

### 3.1.6 Vegetación

La cuenca del río Mapocho corresponde a la "Zona Andina", en donde crecen arbustos andinos y la "Zona Mesomórfica", según los términos usados en Chile.

Esta última área se sub-divide a su vez en cuatro sub-áreas: bosque, arbusto, espinal y tierra agrícola.

La cuenca del río Mapocho, excepto el área sobre el límite de la vegetación arbórea, 2.000 m.s.n.m., está cubierta por vegetación natural, cuya área ocupa un 37.6% de la cuenca (Apéndice Tabla A-6-1). El espino es una especie dominante en las laderas abiertas, asoleadas y secas. La vegetación de cactus es más abundante en terrenos áridos. Los árboles comunes en el área del valle son: bollén, colliguay, quillay y muchi. A mayores alturas se encuentra el frangel.

El Área, en general, tiene el suelo y clima apto para la agricultura. Las áreas en donde no existen aguas superficial o subterránea están cubiertas principalmente con arbustos espinosos, excepto los sectores convertidos en praderas naturales o en tierra agrícola regada por lluvias.

### 3.1.7 Calidad de Agua

#### (1) Estado Actual

##### 1) Norma de Calidad de Agua.

La norma de calidad de agua para los usos domésticos y de riego ha sido establecida por INN, la que nos da criterio para la calidad de agua.

Para los ítems no especificados en la norma antes mencionada, tales como coliforme

fecal, DBO y  $N(NH_3 - N)$ , se consideran normas establecidas por las distintas entidades. Con respecto al coliforme fecal, según la Resolución N° 350 del 7 de enero de 1983 del Ministerio de Salud prohíbe el cultivo de algunas hortalizas de consumo crudo en predios agrícolas de la Región Metropolitana que utilizan aguas servidas con cierto volumen bacteriológico.

La norma de contenidos de DBO y  $N(NH_3 - N)$ , que aún no está establecida en Chile, ha sido especificada por Estados Unidos y otros países.

La norma de calidad de agua para el ítem respectivo está resumida en el Cuadro 3-1-10.

Cuadro 3-1-10 Norma de la Calidad de Agua

Item	Unidad	Límite Máximo para Riego
pH		Rango Normal 5,5 - 9,0
EC	ms/cm	750
SS	ppm	500
Cl	mg/l	200
SO <sub>4</sub>	mg/l	250
Na%	%	35
Cd	mg/l	0,01
Cu	mg/l	0,20
Mo	mg/l	0,01
Ni	mg/l	0,20
Zn	mg/l	2,00
Coliforme Fecales	número/100 ml	1.000
DBO	ppm	(20) *
NH <sub>3</sub> -N	ppm	(5) *

Nota: \* Valor propuesto por el Equipo.

El control de calidad de las aguas provenientes de las minas, industrias, etc. no están aclarados y éstas desaguan en los cauces naturales sin ningún tratamiento.

## 2) Calidad de Aguas Presente

La investigación de calidad de aguas se ha realizado en 38 puntos de la cuenca del río Mapocho (Fig. 3-1-6).

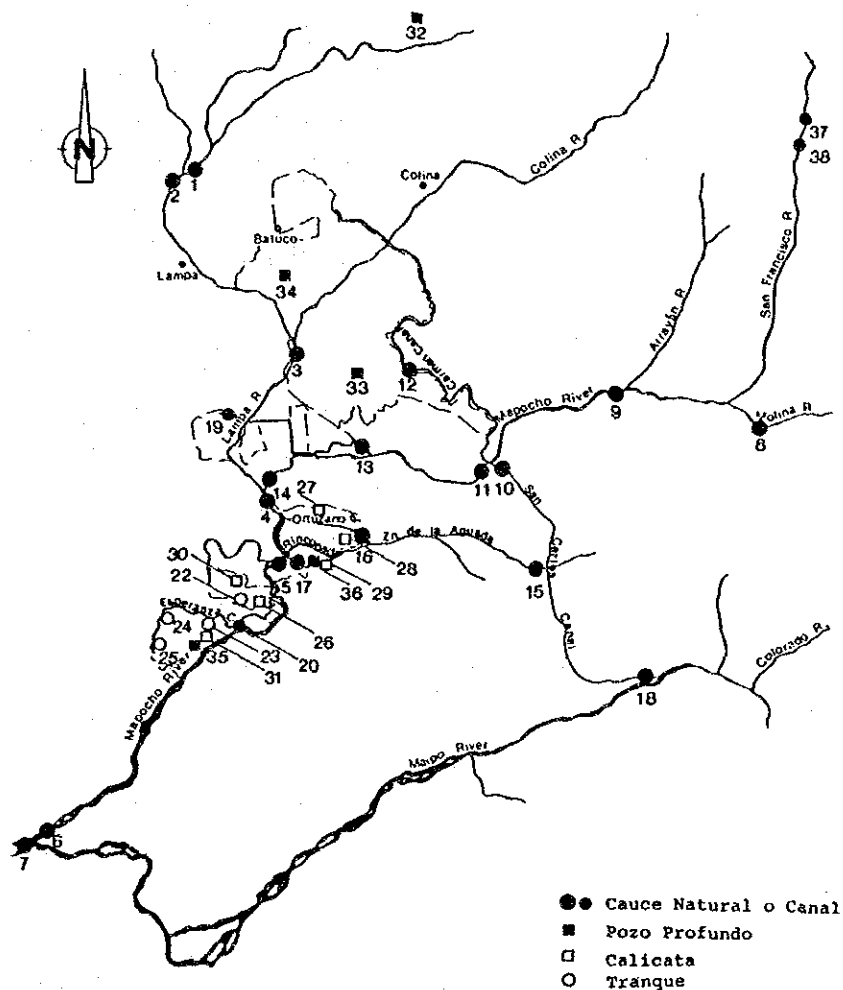


Fig. 3-1-6 Puntos de Toma de Muestras

Las condiciones actuales de calidad de agua, basándose en los resultados de los análisis de laboratorio se detallan a continuación:

- Iones

Las aguas de la cuenca del río Mapocho son mayoritariamente de tipo cálcico no carbónico. En general, el origen de este tipo de aguas es de agua de deshecho de áreas mineras y éstas no se deberían utilizar con ningún fin, sin un tratamiento previo. Por otro lado, según análisis de aguas subterráneas muestra que son de tipo carbónico-cálcico, las que se pueden utilizar sin ningún tipo de tratamiento.

- Razón de Absorción de Sodio (RAS) y Conductividad Eléctrica (CE).

La clasificación de aguas de riego se ha efectuado en base de RAS y CE, como se muestra en la Fig. A-7-4.

Todas las aguas tomadas de la cuenca del río Mapocho se clasifica como grupo S.1 (= agua con poco sodio) según RAS, y grupos C.1 (= agua con baja salinidad) y C.3 (= agua con alta salinidad), según CE.

- Metales Pesados

Los contenidos de cobre (Cu) están sobre el límite de la norma chilena, según el análisis efectuado por el equipo.

- SS (Sólido en Suspensión)

Las aguas exceden el límite normativa en los 8 puntos. Especialmente las aguas en el Zanjón de la Aguada y canal Carmen se encuentran altamente contaminadas con SS.

- DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)

Las aguas en los puntos N°s 14, 16 y 17 exceden a 20 ppm, que es el valor propuesto por el equipo.

- Coliformes Fecales

Sólo las aguas en los puntos N°s 1, 2, 8, 9 y 18 están bajo el límite normativo y los demás puntos muestran el límite superior.

3) Clasificación de la Calidad Actual del Agua

La clasificación se estableció por medio del método de análisis por grupo. Se usaron los resultados de los análisis de calidad de agua con respecto a pH, CE, RAS, Na%, DBO, Zn, Cu y coliformes fecales (Fig. A-7-3).

Las aguas del Area se clasifican en tres grupos:

- a) Aguas naturales o diluidas en el estero Lampa, el río Mapocho y el canal San Carlos.
- b) Aguas contaminadas por aguas servidas provenientes de la ciudad de Santiago,

a través del Zanjón de la Aguada; y

c) Aguas con cobre y otros metales pesados en el curso superior del río Mapocho.

#### 4) Calidad de Agua en los Canales de Riego.

Las redes de distribución de agua en el Area, se muestran en el Apéndice Fig. A-7-19. Los resultados del estudio en terreno están resumidos en el Apéndice Tabla A-7-2. Como se muestra en la Tabla, los Bloques-1 y 2 tienen muchos problemas de calidad de agua, debido a que los canales representativos son el canal Esperanza y Zanjón de la Aguada en los Bloques-1 y 2, respectivamente.

### (2) Mecanismo de la Contaminación de Agua

#### 1) Mecanismo de la Contaminación de Agua

Las causas de contaminación de agua se clasifican en dos factores: la naturaleza y la influencia humana. En el Area, la influencia humana es mucho más influenciada para la contaminación.

Las causas principales de la contaminación son de aguas servidas provenientes de la ciudad de Santiago y agua de deshecho de la industria minera. Las aguas servidas de la ciudad consisten en aguas servidas doméstica e industrial, las que desaguan en los ríos Mapocho, Maipo y Zanjón de la Aguada sin ningún tratamiento. La razón de descarga a estos cauces naturales se estima un 42% para el río Mapocho, un 6% para el río Maipo y un 52% para el Zanjón de la Aguada.

Estas aguas contaminadas están siendo utilizadas para riego por los canales como canal Carmen que conduce agua del río Maipo a través del canal San Carlos, canal La Punta y Esperanza que conducen agua del río Mapocho y canales Ortuzano, Loma Blanca, Encañado y Rinconada que conducen agua del Zanjón de la Aguada.

## 2) Plan de Tratamiento de Aguas Servidas para el año 2010

El plan de tratamiento de aguas servidas para el año 2010 ha sido establecido por EMOS. De acuerdo al plan, se construirán 3 plantas para tratar las aguas servidas que fluyen a los ríos Mapocho, Maipo y al Zanjón de la Aguada. En consecuencia, las aguas tratadas fluirán a los cauces naturales.

Si este plan se lleva a cabo, las aguas servidas serán extraídas de los cauces naturales y canales y, consecuentemente, la calidad de las aguas en el Area será mejorada a un estado similar al agua natural. El plan esquemático de tratamiento de aguas servidas se muestra en el Apéndice Fig. A-7-13.

Actualmente el terreno agrícola del Bloque-2 está regado con el agua servida proveniente del Zanjón de la Aguada. En el plan, esta agua será desaguada al río Mapocho en su sección inferior después del tratamiento. Sin embargo, no está definido claramente un sustitutivo de fuente de agua para riego en el Bloque-2.

### 3) Diagnósticos y Problemas

Los problemas de la calidad de las aguas en los respectivos cauces naturales y canales se resumen como siguen (Apéndice Fig.A-7-12):

- El contenido de coliformes fecales, al igual que de cobre, es muy alto en las aguas del río Mapocho;
- La agua del canal San Carlos tiene altos valores de la CE y contenido de SS. No obstante, el contenido de coliformes fecales es alto en los alrededores de la confluencia con el río Mapocho ;
- La CE y coliformes fecales son problemas principales en el canal Carmen;
- En el canal La Punta los contenidos de cobre, SS y coliformes fecales exceden el límite;
- El Zanjón de la Aguada tiene varios problemas a resolver, en relación a calidad del agua, tales como CE, SS, Na $\%$  , DBO y coliformes fecales; y
- El agua del canal Esperanza tiene los mismos problemas a los del Zanjón de la Aguada.

## 3.2 CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS

### 3.2.1 Población

Flujos claramente opuestos de movimiento de población se han presentado en el Area, ubicada en la periferia de la creciente metrópoli de Santiago. Los sectores vecinos a la zona urbana de Santiago han sido



invadidos gradualmente por los suburbios de la metrópoli. Por otro lado, ha ocurrido un éxodo rural hacia la zona urbana, especialmente en las comunas de Renca y Pudahuel.

La densidad de la población de la ciudad de Santiago ha crecido desde la década de 1900, de aproximado de 200 personas/km<sup>2</sup> a unas 90 personas/km<sup>2</sup> en la actualidad. El componente rural de la población en la Región Metropolitana fue pequeña en 1985 y será depreciable en el año 2000 (Fig. A-8-1 y Tablas A-8-1 a 3).

### 3.2.2 Condiciones de Vida

Mediante el cultivo de cereales u hortalizas los pequeños agricultores (menor de 12 há de tenencia de tierra) pueden esperar un ingreso bruto agrícola de aproximadamente Ch\$ 210.000/há, en relación con un costo directo de producción de Ch\$ 110.000/há. Además, debe guardar Ch\$ 30.000/há para el pago de impuestos a la tierra y cargas de agua, etc. Si trabajan en una tierra agrícola de 5 há, sus ingresos anuales serán de Ch\$ 350.000. En la actualidad, un obrero agrícola puede ganar Ch\$ 350 a 400 por día, puesto que el salario mínimo fijado por el Gobierno es de Ch\$ 8.000 mensual. La recompensa que obtienen los pequeños agricultores es proporcional a sus medios.

### 3.2.3 Tamaño de Tierra Agrícola, Tenencia de la Tierra e Impuesto a la Tierra.

#### (1) Tamaño de la Tierra Agrícola

A escala nacional, los pequeños agricultores son aproximadamente un millón, que equivale al 40% de la población rural.

El tamaño de la tierra agrícola según bloque se obtuvo de mediciones realizadas en las

fotografías mosaicas preparadas por CIREN en 1979. Este nos indica que se encuentran 1.540 familias agrícolas en el Area, de los cuales 923 son agricultores con menos de 10 há, representando un 60% y ocupan un 14% de la tierra agrícola total. Por otro lado, 44 familias agrícolas que corresponden al 3% del total tienen más de 100 há y ocupan aproximadamente un 41% de la tierra agrícola total (Tabla A-8-4).

### (2) Tenencia de la Tierra

Desde 1978, con la derogación de la Ley de Reforma Agraria, se eliminaron las restricciones al tamaño de las propiedades y la propiedad de la tierra por parte de corporaciones privadas.

En el Area, la mayoría de los pequeños agricultores cuyas propiedades están comprendidas entre 4 y 12 há, son beneficiarios de la Ley de Reforma Agraria. Son los dueños de títulos por mérito de la tierra, mientras pagan el costo a plazo. Existe un número bastante grande de propietarios de terrenos muy pequeños, de menos de 2 há, trabajan como obreros agrícolas o jornaleros con los grandes propietarios y, en cambio, reciben tierras con casas para habitar. Estas tierras son utilizadas principalmente como huertos familiares.

### (3) Impuesto a la Tierra

Para fines de cobro de impuestos a la tierra agrícola se clasifica en varias categorías de acuerdo con la disponibilidad de medios de riego. La tierra regada se divide en cuatro categorías de acuerdo a la pendiente del terreno,

y la tierra no regada en dos categorías, arable y no arable. La tierra seca se clasifica a su vez, según la topografía y el suelo; la tierra no arable, que corresponde a praderas y bosques se clasifica en cuatro sub-clases. El Apéndice Tabla A-8-5 muestra los precios de cada tipo de tierra agrícola evaluada por la Oficina de Impuestos Internos. El impuesto a la tierra agrícola es determinado según este evalúo.

#### 3.2.4 Organizaciones de Productores Agrícolas

La Corporación de la Reforma Agraria (CORA) casi ha sido disuelta. Actualmente cada agricultor administra individualmente su tierra. Los agricultores forman una organización tal como asociación de beneficiarios de canal de riego para la distribución de las aguas y mantenimiento del canal. Sin embargo, su actividad no está diversificada en otro campo agrícola. Generalmente los agricultores ejecutan su labor por el grupo familiar en la tierra heredada. Sólo se forman grupos para el fin definido, como por ejemplo, la transferencia de tecnología de INDAP y el contrato de algunos cultivos entre exportadores o procesadores y agricultores.

#### 3.3 SELECCION DEL AREA DE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA SEGUNDA ETAPA.

En la Primera Etapa, el estudio básico se realizó en el área objetiva de aproximadamente 61.000 há dividida en ocho (8) bloques, basándose en las redes de canales de riego existentes. Los Bloques-1, 2, 3 y 4 de aproximadamente 36.000 há en total se seleccionaron como área para el Estudio de Factibilidad de la Segunda Etapa, en consideración a lo siguiente:

- a) Las áreas seleccionadas están localizadas adyacentes a la ciudad de Santiago y socio-económicamente

tienen una gran importancia debido a la alta potencialidad agrícola. Estas áreas están fuertemente afectadas en formas directa o indirecta con la ciudad de Santiago, por lo cual se espera un desarrollo balanceado de estas áreas con las urbanas ;

- b) Las aguas de riego de las áreas seleccionadas están contaminadas, especialmente las aguas de los Bloques-1 y 2, debido a la toma de aguas servidas del Zanjón de la Aguada. Por esta razón se requiere de algunas contra-medidas para mejorar esta situación;
- c) La productividad agrícola es baja en los Bloques-3 y 4, debido a problemas, tales como: crecidas , mal drenaje, suelos con problemas y falta de agua de riego, a pesar de la ventaja geográfica de estas áreas, ubicándose cercana al gran mercado para consumo de productos agrícolas. Por lo tanto, es necesario tomar contra-medidas para mejorar su productividad y utilizar efectivamente el terreno agrícola;
- d) El Intendente de la Región Metropolitana da las siguientes prioridades del Estudio que a continuación se indican:

- i) Mejoramiento de problemas causados por crecidas y regulación de crecidas;
- ii) Mejoramiento de producción agrícola; y
- iii) Mejoramiento de aguas contaminadas de riego y suelos con problemas.

