las fuentes de agua, destinando los recursos descontaminados, al riego de cultivos de mayor rentabilidad, dejando los recursos contaminados para el riego de cultivos anuales de menor valor y que no tienen restricciones ambientales como los frutales o las hortalizas para el consumo humano.

b) Aumento de la Mano de Obra en Actividades Agrícolas

Con la ejecución y desarrollo de la alternativa de proyecto civil del Caso N° 4, la cesantía rural de las comunas de Curacaví y María Pinto debería disminuir ya que generaría empleo estable en el tiempo, especialmente en las temporadas de cosechas de fruta y selección o procesamiento en packing y agroindustrias, y en la operación y mantención de los sistemas de riego considerados en el proyecto.

De acuerdo con los cálculos realizados, en la situación actual se ha determinado que existe un requerimiento de 70.000 jhh/año y para el Caso N° 4 se ha estimado un valor de 290.000 jhh/año. Lo anterior significa que el proyecto agrícola asociado al Caso N° 4 generaría un diferencial de 220.000 jhh/año, lo que equivale a un promedio mensual de 670 nuevas jornadas de trabajo permanente para la zona del proyecto.

c) Desarrollo del Sector Económico de Servicios

La ejecución de la obra civil y la implementación del programa de desarrollo agrícola, se tradujo en una mayor demanda por servicios que atienden directamente al sector agrícola y que pueden derivar hacia otras ramas de la economía zonal.

Principalmente se desarrollarán las áreas: exportadora; agroindustrial; lo cual requiere de fuentes de crédito; estos últimos, apoyados en la banca privada, en el comercio y en el préstamo de exportadores y agroindustrial, ya sea directo o vía contrato.

9.8.2 Recuperación de Costos

El objetivo de este análisis, fue estudiar la forma en que se modifica el ingreso neto de los agricultores de la zona de influencia del proyecto si se construyen las obras y programas propuestos.

Con este fin, se determinaron y caracterizaron productiva y económicamente los predios tipo que representan las actividades agrícolas desarrolladas en los predios de estratos de tamaño más representativos del área, con el objeto de establecer las bases para la política de recuperación de costos en proyectos agrícolas del Supremo Gobierno.

Este análisis se ha efectuado a precios de mercado, y considerando los patrones productivos y económicos que tipifican la estructura de cultivos desarrollada en los predios de los estratos de tamaño considerados.

El excedente total neto que queda a los agricultores durante un período de 35 años se obtiene considerando el número de predios que son representados por cada una de las categorías de predios tipo definidos y sus respectivos márgenes diferenciales. De acuerdo a esto, se determino el excedente neto total a nivel predial, cuyo resultado indican un excedente neto actualizado para los predios tipo, en un período de 35 años, que alcanza a un valor de 9,871 millones de pesos.

Por lo anterior, puede apreciarse que el excedente neto actualizado de los agricultores para un período de 35 años, no supera el valor de las obras, en el Caso 1 y en el Caso 4, que son los proyectos socialmente más rentables en términos comparativos. Corresponde a las autoridades sectoriales definir qué fracción de la inversión se recuperaría con este excedente y además, el diferente grado en que los agricultores caracterizados por los predios tipo aportarían en esta recuperación de la inversión.

10. PROGRAMAS DE IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

10.1 INTRODUCCIÓN

El programa de implementación de un proyecto de riego debe determinar las principales actividades a desarrollar durante el período de ejecución del mismo. Dichas actividades se refieren tanto, a las obras civiles como a los programas agropecuarios propuestos, los que deben ser analizadas en función de las características de los potenciales regantes beneficiados con las obras.

De acuerdo a lo anterior, el programa de implementación del Proyecto debe determinar las principales actividades a desarrollar durante el período de ejecución de las obras civiles que se han proyectado. Este programa incluye la duración de la etapa constructiva para cada caso estudiado, y el calendario de inversiones considerado en esta etapa, a nivel de anteproyecto de las obras.

Conjuntamente con lo anterior, es necesario implementar un completo programa de desarrollo agrícola, con etapas claramente definidas, que incluyan capacitación en la operación y mantenimiento de las obras, capacitación agrícola para aprender a producir y a comercializar de la mejor forma, capacitación en el conocimiento de sus derechos y deberes como regantes, de acuerdo con el Código de Aguas, todo tipo de transferencia tecnológica, asistencia crediticia, etc.

10.2 PROGRAMA DE INVERSIONES CIVILES

Se ha programado una secuencia de construcción de las obras civiles, con un desarrollo compatible con la disponibilidad en el tiempo de los recursos hídricos, entregados por la planta de tratamientos de EMOS. Conforme con lo anterior, este programa de inversiones, en promedio, plantea una demanda de mano de obra que alcanza a unas 200 jhh/año, durante la ejecución de las obras. Lo anterior se estima que es posible satisfacer sin dificultad, con la mano de obra local del sector del Proyecto, en particular en las comunas de Curacaví y María Pinto.

