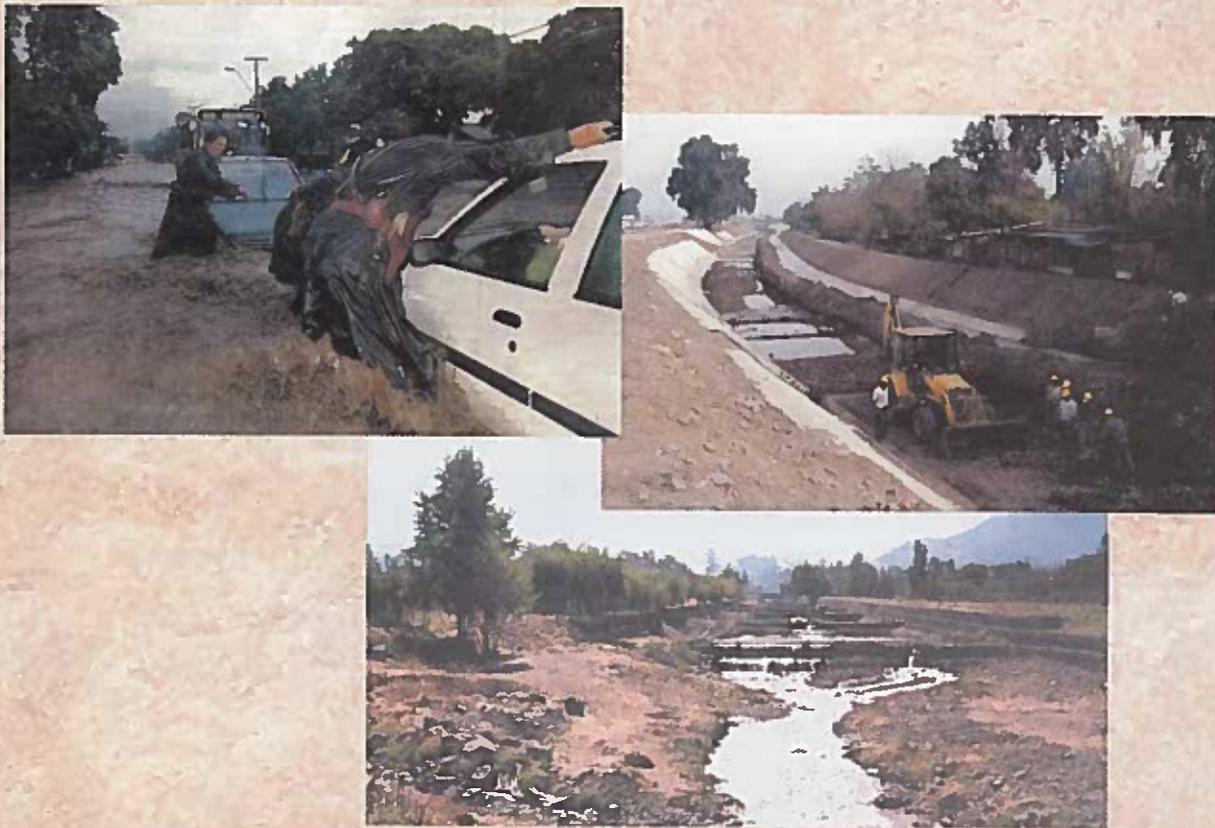


BIBLIOTECA  
SECTRA  
671

GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS



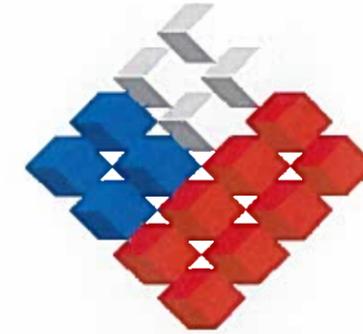
**PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE  
DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO  
RESUMEN EJECUTIVO**

DICIEMBRE 2001

**CADE-IDEPE**  
CONSULTORES EN INGENIERIA

ECA  
A

vo



**GOBIERNO DE CHILE**  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

**CONSULTORÍA PM-01**

**PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE  
DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**DICIEMBRE 2001**

**CADE-IDEPE**  
CONSULTORES EN INGENIERIA

## INDICE RESUMEN EJECUTIVO

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>PAGINA</u>
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1	Legislación Vigente .....	1
1.2	Objetivos y Alcance del Estudio.....	2
1.3	Área del Estudio y Cuenca Aportante.....	3
1.4	Criterios de Zonificación .....	4
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>ESTUDIOS BÁSICOS .....</b>	<b>16</b>
3.1	Pluviometría .....	16
3.2	Suelos y Vegetación de la Cuenca Aportante.....	26
3.3	Caudales de la Cuenca Aportante .....	26
3.4	Uso del Suelo Urbano .....	27
<b>4.</b>	<b>INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....</b>	<b>28</b>
4.1	Redes de Alcantarillado de Aguas Lluvias.....	28
4.2	Canales Urbanos.....	28
4.3	Cauces Naturales.....	29
4.4	Otras Infraestructuras Existentes.....	30
<b>5.</b>	<b>PATRÓN DE DRENAJE.....</b>	<b>31</b>
5.1	Aspectos Generales .....	31
5.2	Zona Norte – Las Cruces.....	32
5.3	Zona Norte - Mapocho.....	37
5.4	Zona Centro .....	43
5.5	Zona Sur .....	55

**INDICE RESUMEN EJECUTIVO (Continuación)**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PAGINA</b>
<b>6.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS .....</b>	<b>59</b>
6.1	Modelo de Simulación .....	59
6.2	Metodología del Diagnóstico .....	60
6.3	Cálculo de los Hidrogramas.....	61
6.4	Resultados del Diagnóstico .....	64
6.5	Definición de Areas a Sanear .....	64
<b>7.</b>	<b>SOLUCIONES .....</b>	<b>66</b>
7.1	Criterios para el Planteamiento de Soluciones .....	66
7.2	Soluciones.....	67
7.3	Costos de Inversión.....	99
7.4	Proposiciones del Plan Maestro para el Manejo Integral de las Aguas Lluvias .....	104
7.4.1	Criterios generales .....	104
7.4.2	Medidas de mitigación de caudales.....	106
7.4.3	Mejoramiento de la red de drenaje natural .....	108
7.4.4	Mejoramiento de la infraestructura de aguas lluvias .....	115
7.4.5	Medidas de carácter no estructural.....	116
<b>8.</b>	<b>POLÍTICAS ESTATALES DE EROSION Y DEFORESTACIÓN.....</b>	<b>117</b>
8.1	Introducción.....	117
8.2	Políticas Estatales de Forestación.....	117
8.3	Uso del suelo.....	119
<b>9.</b>	<b>ANÁLISIS AMBIENTAL .....</b>	<b>123</b>
9.1	Aspectos Generales .....	123
9.2	Resultados .....	124
9.2.1	Zona Norte Estero Las Cruces .....	125
9.2.2	Zona Norte Mapocho.....	127
9.2.3	Zona Centro .....	128

**INDICE RESUMEN EJECUTIVO (Continuación)**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PAGINA</b>
9.2.4	Zona Sur .....	129
9.3	Análisis de Pertinencia de Acuerdo con La Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente y su Reglamento .....	130
<b>10.</b>	<b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.....</b>	<b>132</b>
10.1	Conceptos Generales.....	132
10.2	Uso de técnicas estructurales y no estructurales.....	132
10.3	Técnicas Alternativas .....	134
10.4	Objetivos de las Medidas No Estructurales .....	138
10.5	Proposición de Medidas No Estructurales .....	139
10.6	Reglamentación .....	141
<b>11.</b>	<b>SEPARACION Y PRIORIZACION DE SOLUCIONES.....</b>	<b>146</b>
11.1	Objetivo .....	146
11.2	Asignación de puntajes .....	147
11.3	Evaluación Económica .....	152
11.3.1	Areas involucradas .....	152
11.3.2	Resultados de la Evaluación .....	153
11.3.3	Análisis de Resultados .....	155
11.4	Comparación de Resultados .....	160
<b>12.</b>	<b>DEFINICION DE LA RED PRIMARIA .....</b>	<b>162</b>
12.1	Criterios de definición .....	162
12.2	Definición de los Sistemas Unitarios.....	163
12.3	Descripción de la Red Primaria .....	168
12.4	Red Secundaria.....	184

## 1. INTRODUCCION

El estudio del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago concluyó con la emisión de un Informe Final, que consta de 13 capítulos numerados del I al XIII; un conjunto de 10 anexos, identificados de A hasta K y de 216 planos de formato A0.

El presente documento corresponde al **Resumen Ejecutivo** del Plan Maestro, el cual compendia los principales antecedentes y proposiciones del estudio. Dado su carácter de resumen, a menudo el texto hace referencia a capítulos, anexos o planos del Informe Final.

### 1.1 Legislación Vigente

El crecimiento de áreas urbanas de las ciudades ha traído consigo un incremento de las áreas impermeables con el consiguiente aumento de los caudales, volúmenes y velocidades del flujo superficial generado por las precipitaciones. Esta progresiva impermeabilización de los suelos de las ciudades ha significado un importante aumento de la escorrentía superficial.

Para eventos de cierta magnitud, esta escorrentía se traduce en considerables caudales que provocan desbordes de cauces, canales, colectores, calles y vías naturales de evacuación sin la capacidad suficiente, resultando en inundaciones de extensas áreas urbanas.

Las consecuencias de las inundaciones han preocupado a los organismos públicos responsables, los que han promovido una legislación adecuada para resolver estos problemas hasta derivar en la Ley N° 19.525 publicada en el año 1997. Esta Ley "sobre regulación de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias" marca un hito importante para revertir la escasez de infraestructura de aguas lluvias que afecta actualmente a diversas ciudades del país.

De acuerdo con esta ley, le corresponde al Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. En tanto, corresponde directamente al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la planificación y estudio de la red secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, y a través de los respectivos Servicios de Vivienda y Urbanismo Regionales, la proyección, construcción, reparación y mantención de las mismas.

Además, al MOP se le asignó la labor de preparar los Planes Maestros donde se definirá lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Estos Planes Maestros serán aprobados por decreto supremo firmado por los Ministros de Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo. El resto de las redes, no contempladas dentro de la definición de red primaria, constituirán, por exclusión, la red secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

El presente documento corresponde al Resumen Ejecutivo del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago y cuenca del Estero Las Cruces.

### 1.2 Objetivos y Alcance del Estudio

El objetivo general de esta consultoría es la formulación y elaboración del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago, complementando con un Plan Maestro para la cuenca del Estero Las Cruces.

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes :

- Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área del estudio y proponer una solución integral con su cuenca aportante.
- Realizar una caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente en la situación actual y futura del área del estudio.
- Seleccionar y priorizar las zonas a sanear.
- Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para el área del estudio.
- Definir el período de retorno adecuado para las alternativas de solución a los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias de cada zona a sanear.
- Desarrollar y estudiar la viabilidad, a nivel de perfil, de las soluciones propuestas para algunos sistemas seleccionados de aguas lluvias.
- Definir la Red Primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Santiago y cuenca del estero Las Cruces.

El estudio se realizó en 7 etapas ordenadas en forma secuencial, las cuales se mencionan a continuación :

- Etapa I : Recopilación y Análisis de Antecedentes
- Etapa II : Estudios Básicos
- Etapa III : Identificación de Infraestructura Existente
- Etapa IV : Diagnóstico de los Sistemas de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias
- Etapa V : Simulación, Dimensionamiento y Selección de Alternativas
- Etapa VI : Desarrollo, Viabilidad y Evaluación de Soluciones
- Etapa VII : Informe Final

### 1.3 Área del Estudio y Cuenca Aportante

El área que cubre el presente Plan Maestro comprende las zonas urbanas consolidadas y de expansión determinadas en el **Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)** y en los Planes Reguladores de las comunas que forman parte del PRMS. Posteriormente, el área fue ampliada, incluyéndose también toda la zona urbana de la cuenca del estero Las Cruces, tanto actual como con sus posibles zonas de expansión.

Para el desarrollo del Plan Maestro, se han estudiado, además, las áreas aportantes de escorrentía que afectan a zonas urbanas aunque estén ubicadas fuera de ellas, lo que implica evaluar sus parámetros hidrometeorológicos, hidráulicos, hidrológicos, de suelos y otros, señalados en los capítulos respectivos del estudio.

El horizonte del estudio es el año 2020, de modo que en los casos que los planes reguladores no tengan contemplado dicho horizonte, ha sido tarea del Consultor hacer las respectivas proyecciones de uso del suelo.

En términos resumidos, las superficies involucradas son las siguientes :

#### CAUCE RECEPTOR

#### ZONA URBANA (km<sup>2</sup>)

- Estero Las Cruces (Zona Norte-Las Cruces)	143
- Río Mapocho ( Zona Norte-Mapocho)	222
- Zanjón de la Aguada ( Zona Centro)	302
- Río Maipo y Mapocho poniente (Zona Sur)	133

Sobre la base de un análisis de la particular geografía del área de Santiago, las cuencas aportantes de escorrentía a sectores urbanos se han clasificado en nueve grandes grupos, según se aprecia en la figura 1.1.

La superficie de cada una de las cuencas aportantes identificadas anteriormente es la siguiente:

	<u>SUPERFICIE (Km<sup>2</sup>)</u>
I. Cuencas precordilleranas de Santiago Oriente	126
II. Cuenca del Mapocho	886
III. Cuenca del sector Lo Barnechea, Santiago nor-oriente	106
IV. Cuencas del cordón Manquehue-San Cristóbal	9
V. Cuencas de los cerros de Conchalí	23
VI. Cuencas de los cerros de Renca	8
VII. Cuenca del estero Las Cruces (fuera del PRMS 1994)	142
VIII. Cuenca del estero Colina	574
IX. Cuenca del estero Lampa	1.576

La figura 1.1 proporciona una visión de conjunto del área que comprende el presente Plan Maestro y de las cuencas aportantes.

#### 1.4 Criterios de Zonificación

El objetivo principal de la presente consultoría es formular un **Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago**.

Inicialmente el MOP planteó realizar una división de la ciudad de Santiago en tres zonas, estableciendo las comunas asociadas a cada una. Esencialmente se trataba de un criterio de zonificación basado en la división política de la ciudad.

Una división por zonas, considerando el criterio de las comunas, aparentemente podría facilitar la implementación de las soluciones que arroje el Plan Maestro. Sin embargo, los problemas de drenaje y evacuación de aguas lluvias y también las soluciones que se asocian a éstos, están directamente relacionadas con la topografía de la ciudad, ya que ésta condiciona las vías de escurrimiento. Dicho en otras palabras, el criterio de la zonificación debe basarse en las vías de drenaje que naturalmente hacen escurrir el agua hacia algunos de los grandes cauces receptores de Santiago.

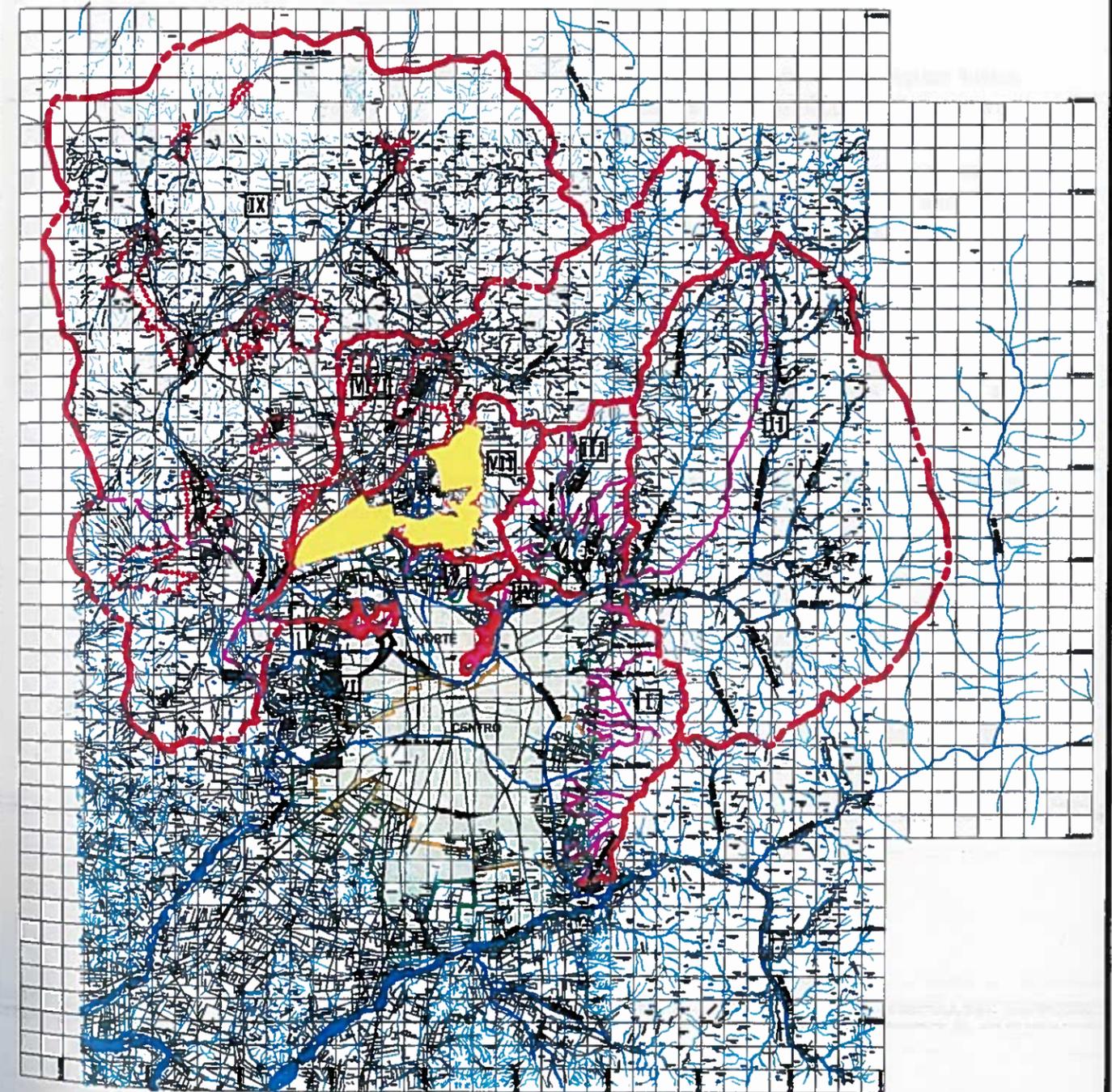


FIGURA 1.1 AREA DE ESTUDIO Y CUENCAS APORTANTES

En función de lo anterior, el Consultor planteó realizar una zonificación de la ciudad de Santiago considerando el criterio de división según las cuencas de drenaje que naturalmente existen, dado que es ésta la condicionante de las soluciones que finalmente se adopten.

En efecto, al enfrentar un problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias, el primer paso consiste en determinar el circuito del agua. Esta puede escurrir por colectores, canales, calles u otras vías de canalización. Junto con lo anterior, debe determinarse el origen de las aguas, para lo cual es necesario definir la divisoria de aguas, que separa una hoya tributaria de sus vecinas. Por otro lado, las diferentes vías de escurrimiento tienen una o varias descargas en un cauce receptor, que puede ser natural o construido por el hombre.