Las áreas seleccionadas presentan estos problemas y se necesita tomar urgentemente contra-medidas; y

- e) Los Bloques-5, 6, 7 y 8 comparativamente tienen menos problemas a resolver.

En consecuencia, es necesario tomar contra-medidas urgentes para aminorar los problemas existentes y para la recuperación de una alta productividad agrícola en los Bloques-1, 2, 3 y 4.

### 3.4 USO DE LA TIERRA

#### 3.4.1 Uso Actual de la Tierra

El Área abarca una superficie de 35.940 há, de la cual se ocupa actualmente un 91% (32.590 há) para la agricultura. Alrededor del 50% de la tierra es terreno cultivado y el resto es de pastoreo. Gran parte de los terrenos cultivados son ordinarios y el resto están clasificados como huertos y viñas. El Área está localizada cerca de la metrópoli de Santiago, donde un 9% del Área han sido urbanizados, debido a la expansión del área urbana.

El uso actual de la tierra y el mapa del uso actual de la tierra están señalados en el Cuadro 3-4-1 y Fig. 3-4-1.

Cuadro 3-4-1 Uso Actual de la Tierra

Bloque	Terreno Agrícola								Total
	Terreno Cultivado				Pastoreo	Otros*	Sub-Total	Otros**	
	Ordinario	Huerto	Viña	Sub-Total					
1	1.690	30	40	1.760	900	90	2.750	120	2.870
2	3.180	120	430	3.730	660	200	4.590	320	4.910
3	2.030	100	170	2.300	2.760	120	5.180	480	5.660
4	7.430	520	650	8.600	11.020	450	20.070	2.430	22.500
<b>Total</b>	<b>14.330</b>	<b>770</b>	<b>1.290</b>	<b>16.390</b>	<b>15.340</b>	<b>860</b>	<b>32.590</b>	<b>3.350</b>	<b>35.940</b>

**Nota:** \* Están incluidas casas de agricultores, caminos vecinales, canales secundarios y laterales de riego y drenaje, etc.

\*\* Están incluidas áreas urbanas, caminos principales, canales principales, cauces naturales, tranques, pantanos y basurales, etc.

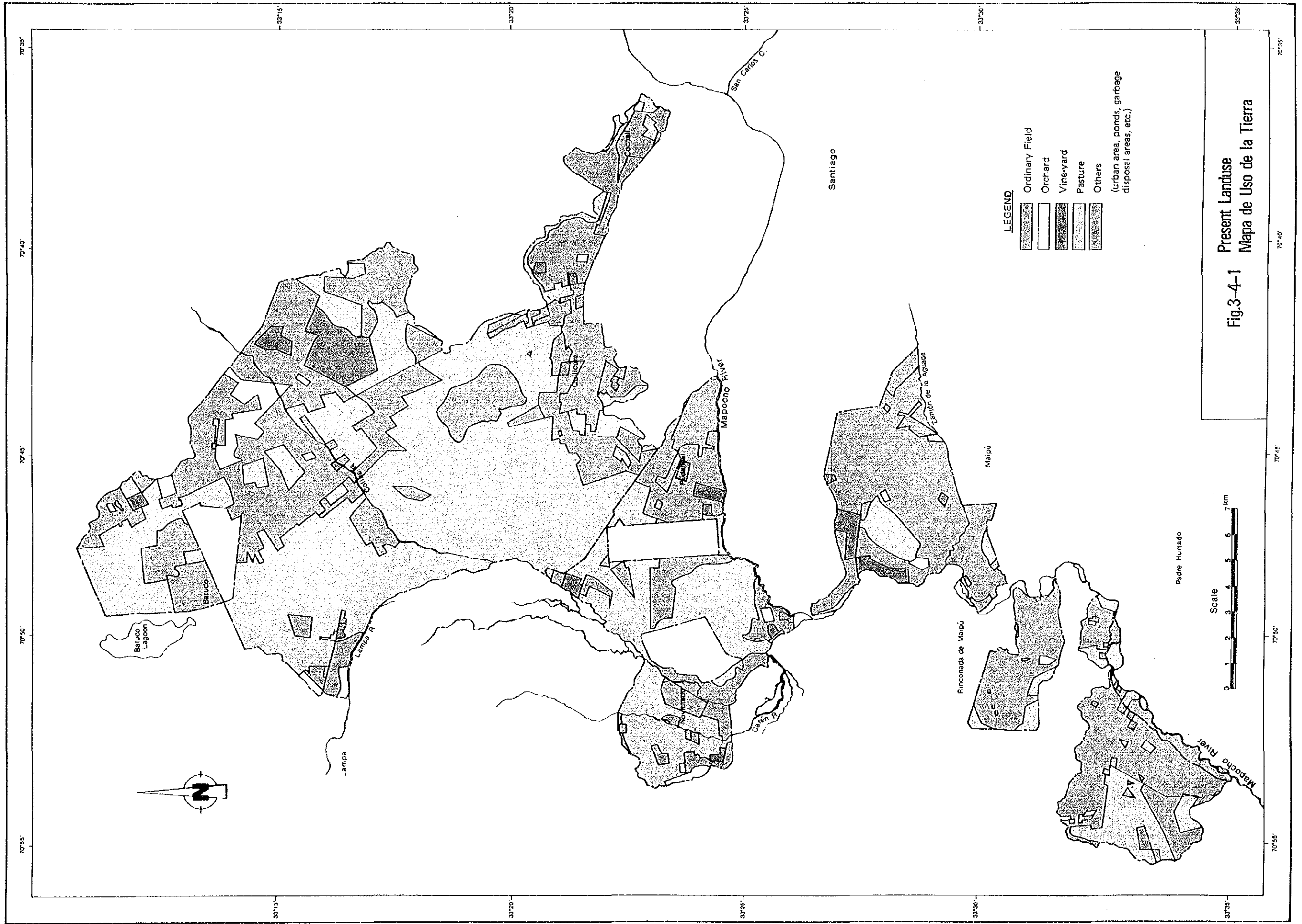


Fig.3-4-1 Present Landuse  
Mapa de Uso de la Tierra



### 3.4.2 Cambio Transicional del Uso de la Tierra

Algunos sectores del Area de Estudio, principalmente la zona periférica de la ciudad de Santiago, han sido urbanizadas en el sector agrícola. Actualmente, se presenta notoriamente la transformación de los terrenos agrícolas a los de otros usos (residencial, industrial, etc.). Este fenómeno, incluyendo los aspectos legales del cambio de uso, se ha estudiado tomando los siguientes documentos como referencia:

- a) Decreto N° 420 de MINVIU con fecha 31 de octubre de 1979 "Modifica Plan Intercomunal de Santiago y Su Ordenanza" y demás planos que se acompañan.
- b) "Plan Maestro, Alcantarillado del Gran Santiago, Período 1985-2010", publicado por EMOS.
- c) "Cartografía Básica para el Diagnóstico de la Cuenca del Río Mapocho", publicado por UCh.

Según el citado Decreto, en la Región Metropolitana se distinguirán los siguientes tipos de áreas :

- 1) Area Urbana ;
- 2) Area de Expansión Urbana; y
- 3) Areas de Restricción.

El Area Urbana es el espacio comprendido del límite urbano del Plan Intercomunal de Santiago.

El Area de Expansión Urbana corresponde al espacio potencialmente urbanizable que se extiende entre las áreas antes mencionadas 1) y 3). El desarrollo de esta Area podrá ser aprobada previamente por el MINVIU antes de comenzar las obras de desarrollo.



Las Áreas de Restricción se establecen, definen y caracterizan las áreas de preservación del medio-ambiente natural, de resguardo de las obras de infraestructura, de protección de vertientes y cauces naturales de agua, de resguardo de canales de regadío y de alto riesgo para asentamientos humanos, etc. El acto de desarrollo en esta área generalmente está prohibido.

El documento "b" da pronóstico que la población del Gran Santiago estará aumentando anualmente; la proyección indica su incremento de 41% en 1995 y 100% en 2010, en relación con la población estimada de 1980. Con este aumento, el área residencial del Gran Santiago se extenderá hacia el oeste y el sur alcanzando en 74.816 há en 2010, o sea, el aumento de 96% en comparación con el área de 38.206 há de 1980. Entre ellas, las áreas de las comunas Renca, Conchalí, Pudahuel y Maipú están incluidos parcialmente en el Área de Estudio, cuyas tasas de incremento se pronostican en 38%, 85%, 153% y 329%, en relación con las áreas de 1980, respectivamente.

El documento "c" pronóstica que el área de los terrenos cultivados en la cuenca del río Mapocho ha decrecido lentamente con la tasa anual de 0,25% durante los pasados 22 años hasta el año 1984. Por otro lado, en el área urbana se ha expandido aproximadamente 3,8 veces durante este lapso que corresponde a 6.3% del aumento anual.

El sector urbanizado en el Área de Estudio es actualmente de 2.210 há. El área urbana aumentará a 3.980 há y totalizará 6.190 há para el año 1991, teniendo en cuenta la información suministrada del MINVIU, Límite Intercomunal de Santiago (1983), y la tendencia histórica del aumento del área urbana (Apéndice Tabla A-9-1).

### 3.5 AGRICULTURA

#### 3.5.1 Generalidades

La actividad agrícola del Area se caracteriza por tener una agricultura de manejo intensivo, ubicada en los alrededores de la ciudad de Santiago. El Area tiene la ventaja de localizarse relativamente cerca de los puertos marítimos y de aeropuertos para exportar los productos agrícolas.

El terreno agrícola está dividido en terreno cultivado y pastoreo. El terreno cultivado se clasifica en tres categorías: terrenos ordinarios para los cultivos de cereales, hortalizas y cultivos forrajeros, viñas y huertos frutales. El pastoreo es de mejora o natural. El área sembrada de hortalizas cubre aproximadamente 20% del terreno cultivado, lo cual es una de las características de la agricultura suburbana.

La mayoría de los pequeños productores se dedican a la producción de hortalizas. Sin embargo, la superficie plantada de hortalizas tiende a disminuir, debido a cuatro razones principales:

- a) Bajo precio de las hortalizas;
- b) Conversión del terreno fértil a sector residencial, debido a la expansión urbana;
- c) Prohibición del cultivo de algunas hortalizas de consumo crudo en algunas áreas por contaminación orgánica del agua de riego; y
- d) Dificultades de mercado.

Por otro lado, el área cultivada de trigo, para el cual el Gobierno otorga incentivos, y de frutales, incluida uva de mesa, cuyas exportaciones sobresalen de otros productos, tienden a aumentar considerablemente.

### 3.5.2 Producción Agrícola

#### (1) Agricultura

Los principales cultivos en el Area son cereales, tales como trigo y maíz; hortalizas, como tomates, zanahorias y cebollas; y frutales, como ciruelas, nectarines, duraznos, uva de mesa y vino; y forrajeras como alfalfas. Los detalles de producción por cultivo están mencionados en el Apéndice 10.

Aunque el nivel tecnológico de pequeños productores se considera más bien bajo, el rendimiento promedio de la mayoría de los cultivos en la Región Metropolitana, es generalmente más alto que los de nivel nacional (Tabla A-10-4).

A continuación, se comentará la situación actual de los principales cultivos en el Area.

#### 1) Trigo

La producción total de trigo en la Región Metropolitana es aproximadamente 99.000 t, que equivale al 10% de la producción nacional (1983/84). El rendimiento promedio de la Región alcanza a 3,5 t/há, lo cual excede al promedio nacional de 2,1 t/há. Los rendimientos promedios en las provincias de Talagante, Santiago y Chacabuco, donde se ubica el Area, corresponde a 4,4, 4,4 y 3,2 t/há, respectivamente (1984/85).

De acuerdo a la "Encuesta Agrícola" que se ha realizado en el Area, el rendimiento promedio para pequeños y medianos productores, quienes tienen la tenencia de tierra inferior a 100 há es de 3,5 - 4,0 t/há y so

bre 6,0 t/há para los grandes productores , quienes tienen la tenencia más de 100 há, con manejo mecanizado. Sólo en la parte norte del Bloque-3, donde se presentan inundaciones en forma frecuente, se registran rendimientos promedios levemente inferiores, variando entre 3,0 y 3,5 t/há. Se registran 7,8 t/há y 7,9 t/há de rendimiento promedio para los medianos productores de los grupos de transferencia tecnológica (GTT), que reciben el servicio de extensión del INIA, en las comunas de Maipú y Colina, respectivamente (La Platina, N° 28, INIA, 1985).

Las principales variedades sembradas son Millalén, Aurifén, SAN-1 y SAN-2. La época de siembra en terrenos con riego varía entre fines de mayo y principios de julio y en terrenos sin riego en mayo.

## 2) Maíz

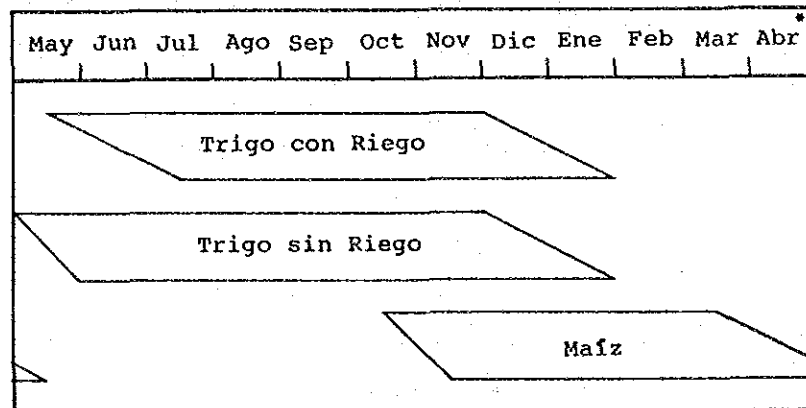
La producción total de maíz en la Región Metropolitana es aproximadamente 143.000 t, que equivale al 19% de la producción nacional (1984/85, ODEPA). El rendimiento promedio de la Región alcanza a 5,9 t/há, lo cual excede levemente al promedio nacional, de 5,2 t/há (1984/85, ODEPA). Los rendimientos promedios en las provincias de Talagante , Santiago y Chacabuco, en donde se ubica nuestra área de estudio, corresponde a 6,7 ,6,2 y 3,1 t/há, respectivamente (1984/85). Igual que en el caso del trigo, el rendimiento promedio del maíz, en la parte norte del Area, es inferior al de la parte sur.

La encuesta agrícola nos da a conocer el rendimiento máximo de aproximadamente 8,0

t/há se registró en 1984 por un productor ubicado en la parte norte del Bloque-3. La estación experimental de INIA en Santiago, obtuvo un valor entre 11 y 12 t/há de rendimiento promedio (La Platina N° 30, INIA,1985).

Generalmente, se encuentran semillas híbridas de las series de Pioner y Tracy. La época de siembra varía entre mediados de octubre y mediados de noviembre.

El actual patrón de los cultivos de trigo y maíz se encuentra en la Fig. 3-5-1.



Nota: Año Agrícola

Fig. 3-5-1 Patrón de Cultivos Actual

### 3) Hortalizas

Las principales hortalizas producidas en el Area son tomates, zanahorias, cebollas, pimentones, choclos y hortalizas de consumo crudo, tales como lechugas, repollos, apios, cuya superficie sembrada es mayor. La producción de hortalizas es llevada a cabo,

principalmente por los pequeños y medianos productores, incluso existen pequeños productores que se dedican a la producción de hortalizas en el 70-80% de sus terrenos.

#### 4) Frutas (Excepto uva)

La mayoría de la producción frutal está a cargo de medianos y grandes productores. El área cultivada de frutas está distribuida en forma esparcida, salvo en la parte norte del Bloque-4, donde se encuentran grandes huertos frutales.

Las principales frutas plantadas son durazno, ciruelas, perales, nectarines, damasco y nogales. Los productores de tuna se encuentran en la parte poniente en los Bloques-3 y 4. La infraestructura de riego está relativamente bien establecida.

Recientemente, la exportación de frutas frescas ha aumentado en forma acelerada. La tasa del incremento anual varía entre 8 y 9% tanto en valor como en volumen, según la información estadística del MA.

#### 5) Uva

La superficie de viñas, para la producción de vino en el Area, está declinando. Por otro lado, las viñas de producción de uva de mesa, que principalmente están manejadas por grandes productores, tienden a aumentar de superficie.

La uva de mesa, principalmente se exporta a los países de los continentes norteamericanos y europeos. El valor de las expor-

taciones de uva de mesa es actualmente cercano a la mitad del total de las exportaciones de productos agrícolas. Además, esta tasa de incremento ha sido fenomenal.

La especie más generalizada en el Area, es Thompson Seedless. Recientemente, se han introducido otras variedades de uva de mesa para exportación, tales como Red Seedless, Flame Seedless, Ruby Seedless y Black Seedless.

La época de cosecha es entre diciembre y abril.

El rendimiento promedio varía entre 16 y 20 t/há, y el beneficio neto fluctúa entre US\$ 8.000 y 12.000/há. La alta rentabilidad atrae nuevas inversiones y nuevas plantaciones para extender las viñas existentes.