10.3 PROGRAMA DE DESARROLLO AGRÍCOLA

Conforme a lo indicado, un programa de implementación agrícola, debe en primer lugar, consultar las acciones necesarias para pasar desde la situación actual a la situación con proyecto en un plazo determinado. Estas acciones se refieren por una parte a las requeridas para ejecutar, operar y mantener las obras que correspondan al proyecto y por otra a asegurar el cumplimiento de las metas de desarrollo propuesto, lo que se traduce en un programa de asistencia técnica y de capacitación que permitan alcanzar los metas de desarrollo propuestas.

Con los antecedentes disponibles, se ha procedido a calcular los valores de este programa de asistencia técnica, que se presentan a continuación :

Caso 1 :	\$ 23.760.001/año
Caso 2 :	\$ 32.137.805/año
Caso 3 :	\$ 22.111.909/año
Caso 4 :	\$ 21.013.180/año
Caso 5 :	\$ 29.116.302/año
Caso 6 :	\$ 17.854.336/año

Se debe señalar que el programa de asistencia técnica comienza un año antes de finiquitadas las obras y termina un año antes de llegar al pleno desarrollo.

10.4 SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Para poder realizar el seguimiento del proyecto se cuenta con la identificación de Predios Tipos reales. Tal como se ha indicado en capítulos anteriores , se han definido 27 predios tipo. De estos predios tipos sólo se caracterizan 25 de ellos. Lo anterior es debido a que los predios tipos de los Grupos de Predios 18 y 19 son exclusivos del sector 3 el cual no se ha considerado dentro de la evaluación final.

El seguimiento del proyecto se basa en los siguientes supuestos:

- Los años 0 y 1 del proyecto representan la situación sin proyecto.
- El año 7 corresponde a la situación con proyecto estabilizada.
- La etapa de transición del proyecto ocurre entre los años 2 y 7.
- Se debe considerar que para poder llevar a cabo el financiamiento predial se debe incurrir en los gastos financieros. Estos costos se han supuesto como el costo de un capital equivalente a un 70% de los costos totales a una tasa del 10% anual.
- Asistencia técnica: La asistencia técnica empieza un año antes de la entrada del nuevo riego (año 1) y termina 7 años después (año 7). Con esta asistencia técnica se espera dar un apoyo asistencial en cuanto a técnicas de riego, divulgación de información, parcelas demostrativas y capacitación.
- La incorporación de nuevas técnicas de riego lleva consigo la puesta en riego, consistente en la inserción en el área beneficiada del riego tecnificado en aquellos suelos que son susceptibles de erosión. Este costo se a supuesto que es incorporado en la etapa de transición del estudio (años 1 al 7).

El seguimiento del proyecto debe considerarse por un periodo no inferior a los 35 años, el cual es coincidente con los años de evaluación del proyecto.

11. ORGANIZACIÓN DE USUARIOS

Debido a que el área regada, por las obras propuestas por el proyecto, queda definida como sectores sobre cota de los actuales canales de riego, en zonas de secano, deberán crearse nuevas organizaciones de usuarios, y no operar con las ya existentes. Estas nuevas organizaciones deberán agrupar a los potenciales usuarios de los sistemas de riego que se propongan. Este aspecto podrá tratarse concretamente una vez que se tengan precisados los proyectos alternativos de desarrollo relacionados con la ejecución de las obras hidráulicas propuestas.

En primer lugar, debe tenerse en consideración que las obras propuestas por el proyecto significarán una inversión de recursos fiscales, en cuyo caso resulta necesario que la autoridad determine si el proyecto se desarrollará de conformidad con lo que sobre el particular disponen el D.F.L. N° 1.123, de 1981, del Ministerio de Justicia, que establece normas sobre ejecución de obras de riego por el Estado y su Reglamento contenido en el D.S. N° 285, de 1995, del Ministerio de Obras Públicas.

Los potenciales usuarios de los sistemas de riego que se construyan deberán constituir una organización de usuarios, la que podría ser una comunidad de aguas, sirviendo como base, en lo que pudieren ser aplicables, las normas que al respecto contemplan los artículos 187 a 251 del Código de Aguas, e incluso también podría constituirse en cualquier tipo de sociedad, de conformidad con los artículos 2053 y siguientes del Código Civil.

En esta materia, debe tenerse presente que los usuarios de los sistemas de riego no serán titulares de derechos de aprovechamiento respecto de las aguas depuradas que conducirán los canales proyectados, sino que sus derechos sobre ellas emanarán de lo que al respecto establezcan los contratos que para su aprovechamiento celebren con la EMOS las personas naturales o jurídicas interesadas en utilizarlas.