En Santiago, existen tres grandes cauces receptores naturales. Estos son el río Mapocho, el Zanjón de la Aguada y el río Maipo. Ciertamente que no son los únicos, ya que existen áreas tributarias que descargan a otros cauces como son el estero Colina, el Canal San Carlos, el Estero Las Hualtatas, etc. Sin embargo, todos ellos entregan sus aguas a uno de los tres cauces receptores fundamentales.

En función de lo anterior, CADE-IDEPE recomendó estructurar los 3 Planes Maestros de Santiago en torno a cada uno de estos grandes cauces receptores.

Durante el desarrollo del estudio, se vio la conveniencia de dividir la zona Norte en dos, que se denominan Zona Norte - Mapocho y Zona Norte - Las Cruces. La primera incluye las cuencas que drenan directamente hacia el río Mapocho mientras que la segunda incluye aquellas cuencas cuyo cauce receptor es el estero Las Cruces.

En la figura 1.2 se observa la correspondencia entre zonas del Plan Maestro y comunas del Gran Santiago; esta misma información aparece en la tabla 1.1.

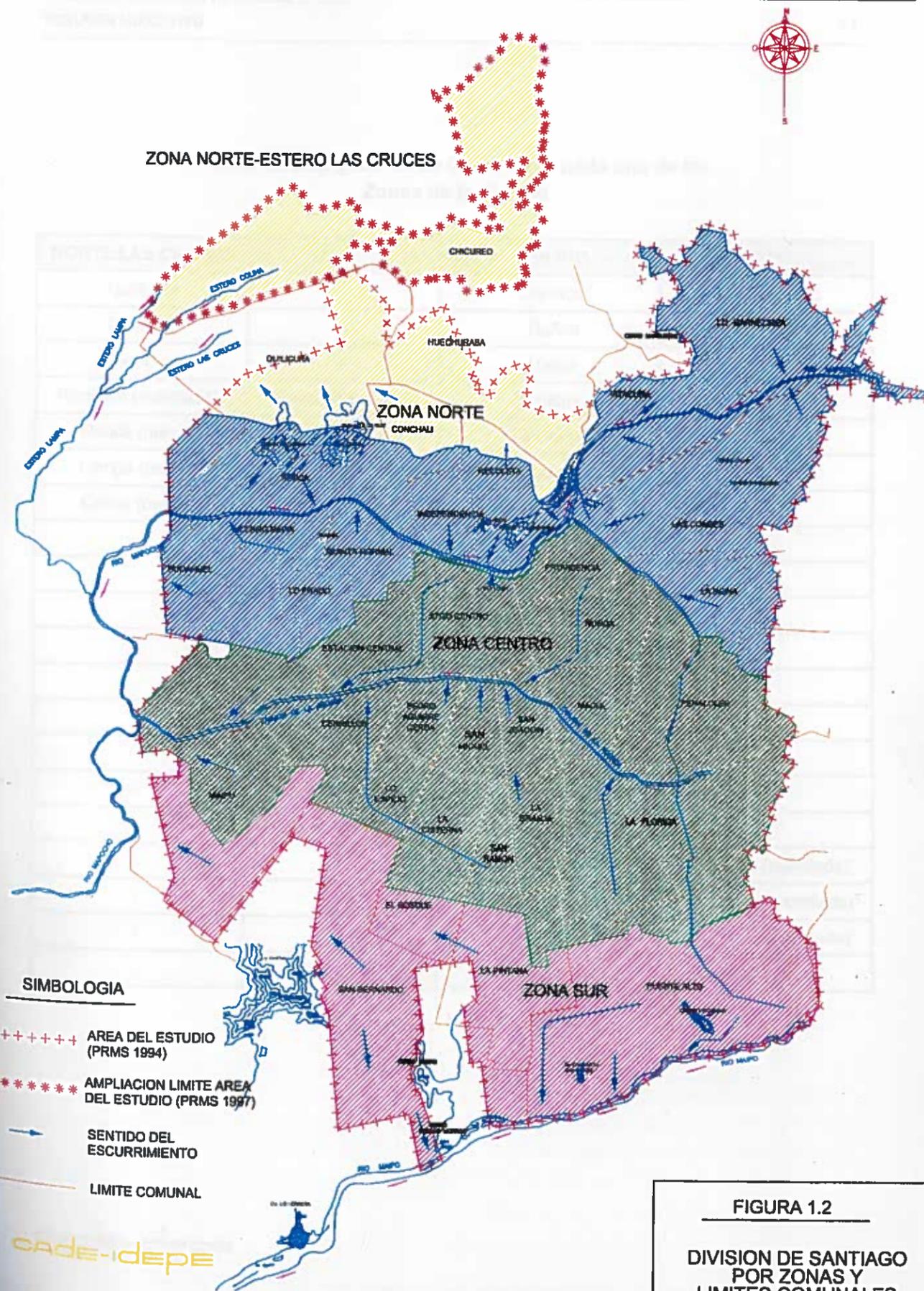


Tabla 1.1 : Asignación de Comunas a cada una de las Zonas de la Ciudad

NORTE LAS CRUCES	NORTE	CENTRO	SUR
Quilicura	-	Cerrillos	San Bernardo
Conchalí	-	Ñuñoa	-
Huechuraba	-	Macul	-
Recoleta (asimilada)*	Recoleta (parcial)	Santiago	-
Renca (parcial)	Renca (asimilada)*	La Florida	-
Lampa (parcial)	Independencia	Pedro Aguirre Cerda	-
Colina (parcial)	Lo Bachecha	San Joaquín	-
-	Quinta Normal	La Granja	-
-	Cerro Navia	San Miguel	-
-	Lo Prado	San Ramón	-
-	Pudahuel	La Cisterna	-
-	Vitacura	Lo Espejo	-
-	Las Condes	Estación Central	-
-	La Reina (asimilada)*	La Reina (parcial)	-
-	Peñalolén (parcial)	Peñalolén (asimilada)*	-
-	Providencia (parcial)	Providencia (asimilada)*	-
-	-	El Bosque (parcial)	El Bosque (asimilada)*
-	-	Puente Alto (parcial)	Puente Alto (asimilada)*
-	-	La Pintana (parcial)	La Pintana (asimilada)*
-	Maipú (parcial)	Maipú (asimilada)*	Maipú (parcial)

(\*) Asimilada a la zona indicada

12.

## 2. ANTECEDENTES GENERALES

Para el desarrollo del estudio, la DOH puso a disposición del Consultor la Cartografía Digitalizada Urbana de Santiago, escala 1:5.000, actualizada al año 1997 por el SAF. Esta cartografía fue adquirida de CIREN-CORFO y contiene información relativa a la red vial, planta, curvas de nivel cada 5 m, red de drenaje, líneas férreas, división política-administrativa y otro puntos de interés.

Asimismo la DOH entregó la Cartografía Digitalizada Rural de Santiago, escala 1:20.000, construida a partir de cartas IGM escala 1:50.000 del año 1992 y ortofotos CIREN del año 1983 tomadas por el SAF. Esta cartografía contiene información relativa a infraestructura caminera, red hidrográfica superficial, localidades pobladas, división política-administrativa, toponimia y curvas de nivel cada 25 m.

La cartografía anterior fue complementada con un levantamiento aerofotogramétrico realizado por el Consultor, que cubre la cuenca del estero Las Cruces, bajo la cota 700 m.s.n.m. La escala es 1:5.000, con curvas de nivel cada 2,5 m, sobre la base de un vuelo realizado durante 1999.

En la figura 2.1 se incluye la cobertura de la topografía digitalizada ocupada en el presente estudio.

Durante la etapa I de la consultoría, se recopilaron todos los estudios y proyectos disponibles que tienen relación con el tema de aguas lluvias, ya sea en forma directa o porque pueden tener influencia en las soluciones que se recomienden (ejemplo : proyectos de vialidad urbana, planes reguladores comunales, etc.). El listado completo de estudios y proyectos aparece en el Anexo K, mientras que el resumen y análisis de los más relevantes se presenta en el acápite II.3 del Informe Final.

Dentro de la información recopilada, cabe destacar la revisión de la prensa de los últimos 50 años con noticias e informaciones sobre las principales inundaciones ocurridas. Los recortes de diarios, junto con una síntesis de la información recopilada, se presenta en el Anexo B.2 del Informe Final.

Para la elaboración del Plan Maestro, se realizaron diversos trabajos de terreno, encaminados a un reconocimiento detallado del área de estudio, recorriendo todas las áreas tributarias con sus puntos más conflictivos. En forma específica, los trabajos de terreno consistieron en lo siguiente:

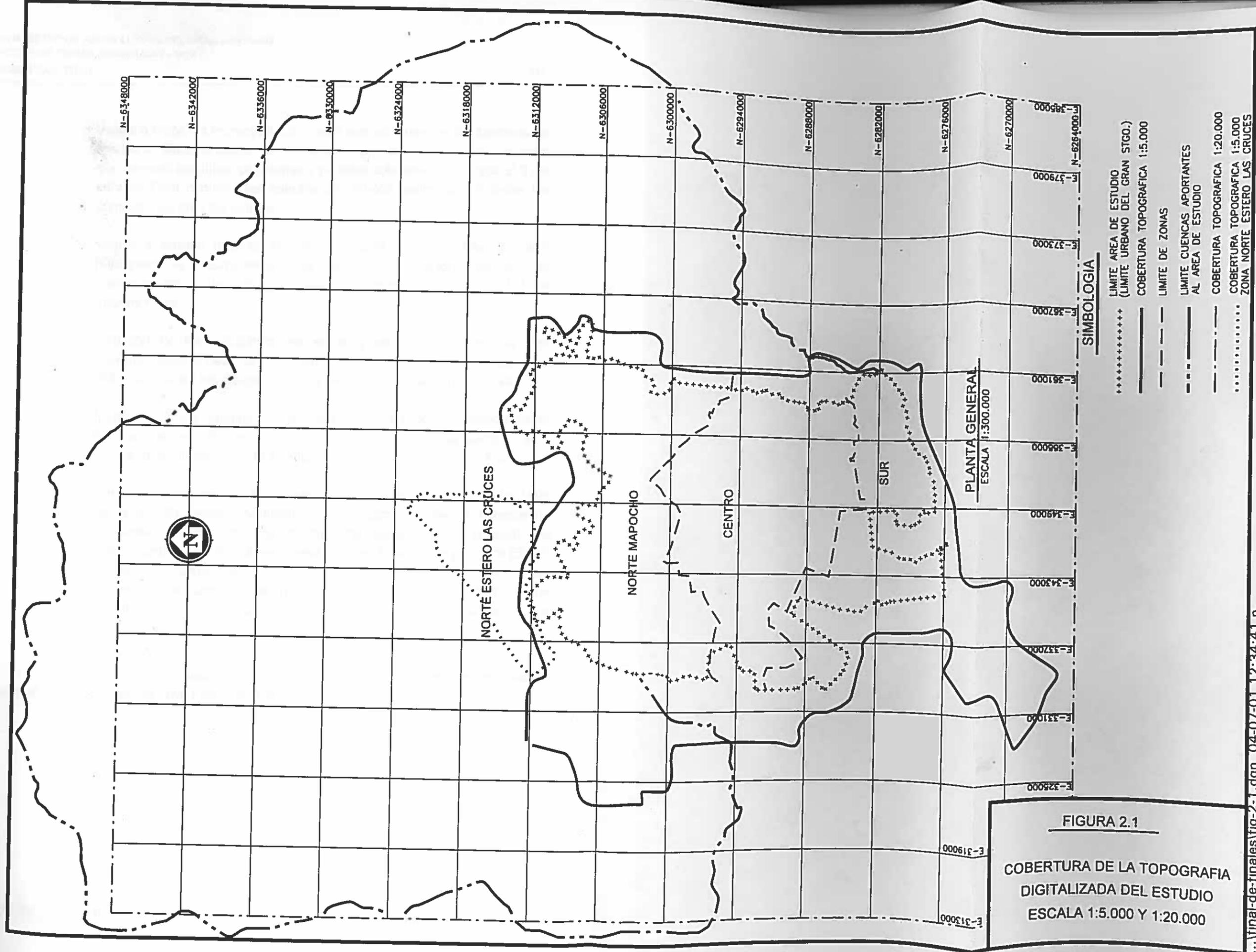


FIGURA 2.1  
 COBERTURA DE LA TOPOGRAFIA  
 DIGITALIZADA DEL ESTUDIO  
 ESCALA 1:5.000 Y 1:20.000

- Visitas a todas las municipalidades para entrevistarse con los funcionarios ligados al tema de aguas lluvias, a los cuales se les pasó una encuesta que permitió identificar problemas y posibles soluciones. El anexo B.3 del Informe Final contiene las minutas de reunión realizadas en todas las comunas del área del estudio.
- Visitas a terreno durante los días de lluvia para constatar las vías principales de escurrimiento y las zonas de inundación. Los informes realizados con posterioridad a estas visitas aparecen en el anexo E.1 del Informe Final.
- Medición de las precipitaciones en el pluviógrafo del Campus San Joaquín, sobre la base de un acuerdo con el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Católica (ver anexo E.7 del Informe Final)
- Medición de los caudales registrados por el fluviógrafo especialmente instalado en el colector Vicuña Mackenna, en un lugar cercano a la descarga en el Zanjón de la Aguada (ver anexo E.7 del Informe Final)
- Catastro de las redes de colectores, que abarcó un total de 1406 cámaras. El catastro realizado permitió complementar la información disponible respecto a infraestructura de aguas lluvias, la cual fue determinada en el Plan Maestro realizado en 1982, encargado por EMOS al Consorcio CADE-IDEPE y Coyne et Bellier. Todos los antecedentes relativos a infraestructura de aguas lluvias, incluyendo el levantamiento de canales relacionados con aguas lluvias aparecen detallados en el Capítulo IV del Informe Final.

La recopilación y análisis de todos los antecedentes anteriores permitió la formulación del Plan Maestro cuyo Resumen Ejecutivo se presenta en este informe.

3. ESTUDIOS BÁSICOS

Los estudios básicos tienen como objetivo definir todos los parámetros representativos del área de estudio y su cuenca aportante, relativos a pluviometría, características de los suelos, caudales de la cuenca aportante y uso del suelo urbano, antecedentes que se utilizan para diagnosticar el sistema y proponer soluciones.

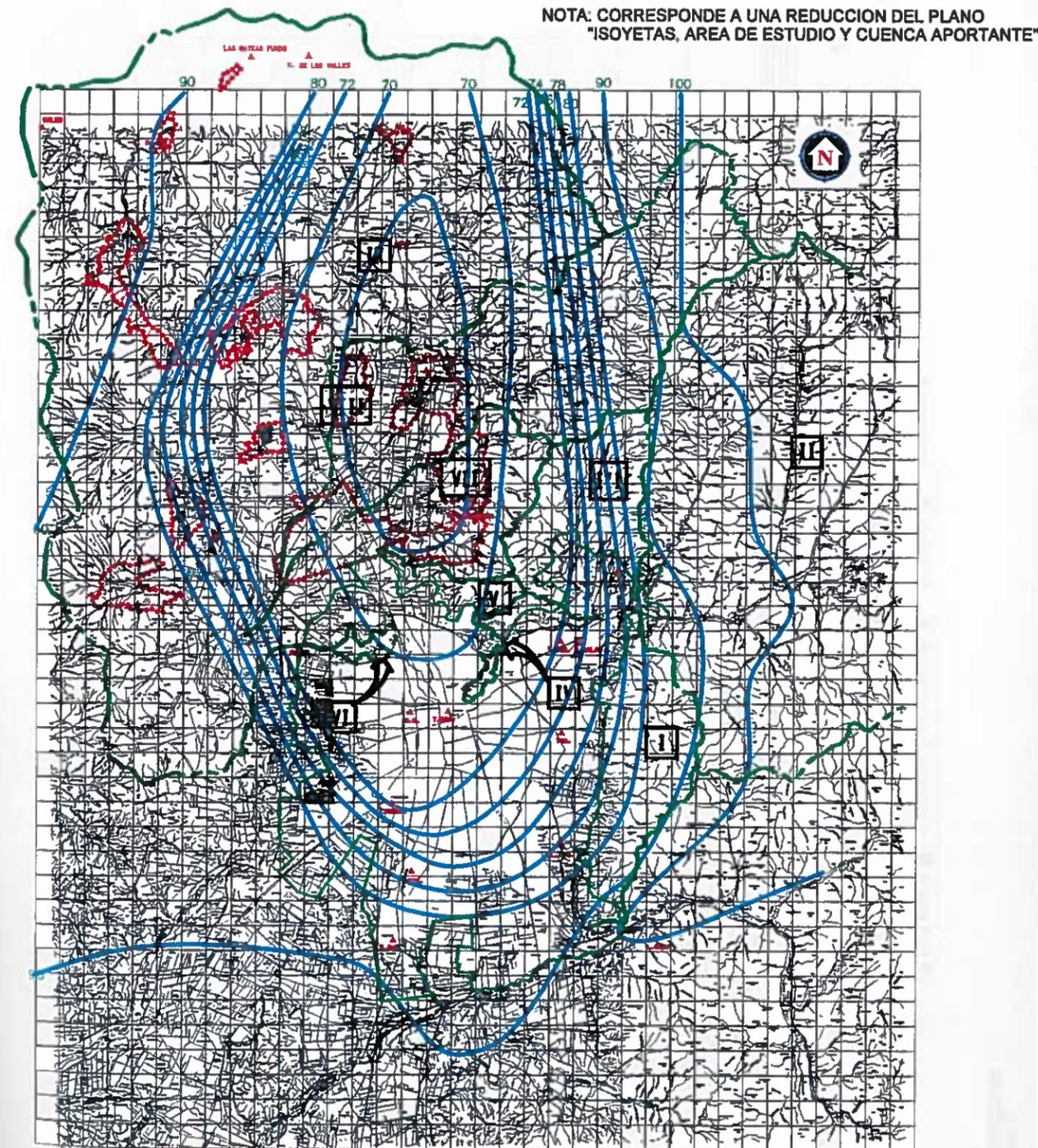
3.1 Pluviometría

El estudio pluviométrico estuvo orientado a definir la intensidad de las precipitaciones sobre el área de estudio.

Para ello, en primer término, se analizaron los antecedentes climatológicos fundamentales de la zona del Gran Santiago, incluyendo la cuenca del estero Las Cruces. A continuación se llevó a cabo una revisión y análisis de los estudios disponibles, como asimismo de la información pluviométrica relevante. Se discutió, luego, el concepto de lluvia de diseño y de los principales parámetros que la definen y se presentó la información pluviométrica disponible actualizada a partir de la información obtenida de la Dirección General de Aguas del MOP y de la Dirección Meteorológica de Chile. Posteriormente se procedió a corregir, ajustar y extender las series de datos a un período común y, finalmente, se elaboraron las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para períodos de retorno 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

En la figura 3.1 se presentan las curvas isoyetas correspondientes a las precipitaciones máximas en 24 horas para período de retorno 10 años, cuyo símbolo es  $P_{24} (T = 10)$ .