El establecimiento de una viña requiere una inversión inicial de Ch\$ 300.000 a 500.000/há, además, un tiempo de 3 años sin ingreso antes de la maduración de la uva. Al llegar el momento de la cosecha, se requiere gran cantidad de mano de obra. Por consiguiente, se requiere de preparación financiera para emprender esta actividad.

## (2) Ganadería

En el pasado, la producción pecuaria chilena ponía énfasis en ganado vacuno y ovino (de doble propósito: carne y lana), la cual es la producción típica de países latinos. Sin embargo, recientemente la producción porcina se ha ido incrementando (Tabla A-10-29).

La producción de carne de vacuno y cerdo ha

aumentado, mientras la producción de leche de vaca, carne y huevos de gallina ha disminuído desde el año 1981 y la producción de lana y carne de carneros se ha mantenido constante (Tablas A-10-28 y 29). Los implementos para la crianza de ganado son modernos y su productividad es relativamente alta.

En relación con el consumo de productos pecuarios, Chile es un país consumidor de carne de vacuno, al igual que otros países latinos. Pero, en la actualidad, el consumo de carne de vacuno y porcino está aumentando, mientras se encuentra una tendencia de declinación en el consumo de carnes de carnero y pollos, huevos y leche (Tabla A-10-30). Esta baja en consumo de pollo y huevos fue debido a una sobre-producción por sistemas de producción integrados de gran escala de inversionistas no agrícolas; mientras que para la leche, el monopolio del mercado lácteo por algunos procesadores que fijaron sus precios al detalle, provocó la baja.

La producción pecuaria del Area principalmente se dirige a lechería manejada por los grandes productores, ya que esta actividad tiene una ventaja de ubicarse cerca del mercado consumidor. Además, se encuentra, también, una producción porcina y avícola en pequeña proporción. Sin embargo, la ganadería no juega un papel importante dentro del sector agrícola en el Area.

Algunos pequeños productores se dedican a la cría de vacas lecheras, vacunos, cerdos, ovinos, cabras, abejas y conejos angoras en menor magnitud con el objeto de consumo casero o local. La productividad de pequeños productores es inferior en comparación a la de grandes pro-



ductores.

El resumen de la actual producción pecuaria en el Area es como sigue:

1) Pastoreo

El cultivo de pastoreo es principalmente al falfa en el terreno cultivado y el rendimiento es comparativamente alto (aproximadamente 10 a 15 t/há con el 15% de humedad, cinco cosechas por año). La mayoría de los grandes productores tienen un buen manejo y poseen sistemas de riego. Algunos productores sólo se dedican a la venta de forrajes o pellet.

2) Producción Lechera

La mayoría de la producción lechera es manejada por grandes productores o inversionistas radicados en Santiago, quienes tienen pastoreo de 100 a 480 há de superficie con instalaciones de riego y maquinarias de ordeño.

Las principales especies de vacas pertenecen a Holstein Friesian de orígenes americano y europeo. Los grandes productores ordeñan con el método mecanizado y su rendimiento es alto (4.000 a 6.000 l/cabeza/año). Algunos productores tienen sus plantas propias de procedimiento de leche u otros productos lácteos. En cambio, los pequeños productores ordeñan en forma manual y su rendimiento es sólo de 2.000 a 3.000 l/cabeza/año.

El manejo por pequeños productores tiene por objeto obtener el ingreso fuera de cultivos y la productividad es relativamente baja en relación con la de los grandes productores.

### 3) Producción Porcina

La producción porcina se realiza por los propietarios de pequeños terrenos (no se limita sólo a agricultores) en los Bloques-3 y 4. Los productores individualmente cultivan algún cereal para cerdos, tal como maíz y hacen mezclas con otros alimentos. Razas de cerdos tal como la compañía de razas híbridas, recientemente está empezando a introducirse. Debido a la declinación en los precios de la leche, carne y huevo de gallina, muchos agricultores manifiestan su interés en la producción porcina.

### 4) Producción de Carne de Vacuno

No se encuentra un predio con producción sistemática a gran escala de carne de vacuno en el Area o sus alrededores. La mayor parte de esta producción consiste en cría de terneros Holstein por pequeños agricultores. Esta crianza se basa en el sistema de mediería, pero su productividad es baja, debido a la mala calidad de vacuno y abastecimiento insuficiente de alimento de mala calidad.

### 5) Producción Avícola

Hay grandes planteles avícolas de alta inversión en los Bloques-1 y 4. En el Bloque-1 los planteles están fuera de producción (capacidad mensual de 50.000 unidades), mientras que en el Bloque-4 la producción mensual alcanza a 17.000 pollos.

La producción de huevos se encuentra en los Bloques-3 y 4. Los productores de huevos de gallina venden directamente a los mercados de Santiago o se destinan a mercado local.

#### 6) Otra Producción Pecuaria

Se crían, también, varios tipos de animales, tales como ovejas, cabras, caballos y conejos angoras en el Area y áreas vecinas. Sin embargo, la mayoría de estas producciones es manejada por los pequeños productores sin eficiencia o facilidades suficientes, salvo algunas excepciones.

#### 7) Enfermedades Pecuarias

Actualmente, no existen enfermedades infecciosas serias, tales como fiebre aftosa, fiebre porcina africana, y pseudorabia en Chile, las que sí se encuentran presentes en otros países sudamericanos.

### 3.5.3 Costo y Valor de Producción Agrícola

El costo directo de producción, rendimiento y precio de los principales productos agrícolas en el Area están expuestos en el Apéndice Tabla A-10-15.

El costo de producción y rendimiento de cereales, tales como trigo y maíz, en el Bloque-4, son inferiores en comparación con otros bloques. Por otro lado, la producción de hortalizas y frutas es similar entre cada bloque, ya que las condiciones de cultivo son apropiadas. El costo de la producción es alto para frutas y algunas hortalizas y a la vez es bajo para los cereales.

La mano de obra alcanza un 40 - 50% de los costos totales de producción. El precio en el mercado externo de frutas de exportación es 1,4 a 3,2 veces más alto que en el mercado nacional. Los valores de producción bruta y neta están expuestos en el Apéndice Tabla A-10-16.

El valor de la producción frutal, especialmente frutas de exportación es alto. A pesar que el valor de la producción bruta de hortalizas es alto, el valor de producción neta es bajo. El valor de la producción de maíz es el menor en comparación con otros productos principales.

#### 3.5.4 Investigación, Extensión y Capacitación

##### (1) Investigación

A nivel nacional, la FIA y el INIA, coordinan el programa nacional de investigación. La FIA que ha formulado el programa de investigación del plan trienal de desarrollo silvo-agropecuario (1985-1987) pone énfasis en aspectos estratégicos de corto plazo; mientras que el INIA ha estado llevando a cabo una investigación básica en todos los aspectos agrícolas y ganaderos. Uno de los resultados de la investigación de este tipo, es la creación de una comisión que inspecciona el sistema de vendedores mayoristas de productos perecibles en la ciudad de Santiago.

##### (2) Extensión y Capacitación

Los trabajos de extensión y capacitación están siendo llevados a cabo en dos niveles: pequeños y medianos/grandes productores.

###### 1) Pequeños Productores

El INDAP es el organismo responsable de las actividades de extensión y capacitación para estos productores. Esta entidad confía el trabajo mismo a empresas consultoras privadas y entrega subsidios a los productores por el costo del servicio. En el Area, los productores de la comuna de Colina reciben servicios de Agrocolina y en la comuna

de Lampa del INACAP.

## 2) Medianos y Grandes Productores

El INIA está a cargo del programa de extensión y capacitación para estos productores. Con este fin se organiza a los agricultores, de acuerdo al tamaño del terreno agrícola y la localidad, en grupos (GTT) de 18 productores en promedio. Se han creado 100 grupos a la fecha a nivel nacional. El INIA espera que este tipo de actividad produzca efectos directos en 5 productores vecinos y efectos indirectos en 25.

### 3.5.5 Abastecimiento de Insumos, Créditos, Procedimiento y Comercialización.

#### (1) Abastecimiento de Insumos

Todo el abastecimiento de insumos, tales como, fertilizantes, semillas, pesticidas y maquinarias, tanto nacional como importado, está disponible en el mercado. No existe control de precios por el Gobierno. La ODEPA reúne continuamente la información de precios de los insumos, al igual que de los productos agropecuarios y publica un boletín mensual sobre la materia.

#### (2) Crédito

Los créditos de operación de corto plazo son canalizados a los agricultores a través del Banco del Estado, INDAP, CORFO, bancos comerciales privados, agroindustrias como molinos y cervecerías, y empresas de comercialización. La mayor parte de estas últimas están vinculadas a conglomerados por los grupos financieros. Las agroindustrias

y empresas comercializadoras hacen un contrato de producción con cada agricultor individualmente. Ellas proporcionan insumos al productor y recojen las cosechas. Incluso, proporcionan asesoría técnica al agricultor.

El Banco del Estado, INDAP, CORFO y bancos comerciales proporcionan créditos de largo plazo para inversiones de capital agrícola. La renegociación de las deudas pendientes y la introducción de nuevos créditos de bancos extranjeros, incluyendo el Banco Mundial, han sido llevadas a cabo a través del FMI.

El INDAP otorga los créditos de largo y corto plazo para el desarrollo agrícola y apoyo financiero de pequeños productores. Esto puede ser combinado como paquete de desarrollo para pequeños productores, por cuanto se incluyen en estos servicios de abastecimiento de insumos y de extensión agrícola.

### (3) Procedimiento

Se encuentran muchas empresas de procedimiento agrícola en el área industrial ubicada en el suroeste de la ciudad de Santiago, tales como molinos tradicionales, cervecerías, conserveras y lecherías. Estas procesadoras hacen contratos por rubro con productores en el Area, abasteciendo de insumos y servicios técnicos y eliminándoles las dificultades de comercialización.

### (4) Comercialización

#### 1) Agroproductos

Los agroproductos del Area llegan a los consumidores a través de varios canales de co

mercualización.

Los productores cuando tienen medios de transporte, venden sus productos directamente a los consumidores o a detallistas en mercados de pueblos cercanos al predio o en el mercado central de Santiago. Los cereales, tales como trigo y maíz, son llevados directamente a los molinos.

Los productores sin medios de transporte, que corresponden a la mayoría de los pequeños productores, venden sus productos a camioneros acopiadores en el predio a través de pago en efectivo la mayoría de las veces. A su vez, los transportistas llevan los productos a mercados mayoristas.

Existen algunos casos en que exportadores y cadenas de supermercados anticipan un pago operativo a pequeños productores de frutas de exportación y hortalizas de alta calidad como base de un contrato de producción.

El poder comprador del estado COPAGRO , compra trigo a un precio que está dentro de la banda fija de precios, siendo esto un incentivo para los productores.

## 2) Productos Pecuarios

Los mercados avícolas en Chile son manejados por grandes empresarios integrados . Ellos operan este rubro, en forma sistemática, o sea, manejan el criadero de aves, los alimentos , la crianza y faenamiento de pollos. La leche se recolecta por grandes industrias lecheras y el precio de la leche está estrictamente controlado. La carne de

vacuno y carnero se comercializa a través de canales de comercialización algo complicados. Los medieros y los faenadores de carne juegan un papel importante en la determinación de precios. La carne se fija el precio de acuerdo con el tamaño y apariencia. No se aplica el sistema de grado de calidad de carnes. Los mataderos sólo realizan el sacrificio y faenamiento, y ellos reciben solamente un ingreso por faenamiento.

La tasa de escalamiento de los precios de los huevos y la leche es la más alta de los productos pecuarios, siguiendo la carne de pollo, la cual se estancó la demanda de huevos de gallina y leche de vaca (Apéndice Tabla A-10-31).

Comparando el precio de la carne de vacuno entre Chile y los principales países productores, el precio en Chile es el más alto dentro de los países sudamericanos (Apéndice Tabla A-10-32).

### 3.6 OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

#### 3.6.1 Control de Inundaciones y Daño Resultante

##### (1) Obras Realizadas en Cauces Naturales

##### 1) Obras Realizadas en Cauces Naturales

##### a) Río Mapocho

Las obras de mejoramiento realizadas del río Mapocho en el sector de la ciudad de Santiago son como sigue:



- Ribera con piedras y hormigón (construida a principios de este siglo), de un largo aproximado de 4 km, cruzando la parte central de la ciudad.

- Ribera de gabiones ( en construcción después de la inundación de 1982), de aproximadamente 5 km de largo en aguas arriba del primero.

- Pedraplén y espigón en algunos sectores.

b) Estero Lampa

El estero Lampa se ha mejorado sólo con espigón en algunas secciones alrededor del pueblo de Lampa.

c) Estero Colina

El estero Colina se ha mejorado con gabiones en el ápice del cono fluvial, espigones longitudinales de roca frente a las localidades de Esmeralda y Colina, que se han permitido proteger parcialmente la ribera derecha.

2) Actual Capacidad de Flujo

La actual capacidad de flujo de los principales cauces naturales en el Area se muestran en las Figs. 3-6-1 y 2 y el detalle está en el Apéndice Tabla A-13-3.