Con todo, resulta más conveniente que los referidos usuarios constituyan una comunidad de aguas, mediante escritura pública, por cuanto las normas básicas para la formación de estas organizaciones de usuarios están establecidas - como se ha dicho - en los artículos 187 a 251 del Código de Aguas, y por tanto, ésta tendrá como objetivo central tomar las aguas del canal matriz, repartirlas entre quienes tengan derecho a usarlas, construir, explotar y conservar las obras de captación, acueductos y otra que sean necesarias para el aprovechamiento común de los recursos.

12. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Dadas las características de las obras y acciones propuestas, se ha realizado un estudio del impacto ambiental atribuible a las actividades y acciones durante las etapas de construcción y de operación del proyecto denominado "Estudio Integral de Riego Proyecto de Aprovechamiento de Aguas Servidas Planta de Tratamiento Santiago Sur", sobre la base de visitas técnicas a terreno, recopilación y análisis de antecedentes y encuestas a los futuros beneficiados con el proyecto.

El proyecto de riego analizado desde el punto de vista ambiental, no presenta interferencias con áreas protegidas tales como Parques Nacionales, Monumentos Históricos y otros lugares con valor cultural o social o sitios con alta percepción ambiental por parte de la comunidad.

En este estudio, se ha identificado un total de 18 impactos ambientales tipo durante la etapa de construcción, que se pueden producir en diferentes localizaciones, y 5 impactos ambientales tipo durante la etapa de operación. Las mayores interferencias del proyecto, durante la etapa de construcción y de operación se refieren básicamente al trazado del canal y sus accesos, con propiedades privadas y cruces con caminos públicos. Las actividades de construcción del canal mismo y de sus obras anexas tendrá las interferencias de tipo temporal, normales para este tipo de obras, siendo las de mayor impacto, la posible construcción de 8 túneles.

En cuanto a la percepción ambiental del proyecto por parte de los futuros beneficiados, de acuerdo con la encuesta a los predios tipo realizada, ésta resulta ser positiva o neutra en más de un 90% de los encuestados, que representan aproximadamente un 86% de la superficie en la muestra encuestada. Por lo tanto, dada esta percepción positiva mayoritaria, se prevé que en general no habría conflictos relevantes con los futuros beneficiados.

Con respecto a los principales impactos ambientales identificados, de acuerdo con las visitas a terreno realizadas, revisión, análisis de antecedentes y desarrollo del estudio de impacto ambiental, serían las siguientes :

- a) Actividad C-6: Accesos a los frentes de trabajo en el canal proyectado, durante la etapa de construcción.

Esta actividad puede producir una serie de conflictos, por la existencia de plantaciones, viviendas, instalaciones industriales, etc., que se encuentran en los accesos al futuro canal.

- b) Actividades C-11 y O-4 : Interferencia del proyecto con plantaciones existentes.

Esto puede ser un problema para las gestiones de expropiación de la franja para el canal.

- c) Actividades C-13 y O-5 : Paso del canal por sector El Toro, donde existe parcelaciones de agrado (condominios y resort) actualmente construidos y en etapa de construcción.

El mayor impacto se produce porque este sector es de tipo turístico y cualquier actividad que signifique movimiento, ruido, polvo y molestias en general, tiene una alta sensibilidad por parte de los propietarios y visitantes de los condominios de este sector. Debido a que la alternativa propuesta no considera el riego de esta zona, este impacto no tendría mayor incidencia en el desarrollo del proyecto.

En cuanto a las medidas de mitigación ambiental, una de las más relevantes en este proyecto corresponde al manejo especial de la estepa de *Acacia caven* o espino, en los trabajos de escarpe y otros en los trazados del canal y caminos de acceso a las obras. Esta especie está considerada dentro del tipo forestal Esclerófilo, el cual requiere de un plan de manejo conforme a los Artículos 18, 19 y 24 del Reglamento Técnico del Decreto Ley N° 701 sobre Fomento Forestal y Ley de Bosques, Núm. 259 del 1° de septiembre de 1980 y publicado en el Diario Oficial el 30 de octubre de 1980. De acuerdo con este Reglamento existen normativas en cuanto al plan de manejo, métodos de corta y explotación, las cuales se deberán tomar en consideración en las medidas de Mitigación para preservar la conservación de las especies. Conforme a lo anterior, se ha incluido el costo respectivo relacionado con los programas de reposición de los espinos afectados con la construcción de las obras.

En suma, los impactos identificados anteriormente son posibles de atenuar con las medidas de mitigación detalladas en este estudio, en las cuales se destaca, en forma general, la importancia de la coordinación permanente entre los ejecutores del proyecto y los futuros beneficiados, en especial, la planificación conjunta de las actividades en la etapa de construcción que pueden significar mayor interferencia.