Para determinar la intensidad esperada de la precipitación en cualquier punto del área del estudio, es preciso determinar la isoyeta  $P_{24} (T = 10)$  que le corresponde y luego referirse a las figuras 3.2 a 3.8, donde aparecen las curvas IDF.



<b>CADE-IDEPE</b> INGENIERIA Y DESARROLLO DE PROYECTOS AVONTO CAL.	JEFE PROYECTO C. HERRERA M.	JEFE PROYECTO C. STAFFORD B.	JEFE PROYECTO C. STAFFORD B.	 GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO FIGURA 11 CURVAS ISOYETAS
	INGENIERO JEFE E. PARO C.	INGENIERO J. RUFFO A.	INGENIERO T. BUSTOS D.		

FIGURA 3.2 : CURVAS IDF -  $P_{24}(T=10) = 70 \text{ mm}$

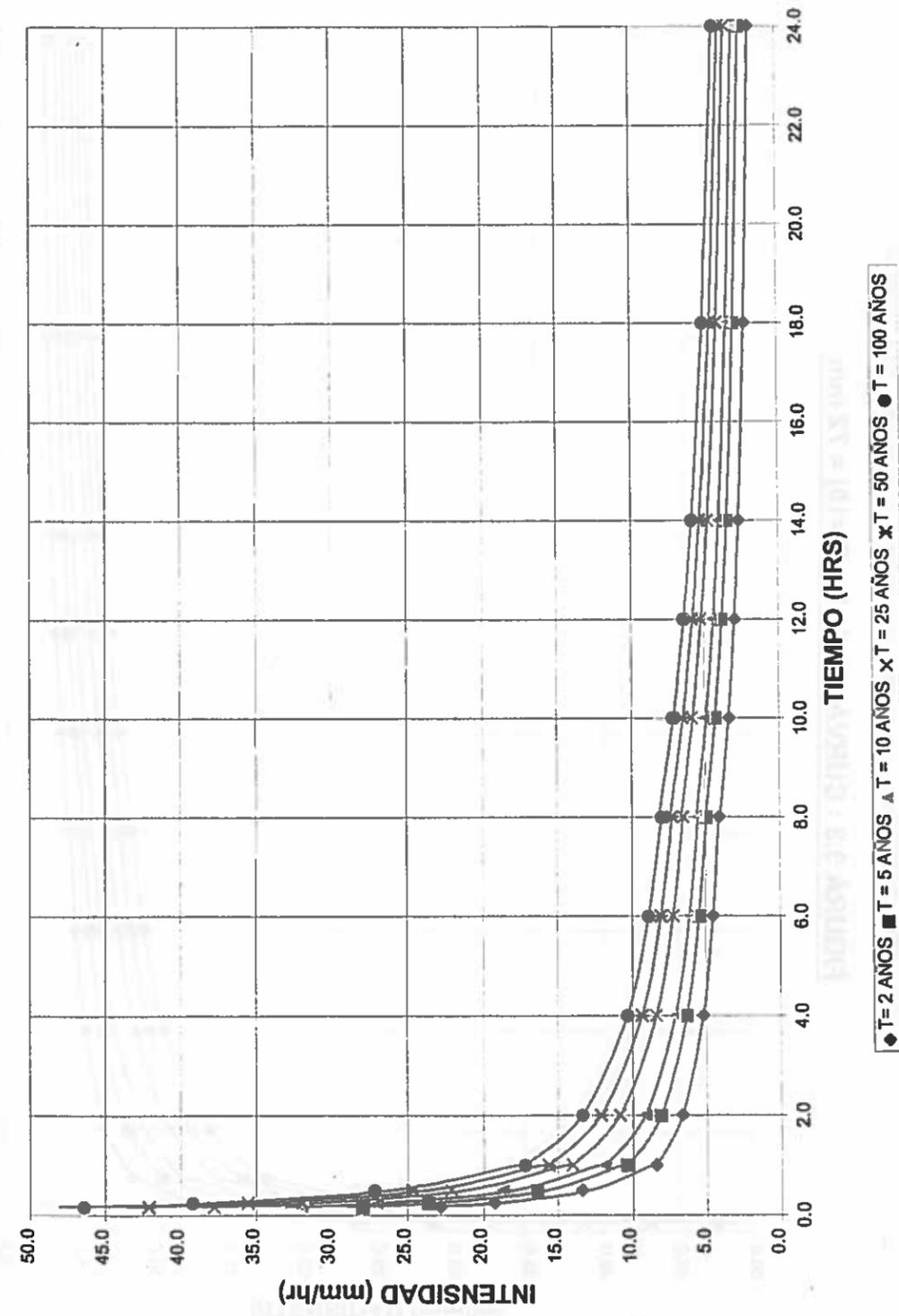


FIGURA 3.3 : CURVAS IDF - P<sub>24</sub>(T=10) = 72 mm

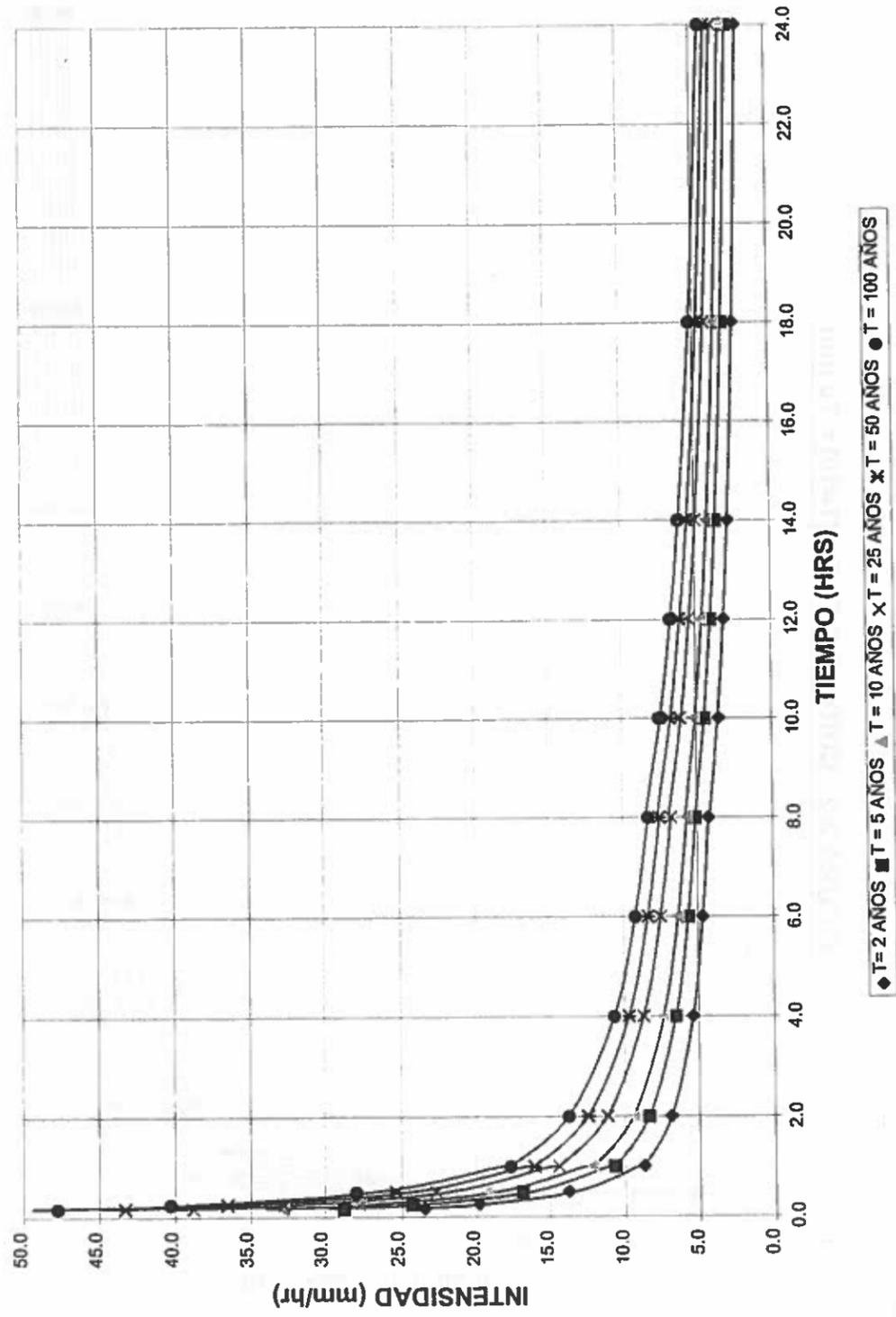
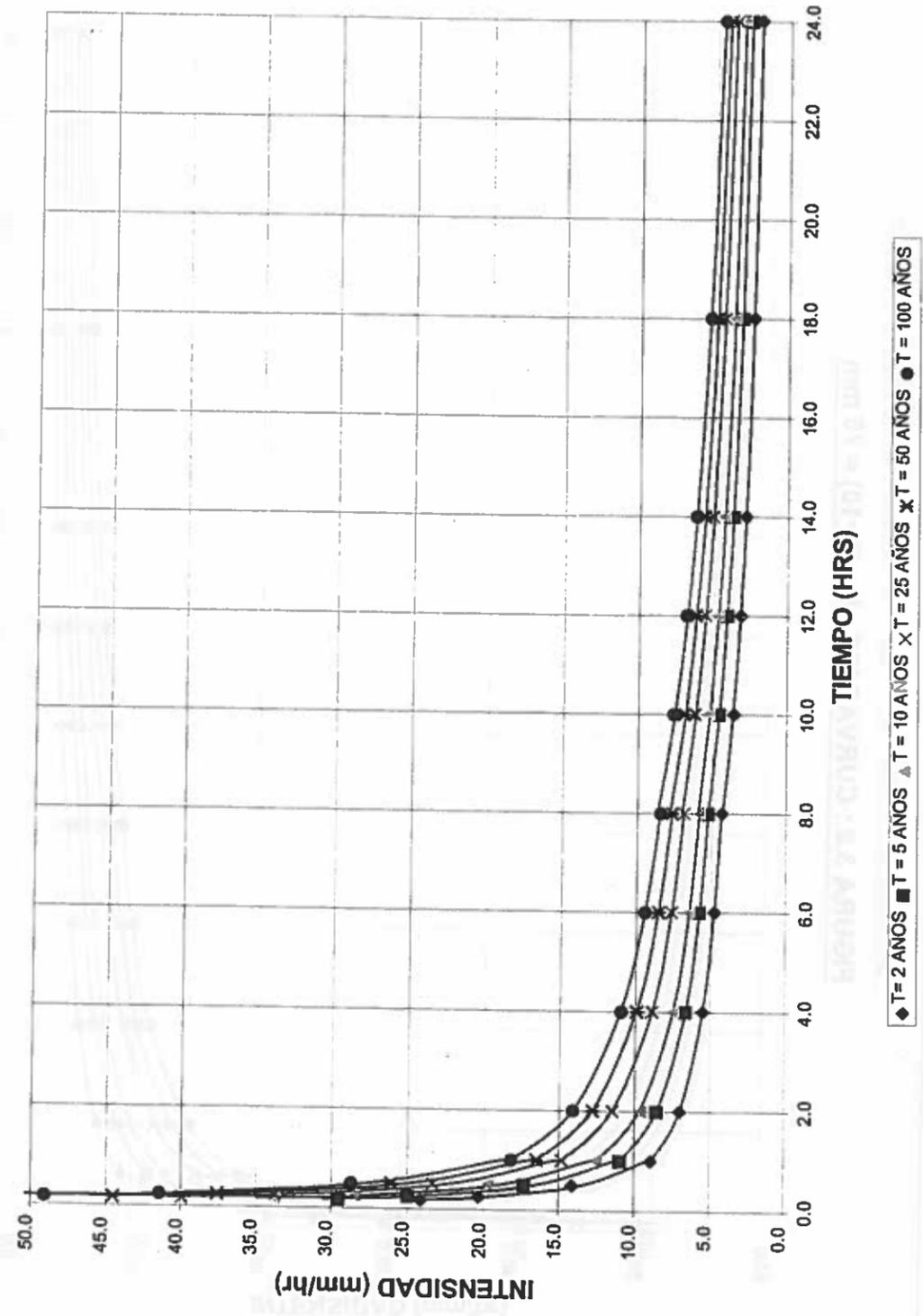
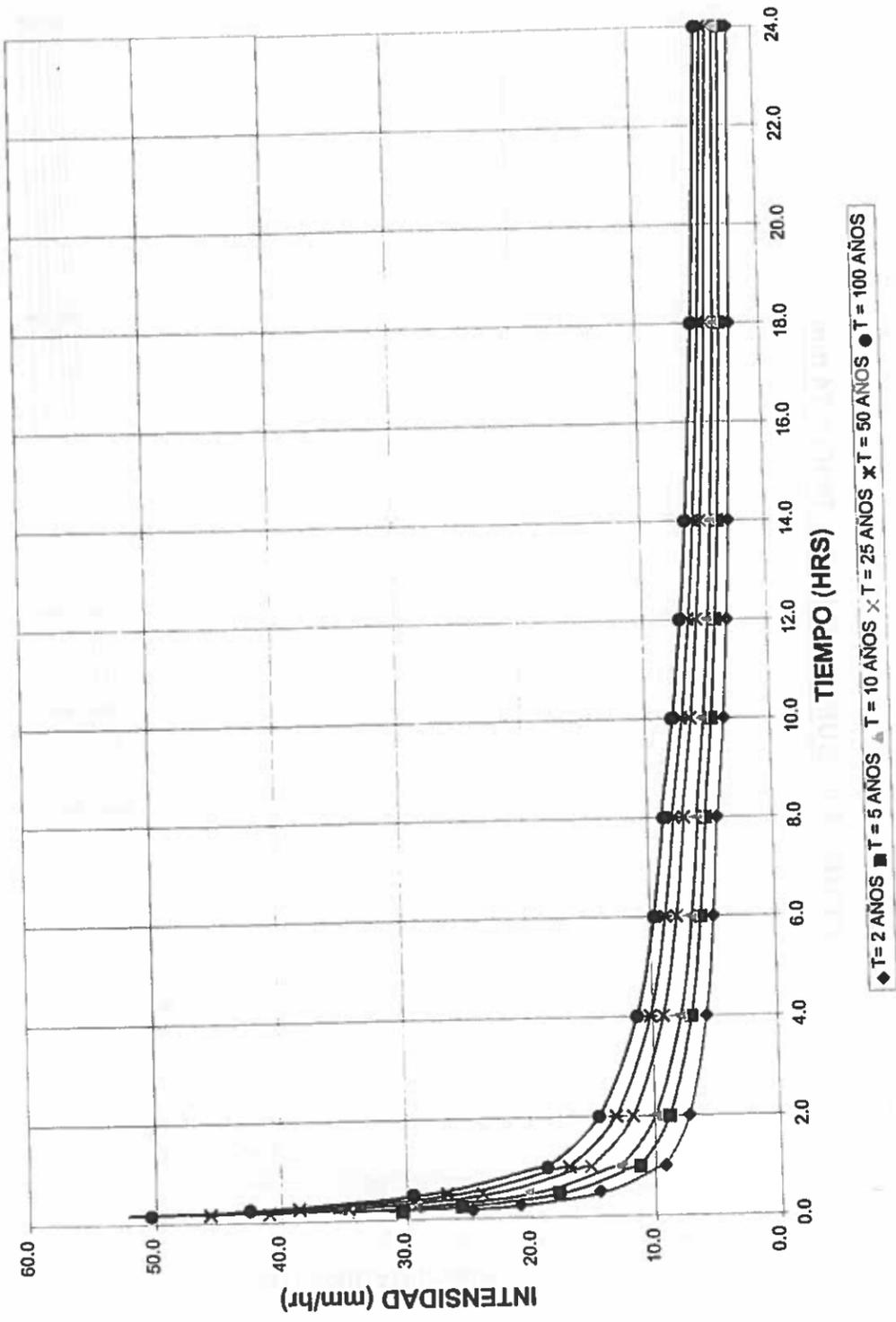