La actual capacidad de flujo del río Mapo

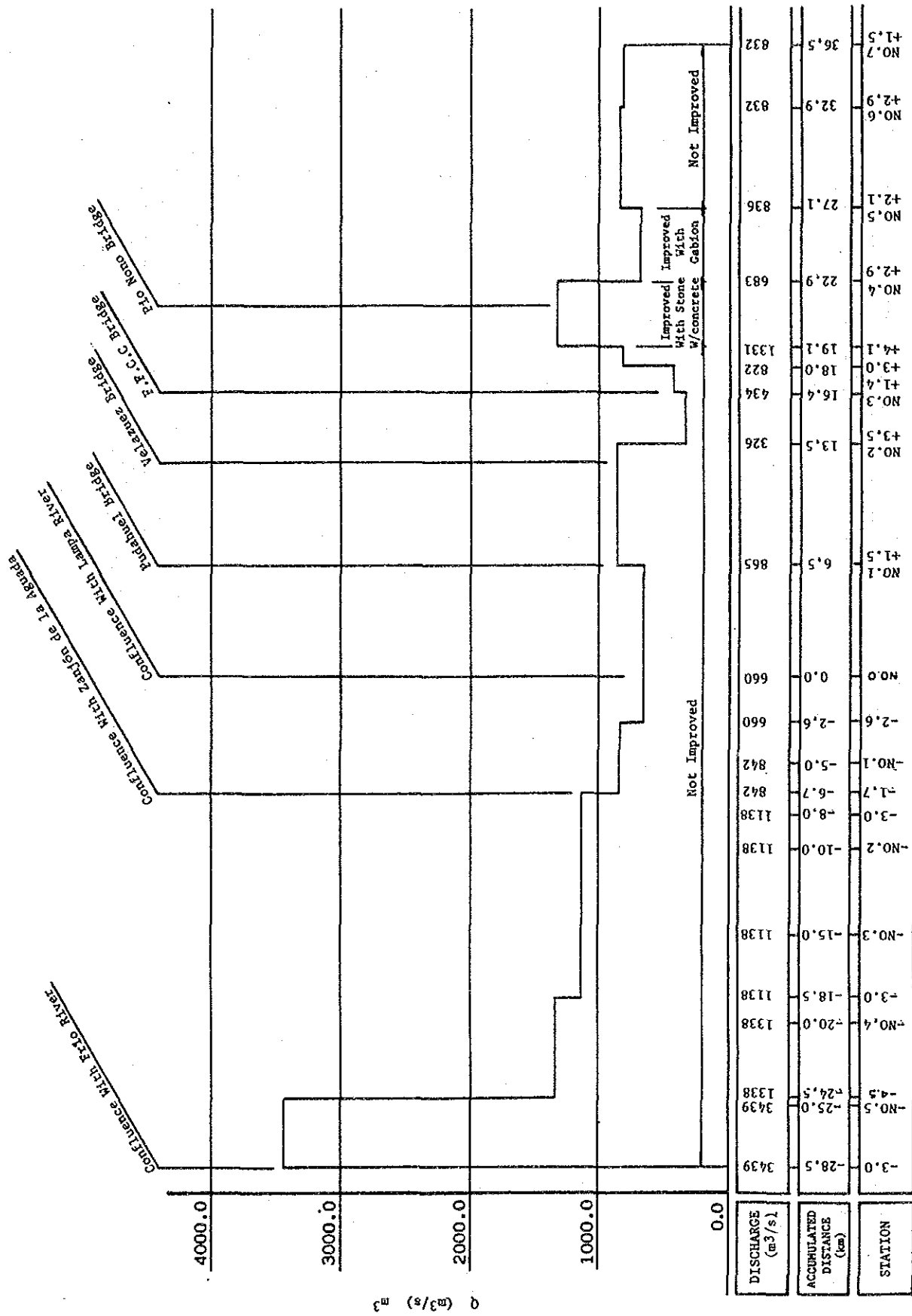


Fig. 3-6-1 Capacidad de Flujo Actual del Río Mapocho

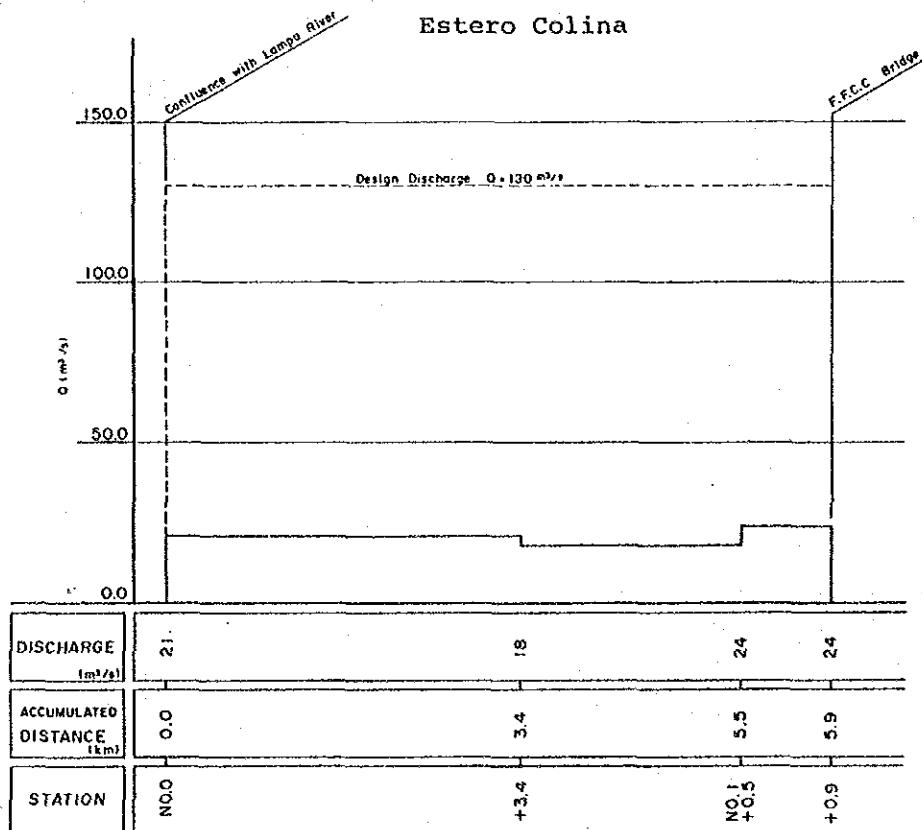
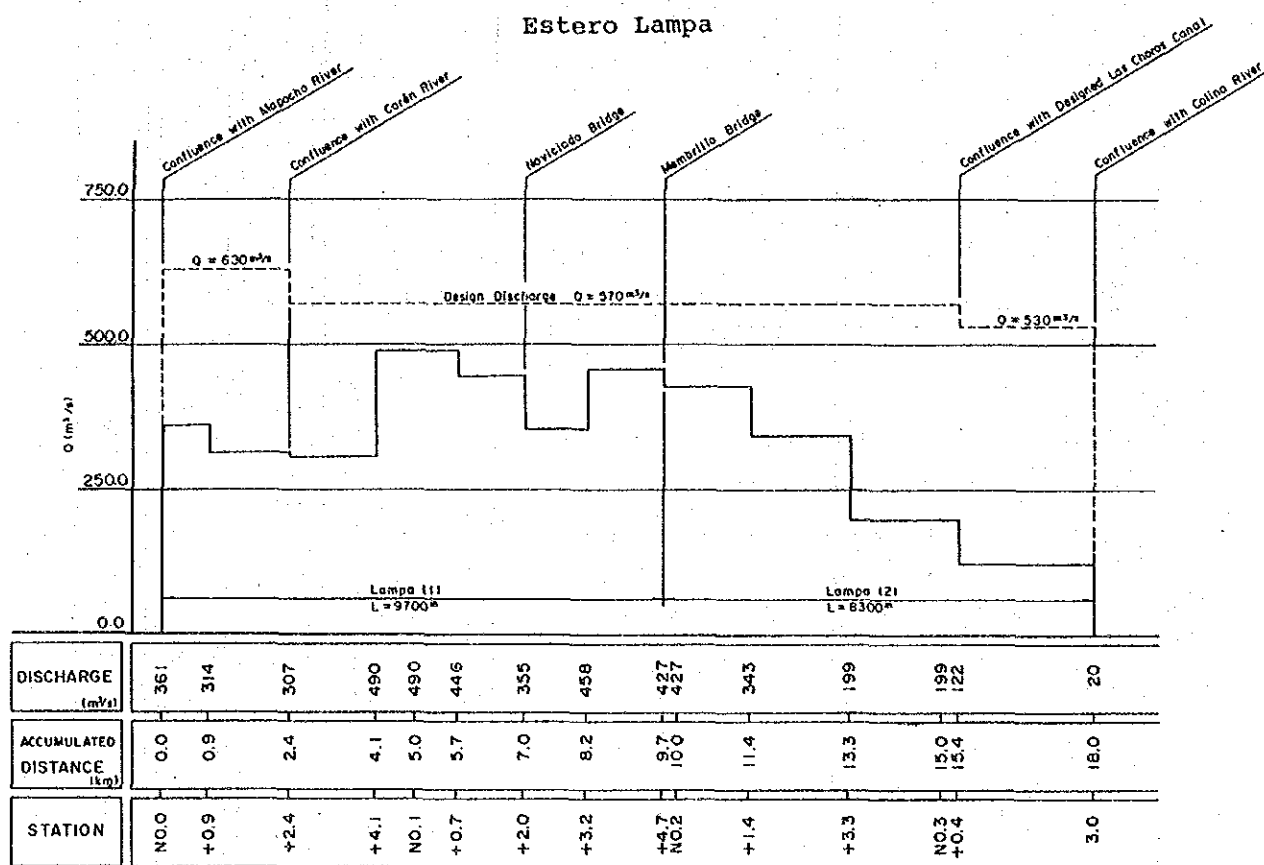


Fig. 3-6-2 Capacidad de Flujos Actuales de los Esteros Lampa y Colina

cho en la sección mejorada varía entre 750 y 1.300 m<sup>3</sup>/s, que corresponde al gasto de crecidas con período de retorno de 30 a 200 años (Apéndice Fig. A-13-8). Sin embargo, la capacidad de porteo de los puentes decrece entre un 30 y un 80%, debido al estrechamiento que las vigas de los puentes provocan en la sección de escurrimiento (Apéndice Tabla A-13-4).

## (2) Daño de Inundaciones

### 1) Daño de Inundaciones Ocurridas

El daño de inundaciones en el Area, incluido en el regimen fluvial del río Mapocho, ha ocurrido principalmente en las siguientes tres zonas:

a) Area urbana de la ciudad de Santiago a lo largo del río Mapocho.

- Causa: Crecida del río Mapocho.

- Características: El período de inundación es corto, debido a la alta velocidad del flujo de crecidas, pero el daño es cuantioso.

b) Areas a lo largo del canal San Carlos y Zanjón de la Aguada.

- Causa: Crecida de las quebradas localizadas en el borde oriental de la ciudad de Santiago y del canal San Carlos.

- Característica: Igual a ítem "a". Además, la frecuencia de inundaciones es mayor.

c) Terreno agrícola a lo largo de los esteros Lampa y Colina.

Causa: Baja capacidad del flujo de los esteros Lampa y Colina, y baja densidad de canales de drenaje.

Característica: El período de inundaciones es largo, debido a baja velocidad del flujo de crecida por topografía plana del área.

En la cuenca del río Mapocho, daños cuantiosos han ocurrido en junio de 1982 y en julio de 1984. La inundación ocurrida en el año 1982, debido a alta temperatura en la cuenca alta que causó el deshielo repentino y, además, fuertes lluvias en la totalidad de la cuenca, causó numerosos daños, principalmente en las áreas antes mencionadas "a" y "b". Esta inundación corresponde a la de 30 años de período de retorno \*, basándose en el gasto observado en la estación Los Almendros.

La crecida ocurrida en el año 1984, se debió a fuertes lluvias en el área montañosa de la cuenca del estero Lampa, causando un daño enorme en el área mencionada "c". Esta inundación duró unos 7 días en el sector occidental del Área.

---

Nota \* : El gasto máximo del río Mapocho, con un período de retorno de 30 años, en la estación Los Almendros , durante la inundación de junio de 1982, se ha estimado por el CNR y por el Equipo, cuyos valores son  $297 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $311 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente. Por otro lado, el gasto máximo observado de la misma crecida fue  $295 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Basándose en el caudal de simulación del estero Lampa, esta crecida corresponde a un período de retorno\*\* de 7 años. Las precipitaciones observadas durante las crecidas de 1982 y 1984 se muestran en el Cuadro 3-6-1.

Cuadro 3-6-1 Precipitación durante Inundaciones

	Estación Rungüe (N° 4)		Estación Stgo. (N° 24)	
	Precipitación	Período de Retorno	Precipitación	Período de Retorno
Junio 1982	No registrado.	-	100,4 mm/ 2 días	10 años
Julio 1984	236mm/ 3 días	15 años	77,6 mm/ 3 días	3 años

## 2) Area Inundada

El análisis simulado de crecida fue llevado a cabo, utilizando el método de Modelo de Función de Acumulación. El área inundada en la cuenca del estero Lampa bajo las actuales condiciones se estima según cada período de retorno.

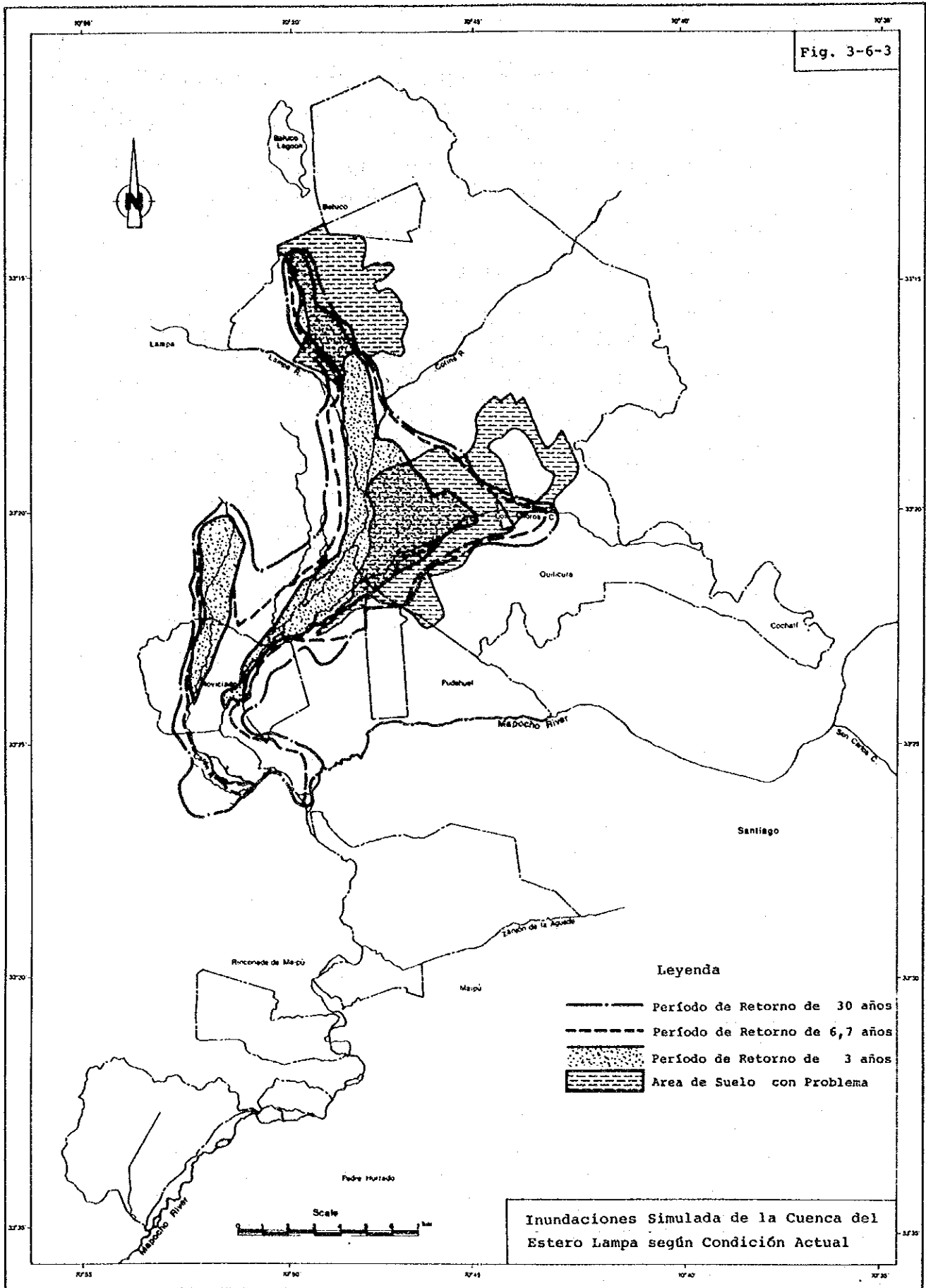
La Fig. 3-6-3 y Cuadro 3-6-2 muestran el área inundada y su extensión areal, respectivamente.

Cuadro 3-6-2 Area Inundada en la Cuenca del estero Lampa (Unidad: há)

Crecida	Crecida Jul.84	Período de Retorno (año)		
		3	6,7	30
Area Inundada (há)	7.780	4.300	7.640	10.180

Nota \*\*: El caudal máximo para el período de retorno de 6,7 años y el caudal máximo para la precipitación de julio de 1984 es 650 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

Fig. 3-6-3



### (3) Daño por Erosión

Se encuentra una vegetación pobre y muchos afloramientos rocosos en laderas de la cuenca alta del río Mapocho. Sin embargo, se presentan pocos arrastres y deslizamientos de tierra que alcancen el cauce fluvial, debido a escasa precipitación (aproximadamente 400 mm/año) y rara ocurrencia de fuertes lluvias en la cuenca. El volumen de sedimentos producidos en la cuenca del río Mapocho se estima en  $70 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2$  en la estación Los Almendros (Tabla A-13-1).

### 3.6.2 Obras de Drenaje y sus Dificultades

#### (1) Obras de Drenaje

##### 1) Bloque-1

Topográficamente, el Bloque-1 consiste en una pequeña cuenca (véase Apéndice Figs. A-12-2 y 3), y la napa freática en el área es más bien alta, fluctuando entre NT - 0,5 m y 2,0 m. La pendiente es leve en la parte occidental del Bloque-1 y existe un área de drenaje pobre del orden de 300 há. El único canal confiable para el drenaje en este Bloque es el estero Frío. La pendiente del estero Frío es más bien pronunciada y la velocidad del flujo excede un promedio de 1,5 m/s; en consecuencia, ha prevalecido la erosión en los bordes. La densidad de los canales de drenaje y los cauces naturales en este bloque es de 6,8 m/há.

##### 2) Bloque-2

La red de canales de riego está siendo desarrollada en relación con otros bloques y también está funcionando como dren. Ade-



más, los cauces naturales, tales como Zanjón de la Aguada, un arroyo atravesado en Rinconada de Maipú tiene su función como dren. Por lo tanto, la condición de drenaje se presenta relativamente buena. Los canales de drenaje, incluyendo cauces naturales, cubren una longitud total de 9,8 km y tienen 8,2 m/há de la densidad.

### 3) Bloque-3

Hay una predominancia de áreas con drenaje pobre en el sector suroeste del aeropuerto internacional y el sector norte de Noviciado. La densidad de canales de drenaje y cauces naturales es de 4,2 m/há. El estero Las Cruces, que es una continuación del canal Los Choros, se ha ejecutado obras de mejoramiento de cauce que dió un efecto favorable.

### 4) Bloque-4

Topográficamente, el sector oriental del Bloque-4 consiste en un cono aluvial con una pendiente de alrededor de 1/10.

En dicha área no existen canales confiables o cauces naturales para el drenaje, salvo algunos canales de drenaje de tamaño mediano.

Sin embargo, se encuentran áreas mal drenadas en el sector cercano a Batuco y en el área rodeada por los esteros Lampa y Colina, como también a lo largo del canal Los Choros (estero Las Cruces), debido a leves pendientes, altas napas freáticas y distribución superficial de estratos semi o impermeables. Los canales principales de drena-

je existentes en el Bloque-4 son Huechuraba, Los Choros y San Ignacio, además los esteros Lampa y Colina funcionan como dren importante.

El área donde no existen canales de drenaje están clasificadas como vegas. La densidad de canales de drenaje y cauces naturales en este bloque es de 2,6 m/há.

## (2) Problemas de Drenaje

Como se mencionó anteriormente, existen áreas mal drenadas en los siguientes sectores, principalmente del Bloque-4.

- a) Sector noroeste de Noviciado, en el Bloque-3.
- b) A lo largo del canal de drenaje Los Choros, en el Bloque-4.
- c) Sector norte del aeropuerto Arturo Merino Benitez, en los Bloques-3 y 4.
- d) Zona terminal del estero Colina, en el Bloque-4.
- e) Alrededor de Batuco, en el Bloque-4.

Las causas de mal drenaje en estas áreas se pueden atribuir a mal mantenimiento de los canales de drenaje existentes, topografía plana de depresión, suelos impermeables y baja densidad de canales de drenaje, etc.

### 3.6.3 Obras de Riego y Regulación

#### (1) Obras de Riego

En el Area, existen canales principales de riego de 151,5 km de longitud total para el área agrícola total de 35.940 há (Cuadro 3-6-4). Ade-

Cuadro 3-6-3 Canales Principales de Riego

Bloque	Nombre	Longitud (km)	Area Agrícola (há)	Area Total (há)
1	Esperanza Alto	16,2	1.220	1.330
	Esperanza Bajo	10,2	1.530	1.570
	Sub - Total	26,4	2.750	2.870
2	Ortuzano	10,2	2.700	2.900
	Rinconada	16,8	1.185	1.265
	Loma Blanca	3,0	280	300
	Encañado	5,1	425	445
	Sub - Total	35,1	4.590	4.910
3	La Punta	20,2	2.720	3.120
	Boza	8,0	1.050	1.090
	Noviciado	6,7	1.410	1.450
	Sub - Total	34,9	5.180	5.660
4	Carmen	36,9	11.470	12.860
	Batuco	18,2	8.600	9.640
	Sub - Total	55,1	20.070	22.500
TOTAL		151,5	32.590	35.940

Cuadro 3-6-4 Tranque de Acumulación

Bloque	Nombre de Canal	Nº de Tranque	Capacidad Máxima (m <sup>3</sup> )
1	Esperanza	4	88.000
2	Rinconada	2	62.000
3	Noviciado	3	101.500
4	Carmen	20	256.000
TOTAL		29	507.500

más, existen 29 tranques de acumulación con capacidad máxima de  $507.500 \text{ m}^3$  (Cuadro 3-6-4). El sistema de canales de riego se da a conocer en la Fig. 3-6-4. Los detalles de obras de riego por bloques se comentarán en las siguientes secciones:

1) Bloque-1

a) Bocatomas

El agua de riego es dirigida al Bloque-1 a través de "patas de cabra" o diques de instrucción de grava y gabiones, que están ubicados en el río Mapocho. Estas estructuras de extracción son fácilmente arrastradas por las crecidas, pero también pueden ser reconstruidas sin dificultad. Se ha observado que se gasta anualmente una considerable cantidad de dinero para mantener dichas estructuras en buenas condiciones.

b) Canales principales de riego

Estos canales son hechos de tierra y no se ha encontrado erosión notable.

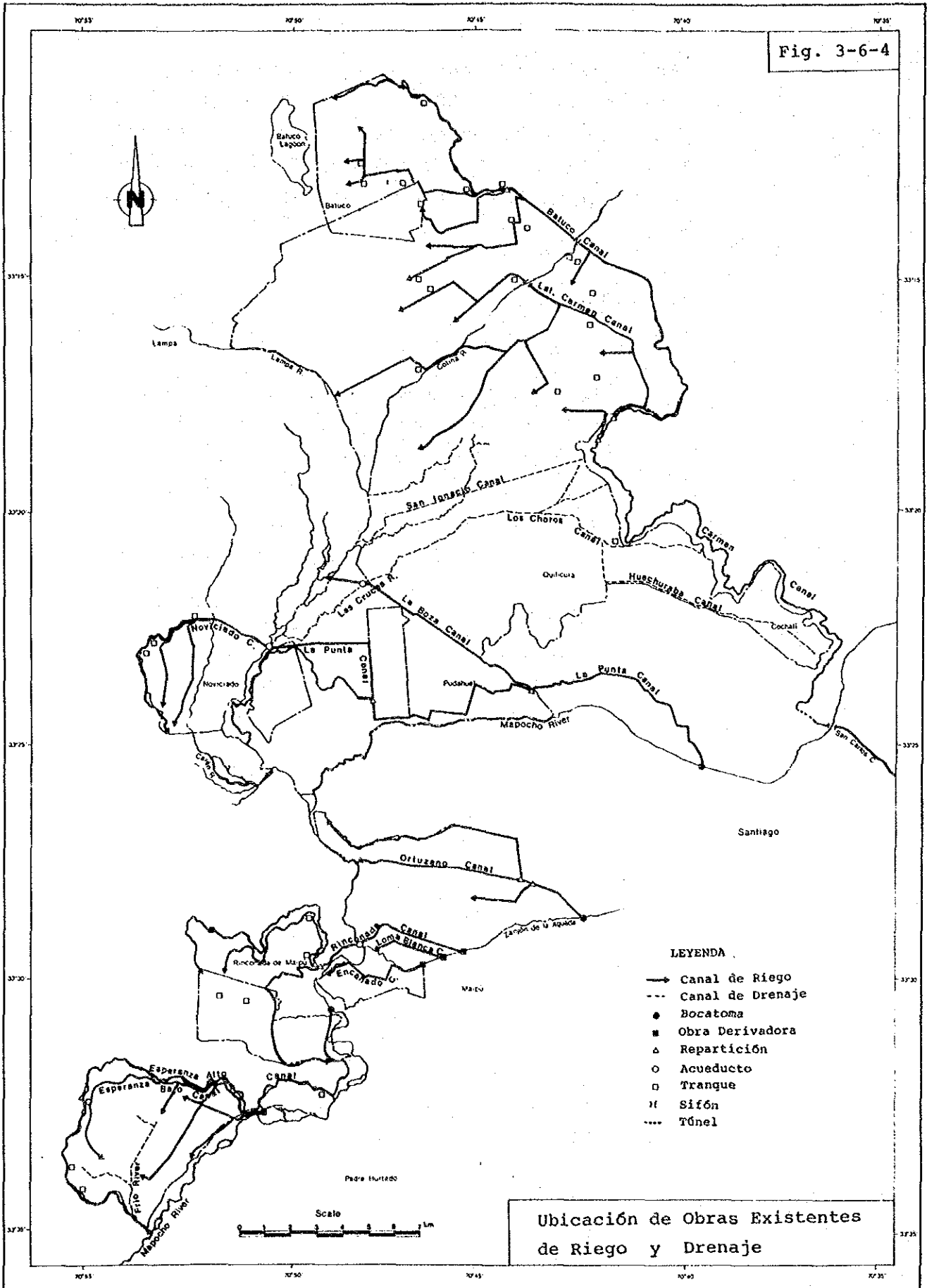
c) Obras Derivadoras

Las obras derivadoras, hechas de hormigón armado, se encuentran en el punto de derivación entre los canales principales y secundarios. El agua de riego está desviada por dispositivos de separación instalados en las obras de desvío, y no tienen compuertas.

d) Tomas

Las compuertas, hechas de acero, con una

Fig. 3-6-4



dimensión promedio de ancho (A): 60 cm x altura (Al): 80 cm x espesor (E) 5 mm, es tán ubicadas en las bocatomas de los canales terciarios. De acuerdo a las ob- servaciones de terreno, estas compuertas están bien mantenidas y funcionan bien.

e) Tranques de Acumulación

Hay cuatro tranques de acumulación, cada uno de ellos abarca un área de 150 a 200 há de terreno regado. El agua es almace- nada en estos tranques durante la noche y usada para el riego durante el día. El agua no es extraída de estos tranques du- rante el período sin riego.

2) Bloque-2

a) Bocatomas

El agua de riego para este bloque es lle- vada desde el Zanjón de la Aguada, a tra- vés de cuatro bocatomas de los canales principales de Ortuzano, Rinconada, Loma Blanca y Encañado. Las obras de riego es tán manejados por la Junta de Vigilancia del Zanjón de la Aguada.

b) Canales principales de riego

Estos canales son hechos de tierra y no se ha observado erosión notable, excepto en algunas partes del canal Rinconada.

c) Obras Derivadoras

Las obras derivadoras, de hormigón arma- do, se encuentran en las bifurcaciones de los canales principales y secundarios. El agua de riego es desviada por disposi-

tivos de separación instalados en las obras de derivación y no tienen compuertas.

d) Tomas

Se proporcionan compuertas hechas de acero con una dimensión promedio de A: 60 cm x Al: 80 cm x E: 5 mm para canales terciarios. Estas compuertas están bien mantenidas y funcionan bien.

e) Acueducto

Hay un acueducto, hecho de hormigón armado, A: 0,8 m x Al: 1,0 m x L: 110 m de dimensiones, ubicado a 2,7 km aguas arriba del puente Rinconada.

f) Tranques de Acumulación

Hay dos tranques en el Bloque-2 y cada uno de ellos abarca un área de 150 a 200 há de área regada. El agua no es extraída de estos tranques durante el período sin riego. Estos tranques fueron cons-truídos hace algunos años y presentan un buen funcionamiento.

3) Bloque-3

a) Bocatomas

El agua de riego es dirigida desde la obra de toma en La Punta, ubicada aproximadamente 50 m aguas arriba del puente Manuel Rodríguez en el río Mapocho. Esta bocatoma es hecha de hormigón armado y facilita la toma de agua estable a través del manejo de compuertas.

b) Canales principales de riego

La longitud total del canal La Punta es 20,2 km, de los cuales 5,1 km están revestidos con hormigón. El canal La Punta bifurca a dos canales: Noviciado y Boza. El canal Noviciado que conduce al poniente del aeropuerto Arturo Merino Benitez, tiene una extensión total de 6,7 km, de los cuales 4,0 km están revestidos con hormigón. El canal Boza que conduce al norte del aeropuerto, es de tierra. La velocidad media de flujo en estos canales es inferior a 1,0 m/s y no se ha observado erosión.

c) Obras derivadoras

Se puede decir lo mismo mencionado anteriormente en las obras de derivación en los Bloques-1 y 2.

d) Compuertas de control

Algunas partes del sector de Noviciado se encuentran más altas que los niveles normales de agua de los canales de riego. Por esto, compuertas de presa de control, hechas de acero, se han instalado cada 500 m para elevar los niveles de agua en los canales principales, así como en los de distribución. El tamaño promedio de las compuertas, es de A: 0,6 m x A1:1,2 m.

e) Tomas

En las tomas de los canales de riego, están instalada compuertas, hechas de acero, con dimensiones promedio de A: 60 cm x A1: 80 cm x E: 5 mm.



f) Acueducto

Un acueducto, hecho de hormigón armado , A: 0,8 m x Al: 1,0 m x L: 30 m de dimensiones, está ubicado a 40 km al poniente del aeropuerto internacional.

g) Tranques de Acumulación.

Hay tres tranques de acumulación, que se encuentran ubicado al final del canal Noviciado. Estos tranques están manejados insuficientemente y están cubiertos de malezas y arena de un espesor de 2 m.

4) Bloque-4

a) Bocatomas

El agua de riego se capta en bocatoma de La Obra en el río Maipo y se conduce por el canal San Carlos. Se encuentra bocatoma para aguas potables en el mismo punto, por lo cual un cuidador permanente ejerce cuidadosamente el manejo de compuertas y el control del volumen captado. En el tramo del canal San Carlos, esta agua se utiliza por la generación eléctrica en la central La Florida y regadío a través de unos canales secundarios. Se encuentra un sifón en el cruce del río Mapocho y posteriormente se dirige al canal Carmen.

b) Canales principales de riego

La longitud total del canal Carmen es de 36,9 km, de los cuales alrededor de 30 km (desde el cerro San Cristóbal al cerro Pan de Azúcar) son excavados en roca. El canal Batuco se bifurca desde las obras

derivadoras, ubicadas en la ladera oeste del cerro Pan de Azúcar. La mayoría de las secciones de ambos canales son de tierra y la velocidad de flujo en los canales, es inferior a  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Debido a esto, no se ha observado erosión.

Las redes de canales de riego Carmen y Batuco están bien desarrolladas en el terreno agrícola, en especial en el área cercana a la carretera Panamericana Norte, el área del canal Batuco, los alrededores de la estación de Colina y Quilicura. Entre otras áreas generalmente son insuficientes las redes de canales, debido a problemas de suelo y crecidas frecuentes durante todo el año, resultando en una limitación del cultivo.

c) Tranque de Acumulación

Se distribuyen 20 tranques de acumulación a lo largo de los canales Carmen y Batuco en los sectores norte y noreste del Bloque-4. Cada tranque ocupa su área entre 0,25 y 1,8 há y tiene la profundidad de 2 m como máximo. Se acumula el agua durante la noche y riega durante el día. La operación y mantenimiento de estos tranques se llevan a cabo por los beneficiarios, por lo que tienen buen funcionamiento.

(2) Regulación del Agua de Riego Existente

Se hizo un análisis de simulación para el balance del agua de riego existente, mes a mes, usando datos meteorológicos e hidrológicos de cuarenta años, entre 1941/42 y 1980/81.

En base a los resultados, se examinó el balance hídrico con una probabilidad anual de 85% (período de retorno de 6,7 años), que se adopta actualmente por CNR en el plan de riego.

Si se adopta como base el análisis el patrón actual de cosecha única, el agua de río actualmente disponible será suficiente para el suministro de agua hacia los terrenos cultivados existentes, excepto en el Bloque-1. Sin embargo, el Bloque-4 será afectado por falta de agua, debido a la pequeña capacidad de flujo del canal Carmen en la actualidad.

La falta de agua de riego ocurrirá en los Bloques-1, 3 y 4 si es que se adopta el patrón propuesto de doble cosecha. En el Bloque-1, el agua misma de riego no será suficiente. En el Bloque-3, el agua disponible será suficiente, pero no existe la capacidad de flujo del canal La Punta. En el Bloque-4, tanto el agua disponible como al capacidad del canal no serán suficientes,

Los detalles del cálculo están presentados en el Apéndice 11.

#### 3.6.4 Sistema de Caminos

##### (1) Camino Nacionales y Provinciales

En el Area y sus alrededores, hay cinco caminos nacionales y algunos caminos provinciales. Los caminos nacionales son:

- a) Ruta 5, Carretera Panamericana Norte;
- b) Ruta 5, Carretera Panamericana Sur;
- c) Ruta 78, de Santiago a San Antonio;
- d) Ruta 68, de Santiago a Valparaíso; y
- e) Ruta 57, de Santiago a Los Andes.

Los caminos provinciales son los que conectan las ciudades, pueblos y aldeas en los alrededores de Santiago. Los caminos nacionales y provinciales están pavimentados con concreto o asfalto y están bien mantenidos.

(2) Caminos Vecinales y Puentes

Los caminos vecinales del Area tienen 416,1 km de longitud total y 24,3 m/há de densidad promedio. Generalmente son de ripio, pero no están bien mantenidas. Los puentes que conectan estos caminos son 161 puntos y la mayoría de ellos son de madera, lo que es difícil que los camiones de alto tonelaje los puedan cruzar de manera segura.

La densidad de caminos vecinales por bloque se considera suficiente excepto al Bloque-4 (Cuadro 3-6-5).

Cuadro 3-6-5 Condición Actual de Caminos Vecinales

Bloque	Longitud total de Caminos Existentes (km)	Area Apta para Riego (há)	Densidad de Caminos Vecinales (m/há)	Número de Puentes
1	61,8	2.660	23,2	48
2	89,3	2.920	30,6	55
3	88,0	3.150	27,9	8
4	177,0	11.450	15,5	50
TOTAL	416,1	20.180	24,3 (Promedio)	161

## CAPITULO 4 : PROYECTO

## CAPITULO 4 : PROYECTO

### 4.1 OBJETIVOS

El área objetiva tiene una serie de problemas agrícolas, tales como inundación, falta de riego, contaminación del agua de riego, suelos alcalinos y salinos y carencia de caminos vecinales. El terreno agrícola y el recurso hídrico del Area de Proyecto no son utilizados en forma eficiente, debido a los problemas antes mencionados.

El Proyecto tiene por objeto cumplir las siguientes metas :

- a) Mejoramiento de productividad agrícola ;
- b) Economía del importe de importación y adquisición de divisas ;
- c) Generación de oportunidades de empleo;
- d) Mejoramiento del medio ambiente sanitario en la Región Metropolitana; y
- e) Elevación del nivel de vida de los pequeños agricultores.

Para obtener estos objetivos lo más pronto posible, es necesario promover y ejecutar las siguientes obras de acuerdo con el programa de implementación:

- a) Protección de las áreas urbanas y rurales de inundaciones a través de la construcción del embalse Sabo y mejoramiento de los cauces naturales y canales de drenaje;
- b) Aumento de la superficie sembrada, introducción de cultivos de alta rentabilidad, abastecimiento estable de alimentos a la Región Metropolitana y mejoramiento de la calidad de productos agrícolas a través del mejoramiento y construcción de obras de riego

- go y drenaje, cauces naturales y canales;
- c) Oferta de demanda laboral para manos de obra sobrantes por obras de construcción y producción agrícola;
  - d) Adecuación de la insalubridad de la producción agrícola a través del mejoramiento de la calidad de agua de riego ;
  - e) Mejoramiento de transporte de insumos y productos agrícolas a través de la rehabilitación de los caminos vecinales y puentes; y
  - f) Represión de la afluencia de habitantes rurales al área urbana a través del ingreso estable.