FIGURA 3.4 : CURVAS IDF - P<sub>24</sub>(T=10) = 74 mm



**FIGURA 3.5 : CURVAS IDF - P<sub>24</sub>(T=10) = 76 mm**



**FIGURA 3.6 : CURVAS IDF - P<sub>24</sub>(T=10) = 78 mm**

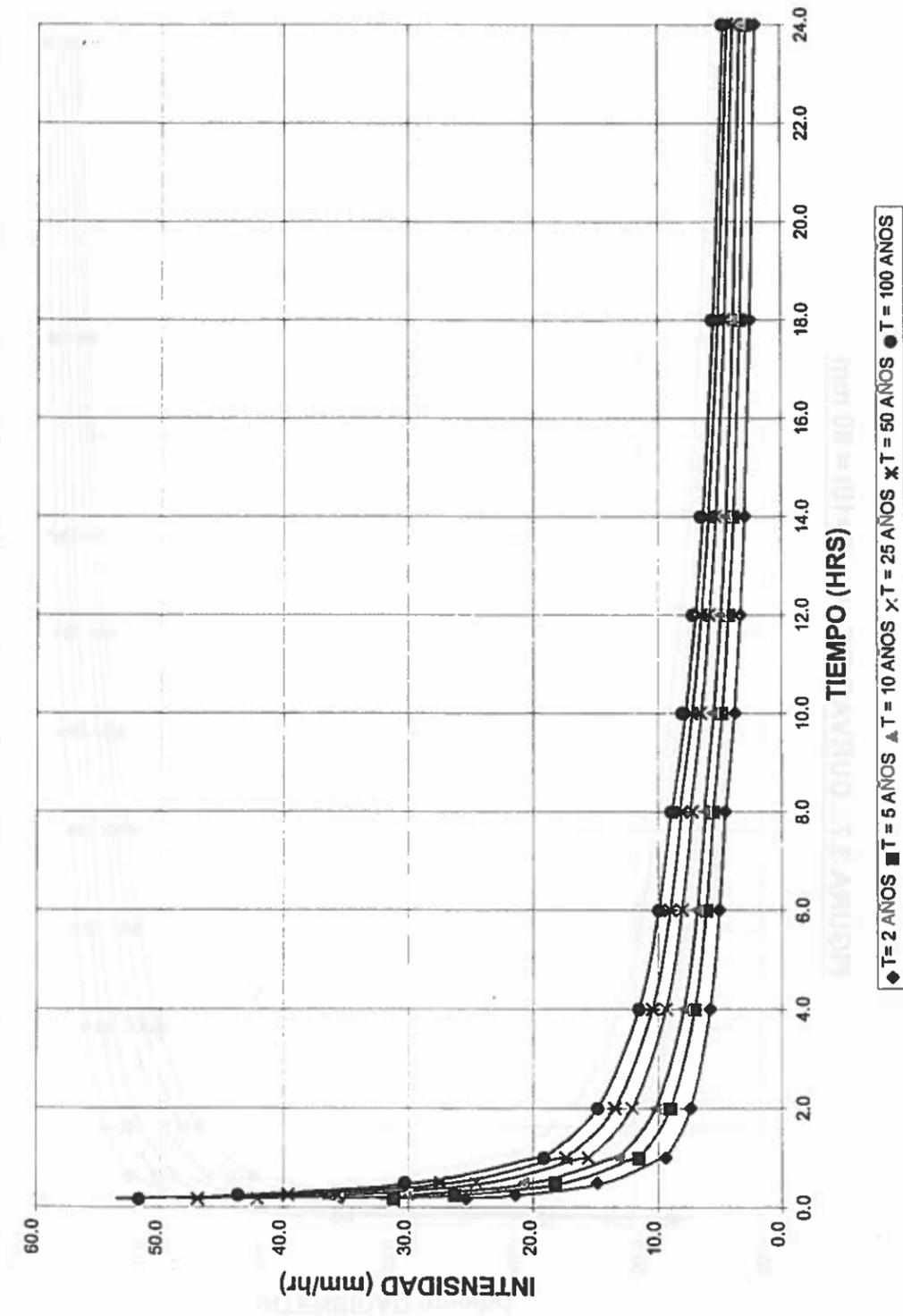


FIGURA 3.7 : CURVAS IDF -  $P_{24}(T=10) = 80 \text{ mm}$

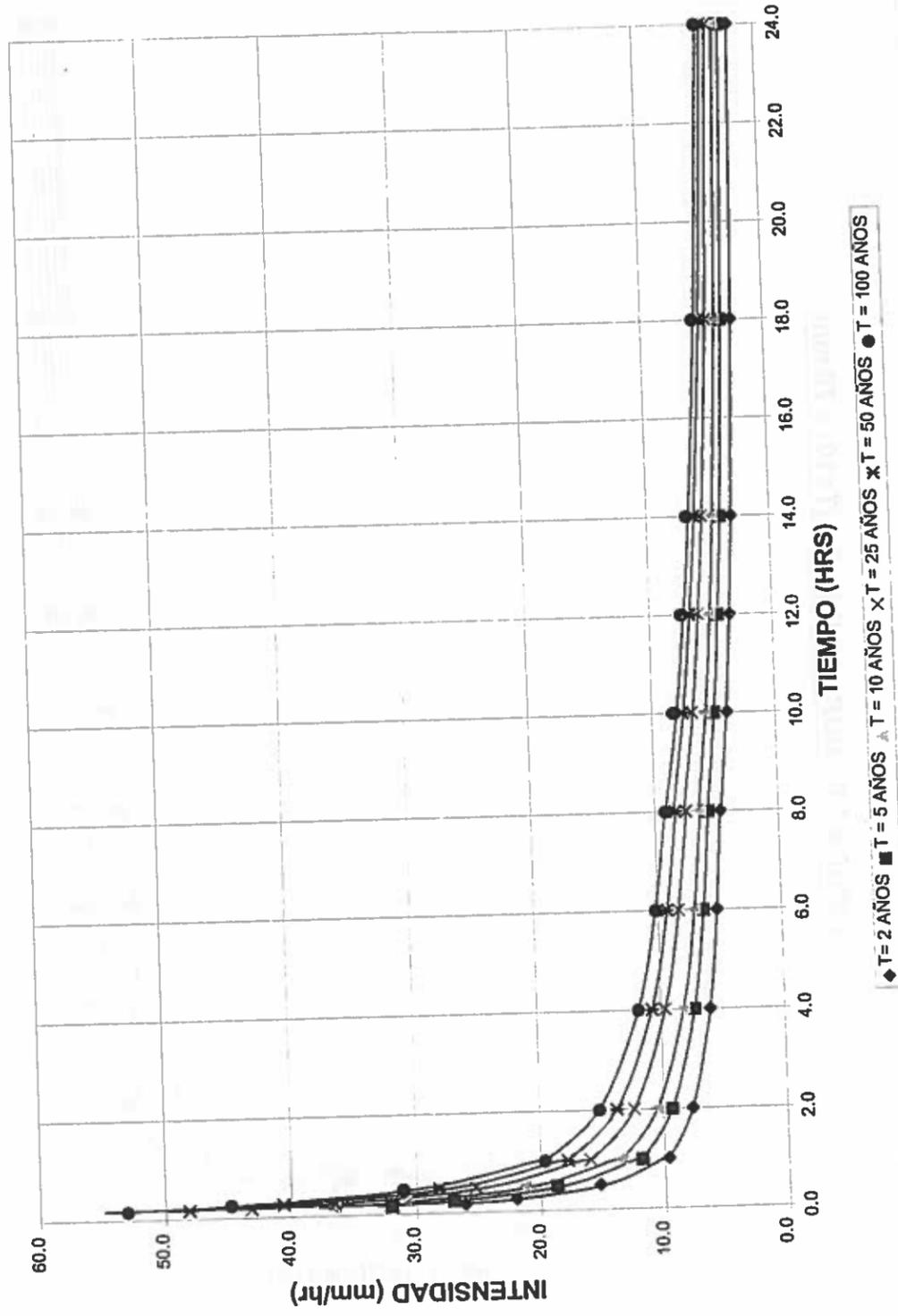
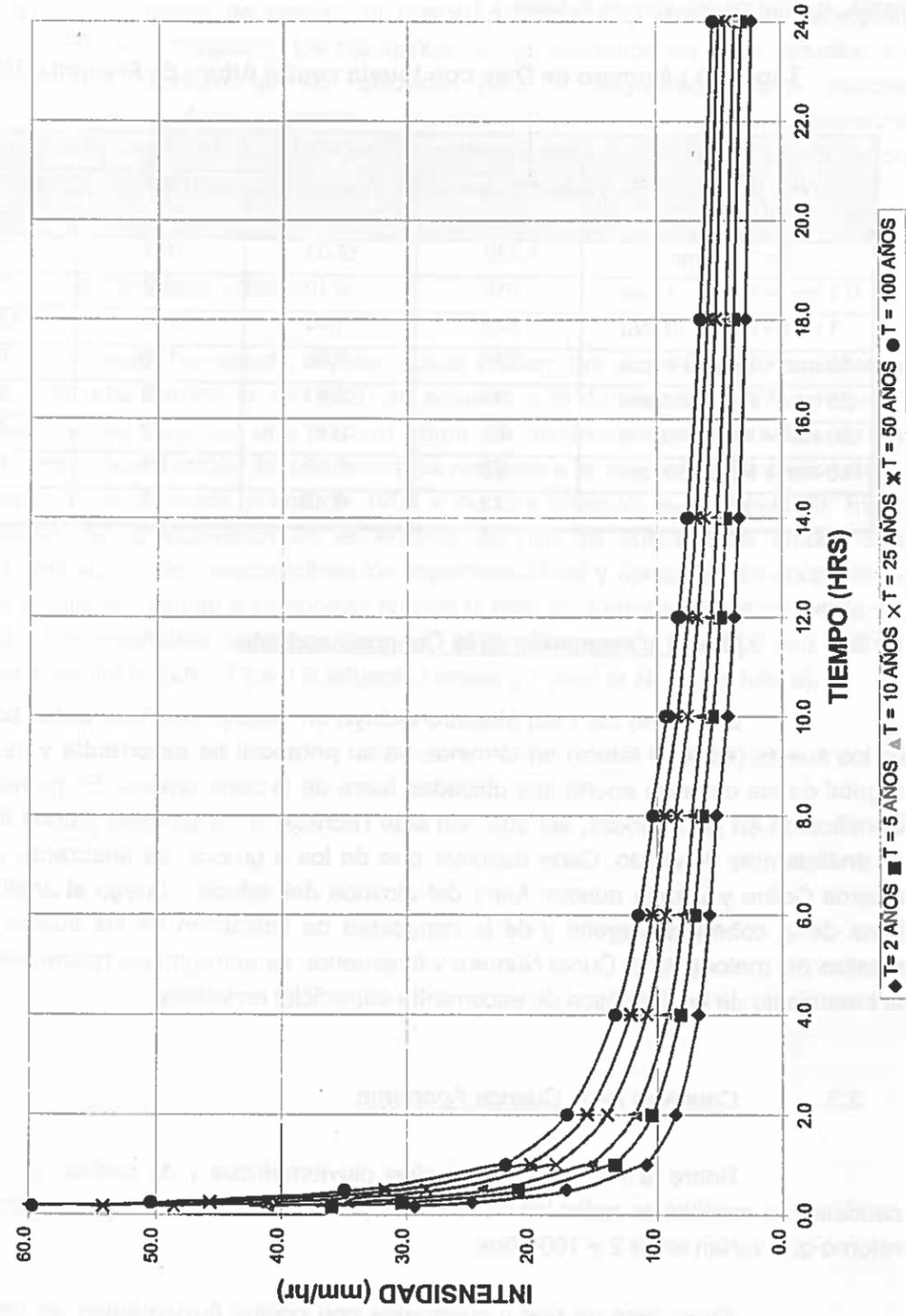


FIGURA 3.8 : CURVAS IDF -  $P_{24}(T=10) = 90 \text{ mm}$



El estudio pluviométrico incluyó también un análisis del número de días con lluvias, el cual se resume en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 : Número de Días con Lluvia según Altura de Precipitación

Intervalo de Precipitación	Estación Terraza DGA		Estación Tobalaba	
	Nº días	Promedio anual	Nº días	Promedio anual
Pp > 0,1 mm	1.249	32,03	863	28,77
0,1 mm < Pp < 1 mm	316	8,10	109	3,63
1 mm < Pp < 10 mm	524	13,44	419	13,97
10 mm < Pp < 20 mm	236	6,05	179	5,97
20 mm < Pp < 30 mm	94	2,41	78	2,60
30 mm < Pp < 40 mm	38	0,97	39	1,30
40 mm < Pp < 50 mm	23	0,59	21	0,70
Pp > 50 mm	18	0,46	18	0,60

### 3.2 Suelos y Vegetación de la Cuenca Aportante

El estudio del Plan Maestro incluyó un extenso análisis de las características de los suelos (actual y futuro) en términos de su potencial de escorrentía y de la cobertura vegetal de las cuencas aportantes ubicadas fuera de la zona urbana. En primer término, se identificaron en las cuencas, las que han sido reunidas en 9 grandes grupos facilitando así su análisis más detallado. Cabe destacar que de los 9 grupos, se analizaron 7, ya que los esteros Colina y Lampa quedan fuera del alcance del estudio. Luego el análisis aborda el tema de la cobertura vegetal y de la capacidad de infiltración de los suelos. Se incluyen detalles del método de la Curva Número y finalmente, se entregan las recomendaciones para el tratamiento de los procesos de escorrentía superficial en laderas.

### 3.3 Caudales de la Cuenca Aportante

Sobre la base de los estudios pluviométricos y de suelos, se calcularon los caudales de crecidas de todas las quebradas aportantes al área de estudio, para períodos de retorno que varían entre 2 y 100 años.

En el caso de ríos y quebradas con control fluviométrico, se llevó a cabo un análisis probabilístico de los registros existentes, determinando así los caudales máximos de crecidas de diferente período de retorno.

En las quebradas sin control fluviométrico (que son la gran mayoría), se utilizó, como procedimiento de cálculo, el método racional y el método del hidrograma unitario sintético. Se compararon los resultados con lo obtenidos en otros estudios y se establecieron los caudales que se utilizarán para el diagnóstico. Estos caudales, corresponden a los calculados mediante el método racional para cuencas de superficies menores a 2 Km<sup>2</sup> y mediante el método del hidrograma unitario sintético con una lluvia de 6 horas de duración para las cuencas de superficies superiores a 2 Km<sup>2</sup>.

### 3.4 Uso del Suelo Urbano

Se realizó un estudio del uso actual y futuro del suelo urbano, considerando un horizonte de urbanización al año 2020 de acuerdo a lo definido en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago. En una primera etapa, se desarrollaron los estudios de base necesarios para la construcción de los escenarios respecto a la ocupación del suelo urbano y sobre la base de la situación actual de 1998 y de una proyección al año 2020. En una segunda etapa, se construyeron los escenarios de uso de suelo, para ambos cortes temporales, definiendo las características de impermeabilidad y tipologías de ocupación del suelo, para lo cual se ocupan 8 categorías en que la tasa de impermeabilización varía entre 0% y 100%. Los resultados se presentaron en 14 láminas escala 1:20.000 que cubren la totalidad del área del estudio (7 para la situación actual y 7 para la situación futura).

#### 4. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El estudio del Plan Maestro incluyó la identificación de la infraestructura existente que pueda ser utilizada para la conducción de aguas lluvias. Con este propósito, se consideraron los siguientes elementos: colectores unitarios y separados; canales urbanos relacionados con aguas lluvias; cauces naturales que atraviesan zonas urbanas y calles que actualmente cumplen el papel de evacuadoras de aguas lluvias.

##### 4.1 Redes de Alcantarillado de Aguas Lluvias

En primer término, se llevó a cabo una recopilación y revisión de información y catastros de las redes de aguas lluvias unitarias y separadas existentes. La información base utilizada corresponde al Plan Maestro de Alcantarillado del Gran Santiago, realizado por EMOS el año 1983, la que ha sido complementada con información de la empresa Aguas Cordillera y el Servicio Municipal de Agua Potable de Maipú, cuyas redes no fueron catastradas en el Plan Maestro de EMOS, y con información de los proyectos de colectores de aguas lluvias realizados por entidades como DOH, SERVIU, Vialidad y Municipalidades, con posterioridad a la ejecución del catastro de EMOS. Con todos los antecedentes recopilados, se procedió a elegir las redes a catastrar, comenzando por aquellos que no fueron incluidos en el estudio de EMOS, y por las redes construidas con posterioridad a dicho estudio. El catastro realizado, fue de tipo muestral, abarcó un total de 1406 cámaras y sus resultados se presentan en planillas de conectividad de cámaras en que se incluyen todos los antecedentes respecto a conectividades, diámetro, cotas de tapa, cotas de radier de entrada y salida (s) y altura total de cámara, y en tablas de capacidad de colectores, que incluyen información referente a tramo, longitud, pendiente, material, rugosidad y capacidad. En los casos en que ha sido posible recopilar la información, se ha agregado el organismo y la fecha en que se construyeron las respectivas redes, la institución encargada y la calidad de su operación actual. El capítulo IV del Informe Final, destinado a infraestructura, se complementa con los planos de catastro, en los que se ha traspasado toda la información contenida en el Plan Maestro de EMOS respecto a las redes unitarias y separadas de aguas lluvias, y en los que se han incorporado las redes catastradas para el presente estudio.

##### 4.2 Canales Urbanos

El acápite IV.3 del Informe Final se refiere al Catastro y Capacidad Hidráulica de Canales Urbanos relacionados con las aguas lluvias en el área del Gran Santiago. Para ello, se realizó una completa recopilación de antecedentes con todas las entidades encargadas de la administración de los canales, quienes entregaron información de cada uno de ellos, con sus correspondientes características. Dicha información fue complementada con visitas a

terreno. La capacidad hidráulica de los canales fue entregada, en algunos casos, por las entidades respectivas. En otros casos, fue necesario realizar levantamientos topográficos para tener una estimación de su capacidad de porteo. Los antecedentes catastrados han sido vertidos en planos escala 1:20.000, donde se ilustra el trazado de los canales y secciones representativas de ellos. Al final del capítulo se entregan algunos antecedentes respecto a la factibilidad de usar los canales para el drenaje de las aguas lluvias, y las modificaciones que se deberían hacer en sus cauces, según lo informado por los propios canalistas.

En la siguiente tabla se entrega un listado de los canales urbanos relacionados con las aguas lluvias en el área del Gran Santiago.

Tabla 4.1 : Canales Urbanos relacionados con las Aguas Lluvias

Zona Norte Las Cruces	Zona Norte Mapocho	Zona Centro	Zona Sur
Huechuraba	El Bollo	San Carlos Viejo	Ochagavía
Los Choros	Vitacura	San Joaquín	Espejo
El Carmen	Metropolitano	Cisternas	Santa Marta
Batuco	Conchalí	Lo Valledor	Tagle Gandarillas
Camino Lo Ruiz	El Carmen	--	Eyzaguirre
Quilicura	La Punta	--	San José
San Luis	San Carlos	--	Tocomai
Desagüe Pueblo de Quilicura	Derivado Ortuzano	--	--
Desagüe Ciudad del Trabajador	--	--	--
La Montaña	--	--	--
Desagüe Estero Los Patos	--	--	--
San Ignacio	--	--	--
Cañaveral	--	--	--
Familia Cox	--	--	--

##### 4.3 Cauces Naturales

El acápite IV.5 del Informe Final se refiere al Catastro y Capacidad Hidráulica de cauces naturales que atraviesan zonas urbanas, para lo cual se han analizado antecedentes existentes de estudios realizados, y se ha recopilado información en distintos organismos. Con todos esos antecedentes, se ha determinado la capacidad hidráulica de los cauces en secciones representativas de ellos. En el caso de cauces como el Zanjón de La Aguada, se hace mención a las obras de mejoramiento que están en curso.

Los cauces naturales que atraviesan zonas urbanas, con sus trazados y secciones representativas, son identificados en los mismos planos escala 1:20.000 utilizados para representar los canales.

Tabla 4.2 : Cauces Naturales significativos en la Evacuación de las Aguas Lluvias que fueron Catastrados

Zona Norte Las Cruces	Zona Norte Mapocho	Zona Centro	Zona Sur
Estero Las Cruces	Río Mapocho	Q. de Macul-Zanjón de la Aguada	Q. Las Vizcachas
Estero Colina	Q. Nido de Aguilas	--	--
Q. La Nipa	Q. de Ramón	--	--
Q. El Manzano	Q. de Apoquindo	--	--
Q. Los Maitenes	Q. de San Francisco	--	--
Q. La Región	Estero Las Huaitatas y quebradas afluente	--	--
Q. ON-01	--	--	--
Q. ON-02	--	--	--
Q. El Loro	--	--	--

#### 4.4 Otras Infraestructuras Existentes

En el acápite IV.6 del Informe Final, destinado a Otras Infraestructuras Existentes, se hace un análisis de la capacidad de conducción de las principales calles que actualmente se comportan como evacuadoras de aguas lluvias, para lo cual se ha procedido a realizar perfiles longitudinales de ellas, así como perfiles transversales tipo, de modo de conocer la(s) pendiente(s) y sección(es) características, y por lo tanto su capacidad de conducción.

Las calles catastradas, son las siguientes: Av. Recoleta, Av. El Guanaco, Av. José María Caro, calle Barón de Juras Reales, calle Ramón Rosales, calle San Luis, Av. M.A. Matta, Ruta G-161 (Camino a Chicureo), Camino Los Ingleses, Av. San Pablo, Laguna Sur, Av. Gran Avenida y Av. Lo Martínez.

## 5. PATRÓN DE DRENAJE

### 5.1 Aspectos Generales

El objetivo del capítulo V del Informe Final, fue identificar el patrón de drenaje de la cuenca en estudio en situación actual (situación "sin proyecto"). Esto significa determinar con precisión el origen de la escorrentía de aguas lluvias, sus vías de escurrimiento, sus áreas de detención o acumulación y su descarga a un determinado cauce receptor.