#### 4.2 FORMULACION DEL PROYECTO

##### 4.2.1 Concepto de Desarrollo Básico

El esquema del Proyecto se establece en consideración a los siguientes puntos:

##### a) Concepto de la Intendencia de la Región Metropolitana

La orientación de desarrollo básico se elabora según el esquema establecido del Proyecto por el Intendente de la Región Metropolitana;

##### b) Relación con otros planes de desarrollo relacionado

Se examina la relación entre el Proyecto y otros planes de desarrollo relacionados y estudios efectuados;

##### c) Agricultores objetivos del Proyecto

Se establecen los planes de producción y prácticas agrícolas, teniendo en cuenta a que los pequeños agricultores están actualmente en bajo nivel de actividad agrícola;

d) Plan de producción agrícola

Se seleccionan los cultivos exportables y sus stituibles de ser importadas dentro de los cultivos adoptados en el Area;

e) Plan de práctica agrícola

Se establece el plan de práctica agrícola que pueda tomar medidas dentro del alcance de la tecnología presente y de nivel de ma-  
nejo ;

f) Plan de uso de la tierra

Se considera el plan de uso de la tierra ba  
sándose en el área proyectada de expansión  
urbana de la ciudad de Santiago y la clasi-  
ficación de adaptación de la tierra;

g) Desarrollo de recursos hídricos

Se considera correctamente la utilización má  
xima de los recursos de agua existentes en  
la planificación del desarrollo de nuevos re  
cursos y la dificultad anticipada en rela -  
ción con los derechos de agua;

h) Plan de riego

Se toma un área objetiva con el uso máximo  
de recursos hídricos existentes;

i) Plan de drenaje

Se considera el sistema gravitacional de dre  
naje en base a la utilización máxima de cau  
ces naturales y canales de drenaje existen-  
tes;

j) Plan de mejoramiento de la calidad de agua

El nivel objetivo a alcanzar será de norma  
establecida para agua de riego;



k) Plan de caminos vecinales

Se planifican los nuevos caminos vecinales sólo en el área de menor densidad que se presenta el impedimento del transporte eficiente y fluido de insumos y productos agrícolas ; y

l) Costo del Proyecto

Se establece el proyecto menos costoso, utilizando en forma máxima las obras existentes, debido al proyecto de re-desarrollo agrícola.

4.2.2 Esquema de Uso de la Tierra

Para generar mayores beneficios en el momento del término de las obras del Proyecto (año 1991), el plan de uso de la tierra se propone en consideración de los siguientes conceptos:

- a) El plan de uso de la tierra se establece para las áreas regables y apta para el uso agrícola, según la clasificación de uso de la tierra como el área objetiva (20.180 há);
- b) Los terrenos agrícolas existentes serán utilizados continuamente dentro de lo posible para el Proyecto;
- c) Se tratará el área de expansión urbana antes de 1991 como el área urbana;
- d) En la zona transicional entre áreas agrícolas y urbanas, se dará la prioridad al uso agrícola. Se evita planificar la transformación de área agrícola a la urbana, salvo en el caso inevitable, dando la preferencia al área de menor capacidad agrícola; y
- e) Al disminuir la superficie de terreno cultivado, debido a la expansión urbana, la misma superficie de pastoreo se suplirá a terreno cultivado.

El área no apropiada del inciso a) ocupa 5.960 há de superficie que será utilizada como pastoreo. La superficie del inciso c) es 3.980 há, en la cual 3.870 y 110 há se identifican como terreno cultivado e infraestructuras agrícolas, respectivamente. En consecuencia, el actual terreno agrícola de 32.590 há se reducirá a 28.610 há, en lo cual se reconoce terreno cultivado de 20.180 há como máximo (19.390 há en promedio), pastoreo de 7.680 há como mínimo (8.470 há en promedio) y el área de infraestructura agrícola de 750 há.

Se da a conocer la superficie de uso de la tierra propuesta en el Cuadro 4-2-1 y el mapa de uso propuesto de la tierra en la Fig. 4-2-1.

Cuadro 4-2-1 Uso de la Tierra Propuesto

(Unidad: há)

Bloque		Terreno Agrícola						Total	
		Máximo / Mínimo		Promedio		Otros*	Sub - Total		Otros**
		Terreno Cultivado	Pastoreo	Terreno Cultivado	Pastoreo				
1	Presente	1.760	900	(1.760)	(900)	90	2.750	120	2.870
	Proyecto	2.660	0	2.070	590	90	2.750	120	2.870
2	Presente	3.730	660	(3.730)	(660)	200	4.590	320	4.910
	Proyecto	2.920	350	2.920	350	150	3.420	1.490	4.910
3	Presente	2.300	2.760	(2.300)	(2.760)	120	5.180	480	5.660
	Proyecto	3.150	1.290	3.150	1.290	110	4.550	1.110	5.660
4	Presente	8.600	11.020	(8.600)	(11.020)	450	20.070	2.430	22.500
	Proyecto	11.450	6.040	11.250	6.240	400	17.890	4.610	22.500
Total	Presente	16.390	15.340	(16.390)	(15.340)	860	32.590	3.350	35.940
	Proyecto	20.180	7.680	19.390	8.470	750	28.610	7.330	35.940

Nota: \* Incluye casas de agricultores, caminos rurales, canales secundarios y laterales de riego, canales de drenaje, etc.

\*\* Incluye área urbana, caminos vecinales, canales principales, ríos, basurales, etc.

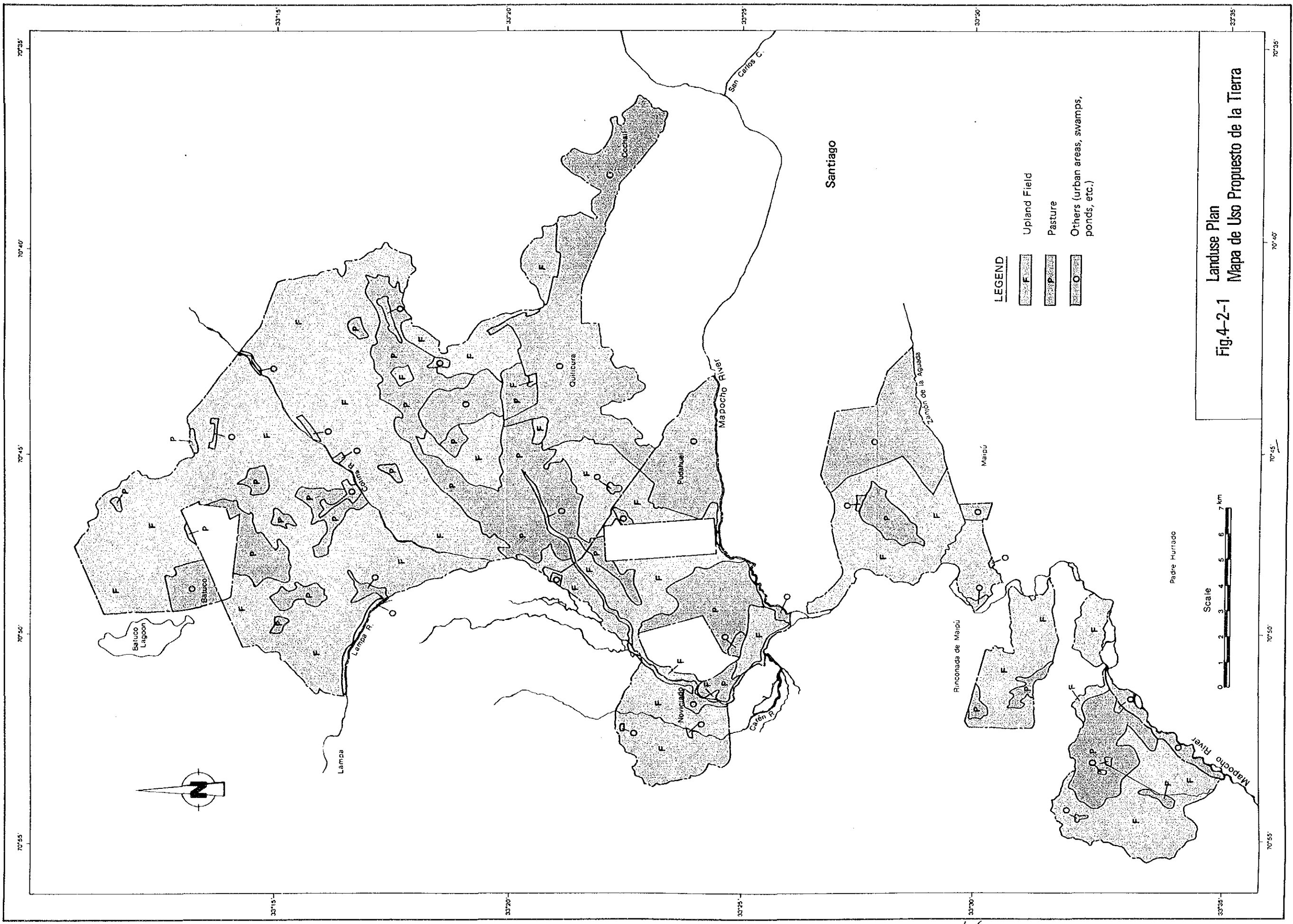


Fig.4-2-1  
Landuse Plan  
Mapa de Uso Propuesto de la Tierra



#### 4.2.3 Esquema de Control de Inundaciones

##### (1) Generalidades

El MOP está trabajando en las obras de mejoramiento fluvial del río Mapocho en el sector residencial de los alrededores del río. Por lo tanto, la seguridad contra crecidas en la ciudad de Santiago está mejorando paulatinamente. En relación a esto, el estudio de control de inundaciones se ha llevado a cabo dentro del Proyecto apuntando a los problemas de inundaciones ocurridas en la cuenca del estero Lampa y el sector oriental de la ciudad de Santiago.

El mejoramiento de los cauces de los esteros Lampa y Colina y la construcción del embalse Sabo en el curso superior del río Mapocho se proponen como medidas contra el problema anterior. Por otro lado, el mejoramiento del canal San Carlos servirá como una medida contra el problema posterior y, como consecuencia, también se espera un efecto de aumento de la eficiencia de conducción de agua en este canal.

##### (2) Descarga Básica de Crecidas

###### 1) Precipitación de Diseño

Se determinó que la precipitación de diseño para el plan de mejoramiento será la precipitación con período de retorno de 6,7 años (85% de probabilidad) como valor máximo, de acuerdo a las siguientes razones:

- a) El plan de control de crecidas debería estar coordinado con el plan de riego, cuyo período de retorno es de 6,7 años, ya que los principales problemas de inundación se presentan en el área agrícola; y

- b) El mejoramiento de los problemas de crecidas ocurridas en el sector oriental de Santiago debería considerarse dentro del alcance del mejoramiento del canal San Carlos propuesto en el plan de riego.

La precipitación de diseño, utilizada para el análisis de simulación, fue determinada como una lluvia continua de 3 días con período de retorno de 6,7 años, basándose en los datos registrados de precipitación horaria de julio de 1984, como sigue:

- . Estación Rungüe N° 4 : 175 mm/3 días
- . Estación Santiago N° 24 : 100 mm/3 días

La aplicación de las mencionadas precipitaciones de diseño en cada área es:

- . Area montañosa de la cuenca del estero Lampa:

Precipitación de la estación Rungüe (N° 4).

- . Areas planas de las cuencas del estero Lampa y el río Mapocho:

Precipitación de la estación Santiago (N° 24).

- . Area montañosa de la cuenca del río Mapocho:

Precipitación modificada con la razón de aumento de altura en base de los datos de precipitación de la estación Santiago (N° 24).

2) Descarga básica de crecidas

La descarga básica de crecidas, que es el gasto máximo estimado, suponiendo no ocurrencia de desbordes desde cauces naturales o canales, fue obtenido a través del Modelo de Función de Acumulación a base de la precipitación de diseño como se muestra en la Fig. 4-2-2

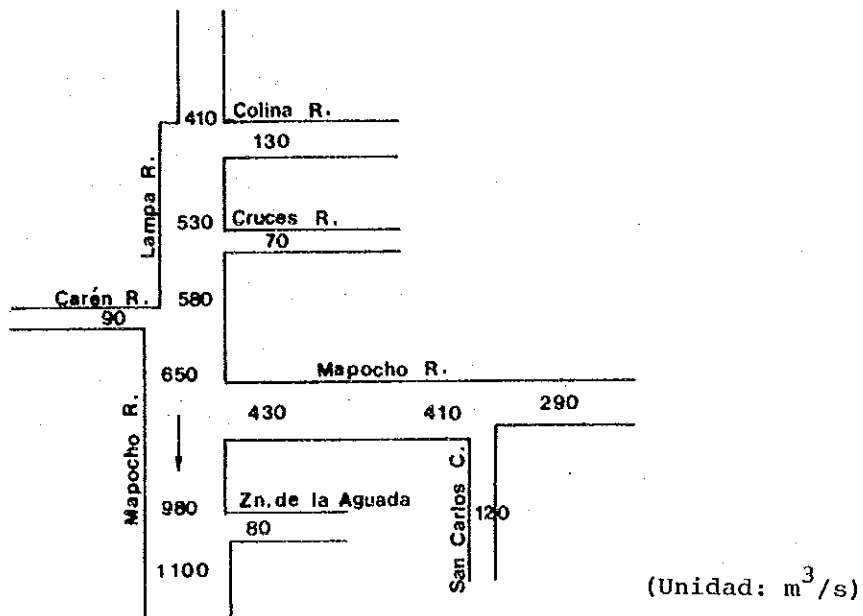


Fig. 4-2-2 Gasto Básico de Inundaciones

(3) Control de Inundaciones en la Cuenca del Estero Lampa

1) Comparación de Alternativas

a) Generalidades

La inundación de la cuenca del estero Lampa, principalmente ocurre por la pequeña sección transversal de los esteros Lampa y Colina y la baja densidad de canales de drenaje. Para mitigar estas causas, las siguientes dos alternativas fueron estudiadas:

- . Almacenar el gasto de crecidas; y
- . Aumentar la capacidad de flujo de los cauces naturales.

b) Esquema de almacenamiento

Fueron analizadas dos alternativas del esquema de almacenamiento: embalse regulador\* y represa (Cuadro 4-2-2).

Cuadro 4-2-2 Resumen Esquemático de Embalse Regulador y Represa

Item	Embalse Regulador	Represa de Lampa
Ubicación	Confluencia entre los esteros Lampa y Colina	Inmediatamente Aguas Arriba del pueblo Lampa
Area de Cuenca (km <sup>2</sup> )	1.442	1.290
Gasto Máximo de Control (m <sup>3</sup> /s)	420	360
Capacidad de Embalse (m <sup>3</sup> )	40 x 10 <sup>6</sup>	62 x 10 <sup>6</sup>
Profundidad por Area de Embalse (mxhá)	4 x 1.000	-
Altitud por Longitud de muro (mxm)	-	27 x 1.350
Volumen de Embalse (m <sup>3</sup> )	-	2,3 x 10 <sup>6</sup>

\* Una hoyo o estanque que hace disminuir el gasto de crecidas de cauces naturales hacia aguas abajo a través de acumulación momentánea del gasto máximo.



c) Esquema de mejoramiento de cauces naturales

El esquema de mejoramiento de cauces naturales, incluyendo principales canales de drenaje, se estudió basándose en el análisis (\*\*) de crecidas para los siguientes dos casos:

Caso 1: Mejoramiento contra crecida del período de retorno de 6,7 años.

Caso 2: Mejoramiento contra crecida del período de retorno de 3 años.

Se recomendó el mejoramiento de cauces naturales y canales de drenaje contra la crecida de período de retorno de 6,7 años a partir del estudio comparativo por las siguientes razones:

i) La capacidad actual de flujo del río Mapocho es  $660 \text{ m}^3/\text{s}$  en la sección inmediatamente aguas abajo de la confluencia con el estero Lampa. Este valor coincide con el gasto de crecida del período de retorno de 3 años. Por lo tanto, el mejoramiento contra crecidas de un período de retorno de 3 años se recomienda, siempre que se realice este mejoramiento en la totalidad del sistema fluvial.

ii) El área de inundaciones siempre será de 4.960 há con la precipitación de diseño aunque se realice el mejoramiento de cauces.

---

(\*\*) La estimación del caudal, nivel de agua, área inundada y duración de la inundación se realizó en base a la precipitación de diseño con el Modelo de Función de Acumulación.

ce natural con el período de retorno de 3 años.

iii) Las obras de mejoramiento parcial de la ribera del río Mapocho en la sección aguas abajo, servirá en principio como contra efecto suficiente para las crecidas causadas por el mejoramiento del estero Lampa con el período de retorno de 6,7 años.

d) Comparación económica

Los costos estimados de construcción para las alternativas mencionadas están resumidas como sigue:

Alternativa	1) Embalse Regulador	2) Represa Lampa	3) Mejora - miento de Cauces Naturales
Costo estimado de Construcción (10 <sup>9</sup> Ch\$)	9,2(3,7)*	11,7(4,7)	2,5(1,0)

Nota:1. \*Razón comparativa de costos en base de alternativa 3) como 1,0

2. En el caso de alternativa 2), será necesario aumentar la capacidad de descarga desde 230 a 290 m<sup>3</sup>/s para el mejoramiento del estero Lampa en su sección inferior.
3. Las obras de mejoramiento de canales de drenaje existentes no están incluidas en esta comparación.

El costo de construcción para las alternativas 1) ó 2), como se puede observar en la tabla, muestra aproximadamente 4 a 5 veces mayor que la de la alternativa 3), lo que significa poco práctico desde el punto de vista de inversión.

2) Esquema de Mejoramiento Propuesto de Cauces Naturales

a) Gasto de diseño

El gasto básico de crecidas con un período de retorno de 6,7 años fue adoptado como gasto de diseño, ya que no han sido planificadas obras de retardo.

b) Sección de Mejoramiento

Las secciones de los esteros a mejorar fueron determinadas, considerando el área inundada como sigue:

. Estero Lampa: Sección entre las confluencias con el río Mapocho y con el estero Lalo de 24 km de longitud total.

. Estero Colina: Sección entre la confluencia con el estero Lampa y el cruce de puente ferroviario de 5,9 km de longitud total.

c) Las dimensiones de las secciones de Mejoramiento de Cauces Naturales

Las dimensiones de secciones propuestas fueron determinadas en base a la Fórmula de Manning como se muestra en lo siguiente:

$$Q = A \times V$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$R = A/P$$

donde:

Q = Caudal

V = Velocidad media del flujo (m/s)  
A = Sección del flujo ( $m^2$ )  
n = Coeficiente de rugosidad (=0.035)  
I = Gradiente del lecho fluvial  
P = Perímetro mojado (m)  
R = Profundidad media hidráulica (m)

Las dimensiones determinadas están resumidas en el Cuadro 4-2-3.

d) Mejoramiento del río Mapocho

Debido al exceso de las aguas provenientes de los esteros Lampa y Colina, requiere de un mejoramiento de obras fluviales del río Mapocho en la sección aguas abajo de la confluencia con el estero Lampa. El análisis nos da a conocer que un terraplén en el río Mapocho con un alto de un (1) m en la sección aguas bajo de la confluencia con el estero Lampa, de 6.7 km de longitud, será suficiente para descargar el gasto de diseño de  $980 m^3/s$  (Apéndice Fig. A-13-5).

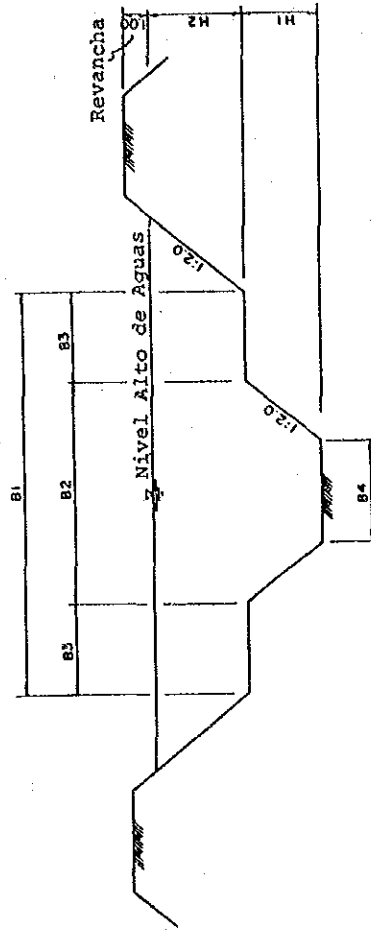
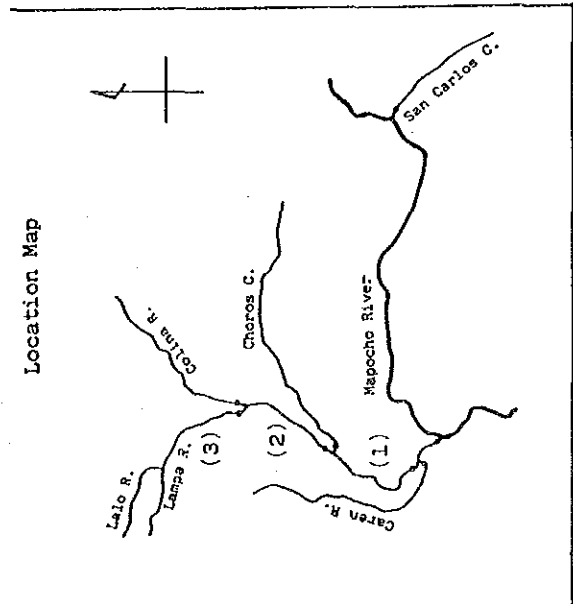
e) Efecto del Mejoramiento

El efecto de las obras de mejoramiento de los esteros Lampa y Colina, y canales de drenaje fue estimado, basándose en el análisis de crecidas (Cuadro 4-2-4).

Cuadro 4-2-3 Dimensión de Secciones Propuestas de los Esteros Lampa y Colina

Estero	Longitud (km)	Área Receptora (km <sup>2</sup> )	Gasto de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	I	B1	B2	B3	B4	H1	H2	A	P	R	V	Q
Lampa (1)	2,4	2.394	650	1/2.500	77,0	37,0	20,0	25,0	3,0	3,8	414,5	96,4	4,3	1,6	667,9
"	3,3	2.167	580	1/1.500	55,0	27,0	14,0	15,0	3,0	3,7	293,9	73,5	4,0	2,0	583,2
"	4,0	2.167	580	1/800	40,0	22,0	9,0	10,0	3,0	3,6	217,9	57,3	3,8	2,6	573,0
Lampa (2)	5,7	2.167	580	1/800	40,0	22,0	9,0	10,0	3,0	3,6	217,9	57,3	3,8	2,6	573,0
"	2,6	1.904	530	1/800	40,0	22,0	9,0	10,0	3,0	3,4	207,1	56,0	3,7	2,6	533,0
Lampa (3)	4,0 *	1.442	410	1/700	40,0	20,0	10,0	10,0	2,5	2,9	170,3	54,9	3,1	2,5	421,0
Colina	3,8	462	130	1/700	20,0	13,0	3,5	5,0	2,0	2,2	71,7	31,2	2,3	2,1	147,8
"	2,1	462	130	1/350	20,0	13,0	3,5	5,0	2,0	1,5	52,5	27,6	1,9	2,6	135,1

Nota : \* No está incluido 2 km del tramo transicional de la confluencia con el estero Lalo.



Cuadro 4-2-4 Area Inundada propuesta en la Cuenca del Estero Lampa

(Unidad: há)

Situación	Area Objetiva	Caso de Precipitación de Período de Retorno de 6,7 años
Sin Mejoramiento	Area del Bloque-3	1.650
	Proyecto Bloque-4	3.990
	Area fuera del Proyecto	2.000
Con Mejoramiento para Gasto de Diseño	Area del Proyecto	0
	Area fuera del Proyecto	0

(4) Control de Inundaciones en el Sector Oriental de la ciudad de Santiago

El mejoramiento del canal San Carlos se propone para el esquema de riego. Como una medida de minimizar el efecto de crecidas en el sector oriental de la ciudad de Santiago, la utilización efectiva del canal San Carlos también se ha planificado.

a) Sección de Mejoramiento

El plan de mejoramiento del canal San Carlos fue hecho en consideración al efecto sobre la eficiencia en la conducción de agua y el daño por crecidas a lo largo del canal. Consecuentemente, se determinó que el área a mejorar va desde la confluencia con el río Mapocho a la confluencia con el canal Florida, que tiene 17,4 km de longitud.

b) Gasto de Diseño

El gasto de crecidas del canal San Carlos, con período de retorno de 6,7 años es de

120 m<sup>3</sup>/s en la confluencia con el río Mapocho y el área recolectora del canal tiene 232 km<sup>2</sup> de superficie. Basándose en esto, el gasto específico se estimó del orden de 0,5 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>. El gasto de diseño de crecida para cada sección del canal fue determinada por el método de la descarga específica, en consideración a la hoya de las quebradas a lo largo del canal (Fig. 4-2-3).

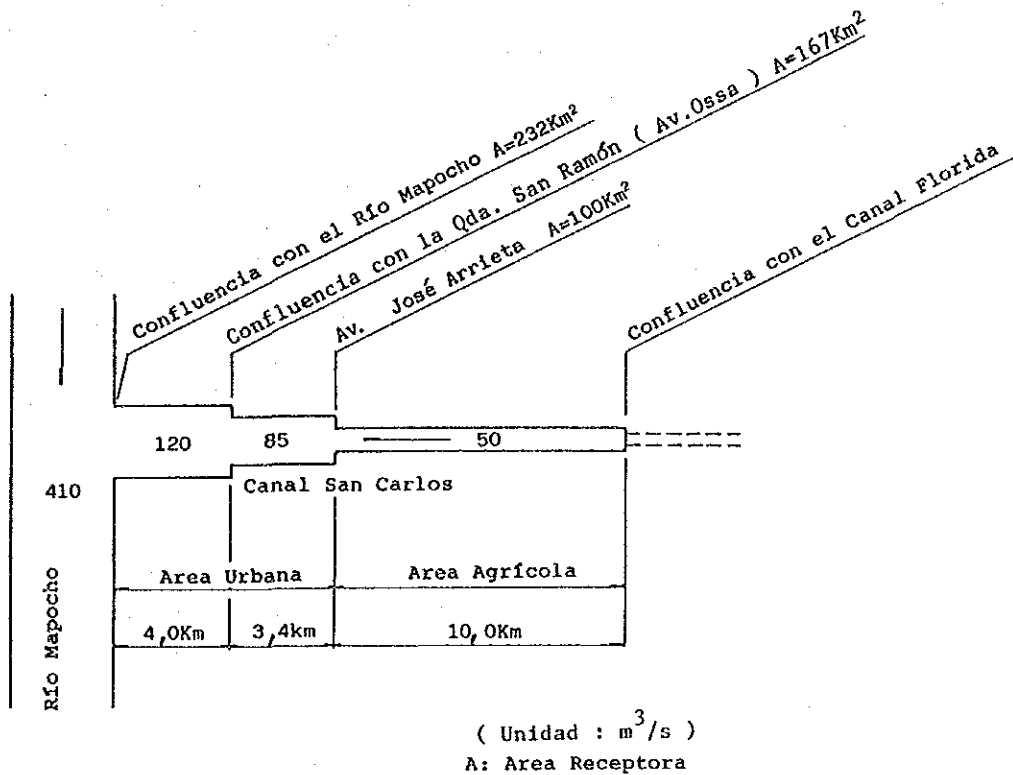


Fig. 4-2-3 Distribución de Gasto de Diseño en el Canal San Carlos

c) Mejoramiento de Quebradas

La mayor parte del daño por crecidas a lo largo del canal San Carlos es causado por la gran descarga proveniente de quebradas, tales como San Ramón, Macul y Apoquindo, localizadas en el área oriental adyacente al canal San Carlos.

El canal San Carlos estará preparado para descargar el gasto de crecidas con período de retorno de 6,7 años. De todos modos, para aumentar la eficiencia del control de crecidas en esta área será necesario elevar las capacidades de descarga de las quebradas. Por otro lado, el mejoramiento de la conducción de la quebrada Macul, que atraviesa por abajo del canal San Carlos, deberá hacerse posterior al mejoramiento del Zanjón de la Aguada, debido a su limitada capacidad.

d) Medio Ambiente

En la actualidad, ambas riberas del canal San Carlos, en el sector residencial son utilizadas como parque. De allí que debe ponerse atención en no dañar ese ambiente.

(5) Esquema para el Control de la Erosión

1) Generalidades

En general, raramente ocurren grandes descargas con arrastre de material de fondo fluvial, socavación y sedimentación de los ríos y esteros en el área y sus alrededores, debido a la escasa precipitación anual y/o lluvias fuertes.



Se llevó a cabo un estudio acerca de las medidas contra la erosión en el río Mapocho considerando las siguientes razones:

- a) La pendiente del lecho del río Mapocho es alta hasta la sección inmediatamente aguas abajo del límite urbano de la ciudad de Santiago;
- b) La precipitación anual es mayor comparada con la cuenca del estero Lampa ;
- c) Se observan derrumbes en algunas laderas a lo largo del río Mapocho ;
- d) Existe la posibilidad de que con una lluvia fuerte, ocurra una crecida con acarreo de material de fondo fluvial y sedimentación ; y
- e) El sedimento embancará el suave flujo del estero Lampa por lo que las inundaciones empeoraran.

## 2) Contra-Medidas

Se han estudiado dos alternativas para el control de la erosión : Embalse Sabo y Obras de Contra-Socavación.

### a) Embalse Sabo en el río Mapocho

El embalse Sabo se recomienda para controlar la fluctuación del nivel de lecho fluvial, por medio de la detención del flujo de crecida con arrastre de material de fondo fluvial, debido a la empinada pendiente del río y al volumen de sedimento. Con respecto al sitio propuesto del embalse Sabo, la sección cerca del

puente antiguo Nilhue, 13 km aguas a  
rriba del centro de la ciudad, fue e  
legida, tomando en cuenta las condi-  
ciones topográficas, geológicas e hí  
drológicas. El embalse tendrá una  
capacidad para retener materiales de  
arrastre durante el período del orden  
de 10 años\*. Además, aún después de  
que se llene el fondo del embalse  
con sedimento durante la crecida, el  
gradiente del río se tornará más sua  
ve, dando como resultado una menor  
descarga de materiales de arrastre.

El embalse Sabo también será efecti-  
vo para reducir el gasto de la creci  
da y el daño de inundación en la ciu  
dad de Santiago, en caso de una llu-  
via fuerte.

b) Obras de Contra-Socavación

Se estudió, a modo de alternativa, la  
instalación de obras de contra-soca-  
vación que es una estructura construí  
da en lecho fluvial para su estabili-  
zación. Se seleccionó la sección su

---

\* Volumen de almacenamiento de sedimentos :

$440 \times 10^3 \text{ m}^3$  (con la condición de que el gradien-  
te del material en reposo sean la mitad del gra-  
diente del río.

Período de retardo de relleno:

$440 \times 10^3 / (50 - 100) \times 620 = 7 - 14$  años

Supuesta descarga de materiales de arrastre de fondo:

$50 - 100 \text{ m}^3 / \text{año} / \text{km}^2$

Area receptora de la cuenca :

$620 \text{ km}^2$

perior del río Mapocho hasta la confluencia con el estero Arrayán, considerando las características topográficas e hidrológicas.

Los resultados del estudio nos revelan que la instalación de estas obras presentan las siguientes desventajas:

- i) Las obras de contra-socavación estabilizan el lecho del río en algunas secciones específicas, sin embargo no controlan la descarga de materiales de arrastre de fondo fluvial;
- ii) No se pronóstica una notable fluctuación del nivel del lecho del río, que requiera de medidas urgentes, en la sección residencial a lo largo del río Mapocho ;
- iii) La capacidad de almacenamiento de materiales arrastrados de una obra de contra-socavación sería una trigésima parte de la del embalse Sabo ( $15.000 \text{ m}^3 / 440.000 \text{ m}^3 = 1/30$ ), lo que significa que se requieren 30 obras para tener la misma capacidad de almacenamiento del embalse Sabo. Por consiguiente, es difícil disponer el sitio de construcción de estas obras en la sección mencionada ; y
- iv) Sería necesario elevar la ribera del río, considerando la altura del terraplán existente y el aumento en el nivel de agua causado por la obra de contra-socava-

ción. Para esto se necesita un volumen considerable de tierra.

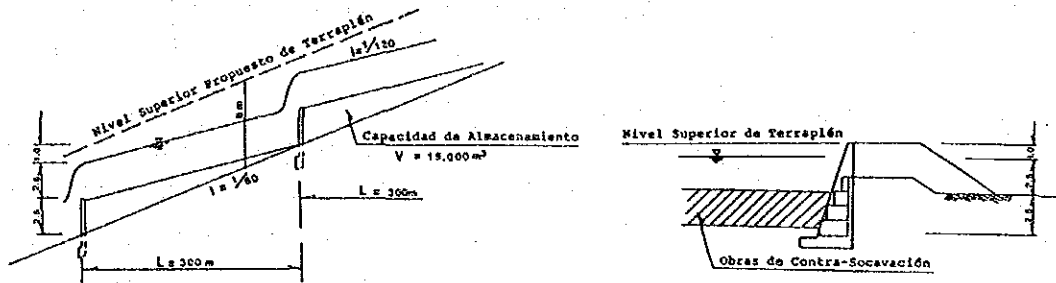


Fig. 4-2-4 Obras de Contra-Socavación de Lecho Fluvial

c) Comparación de Alternativas

Se hace comparación entre embalse Sabo y obras de contra-socavación de lecho fluvial (Cuadro 4-2-5).

Cuadro 4-2-5 Comparación de Costos de Alternativa para Control de Erosión

	Embalse Sabo	Obras Contra-Socavación
Costo Estimado de Construcción (Ch\$)	318x10 <sup>6</sup>	1.931 x 10 <sup>6</sup> *
Razón comparativa	1	6
Dificultades de Obras	Factible desde puntos de vista topográfico y geológico	Difícil de construir 30 obras

\* Costo de construcción en 30 obras. Véase el detalle en el Apéndice Tabla A-13-8.

#### 4.2.4 Esquema de Drenaje

##### (1) Precipitación de Diseño

La precipitación con período de retorno de 6,7 años se adoptó como precipitación de diseño para la simulación, de acuerdo con el plan de control de crecidas.

##### (2) Gasto Unitario de Diseño

El gasto unitario de diseño se determinó basándose en el gasto básico de crecida mencionado en el subcapítulo 4.2.3 utilizando el método del gasto específico de la siguiente manera :

3  $l/s/há$  y 4  $l/s/há$  en las áreas planas y montañosas, respectivamente.

##### (3) Sistema de Drenaje

Para mejorar los sectores de mal drenaje en los Bloques-1 , 3 y 4, se planearán la modificación y construcción de los siguientes cauces naturales y canales de drenaje: estero Frío en el Bloque-1, estero Carén y canales de drenaje Los Choros, C-1 y C-2 en los Bloques-3 y 4. El sistema y perfiles de canales de drenaje se modificarán tomando en cuenta las condiciones topográficas y edafológica y la distribución del área con mal drenaje.