Es importante destacar que la descripción que se presenta en dicho capítulo corresponde a la situación sin proyecto. Por este motivo, la identificación de los sectores con problemas de inundación y del patrón de drenaje de toda la cuenca estuvo basada en un trabajo de oficina y de terreno.

El trabajo de oficina consistió en la recopilación, análisis y sistematización de la información existente, ya sean estudios, proyectos, recortes de prensa, testimonios gráficos, etc. Lo más importante de los antecedentes recopilados, que tiene importancia para el estudio, fue presentado en el acápite II.3 del Informe Final.

Tan importante como el anterior, es el trabajo de terreno, el cual consistió en entrevistas a los afectados por problemas de inundación; entrevistas a los funcionarios municipales encargados de las aguas lluvias y, muy principalmente, las visitas efectuadas por personal del Consultor a diversos lugares de Santiago durante los días de lluvias.

Los antecedentes respecto a problemas de inundaciones y las observaciones realizadas tanto por los ingenieros del Consultor como de la DOH se han volcado a los planos "Vías de Escurrimiento y Sectores de Inundación". Se trata de 21 láminas escala 1:10.000, que cubren todo el área del estudio.

La morfología o topografía del terreno hace que el agua escurra en diversas direcciones según las características de las curvas de nivel. En consecuencia, el primer paso para la definición de un patrón de drenaje es determinar el circuito del agua, lo que implica definir la divisoria de aguas, que separa una hoya tributaria de sus vecinas. Por otro lado, las diferentes vías de escurrimiento tienen una o varias descargas en un cauce receptor que puede ser natural o construido por el hombre. Las visitas a terreno durante los días de lluvias permitieron definir en forma más precisa los límites de algunas áreas tributarias, en las cuales la divisoria de las aguas no aparece claramente definida a partir de los antecedentes topográficos. Sin embargo, es rasgo característico de una zona urbana que,

dependiendo de la intensidad de la lluvia, tiendan a modificarse los límites de algunas áreas tributarias o, dicho de otro modo, se produzcan trasvases de un área a otra. Esta situación fue debidamente considerada, particularmente en el capítulo destinado al diagnóstico de los sistemas de evacuación de aguas lluvias, ya que el análisis se realizó para tres periodos de retorno diferentes.

Tal como se mencionó anteriormente, en Santiago existen cuatro grandes cauces receptores naturales y, en función de ellos, se han definido las cuatro zonas en que se ha dividido el Plan Maestro: zona Norte – Mapocho; zona Norte – Las Cruces; zona Centro, que descarga al Zanjón de la Aguada y zona Sur que descarga al río Maipo (o al río Mapocho, aguas abajo de la confluencia con el Zanjón).

Para cada una de las cuatro zonas anteriores, se determinaron las áreas tributarias que le corresponden, a cada una de las cuales dio un nombre y una sigla de tres letras.

La descripción que se presenta en el Informe es por zona e incluye el nombre del área tributaria, la(s) principal(es) vía(s) de escurrimiento, la superficie del área aportante, la densidad de colectores y el punto de descarga. La descripción va acompañada de planos que ilustran con claridad las vías de escurrimiento, sean naturales o construidas, y los puntos de inundación.

## 5.2 Zona Norte – Las Cruces

En la Zona Norte, dentro de la cuenca que tiene como cauce receptor final el estero Las Cruces, se han distinguido 5 sectores los que han sido analizados en el capítulo V del Informe Final,

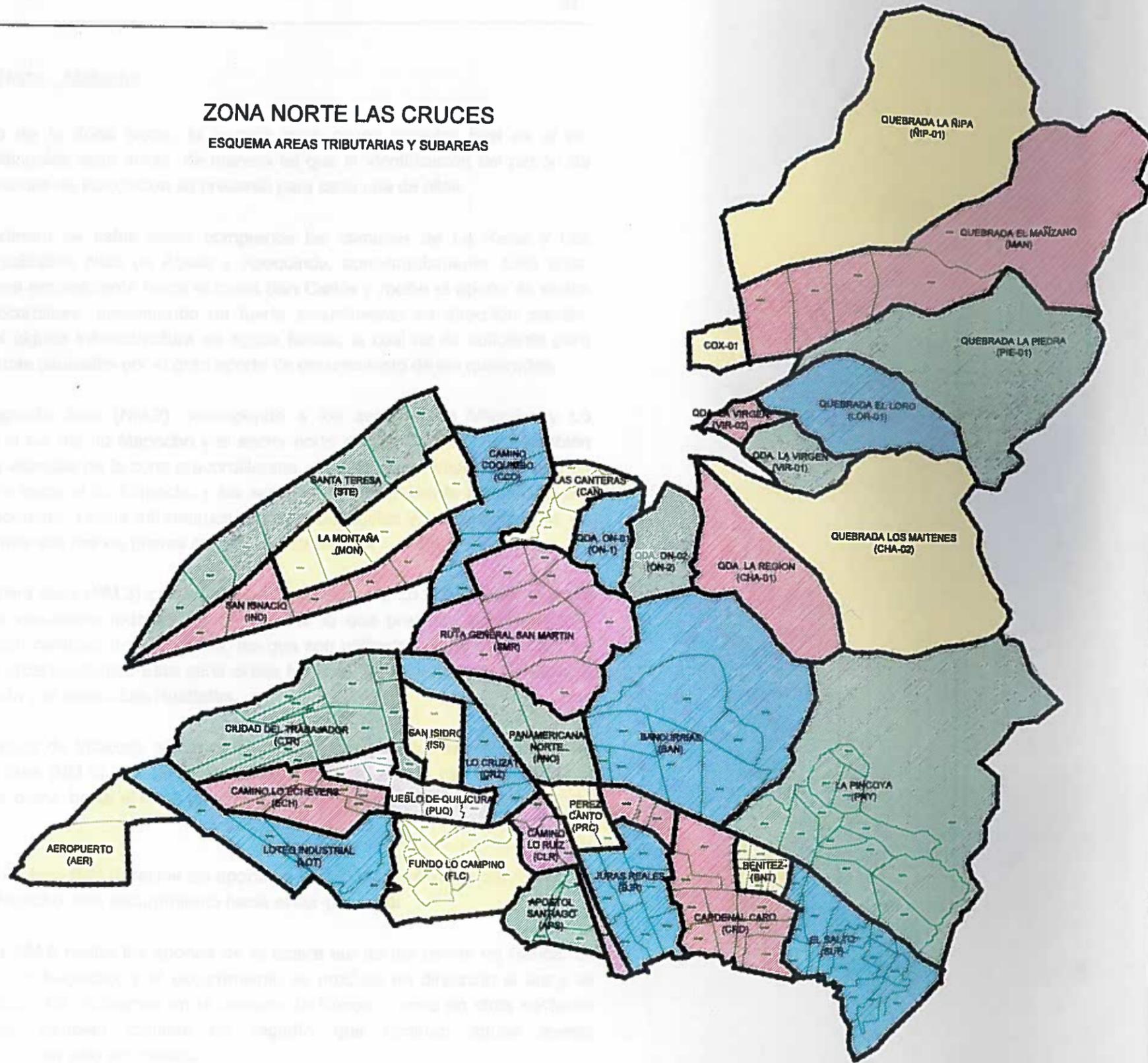
Adicionalmente al propio estero Las Cruces, los otros receptores de aguas lluvias de la zona corresponden a canales, entre los cuales destacan el canal Los Choros, el canal Huechuraba, el canal Desagüe estero Los Patos y el canal Desagüe Ciudad del Trabajador, entre otros.

En la Tabla 5.1 se indican los nombres de las áreas tributarias consideradas y su superficie, las cuales aparecen graficadas en la figura 5.1. Para el estudio del diagnóstico y planteamiento de soluciones, se trabajó al nivel de subáreas tributarias, las cuales aparecen indicadas en la mencionada figura.

Tabla 5.1 : Areas Tributarias de la Zona Norte – Estero Las Cruces

SECTOR	AREA TRIBUTARIA	CÓDIGO	AREA URBANA (Ha)	OBSERVACION
NC1	El Salto	SLT	678	
	Cardenal Caro	CRD	583	
	Benítez	BNT	106	
NC2	Las Bandurrias	BAN	821	
	La Pincoya	PNY	797	
NC3	Quebrada La Ñipa	ÑIP	653	
	Polo Manquehue	MAN	561	
	Familia Cox	COX	115	
	Quebrada El Loro	LOR	103	
	Quebrada La Piedra	PIE	51	
	Quebrada La Virgen	VIR	0	
	Quebrada Los Maitenes	MAI/CHA2	190	
	Quebrada La Región	REG/CHA1	235	
	Cerro Pan de Azúcar	ON	337	
	NC4	Ruta General San Martín	SMR	823
Camino Coquimbo		CCO	514	
Las Canteras		CAN	232	
La Montaña		MON	595	Incluyen áreas Esperanza (ESP) y Camino Lo Boza (CBZ) definidas en el capítulo de Patrón de Drenaje.
Santa Teresa		STE	840	
San Ignacio		IND	519	
NC5	Juras Reales	BJR	583	
	Apóstol Santiago	APS	257	
	Pérez Canto	PRC	138	
	Panamericana Norte	PNO	356	
	Camino Lo Ruíz	CLR	235	
	Lo Cruzat	CRZ	214	
	San Isidro	ISI	219	
	Pueblo de Quilicura	PUQ	251	
	Ciudad del Trabajador	CTR	858	
	Fundo Lo Campino	FLC	573	
	Camino Lo Echevers	ECH	383	
	Loteo Industrial	LOT	472	
	TOTAL			13.292

**ZONA NORTE LAS CRUCES**  
 ESQUEMA AREAS TRIBUTARIAS Y SUBAREAS



 INGENIERIA Y DESARROLLO DE PROYECTOS ARCHIVO CAD.	REVISOR C. MANRIQUEZ M. INGENIERO JEFE R. CARO C.	JEFE PROYECTO C. STAPPUNG R. PROYECTISTA J. RIFTO A.	DPTO. PROF. A. LL. C. STAPPUNG R. DIBUJANTE X. BECERRA D.	 GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO FIGURA 5.1 PATRON DE DRENAJE ZONA NORTE LAS CRUCES
	ARCHIVO CAD.	REPUBLICA DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			

### 5.3 Zona Norte - Mapocho

Dentro de la Zona Norte, la cuenca cuyo cauce receptor final es el río Mapocho, se han distinguido siete áreas, de manera tal que la identificación del patrón de drenaje y de los problemas de inundación se presenta para cada una de ellas.

La primera de estas áreas comprende las comunas de La Reina y Las Condes, entre las quebradas Nido de Águila y Apoquindo, aproximadamente. Esta área, designada NM.1, drena naturalmente hacia el canal San Carlos y recibe el aporte de varias quebradas de la precordillera, presentando un fuerte escurrimiento en dirección oriente-poniente. Existe aquí alguna infraestructura de aguas lluvias, la cual no es suficiente para solucionar los problemas causados por el gran aporte de escurrimiento de las quebradas.

La segunda área (NM.2) corresponde a los sectores de Vitacura y Lo Barnechea ubicados al sur del río Mapocho y el sector norte de Las Condes. Aquí también existe un aporte de quebradas de la zona precordillerana, pero de menor importancia que en la anterior. Esta drena hacia el río Mapocho y los sentidos de escurrimiento principales son hacia el norte y el poniente. Posee infraestructura de aguas lluvias y, aunque ésta no es suficiente, los problemas son menos graves que en el área anterior.

La tercera área (NM.3) corresponde a la comuna de Lo Barnechea, al norte del río Mapocho. Se encuentra rodeada de cerros, por lo que presenta una pendiente pronunciada y una gran cantidad de quebradas, las que son utilizadas como receptores de aguas lluvias por las urbanizaciones. Esta zona drena hacia el río y sus cauces principales son el estero El Arrayán y el estero Las Hualtatas.

La comuna de Vitacura, al norte del río Mapocho y Pedro de Valdivia Norte, constituyen la cuarta área (NM.4). Recibe el aporte de quebradas de los cerros ubicados al norte de la comuna y drena hacia el río Mapocho. En este sector existe infraestructura de aguas lluvias.

La quinta área (NM.5) recibe los aportes de las laderas del cerro San Cristóbal y drena hacia el río Mapocho, con escurrimiento hacia el sur-poniente.

El área NM.6 recibe los aportes de la ladera sur de los cerros de Renca. El sector drena hacia el río Mapocho, y el escurrimiento se produce en dirección al sur y al poniente, concentrándose los problemas en la comuna de Renca. Como en otros sectores de Santiago, existen también canales de regadío que recibían aguas lluvias gravitacionalmente, pero han sido entubados.

La última área (NM.7) se ubica al sur del río Mapocho y comprende las comunas de Quinta Normal, Lo Prado, Cerro Navia y Pudahuel. El sentido de escurrimiento es oriente poniente, por lo que los mayores problemas se concentran en Pudahuel y Cerro Navia. Posee infraestructura de agua lluvias, unitaria y separada, que descarga al río Mapocho y que es, en general, insuficiente.

Dada la extensión del área NM.7, ésta ha sido dividida en 4 sectores, denominados NM - 7.1 a NM - 7.4.

Las áreas tributarias y su superficie se presentan en la tabla 5.2. Su ubicación puede observarse en la figura 5.2 :

Tabla 5.2 : Areas Tributarias de la Zona Norte - Mapocho

SECTOR	AREA TRIBUTARIA	CÓDIGO	AREA URBANA (Ha)	
NM1	Arrieta	ARR	666	
	Pepe Villa	PPV	70	
	Larraín	LRR	512	
	Quebrada de Ramón	QRM	620	
	Bilbao	BIL	1310	
	Sánchez Fontecilla	SFO	89	
			301	
NM2	San José de la Sierra	SJS	412	
	San Francisco	SFC	477	
	Valle Alegre	VAL	215	
	Estoril	EST	15	
	Llavería	LLV	78	
	El Aromo	ARM	54	
	Manquehue	MAN	229	
	Escrivá de Balaguer	EBA	828	
	Kennedy Norte	KEN-N	1140	
	Kennedy Sur	KEN-S	367	
	Apoquindo	APO	187	
	Presidente Riesco	PRI	87	
	Providencia Norte	PRO-N	242	
	NM3	Estero Arrayán	RRY	194
		Quebrada el Aji	QAJ	581
Q. El Gabino		QGA	361	
Q. Las Rosas		QRO	547	
Q. El Manzano		QMA	149	
Q. El Culén		QCU	428	
E. Las Hualtatas		HLT	454	
E. El Carrizo Alto		CAL	194	
E. El Carrizo Bajo		CBA	528	
Q. El Guindo		QGU		

SECTOR	AREA TRIBUTARIA	CÓDIGO	AREA URBANA (Ha)
NM4	Santa María de Manquehue	SMM	1000
	Cerro San Cristóbal	CSC	98
	Pedro de Valdivia Norte	PVN	207
NM5	Ultra Mapocho	UMA	671
	Ensanche Norte Interamericano	ENI	1040
	Claudio Vicuña	CLV	52
NM6	Domingo Santa María	DSM	141
	Aníbal Pinto	API	154
	Renca	REN	589
	Renca Rural	RER	891
NM-7.1	Puente Bulnes	BUL	53
	Lo Espinoza	LES	447
	Carrascal Oriente	CAR-O	127
	Carrascal Poniente	CAR-P	38
	Quinta Normal	QUI	545
	El Resbalón	RSB	40
	Boroa	BOR	321
	Mares de Chile	MCH	49
NM-7.2	Hondonada Río Viejo	HON	986
NM-7.3	General Buendía	GBD	404
	San Andrés	AND	29
	Teniente Cruz	TTC	545
	General Bonilla	GOB	111
	Serrano	SRR	149
	San Pablo	PAB	105
	Camino Aeropuerto	CAE	85
	Laguna Sur	LAG	642
NM-7.4	Camino El Maitén	MTN	295
	Tranque Lo Prado	TRA	204
TOTAL			21.353



#### 5.4 Zona Centro

El patrón de drenaje de la Zona Centro presenta una división entre áreas ubicadas al norte del Zanjón de la Aguada y aquéllas que descargan en la orilla sur del cauce. El escurrimiento de las aguas del sector norte es independiente de lo que ocurre en el sector sur, de modo que es adecuado y factible hacer un análisis separado de ambos sectores. Sin embargo, cabe destacar que tanto al norte como al sur del Zanjón existen áreas tributarias que son dependientes entre sí debido al trasvase de aguas lluvias de acuerdo a la intensidad de la tormenta.

A continuación se realiza una breve descripción de los distintos aportes que son drenados a través del cauce del Zanjón de La Aguada.

##### a) Aportes de Quebradas

El Zanjón de La Aguada es una continuación de la Quebrada de Macul. Dicha quebrada resulta ser el mayor aporte de cabecera. Sin embargo, se agregan a éste algunos aportes indirectos derivados de las quebradas ubicadas, mayoritariamente, al sur de la quebrada de Macul. Esto se debe al paulatino entubamiento del canal Las Perdices, con lo cual su escasa capacidad de interceptor de aguas lluvias prácticamente se anula y las aguas llegan finalmente hasta el canal San Carlos "Viejo".

##### b) Aportes de aguas servidas

Al Zanjón de la Aguada se descargaba aproximadamente un 67% de las aguas servidas producidas por la ciudad de Santiago. En la actualidad, la mayoría de estas descargas son captadas por el "Colector Interceptor Zanjón de la Aguada - 1ra Etapa", el que se desarrolla, paralelo al cauce del Zanjón, desde su cruce con Avda. Departamental hasta aproximadamente 100 m aguas arriba del puente Lo Errázuriz. El caudal de descarga en dicho punto alcanza los 13 m<sup>3</sup>/s.

##### c) Aportes de la zona urbana

La zona urbana aportante en la actualidad, corresponde al área ubicada al poniente del Canal San Carlos, limitada al norte por el río Mapocho hasta la altura de Quinta Normal y por el sur aproximadamente por el cauce del canal San Francisco hasta el cruce con la Avda. José Miguel Carrera. Desde este punto hacia aguas abajo, el área comienza

44.

gradualmente a disminuir, al irse cerrando en forma natural la cuenca hacia el punto de descarga del Zanjón de la Aguada al río Mapocho.