###### 1) *Esteros Frío*

Mediante la ampliación del perfil transversal del estero Frío en la sección de 5 km de longitud, desde la confluencia con el río Mapocho, se aumentará la capacidad de drenaje, quedando la reducción del área de mal drenaje de aproximadamente 300 há.

## 2) Estero Carén

Para mejorar la condición de mal drenaje y, también, control de inundaciones en los alrededores de la sección media del estero Carén, se planeará ampliar el perfil transversal en la sección de 5,8 km de longitud.

## 3) Canal de drenaje Los Choros

En el actual punto de confluencia entre los esteros las Cruces y Lampa se transferirá a un punto aproximadamente 4,5 km aguas arriba del punto actual por el estero Lampa, de tal manera que el área inundada por el canal Los Choros se reducirá, debido a la disminución de la subcuenca receptora del canal, resultando en una reducción del gasto de crecida.

## 4) Canal de drenaje C-1 (véase Plano General)

En la sección inferior de este canal, no existe un cauce definido. El mejoramiento del canal se realizará en el tramo de 6,5 km de longitud, desde el punto de confluencia con el canal Los Choros.

## 5) Canal de drenaje C-2 (véase Plano General)

La inundación en la franja elongada Norte-Sur entre la laguna Batuco y el estero Lampa es grave, debido a su topografía en forma de canoa y carencia de canales de drenaje.

## (4) Volumen de Drenaje de Diseño

El volumen de drenaje de diseño fue estimado basándose en el área receptora que se determina mediante el gasto unitario de drenaje de diseño y el sistema de él diseñado como se muestra en el Cuadro 4-2-6.

Cuadro 4-2-6 Características de Drenaje Propuestas

Bloque	Nombre de canal o cauce natural.	Mejoramiento (M) o Construcción (C)	Longitud (km)	Area Receptora (há)	Gasto Unitario (ℓ/s/há)	Volu- men de Gasto de Diseño (m <sup>3</sup> /s)
1	Estero Frío	M	5,0	5.400	4	22
	Estero Carén (A)	M	1,0	22.700	4	90
	Estero Carén (B)	M	4,8	15.300	4	61
3	Canal Los Choros (A)	M	3,5	23.900	3	72
4	Canal Los Choros (B)	M	6,0	9.800	3	29
	Canal Los Choros (C)	M	2,9	2.700	3	8
	C-1 Canal	C	6,5	14.100	3	42
	C-2 Canal	C	10,0	11.700	3	35

#### 4.2.5 Esquema de Riego

##### (1) Generalidades

El objetivo en plan de riego es introducir dos cosechas agrícolas anuales en el Area del Proyecto a través de la utilización efectiva de los recursos de aguas existentes, como también de aguas suplementarias.

Se estudiaron la transferencia de derechos de agua, mejoramiento de obras de riego existentes y desarrollo de nuevos recursos de agua como alternativa del esquema de riego según bloque (Cuadro 4-2-7).

Cuadro 4-2-7 Alternativas de Riego

Bloque	Transferencia de Derechos de Aguas	Mejoramiento de Obras Existentes	Desarrollo de Recursos de Agua
1	-	O	O
3	-	O	-
4	O	O	O

Nota: El agua actual disponible será suficiente para el área propuesta de riego en el Bloque-2.

##### (2) Plan de Riego

El Plan de Riego se ha estudiado con el objeto de minimizar el déficit de aguas de riego de acuerdo con los siguientes conceptos, según bloque:

- Mejoramiento de obras de riego existentes;

Y



- Desarrollo de nuevos recursos de agua.

Sólo el Bloque-2 no se ha tratado para este plan por tener la disponibilidad suficiente de agua de riego.

1) Bloque-1

a) Mejoramiento de Obras

El área regable se incrementará en 240 há, a partir de las actuales 950 há, a través del mejoramiento de las obras de toma existentes y canales principales, y, también, aplicando un riguroso manejo eficiente del agua (Cuadro 4-2-8).

b) Desarrollo de recursos nuevos de agua

El déficit de aguas de riego, posteriormente al mejoramiento de las obras será de  $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$  para un área objetiva de riego de 2.660 há de superficie (Cuadro 4-2-9). Con el objeto de disminuir este déficit, se estudiaron las siguientes medidas:

- Utilización del superávit de agua para riego que se presenta durante el invierno ;
- Utilización de los excedentes de agua del embalse Yeso ;
- Desarrollo de aguas subterráneas incluyendo aguas subsuperficiales; y
- Desarrollo de aguas superficiales a través de represas.

Cuadro 4-2-8 Areas Regables

( Unidad : há )

Bloque	Area Máxima de Riego (1)	Area de Riego Actual (2)	Area Regable Con Proyecto (3)	(3)-(2)	(3)-(1)
1	2.660	950	1.190	240	Δ1.470
2	2.920	2.920	2.920	0	0
3	3.150	2.170	3.150	980	0
4	11.450	4.740	10.080	5.340	Δ1.370
Total	20.180	10.780	17.340	6.560	Δ 2.840

Nota : Δ Significa valores negativos.

Cuadro 4-2-9 Aguas Disponibles

(Unidad: m<sup>3</sup>/s)

Bloque	Dotación Bru ta de Agua c/Proyecto (1)	Agua Dis- ponible Actual (2)	Agua Dispo nible c/Pro yecto (3)	(3) - (1)
1	3,1	1,4	1,4	Δ1,7
2	4,7	6,6	7,4	-
3	3,7	3,2 (7,4)*	3,7	-
4	13,5	7,0 (8,2)*	11,9	Δ1,6
Total	25,0	18,2	24,4	Δ3,3

Nota: \* Número entre paréntesis indica agua disponible conducida del canal San Carlos de acuerdo con derechos de agua.

i) Utilización de agua excedente

El volumen total de agua excedente para riego durante el período entre abril y septiembre es  $36 \times 10^6 \text{ m}^3$ , basándose en un período de retorno de 6,7 años. Por otro lado, el déficit total de agua es  $24 \times 10^6 \text{ m}^3$  al año. El hecho de que el volumen de agua excedente sea mayor que el déficit significa que el agua de riego puede ser recuperada desde el punto de vista hidrológico.

El embalse para almacenar agua excedente invernal necesitará 600 há y 4 m de profundidad (profundidad máxima). No será práctico almacenar el agua excedente invernal para riego como la principal fuente de recursos, debido a disponibilidad limitada de terreno requerido para embalse, costo de construcción, operación y mantenimiento de las obras requeridas, tales como embalses, compuertas y bombas.

ii) Utilización del agua excedente del embalse Yeso

Se ha encontrado imposible utilizar el excedente de agua almacenada en el embalse Yeso, debido a otros usos por parte de EMOS (Apéndice 4).

iii) Desarrollo de aguas subterráneas

No será factible desarrollar aguas subterráneas de mayor cantidad, desde el punto de vista técnico y económico. Sin embargo, la explotación

de aguas subsuperficiales daría la posibilidad de suplentar el déficit de agua de riego en pequeños predios (Apéndice 4).

- iv) Desarrollo de agua superficial a través de la construcción de una represa.

No será factible construir una represa en esta etapa, desde el punto de vista técnico y económico. Sin embargo, se propone estudiar la construcción de una represa en el río Mapocho, considerando el alto nivel de desarrollo para la agricultura con riego y el control de crecidas de un largo período de retorno.

La comparación de cada alternativa está señalado en el Cuadro 4-2-10.

Cuadro 4-2-10 Comparación de Alternativas de Riego en el Bloque-1

Alternativas Obras	Costo Estimado (10 <sup>6</sup> Ch\$)	Agua Explotable (m <sup>3</sup> /s)	Costo Unitario de Explotación (10 <sup>6</sup> Ch\$/m <sup>3</sup> )	Observación
• Bocatoma Esperanza y Canal Esperanza	392	0,8	490	Práctico
• Utilización de Agua Excedente	34.900	1,7	20.500	No factible
• Utilización de Embalse Yeso	-	-	-	Imposible por otro uso de EMOS
• Desarrollo de Aguas Subterráneas	41	0,017	2.412	No factible
• Construcción de Nueva Represa (Represa Mapocho - 2)	9.123	3,3	2.765	No factible

## 2) Bloque-3

### a) Mejoramiento de obra de riego

A pesar de que el agua del canal La Punta proviene del río Maipo, esta agua está contaminada, debido a que la toma está en el río Mapocho. Para solucionar este problema se propone cambiar la ubicación de la bocatoma. Esto dará como resultado un aumento en la eficiencia de toma de agua y con ducción del canal y, también, el mejoramiento de la calidad de agua.

Las siguientes alternativas se han estudiado:

Alternativa A : Construcción de un conducto paralelo al río Mapocho; y

Alternativa B : Mejoramiento del canal Carmen y construcción del nuevo canal La Punta.

Al comparar los costos estimativos de la construcción de cada alternativa se obtuvieron Ch\$  $1,7 \times 10^9$  para la alternativa A y Ch\$  $1,0 \times 10^9$  para la alternativa B. La obra de la alternativa A tiene que efectuarse en el centro de la ciudad de Santiago y la alternativa B principalmente en el área agrícola, lo que significa la alternativa B tendrá menos problema de efectuarse.

### b) Balance de agua

En el Bloque-3, se presentará un excedente de agua de  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , debido a la amplia disponibilidad de agua

( $Q_a = 7,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) comparado con la máxima demanda bruta de agua para riego ( $Q_d \text{ max.} = 3,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) según el análisis de derechos de agua (Cuadro 4-2-9).

### 3) Bloque-4

#### a) Transferencia de derechos de agua

El canal La Punta tendrá un excedente de agua de  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$ . Los canales La Punta y Carmen están dependiendo del canal San Carlos si el excedente de agua de  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$  del canal La Punta se transfiere al canal Carmen, la disponibilidad de agua para el Bloque-4 se incrementará de  $8,2 \text{ m}^3/\text{s}$  actual a  $11,9 \text{ m}^3/\text{s}$  (Cuadro 4-2-9).

#### b) Mejoramiento de obras de riego

La actual capacidad del canal Carmen ( $= 7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) es pequeña comparado con la demanda bruta de agua para riego de  $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Se proponen obra de ensanche y mejoramiento de los canales San Carlos y Carmen, a fin de asegurar la sección requerida del canal Carmen e incrementar la eficiencia de conduc - ción y la capacidad de flujo durante una crecida del canal San Carlos.

#### c) Desarrollo de Recursos de Agua

Para disminuir el déficit de agua de riego se han estudiado las siguientes medidas:

- Utilización de los excedentes de agua de riego durante el invierno ;

- Utilización de excedentes de agua del embalse Yeso ;
- Desarrollo de aguas subterráneas; y
- Desarrollo de aguas superficial mediante construcción de represas.

i) Utilización de excedente de agua

El volumen total de excedente de agua para riego durante el período de abril a septiembre se calcula en  $28 \times 10^6 \text{ m}^3$  (equivalente a  $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ) basándose en un período de retorno de 6,7 años. El área del embalse requerida para almacenar este excedente será de 700 há con 4 m de profundidad. Será posible incrementar el área regable en 1.780 há a través de la utilización de aguas sobrantes. Sin embargo, no será factible utilizar el excedente de agua para riego, debido a las razones mencionadas en el párrafo 1).

ii) Utilización de excedente del embalse Yeso

Referirse a párrafo 1).

iii) Desarrollo de aguas subterráneas

No es factible desarrollar este recurso en magnitud mayor, pero vale la pena examinar la posibilidad del uso de aguas subsuperficiales para el riego de pequeños predios.

iv) Desarrollo de agua superficial mediante la construcción de represas

Referirse al párrafo 1).

#### 4) Canales Terciarios

La construcción de los canales terciarios fue planeado en nuevos terrenos cultivados con riego a través de mejoramiento de obras de riego y del control de inundaciones. Se han determinado  $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$  de caudal y  $100 \text{ m}/\text{há}$  de densidad.

#### (3) Resultado

Se dan a conocer los resultados del plan de riego, basándose en el volumen de agua disponible y el requerimiento de agua por cultivo para el período de retorno de 6,7 años (probabilidad de 85%) :

- a) Se aumentará el área regable en  $6.560 \text{ há}$  (Cuadro 4-2-8) ;
- b) Se presentará un déficit de agua de riego, sin embargo, en un área de  $2.840 \text{ há}$ , basándose en un área máxima objetiva de riego de  $20.180 \text{ há}$  de superficie. Esto corresponde a un déficit de agua de riego de  $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (véase Cuadros 4-2-8 y 9);
- c) El área máxima objetiva de riego será regada en su totalidad hasta períodos de retorno de 1,4 años (probabilidad de 31%) y 3,7 años (probabilidad de 73%) para los Bloques-1 y 3 + 4, respectivamente;
- d) Para períodos de retorno entre 1,4 y 6,7 años para el Bloque-1 y 3,7 y 6,7 años para los Bloques-3 y 4, algunas áreas de riego tendrá que utilizarse para terrenos un solo cultivo al año o pastoreo temporal, debido a la escasez de agua de riego; y
- e) Las medidas para completar este déficit



de agua, como la construcción de embalses y uso de aguas subterráneas tendrían que considerarse como un futuro tema.

#### 4.2.6 Esquema de Mejoramiento de la Calidad de Agua

##### (1) Generalidades

El mejoramiento de la calidad de agua es indispensable tanto para la producción como para el medio ambiente de sanidad humana. Se requiere de tratamiento urgente para la salubridad del desarrollo agrícola del Proyecto. Según la calidad actual de agua de riego, las aguas de los Bloques-1 y 2 deberán tomarse las medidas lo más pronto posible. En cambio, las aguas de los Bloques-3 y 4 serán excluidas del objetivo del Proyecto por las siguientes razones:

- a) La calidad de agua de riego en el Bloque-3 será mejorada por un cambio de ubicación de la bocatoma del canal La Punta; y
- b) La calidad de agua de riego del Bloque-4 será mejorada por las obras a realizar por EMOS en un futuro cercano (Comunicación verbal).

Se planeará plantas de tratamiento como un modo de mejorar la calidad de agua de riego por su eficiencia de función.

##### (2) Número de Plantas de Tratamiento (Tabla A-7-9)

El número de plantas de tratamiento según bloque fue determinado, basándose en el costo de construcción, facilidad de operación y mantenimiento, facilidad de construcción de las obras, cantidad de aguas conducidas, etc., como sigue:

Bloque-1 : Una planta de tratamiento en un lugar adyacente de una bocatoma futura del canal Esperanza que reunirá dos bocatomas actuales; y

Bloque-2 : Una planta de tratamiento para cada toma de agua por el Zanjón de la Agua da, o sea, cuatro plantas en total.

(3) Selección del Sistema de Tratamiento de Agua  
(Tabla A-7-8)

Los tres sistemas alternativos del tratamiento se han estudiado; Laguna de Estabilización, Disco Rotatorio y Aceña de Oxidación. Los resultados comparativos nos dieron la preferencia en el sistema de Laguna de Estabilización para el Proyecto, teniendo en cuenta las siguientes razones:

- a) Los resultados de ensayo de laboratorio de la muestra recolectada del punto N°17, nos dan a conocer que la calidad de agua, excepto CE y Na%, alcanzará un nivel aceptable, sólo con dejar el agua en reposo por algunas horas. Este hecho muestra que el sistema de Laguna de Estabilización será efectiva para el Proyecto;
- b) El sistema de Laguna de Estabilización es el más económico en relación con otros sistemas; y
- c) Este sistema requiere de un área extensa para la construcción de una planta de tratamiento, pero estas áreas son disponibles razón por la cual no será un factor limitante.

(4) Determinación de tiempo de tratamiento (Figura A-7-5)

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio de 48 horas, se ha concluido que 6 horas de reposo serán suficientes para obtener agua de riego de calidad aceptable.

(5) Resumen de la planta de tratamiento

La magnitud de la planta de tratamiento se determina de acuerdo con el caudal de entrada, volumen de agua de riego requerido, facilidad de operación y mantenimiento, etc. El resumen de las plantas de tratamiento se señala en el Cuadro 4-2-11.

Cuadro 4-2-11 Características de Planta de Tratamiento

Planta de Tratamiento Item	Bloque-1	Bloque-2			
	Esperanza	Ortuzano	Loma Blanca	Encañado	Rinconada
Volumen máximo de agua acumulada (m <sup>3</sup> /día)	270.000	120.000	45.000	45.000	170.000
(m <sup>3</sup> /s)	3,1	1,4	0,5	0,5	1,9
Volumen de laguna (m <sup>3</sup> )	68.000	30.000	11.000	11.000	41.000
Superficie de Laguna (m <sup>2</sup> )	33.800	15.100	5.400	5.400	20.500
Profundidad efectiva de Laguna (m)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Area Requerida para la Planta (m <sup>2</sup> )	30.000	18.000	8.000	8.000	26.000

(6) Remoción de barros acumulados

La remoción de barros acumulados en Laguna de Estabilización deberá efectuarse todos los años mediante bulldozer y camiones tulpas apropiados para el Proyecto. Los barros serán excavados por bulldozer y serán transportados a las áreas de basurales por camión tulva, donde se queman (ver Apéndice 7.2, (6), 3) para de talle).