Para efectos de facilitar la descripción y el tratamiento de la Zona, las áreas tributarias se han dividido en Sistemas. Sistemas A, ubicados al norte del cauce del Zanjón de La Aguada y Sistemas B, ubicados al sur de este.

i) Sistemas A

- **San Carlos Viejo:** comprende las quebradas de la precordillera de Santiago que son parte del grupo I y ubicadas entre la cuenca de la quebrada de Macul por el norte y la cuenca de la quebrada Las Vizcachas por el sur. La escorrentía generada en las laderas de los cerros de la precordillera traspasan, en gran proporción, los canales La Florida (canal de la Luz) y Las Perdices, hasta alcanzar el canal San Carlos Viejo, el que recibe la mayor parte de las aguas lluvias. El canal San Carlos recibe, posteriormente, la descarga de la Central Florida, cuyo caudal máximo de generación alcanzaría a los 28 m<sup>3</sup>/s. El canal tiene una obra de descarga al Zanjón de la Aguada, de modo que es posible controlar el caudal que sigue hacia aguas abajo y el que descarga al Zanjón.
- **Quebrada de Macul:** tiene un área tributaria de 19.58 km<sup>2</sup>, que es de las mayores del grupo I de la precordillera de Santiago. De acuerdo al estudio hidrológico realizado, el caudal máximo esperado para T=100 años de periodo de retorno, alcanza a Q=47,60 m<sup>3</sup>/s, calculados sobre la base de suponer la ubicación de la línea de nieves a la cota 2000 m s.n.m.
- **Las Torres Oriente (TOR-O):** esta área tributaria abarca toda la zona precordillerana, teniendo como límite norte la quebrada Nido de Águilas y como límite sur la quebrada de Macul. Su límite poniente actualmente está dado por el cauce del canal San Carlos. Actualmente existen algunas obras de saneamiento de aguas lluvias que han sido construidas por los loteos ubicados al oriente del canal San Carlos (entre las avenidas Quilín y Grecia).
- **Avenida Departamental (AVD):** Esta área se encuentra limitada al norte por la zona baja de Av. Las Torres; al Sur por el Zanjón de La Aguada; al poniente, por Av. Américo Vespucio y finalmente al oriente por el canal San Carlos. Actualmente, esta zona drena sus caudales a través de un colector separado (Ø1200 mm).
- **Las Torres Poniente (TOR-P):** Esta área tributaria abarca toda la zona comprendida entre la Av. Las Torres, por el sur; el canal San Carlos, por el oriente; Av. Quilín, por el norte y la Av. A. Vespucio, por el poniente, avenida por la cual descarga sus aguas

45.

al Zanjón. Este sector tiene un colector separado de aguas lluvias (Ø1000 mm), que descarga directamente al Zanjón de La Aguada, a través de la Av. Américo Vespucio.

- **Viña Cousiño Macul (VCM):** esta área tributaria abarca toda la zona comprendida entre las calles Av. Quilín, Av. A. Vespucio, El Valle y el cauce del canal San Carlos. Actualmente descarga sus aguas lluvias y los derrames de riego a través de un colector (separado) hacia el sistema Macul – Quilín.
- **Los Industriales (LIN):** Esta es una de las áreas que realizan sus aportes al Zanjón de La Aguada a través del Canal de Derrames Quilín. Sus límites son los siguientes: al norte, los sistemas Macul-Quilín, Pedro de Valdivia y el canal de derrames; al oriente, la parte baja de la zona de las Torres y al sur-poniente el Zanjón de La Aguada. Su infraestructura de saneamiento se basa en una red unitaria que evacua normalmente hacia el Interceptor Zanjón de La Aguada y durante las lluvias, a través de un aliviadero de tormenta, al canal de derrames Quilín.
- **Macul – Quilín (MAQ):** Este sistema constituye una de los más grandes aportes que se realizan al Zanjón (a través del canal de derrames Quilín). Su límite nor-oriental se encuentra definido por el canal San Carlos; al sur limita con las áreas de Las Torres y Los Industriales, y al poniente con el sistema Pedro de Valdivia.
- **Pedro de Valdivia (PDV):** Como su nombre lo indica, esta área se encuentra limitada al poniente por la Av. Pedro de Valdivia (sistemas Canal AH-A, Santa Rosa Norte y Viña Santa Carolina); al norte por el canal San Carlos; al oriente por el sistema mencionado anteriormente y al sur por el sistema Los Industriales. Esta área también realiza sus aportes a través del canal de derrames Quilín.
- **Viña Santa Carolina (VSC):** Este sector se encuentra limitado al norte por la calle Guillermo Mann (sistema Santa Rosa Norte); al oriente por el sistema PDV; al poniente por la calle Marathon (SRN) y al sur, por el canal de derrames Quilín. Es un sistema unitario de EMOS, su principal colector alcanza un diámetro de Ø1200 mm.
- **Juan Sebastián Bach (BCH):** Esta área se encuentra “encerrada” por tres lados por el sistema SRN (oriente, norte y poniente) y por el lado sur limita con el Zanjón de La Aguada. Su infraestructura es del tipo separada de aguas lluvias, llegando a un diámetro de Ø800 mm en sus tramos finales.
- **Santa Rosa Norte (SRN):** Este sistema se encuentra limitado al norte por las calles Av. Irarrázaval y Manuel A. Matta; al oriente por Av. Pedro de Valdivia (PDV) y por calle Marathon (sistema VSC); finalmente, al sur-poniente limita con el área tributaria

46.

BCH y con el Zanjón de La Aguada. Su rama principal de colector alcanza un diámetro de Ø1750 mm, siendo del tipo unitario (EMOS S.A.).

- **Canal AH (AH):** Esta área tributaria corresponde a la más extensa que entrega sus aportes al Zanjón de La Aguada. Ha sido dividida en 6 sub sectores, denominados AHA, AHB, AHC, AHD, AHE y AHF. Sus límites generales se encuentran determinados al oriente por los sistemas PDV y SRN; al norte por el río Mapocho; al poniente por la línea conformada por las calles Matucana, Santo Domingo y Walker Martínez y los límites oriente de los sistemas Las Rejas (REJ) y Villa Kennedy (EDY); finalmente, el límite sur está demarcado por el Zanjón de La Aguada y por los sistemas Buzeta Norte (BZN), y por Ferrocarril Norte (FRN). Cabe hacer notar que todas las descargas de este gran sistema se encuentran concentradas en el llamado Canal AH, que descarga en la comuna de Estación Central al Interceptor.
- **Buzeta Norte (BZN):** Sector que limita al sur con el Zanjón de La Aguada; al norte y al oriente con el sistema AH y al poniente, con el sistema FRN. Pequeño sector con colectores unitarios, su rama principal alcanza un diámetro de Ø550 mm.
- **Ferrocarril Norte (FRN):** Este sistema se encuentra encerrado por los límites del gran sistema AH. En efecto, toda la zona norte y poniente queda delimitada por el sistema AH y por el canal AH propiamente tal. Por el lado oriente el sistema limita con el sector BZN y por el sector sur, con el Zanjón de La Aguada. Es un sistema separado de aguas lluvias y sus principal colector es de Ø600 mm.
- **Villa Kennedy (EDY):** Se encuentra en la comuna de Estación Central. Se encuentra limitado al norte por la Av. 5 de Abril (sector REJ); al oriente por el sistema AH, al poniente por el canal Ortuzano y al sur por el Zanjón de La Aguada. Forma parte de la concesión de la empresa Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Maipú, SMAPA. Es de tipo unitario, y alcanza un diámetro de Ø1200 mm.
- **Las Rejas (REJ):** Se encuentra dividido en 2 sub-zonas. La sub-zona norte se encuentra limitada como sigue: al norte por la Alameda Libertador Bernardo O'Higgins; al oriente por el sistema AH; al sur por Av. 5 de Abril y al poniente por Av. Las Rejas. La sub-zona sur limita al norte con Av. 5 de Abril - Simón Bolívar; al oriente con el canal Ortuzano (sector EDY); al poniente con la calle Las Torres y al sur con el Zanjón de La Aguada. Al igual que el sistema anterior, forma parte de la concesión de SMAPA. Su colector es unitario y alcanza un diámetro de Ø900 mm.
- **Ortuzano (ORT):** No descarga al Zanjón de la Aguada. Es un área sin colector y que evacua sus aguas lluvias directamente al canal Ortuzano (derivado del Zanjón de La Aguada). Sus límites están determinados al norte por la continuación de la Alameda

47.

L.B. O'Higgins hacia Pajaritos y por la calle Las Parcelas; al oriente por la Av. Las Rejas; al sur por la Av. 5 de Abril y, finalmente, al poniente por el canal Ortuzano.

- **Riquelme (RIQ):** Esta área se encuentra delimitada por las siguientes calles: al norte por el canal Ortuzano y por la calle Las Parcelas; al oriente por la calle Simón Bolívar (sistema REJ); al poniente por la avenida Los Pajaritos (sistema JAN) y al sur por el Zanjón de La Aguada. Este sistema carece de infraestructura de aguas lluvias.
  - **Pajaritos Norte (JAN):** El colector principal recorre la Av. Los Pajaritos desde su inicio en la Alameda L. B. O'Higgins hasta su descarga en el Zanjón de La Aguada, captando las aguas lluvias de la franja que drena sus aguas hacia la Av. Pajaritos. En su descarga alcanza un diámetro de Ø1000 mm y es de tipo unitario (SMAPA).
  - **Mall (MALL):** Esta área sólo drena la propiedad privada del Outlet Mall de Maipú. Drena sus aguas directamente al Zanjón de La Aguada a través de un colector de aguas lluvias de diámetro menor (Ø300mm). Sus límites son aproximadamente el triángulo conformado por la Av. A. Vespucio y la calle Werner Von Braun.
  - **Camino La Farfana Norte (CFN):** Esta área se encuentra constituida por terrenos de uso agrícola y zonas urbanizadas. El límite norte está dado por la línea que recorre la calle Los Mares hasta su intersección con Av. A. Vespucio; desde este punto la línea se dirige al sur-poniente por el límite sur de los cerros de Maipú. Por el sur-oriente y sur poniente, se ubica el sector MAL, el Zanjón de La Aguada y por un canal de riego que bordea la calle Camino La Farfana. No posee colectores de aguas lluvias.
- ii) Sistemas B
- **Vicuña Mackenna Sur (VMS):** Esta área, si bien cuenta con colectores de aguas lluvias, éstos ven sobrepasada su capacidad por las distintas áreas aportantes que en la situación actual evacuan sus aguas hacia la Av. Vicuña Mackenna. Su límite oriente está dado por el canal San Carlos (sistema SCV); al norte el límite va por la línea demarcada por el Zanjón de La Aguada y por la Av. Departamental hasta su intersección con Av. V. Mackenna. Por el poniente, el límite es la Av. V. Mackenna que recorre desde el punto anterior hasta Puente Alto. Es un sistema separado de aguas lluvias y su colector principal alcanza un diámetro de Ø1600 mm.
  - **La Florida Norte (LFN):** esta área tributaria (separada de aguas lluvias) abarca una pequeña zona de la comuna de La Florida, ubicada al sur del cauce del Zanjón de La Aguada, limitada al oriente por al canal San Carlos, al sur por la calle Jerónimo de Alderete y al poniente por la Av. La Florida. Su sistema de drenaje cuenta con un colector de diámetro Ø700 mm.

48.

- Vespucio – Froilán Roa (VFR): Esta área separada de aguas lluvias se encuentra constituida por el triángulo que forman las avenidas A. Vespucio, La Florida y Walker Martínez. En su descarga, el colector alcanza un diámetro de Ø1000 mm.
- Santa Raquel (SRQ): Esta zona carece de infraestructura de aguas lluvias. La concepción de esta área está dada por los aportes que se producen aguas abajo de Av. V. Mackenna, entre Av. A. Vespucio, por el norte y la calle Dr. Sótero del Río por el sur, teniendo como límite poniente la calle Santa Raquel.
- Froilán Roa (FRO): Se encuentra ubicada al norte del sistema VMS, punto demarcado por la Av. A. Vespucio. Al nor- oriente limita naturalmente por el cauce del Zanjón de La Aguada. Finalmente, su límite poniente esta dado por la calle que lleva su nombre, Froilán Roa y el sistema Vicuña Mackenna (VIC). Su colector principal alcanza un diámetro de Ø1000 mm.
- Vicuña Mackenna (VIC): Como se mencionó anteriormente, este sistema se encuentra limitado al oriente y nor-oriente por el sistema FRO y por el cauce del Zanjón de La Aguada, respectivamente. Al poniente el límite recorre la Av. V. Mackenna, hasta su encuentro con el sistema VMS. Sistema de tipo separado de aguas lluvias y su colector alcanza en sus tramos finales un diámetro de Ø1450 mm.
- Las Industrias (IND): Tiene su límite poniente en dicha calle; al oriente se encuentra el sistema VIC (Av. V. Mackenna). Por su parte, los límites norte y sur se encuentran determinados por el Zanjón de La Aguada y por la Av. Departamental, respectivamente. Su colector principal alcanza los Ø700 mm de diámetro y es del tipo separado de aguas lluvias.
- Santa Rosa Sur (SRS): El límite norte está definido principalmente por el cauce del Zanjón de La Aguada. Por el lado sur, el límite coincide con el de la Zona Centro, es decir, aproximadamente por el canal San Francisco y sus derivados. El sector oriente se encuentra limitado por los sistemas VMS, SRQ e IND. Finalmente al poniente, se ubica el sistema Ochagavía, línea que recorre principalmente la calle Santa Rosa. Este sector es del tipo separado y su colector principal alcanza los Ø1700 mm.
- Talavera (TAL): Esta pequeña área se ha dividido del sector de Ochagavía ya que posee un sistema de evacuación unitario propio (Ø1000 mm). Sus límites poniente y sur son el sistema OCH (Gran Av. Gral. Carrera y las calle Berlín y Casma, respectivamente); al oriente se encuentra la Av. Santa Rosa (sistema SRS) y al norte, el límite es el Zanjón de La Aguada.
- Ochagavía (OCH): Es uno de los grandes sistemas unitarios que evacuan sus aguas lluvias a través del Zanjón de La Aguada, el cual conforma el límite norte del sistema. Al oriente, se encuentra la Av. Santa Rosa, la cual resulta ser el límite del sistema

49.

- SRS. El límite poniente está determinado por la avenida José Joaquín Prieto (Ruta 5 Sur); finalmente, el límite sur de esta área está conformado por sectores de la comuna de Puente Alto, en particular, los ubicados en la línea que recorre el canal Eyzaguirre, la Av. Santa Rosa (al sur de Av. A. Vespucio) y la calle El Observatorio. En sus tramos finales, su colector principal alcanza un diámetro de Ø2000 mm.
- Francisco Pizarro (FPI): Sistema unitario ubicado justo al poniente del sector mencionado anteriormente, al norte limita con el Zanjón de La Aguada. Por el costado sur y poniente, se presente el sistema Valenzuela Llanos (VAB), línea que se encuentra descrita por la calle Lo Ovalle, al sur y por la calle Clotario Blest, al poniente. En su tramo final, el colector alcanza un diámetro de Ø1700 mm.
- Valenzuela Llanos (VAB): Este sistema limita al oriente con el sector FPI y en la zona baja con la calle Pdte. Eduardo Frei Montalva. Limita al Sur con el sistema Cerrillos, CER. La línea que recorre la calle Del Ferrocarril desde la calle Lincoln (por el sur) y la Av. Departamental (aproximadamente, por el norte), constituye en gran parte el límite poniente del sistema, el resto de dicho límite es aproximadamente la calle Valenzuela Llanos, desde el punto anterior hasta el límite norte constituido por el Zanjón de La Aguada. Es un sistema unitario y alcanza un diámetro de Ø1600 mm.
- Velásquez (VEL): Este sistema, denominado también Lo Valledor (LOV) por EMOS, tiene su límite oriente al sistema VAB, descrito anteriormente. Al norte se ubica el cauce del Zanjón de La Aguada; al sur-poniente el límite se encuentra definido por la línea que recorre las calle Del Ferrocarril, La Rural y la calle Avenida 3. Es un sistema separado de aguas lluvias y su colector principal es de diámetro Ø1000 mm.
- Carretera Panamericana Sur (CPS): Esta área tributaria se encuentra limitada al sur por el sistema Cerrillos (CER) y Américo Vespucio, y al poniente por la Av. Gral. Velásquez. Al oriente el sistema limita con el sector VAB; al sur, su límite está dado por la Av. A. Vespucio. Finalmente, al norte, ubica el cauce del Zanjón de La Aguada y el sistema VEL. Su principal colector alcanza un diámetro de Ø650 mm.
- Cerrillos (CER): Sistema separado de aguas lluvias que cumple la función de sanear en su totalidad las instalaciones del aeropuerto Los Cerrillos, a través de un colector de diámetro máximo de Ø800. Sus límites son: por el norte el sistema CPS y el Zanjón (punto de descarga); al oriente la Av. Gral. Velásquez; al poniente la Av. Los Cerrillos y al sur la línea que demarcan los canales existentes de riego.
- Lo Errázuriz (RAZ): Este sistema unitario de SMAPA, se encuentra limitado al norte por los terrenos del vertedero Lo Errázuriz y por el cauce del Zanjón de La Aguada. Hacia el sector oriente, esta área se encuentra con los límites del sistema CER (calle Pedro Aguirre Cerda) y hacia el poniente, el sistema limita aproximadamente con la calle Lo Errázuriz. Su colector principal alcanza un diámetro de Ø1000 mm.

- **El Pajonal (PAJ):** Este sector unitario de SMAPA (descarga en Ø1000 mm), se encuentra limitado al oriente por los alcances del sistema descrito anteriormente (RAZ) y, al norte por el Zanjón de La Aguada. En el caso del límite sur-poniente, la línea de borde recorre aproximadamente las siguientes calles (orden sur-poniente): Camino a Melipilla, El Mirador, Divino Maestro, Presidente Salvador Allende, Sioux, Lumen, Alaska hasta sus descarga en el Zanjón.
- **Vespucio (VES):** Esta área está limitada al norte y nor-oriente por el sistema PAJ; su límite sur y sur-poniente esta determinado por la Av. Américo Vespucio, avenida por la cual escurren la mayoría de las aguas lluvias a través del colector que lleva su nombre. Este sistema es el único sector separado de aguas lluvias de SMAPA de Maipú, en el cual, su colector principal alcanza un diámetro de Ø1400 mm.
- **Bueras (BUE):** Este sistema unitario (SMAPA Ø800 mm) se encuentra limitado al oriente por las avenidas A. Vespucio y Presidente Salvador Allende. El límite sur está dado por la línea que recorre las calles Av. 5 de Abril, Segunda Transversal, 1 Sur y Tristán Valdés. El sector poniente esta dado por la Av. Los Pajaritos hasta Argentina y desde ésta hasta el Zanjón de La Aguada, a través de la calle San Martín.
- **Farfana (FAR):** Sistema muy pequeño que descarga sus aguas lluvias a través de un colector separado (Ø800 mm) de aguas lluvias en el mismo colector del sistema BUE (ramal independiente). Sus límites son las calles Los Pajaritos, Coronel Santiago Bueras y Hermanos Carrera, cerrando este cordón con el Zanjón de La Aguada.
- **Freire (FRE):** Sector separado de aguas lluvias (Ø800 mm), constituye una pequeña área tributaria al cauce del Zanjón de La Aguada. Sus límites se encuentran marcados por la línea que recorre las calles San Martín, Blanco Encalada, Teniente Merino y finalmente por el norte, el Zanjón.
- **Rinconada (RIN):** Este sistema a pesar de estar en la Zona Centro, descarga sus aguas lluvias hacia el cauce del río Mapocho. La cobertura de este vasto sector se encuentra mayoritariamente inmerso en las comunas de Maipú y de Cerrillos. Sus límites al norte recorren los sistemas VES, BUE, FRE y los bordes de la Carretera del Sol. El sector oriente limita con el Camino a Melipilla y el límite sur, recorre las calles El Carmen, Av. Sur, Del Rey, Campanario, El Olimpo, Diego Portales, 3 Poniente, Las Tinajas, Las Naciones y la calle Camino a Rinconada. Es el mayor de los sistemas unitarios de SMAPA y su colector principal alcanza un diámetro de Ø1200 mm.
- **Agua Santa (AST):** Al igual que el sector anterior, el área Agua Santa descarga sus aguas hacia el río Mapocho. Esta descarga se realiza a través de un colector separado de aguas lluvias (Ø1200 mm). El límite de esta área, se encuentra siguiendo la línea que une la calle Nueva San Martín, por el sur; la Autopista del Sol, por el poniente y hacia el sector norte y poniente por el sistema Rinconada.

- **Áreas de Infiltración (AI):** El sector ubicado al sur de la Av. A. Vespucio, al norte de Lo Espejo, al poniente de la Ruta 5 sur y al oriente del Camino a Lonquén ha sido definido como "Área de Infiltración". Esto, por su actual condición de zonas con mucho terreno infiltrable.

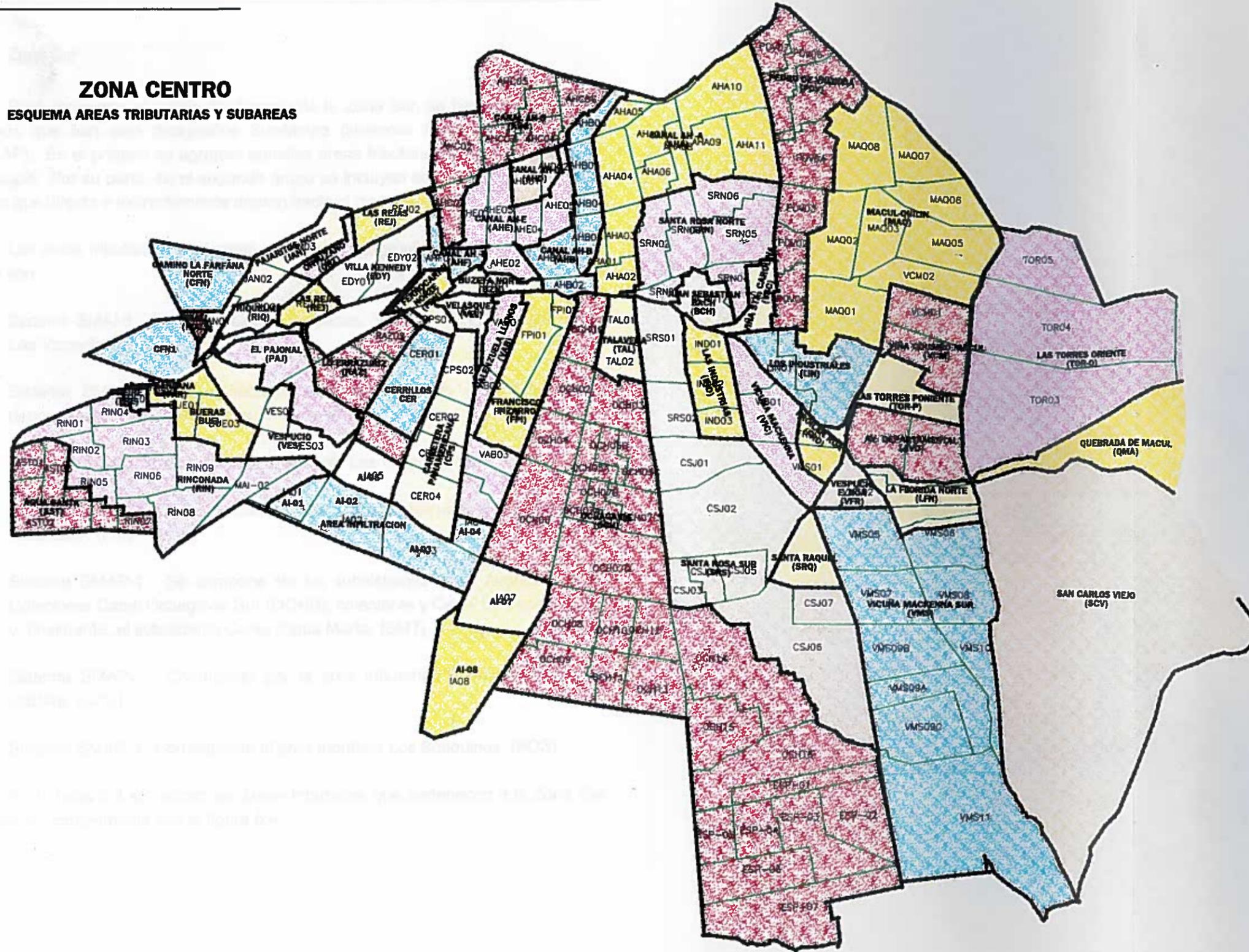
En la tabla 5.3 se indican las áreas tributarias y los sistemas que pertenecen a la Zona Centro. La figura 5.3 incluye la ubicación de las áreas mencionadas.

Tabla 5.3 : Áreas Tributarias de la Zona Centro Agrupadas por Sistemas

SISTEMA	NOMBRE DE AREA	CODIGO	AREA TOTAL (Ha)
A1	ROTONDA GRECIA - QUILIN	RGQ	2 575
A2	AVENIDA DEPARTAMENTAL	AVD	367
	LOS INDUSTRIALES	LIN	328
	LOS INDUSTRIALES UNITARIO	LIN-EMOS	77
A3	PEDRO DE VALDIVIA	PDV	942
	MACUL - QUILIN	MAQ	1 586
A4	VIÑA SANTA CAROLINA	VSC	119
	JUAN SEBASTIAN BACH	BCH	127
	SANTA ROSA NORTE	SRN	762
A5	BUZETA NORTE	BZN	85
	EL FERROCARRIL NORTE	FRN	72
A6	CANAL AHA	AH-A	1 219
	CANAL AHB	AH-B	397
	CANAL AHC	AH-C	777
	CANAL AHD	AH-D	114
	CANAL AHE	AH-E	440
	CANAL AHF	AH-F	117
A7	VILLA KENNEDY	EDY	287
A8	LAS REJAS	REJ	229
	ORTUZANO	ORT	71
	RIQUELME	RIQ	124
	PAJARITOS NORTE	JAN	263
A9	MALL	MALL	23
	CAMINO LA FARFANA NORTE	CFN	247
	CAMINO LA FARFANA NORTE 1	CFN1	237

SISTEMA	NOMBRE DE AREA	CODIGO	AREA TOTAL (Ha)
B0	QUEBRADA DE MACUL	QMA	227
	SAN CARLOS VIEJO	SCV	2 221
B1	COLOMBIA	COL	901
	LA FLORIDA	LFL	543
	LA FLORIDA NORTE	LFN	254
	SANTA RAQUEL	SRQ	175
	VICUÑA MACKENNA SUR	VMS	494
	VESPUCIO - FROILAN ROA	VFR	64
B2	ACCESO SUR A SANTIAGO	ASS	1 773
	LAS INDUSTRIAS	IND	270
	SANTA ROSA SUR	SRS	774
B3	FRANCISCO PIZARRO	FPI	429
	OCHAGAVIA	OCH	1 791
	STA. ROSA - A. VESPUCIO - CLOTARIO BLEST	SAB	2 300
	TALAVERA	TAL	161
	VALENZUELA LLANOS	VAB	175
B4	CARRETERA PANAMERICANA	CPS	542
	CERRILLOS	CER	136
	LO ERRAZURIZ	RAZ	530
	VELASQUEZ	VEL	98
B5	3 PONIENTE	3PO	747
	AGUA SANTA	AST	235
	BUERAS	BUE	269
	FARFANA	FAR	15
	FREIRE	FRE	29
	NUEVO RINCONADA	NRIN	260
	RINCONADA UNITARIO	RIN	275
B6	FROILAN ROA	FRO	112
	VICUÑA MACKENNA	VIC	349
B7	EL PAJONAL	PAJ	331
	VESPUCIO	VES	357
	AREA INFILTRACION (1, 2, 3, 4, 5)	AI	1 163
	<b>TOTALES</b>		<b>29.585</b>

**ZONA CENTRO**  
**ESQUEMA AREAS TRIBUTARIAS Y SUBAREAS**



<b>CADE-IDEPE</b> INGENIERIA Y DESARROLLO DE PROYECTOS ARCHIVO CAD. FIG-5-3	REVISOR C. MANRIQUEZ M. INGENIERO JEFE R. CARO C.	JEFE PROYECTO C. STAPPING R. PROYECTISTA J. RIFFO A.	DIFD. PROY. A. LL. C. STAPPING R. DIBUJANTE X. RECERDA D.	GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO FIGURA 5.3 PATRON DE DRENAJE ZONA CENTRO
	REPUBLICA DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS				

## 5.5 Zona Sur

Para conformar el patrón de drenaje de la Zona Sur, se han distinguido dos grandes grupos que han sido designados Sur-Maipo (sistemas SMAI) y Sur-Mapocho (sistemas SMAP). En el primero se agrupan aquellas áreas tributarias cuyas aguas drenan hacia el río Maipo. Por su parte, en el segundo grupo se incluyen aquellas áreas tributarias de la Zona Sur que directa o indirectamente drenan hacia el río Mapocho.

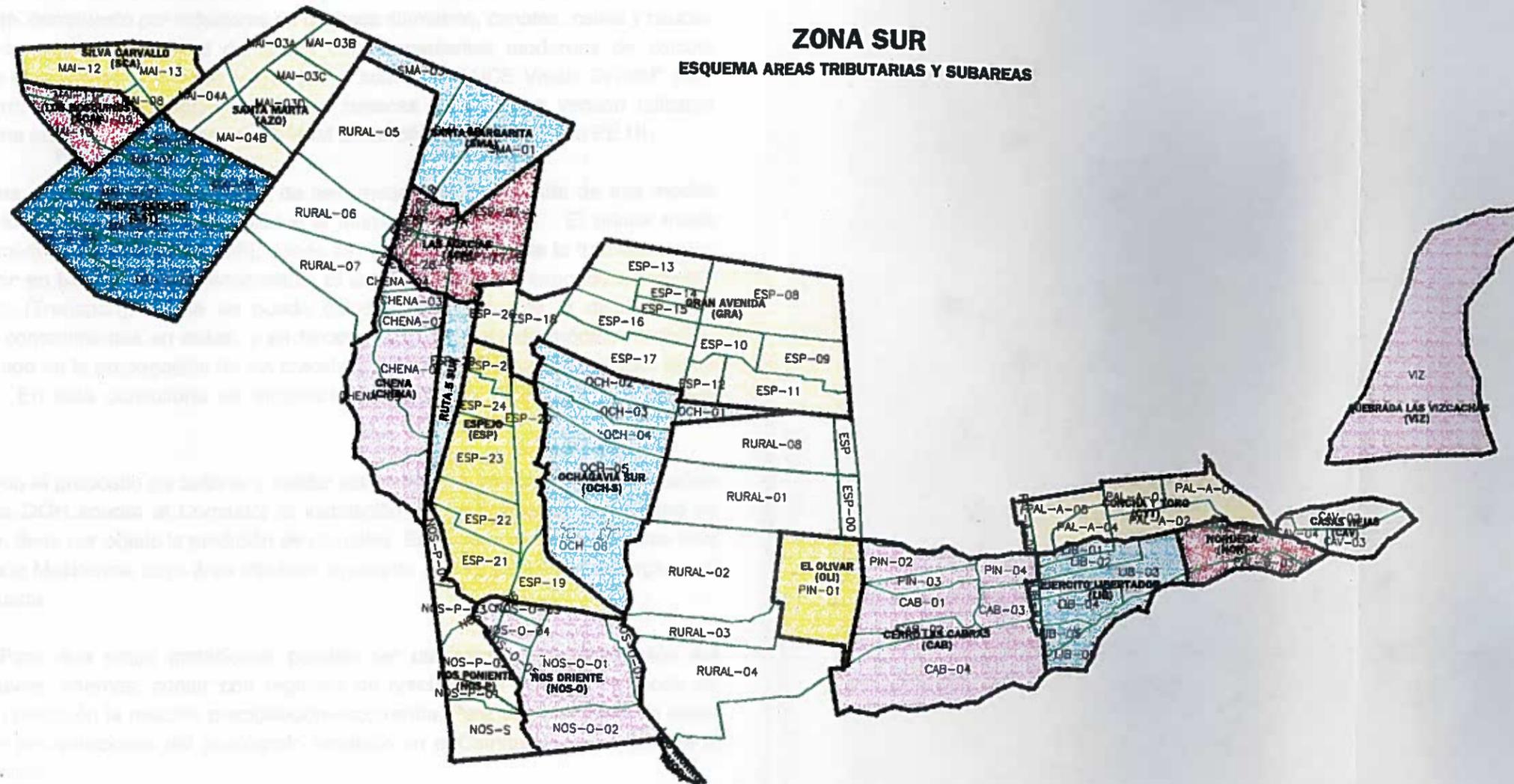
Las áreas tributarias que forman parte de estos grupos se han agrupado en 8 sistemas, que son :

- a) Sistema SMAI-1 : Correspondiente a Casas Viejas (CAV) y a Quebrada Las Vizcachas. (VIZ)
- b) Sistema SMAI-2 : Correspondiente a Concha y Toro y El Olivar. Su denominación es IPT (Interceptor Puente Alto).
- c) Sistema SMAI-3 : Correspondiente al Cerro Las Cabras (CAB)
- d) Sistema SMAI-4 : Correspondiente a las subáreas Noruega (NOR) y Ejército Libertador. (LIB)
- e) Sistema SMAP-1 : Se compone de los subsistemas Gran Avenida (GRA), Colectores Canal Ochagavía Sur (OCHS), colectores y Canal Lo Espejo (ESP) y, finalmente, el subsistema Canal Santa Marta. (SMT)
- f) Sistema SMAP-2 : Compuesto por el área tributarias El Abrazo – Ciudad Satélite. (AZO)
- g) Sistema SMAP-3 : Corresponde al área tributaria Los Bosquinos. (BOS)

En la tabla 5.4 se indican las áreas tributarias que pertenecen a la Zona Sur, información que se complementa con la figura 5.4.

Tabla 5.4 : Areas Tributarias de la Zona Sur

SISTEMA	AREAS TRIBUTARIAS	CODIGO	AREA URBANA TOTAL(HA)
SMAI-1	Quebrada	VIZ	485
	Las Vizcachas	CAV	270
	Casas Viejas		
SMAI-2	Interceptor Puente Alto	IPT	3663
SMAI-3	Cerro Las Cabras	CAB	964
SMAI-4	Noruega	NOR	117
	Ejército Libertador	LIB	483
SMAP-1	Gran Avenida	GRA	1792
	Ochagavía Sur	OCHS	893
	Lo Espejo	ESP	2849
	Santa Marta	SMT	473
SMAP-2	El Abrazo – Ciudad	AZO	1009
	Satélite	BOS	195
SMAP-3	Los Bosquinos		
Los Morros Descarga-Río Maipo	Los Morros	MOR	25
Nos Poniente Descarga Canal Calerano	Nos Poniente	NOS-P	425
Descarga a Terrenos Agrícolas/Canales	Santa Margarita	SMA	532
	Chena	CHENA	349
	<b>AREAS TOTALES (Km2)</b>		<b>145,2</b>



**ZONA SUR**  
**ESQUEMA AREAS TRIBUTARIAS Y SUBAREAS**

<b>CADE-IDEPE</b> INGENIERIA Y DESARROLLO DE PROYECTOS ARCHIVO CAD.	REVISOR C. MARRQUEZ M. INGENIERO JEFE R. CARO C.	JEFE PROYECTO C. STAPPUNG R. PROYECTISTA J. RIFFO A.	OPTO. PROY. A. U. C. STAPPUNG R. DISEÑANTE X. BECERRA D.	GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS	PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DEL GRAN SANTIAGO FIGURA 5.4 PATRON DE DRENAJE ZONA SUR
	FIG-5-4	REPUBLICA DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS			

## 6. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

### 6.1 Modelo de Simulación

La complejidad de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Santiago, compuesto por colectores de diversos diámetros, canales, calles y cauces naturales, trae consigo la necesidad de contar con herramientas modernas de cálculo hidráulico. Para el presente estudio se seleccionó el software "CAICE Visual SWMM" para simular el escurrimiento de las aguas lluvias en cuencas urbanas. La versión utilizada corresponde a una actualización del modelo SWMM desarrollado por la EPA de EE.UU.

Las características principales de este modelo es que consta de tres modos de operación, otorgándole una gran flexibilidad al momento de modelar. El primer modo corresponde al módulo hidrológico (Runoff), donde se realiza básicamente la transformación de la precipitación en hidrograma de escorrentía. El segundo modo corresponde a control y calidad de agua (Transport), donde se puede estudiar principalmente la distribución y propagación de contaminantes en redes, y en tercer modo, denominado módulo hidráulico (Extran), encargado de la propagación de las crecidas, tanto en secciones prismáticas como no prismáticas. En esta consultoría se empleará el módulo de Hidrología y el módulo Hidráulico.

Con el propósito de calibrar y validar los resultados entregados por el modelo de simulación, la DOH solicitó al Consultor la instalación de un fluviógrafo que, como su nombre lo indica, tiene por objeto la medición de caudales. Este fue ubicado en el tramo final del colector Vicuña Mackenna, cuya área tributaria aportante es 118 há y que descarga en el Zanjón de la Aguada.

Para que estas mediciones puedan ser utilizadas en la calibración del modelo, se requiere, además, contar con registros de precipitación horaria, de modo de poder definir con precisión la relación precipitación-escorrentía. Para estos efectos, se contó con los datos de precipitaciones del pluviógrafo instalado en el Campus San Joaquín de la Universidad Católica.

Del proceso de calibración y validación del modelo, se concluyó que éste entrega resultados con una precisión compatible con el estudio del Plan Maestro.

## 6.2 Metodología del Diagnóstico

El diagnóstico de la infraestructura de aguas lluvias está basado en la determinación de los caudales generados en cada área tributaria para diferentes períodos de retorno y su comparación con la capacidad de conducción de los sistemas existentes. En la determinación de los caudales, se ha distinguido la situación actual y la situación futura; ésta última corresponde a la proyección de crecimiento de la ciudad, la cual fue analizada en el acápite III.5 del Informe Final.

Para la elaboración del diagnóstico, se utilizó el modelo de simulación XP-SWMM en toda su potencialidad, esto es, ocupando los módulos hidrológico e hidráulico. Para formular el diagnóstico, se ha planteado una comparación entre la capacidad del colector u otra vía de escurrimiento con el caudal peak generado por el modelo, para diversos períodos de retorno. El caudal peak del modelo fue determinado mediante el método de la onda dinámica, que toma en cuenta el posible efecto de remanso.

En algunas áreas tributarias de las zonas Norte y Sur, en que la densidad de colectores es menor, se utilizó sólo el módulo hidrológico para generar los hidrogramas de crecidas. En estos casos, la capacidad de los colectores se calculó por tramo utilizando la fórmula de Manning.

La capacidad de canales y colectores es determinada por el modelo, para lo cual fue alimentado con las secciones obtenidas en el catastro realizado por el Consultor o, en algunos casos, las secciones entregadas por los propios canalistas. Este es el caso del Canal San Carlos, en que la Sociedad del Canal de Maipo ha proporcionado, además, los perfiles longitudinales de dicho canal.

Por otra parte, la capacidad de las calles modeladas fue determinada conforme a la metodología que se presentó en el acápite IV.5 del Informe Final.

De acuerdo a la decisión de la DOH, los períodos de retorno considerados para el diagnóstico son 2-5 y 10 años.

Previo al desarrollo del diagnóstico, el Consultor presentó a la Inspección los colectores, canales y calles a considerar en el análisis, con sus respectivos "nodos" de simulación.

Los criterios que se tuvieron en cuenta para determinar los colectores a incluir en la modelación, son los siguientes:

- que el área aportante a un nodo sea menor o igual a 200 há.

- que el diámetro del colector sea mayor o igual que 800 mm

Para los cauces receptores, el criterio de la DOH fue determinar el nivel de escurrimiento del cauce para períodos de retorno hasta 25 años, con el objetivo de analizar su influencia en las descargas de las redes de aguas lluvias existentes, identificar los problemas de desbordes y recomendar en dichas áreas alternativas de solución dichos problemas. Además, se estudió el nivel de escurrimiento de estos cauces para un período de retorno de 100 años, con el fin de señalar o advertir los problemas de desbordes y recomendar en dichas áreas medidas de tipo no estructural.

## 6.3 Cálculo de los Hidrogramas

Sobre la base de los conceptos explicados anteriormente, se utilizó el modelo de simulación para generar los hidrogramas de crecidas en cada área tributaria para los períodos de retorno de 2,5 y 10 años, y para períodos mayores cuando se requiere.

En el acápite VI.1 del Informe Final, se definieron los parámetros que permiten, según el método utilizado, determinar la lluvia neta. Junto con el parámetro C o CN, se estimó la intensidad de la precipitación, la cual varía según sea su duración y frecuencia (ver acápite III.2 del Informe Final, que contiene las curvas IDF).

Para el estudio de un Plan Maestro, deben asumirse hipótesis que sean representativas de la extensa superficie en estudio. Es bien sabido que la intensidad de la precipitación se incrementa en la medida que disminuye su duración. Sin embargo, una duración muy breve, semejante al tiempo de concentración de un área tributaria particular, es representativa para esa área pero no para la zona en estudio.

Si se considera que la longitud del Zanjón de la Aguada es 26,5 km, el tiempo de recorrido desde su origen hasta la confluencia con el río Mapocho puede estimarse en aproximadamente 4 a 5 horas. Algo similar ocurre con el canal San Carlos que tiene una longitud parecida.

En función de lo anterior, para el cálculo de los hidrogramas de crecidas, se consideró una tormenta de diseño de 6 horas, con intensidades variables según se indica en la Figura 6.1.

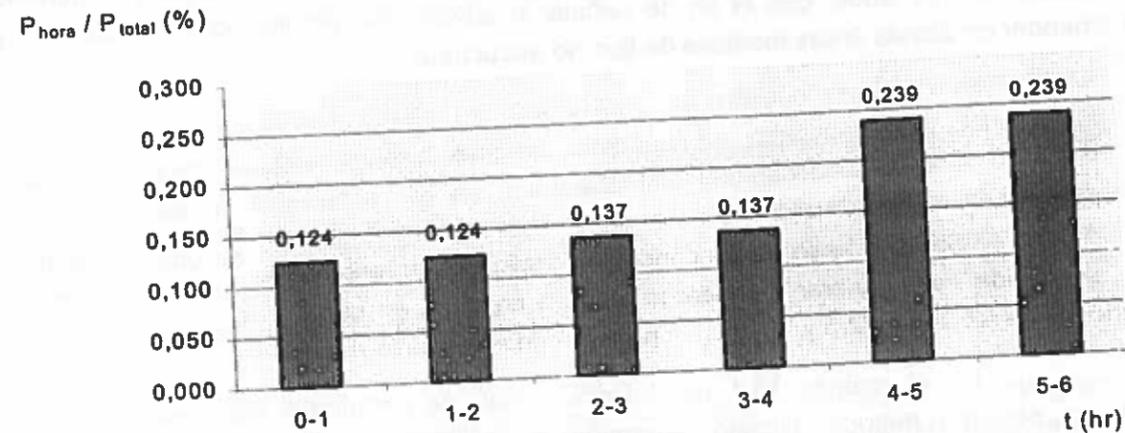


Figura 6.1 : Distribución Porcentual de la Precipitación

En la Tabla 6.1 aparecen las precipitaciones horarias (en mm) para diferentes períodos de retorno y para las diferentes zonas de Santiago, representadas en el plano de isoyetas de P24 (T=10) presentado en el acápite III.2 del Informe Final.

Tabla 6.1 :: Distribución Temporal de la Precipitación

$P_{24}^{10} = 70$ mm							
t (hrs)	P (%)	T (años)					
		2	5	10	25	50	100
0-1	0.124	3.4	4.0	4.6	5.5	6.1	6.7
1-2	0.124	3.4	4.0	4.6	5.5	6.1	6.7
2-3	0.137	3.7	4.4	5.1	6.0	6.7	7.4
3-4	0.137	3.7	4.4	5.1	6.0	6.7	7.4
4-5	0.239	6.5	7.6	8.9	10.5	11.8	13.0
5-6	0.239	6.5	7.6	8.9	10.5	11.8	13.0
1		27.2	31.9	37.3	44.1	49.2	54.2

$P_{24}^{10} = 73$ mm							
t (hrs)	P (%)	T (años)					
		2	5	10	25	50	100
0-1	0.124	3.5	4.1	4.8	5.7	6.4	7.0
1-2	0.124	3.5	4.1	4.8	5.7	6.4	7.0
2-3	0.137	3.9	4.6	5.3	6.3	7.0	7.8
3-4	0.137	3.9	4.6	5.3	6.3	7.0	7.8
4-5	0.239	6.8	8.0	9.3	11.0	12.3	13.5
5-6	0.239	6.8	8.0	9.3	11.0	12.3	13.5
1		28.4	33.3	38.9	46.0	51.3	56.6

$P_{24}^{10} = 78$ mm							
t (hrs)	P (%)	T (años)					
		2	5	10	25	50	100
0-1	0.124	3.8	4.4	5.2	6.1	6.8	7.5
1-2	0.124	3.8	4.4	5.2	6.1	6.8	7.5
2-3	0.137	4.2	4.9	5.7	6.7	7.5	8.3
3-4	0.137	4.2	4.9	5.7	6.7	7.5	8.3
4-5	0.239	7.3	8.5	9.9	11.8	13.1	14.4
5-6	0.239	7.3	8.5	9.9	11.8	13.1	14.4
1		30.4	35.5	41.6	49.2	54.8	60.4

$P_{24}^{10} = 85$ mm							
t (hrs)	P (%)	T (años)					
		2	5	10	25	50	100
0-1	0.124	4.1	4.8	5.6	6.6	7.4	8.2
1-2	0.124	4.1	4.8	5.6	6.6	7.4	8.2
2-3	0.137	4.5	5.3	6.2	7.3	8.2	9.0
3-4	0.137	4.5	5.3	6.2	7.3	8.2	9.0
4-5	0.239	7.9	9.3	10.8	12.8	14.3	15.7
5-6	0.239	7.9	9.3	10.8	12.8	14.3	15.7
1		33.1	38.7	45.3	53.6	59.8	65.9

$P_{24}^{10} = 95$ mm							
t (hrs)	P (%)	T (años)					
		2	5	10	25	50	100
0-1	0.124	4.6	5.4	6.3	7.4	8.3	9.1
1-2	0.124	4.6	5.4	6.3	7.4	8.3	9.1
2-3	0.137	5.1	5.9	6.9	8.2	9.1	10.1
3-4	0.137	5.1	5.9	6.9	8.2	9.1	10.1
4-5	0.239	8.8	10.3	12.1	14.3	16.0	17.6
5-6	0.239	8.8	10.3	12.1	14.3	16.0	17.6
1		37.0	43.3	50.6	59.9	66.8	73.6

64.

#### 6.4 Resultados del Diagnóstico

El diagnóstico permitió identificar todos aquellos sectores de la ciudad que presentan problemas de inundaciones, ya sea por capacidad insuficiente de la red de colectores, canales o calles evacuadoras o por la inexistencia de infraestructura de aguas lluvias.

Los resultados del diagnóstico para la situación futura de uso del suelo fueron presentados en forma tabular y también graficados en un conjunto de 8 planos denominados "Diagnóstico para periodos de retorno T=2-5 y 10 años" (escala 1:20.000).

El diagnóstico por área tributaria, presentado en forma de tabla, se incluye en el capítulo siguiente, habiéndose agregado a la tabla una columna adicional con la solución planteada (ver tablas 7.2 a 7.5).

En el presente Resumen Ejecutivo se incluye un plano resumen del diagnóstico, escala 1:50.000, denominado "Resultados del Diagnóstico y Severidad de Problemas".

#### 6.5 Definición de Áreas a Sanear

Las áreas tributarias consideradas para el saneamiento fueron aquellas que luego de la etapa de Diagnóstico, evidenciaron deficiencias en cuanto a la capacidad de sus sistemas de aguas lluvias separados o unitarios, para la evacuación de los caudales derivados de la lluvia de diseño, considerando un periodo de retorno T = 2 años. También se incluyeron dentro de las áreas urbanas a sanear aquellas que carecen completamente de infraestructura de aguas lluvias. La planificación de la red de colectores se extendió hasta alcanzar colectores de diámetro mayor o igual que 800 mm, mientras que para el caso de canales se consideró una sección mínima equivalente a dicho diámetro.

Para el Gran Santiago (Zona Norte-Mapocho, Centro y Sur), los sistemas a sanear corresponden a toda aquella superficie ubicada al interior del PRMS-94. En la Zona Norte-Estero Las Cruces, se incluyen las áreas urbanas ubicadas al interior del PRMS-97, que drenan hacia el Estero Las Cruces.

Dada la gran extensión del área de estudio y el gran número de áreas tributarias a sanear, de común acuerdo entre la DOH y el Consultor, se definió una metodología de trabajo, que enfatiza el uso del modelo de simulación en las áreas más importantes.

65.

Se acordó una clasificación de áreas a sanear según el siguiente criterio:

1. **Áreas con Modelación:** Corresponde a un conjunto de áreas tributarias (macroáreas) que deben ser analizadas y solucionadas en forma conjunta, lo cual requiere el uso obligado del modelo de simulación.
2. **Áreas sin Modelación:** Se trata de áreas tributarias para las cuales ya existe una solución planteada y/o la solución más conveniente puede ser definida sin requerir necesariamente el empleo del modelo de simulación.
3. **Refuerzo Colector:** Corresponde a áreas que poseen infraestructura de colectores, de modo que la solución pasa fundamentalmente por un refuerzo de lo ya existente.
4. **Reemplazo Red Unitaria:** Se trata de estimar el costo de reemplazar esta red por una similar que sólo sirva a las aguas lluvias.

66.

## 7. SOLUCIONES

### 7.1 Criterios para el Planteamiento de Soluciones

Presentado el Diagnóstico de los problemas de evacuación y drenaje de agua lluvias, el Capítulo VII del Informe Final se destinó a realizar un análisis de las alternativas de solución, hacer una selección de la más conveniente y estimar los costos involucrados.

De acuerdo a los Términos de Referencia, el objetivo es "elaborar una completa planificación del sistema de alcantarillado de aguas lluvias del sector, indicando las áreas tributarias, diámetro y trazado tanto de los colectores existentes como propuestos, orientados a su mejor aprovechamiento". Se agrega que "se deberá analizar el comportamiento hidráulico de las distintas alternativas de solución propuestas, mediante la simulación de eventos hidrológicos para distintas condiciones de seguridad".

En función de lo anterior, en el estudio se presentan las áreas a sanear; el período de retorno adoptado; los criterios de diseño de las soluciones y las bases de cálculo de los presupuestos de inversión, abordando los distintos tipos de obras: colectores, canales, cámaras, etc.

En relación con la determinación del período de retorno de diseño de un sistema de aguas lluvias, éste es un tema complejo, puesto que depende del grado de seguridad ante las inundaciones que requiera la ciudadanía, del comportamiento de las precipitaciones (intensidades y recurrencia anual), magnitud de los caudales, consecuencias que los caudales excedan las capacidad de las obras y el costo de inversión asociado a las mismas.

Desde el punto de vista económico, es recomendable que los sistemas de evacuación de aguas lluvias urbanos consideren períodos de retorno más bien bajos para las obras. En general, se recomienda adoptar un período de retorno no mayor que 10 años. Para períodos de retorno mayores, es necesario conocer cual sería el comportamiento de los sistemas con el propósito de tomar medidas de tipo preventivas para eventos de mayor magnitud.

En los cauces naturales, que corresponden generalmente a aquellas vías cuyos caudales son generados en forma importante por una cuenca externa a la zona urbana, se deben considerar períodos de retorno mayores a 25 años y establecer áreas de prohibición de construir hasta 100 años de período de retorno.

67.

En resumen, para el Plan Maestro del Gran Santiago, se han considerado los períodos de retorno considerados en la tabla 7.1.

Tabla 7.1 : Períodos de Retorno para el Dimensionamiento de Soluciones

Cauces Naturales	T entre 25 y 100 años
Canales	T = 2 ó 10 años, dependiendo de su importancia
Quebradas	T = 10 años
Áreas urbanas	T = 2 años para Caudal en la descarga $\leq 20$ m <sup>3</sup> /s T = 5 años para Caudal en la descarga $> 20$ m <sup>3</sup> /s

Complementando la tabla anterior, se han considerado algunos casos particulares, como se describe a continuación :

- Canales Espejo y Santa Marta : T = 10 años
- Refuerzo del colector Gran Avenida: T = 5 años
- Canal Derivado Ortuzano: T = 2 años hasta Av. Américo Vesputio y T = 5 años desde Av. Américo Vesputio hasta la descarga en el río Mapocho.

### 7.2 Soluciones

En primer término se analizaron diferentes alternativas de solución para cada área tributaria de cada una de las 4 zonas en que se ha dividido el Plan Maestro. Luego se presentaron las soluciones elegidas, por zona y por área tributaria, la cual está representada en 23 planos escala 1:10.000 donde se indican los trazados propuestos, los diámetros y los nodos empleados en el cálculo hidráulico de las soluciones.

Dado el gran número de áreas tributarias, se han preparado las tablas 7.2 a 7.5, las cuales contienen un resumen del diagnóstico y de la solución propuesta. En el análisis particular de cada área tributaria, se indica el período de retorno para el cual se producen las fallas en el sistema de evacuación de aguas lluvias y las obras propuestas para dar solución a los problemas detectados.

La descripción de las soluciones propuestas, que aparece en las tablas 7.2 a 7.5, es posible visualizarla en un conjunto de 23 planos escala 1:10.000 denominados "Planteamiento de Soluciones".

Tabla 7.2 : Resumen Diagnóstico y Soluciones. Zona Norte – Estero Las Cruces.  
Sector Conchalí – Recoleta (NC-1)

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
El Salto	Colector por El Salto (S)	Colector El Salto de $\phi$ 800 a 1.000 mm resulta, en situación actual, con capacidad insuficiente para T=2 años en su último tramo (140 m), siendo suficiente para T=10 años en el tramo anterior. En situación futura, resulta suficiente para T = 2 años sólo en su primer tramo. El colector se conecta al colector Vespucio, sin embargo su descarga se encuentra embancada.  El colector Vespucio de $\phi$ 1.000 a 1.400 mm resulta en su primer tramo (506 m), tanto en situación actual como futura, suficiente para T = 10 años. El tramo siguiente (940 m) es suficiente para T = 5 años. Los últimos tramos (465 m) resultan insuficientes para T = 2 años.	Para ayudar absorber el aporte de las quebradas del sector El Salto se proyectan los colectores Los Turistas y Nuevo Vespucio 1 (este último reemplaza al colector Vespucio 1 existente debido a las futuras modificaciones de la Av. Américo Vespucio). Por avenida Recoleta, se proyecta el colector Recoleta Sur el que descarga al colector Nuevo Vespucio 1. Toda esta área tributaria descarga finalmente al canal Huechuraba a través del colector Nuevo Vespucio 1.
	Colector Vespucio (S)		
	Av. Recoleta al sur de Av. A. Vespucio	Esta calle resulta insuficiente para T = 2 años entre las calles M. Neira y Vespucio, en situación actual y futura.	

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Benítez	Colector calle Huber Benítez (S)	El colector Huber Benítez de $\phi$ 350 a 800 mm resulta, en situación actual como futura, insuficiente para T = 2 años. Descarga al canal Huechuraba, el cual resulta suficiente sólo para T = 2 años en situación actual en el tramo inmediatamente aguas debajo de la descarga.	Se proyectan los colectores Guanaco y Juan Cristóbal para el saneamiento de esta área tributaria. El colector J. Cristóbal descarga al canal Huechuraba 2 (propuesto)
Cardenal Caro	Av. José María Caro Calle El Guanaco	Área sin colectores para evacuación de las aguas lluvias. Ambas calles son sobrepasadas en su capacidad para T=2 años, tanto en situación actual como futura.	Se proyectan los colectores Cardenal Caro y Pedro Fontova para el saneamiento de esta área tributaria. El colector P. Fontova descarga al canal Huechuraba 2.
	Canal Huechuraba	En situación actual el canal no presenta problemas en el tramo aguas arriba de independencia para T = 10 años. Aguas abajo de dicho cruce resulta suficiente sólo para T = 2 años en el primer tramo (1.221 m). En situación futura resulta insuficiente para T = 5 años, aguas debajo de calle Pedro Fontova y para T = 2 años aguas abajo de independencia.	Se proyecta el mejoramiento del canal y revestimiento en hormigón del tramo paralelo a la Ruta General San Martín. El tramo comprendido entre la descarga del colector Juan Cristóbal hasta Av. Independencia es reemplazado por el canal Huechuraba 2 (cajón rectangular).

Tabla 7.2 : Resumen Diagnóstico y Soluciones. Zona Norte – Estero Las Cruces (Continuación).  
Sector Huechuraba (NC-2)

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
La Pincoya	Colector por Av. Recoleta	Colector Recoleta de $\phi$ 500 a 1.200 mm resulta de capacidad insuficiente para T=2 años en situación actual y futura <sup>1</sup> .	Se propone el mejoramiento del canal El Carmen, de manera tal que intercepte las quebradas de los cerros de La Pincoya. De esta forma los colectores S. Allende y Recoleta existentes no reciben el aporte debido al desborde del canal El Carmen y funcionan sin problemas para T=2 años.
	Av. Recoleta	Esta calle resulta insuficiente para T= 2 años, tanto en situación actual como futura para portear los caudales excedentes del colector Recoleta(*). Para la situación de intercepción de las quebradas La Ermita, Cerro Gordo y Los Pozos, el colector Recoleta tiene capacidad para T=10 años y la calle Recoleta queda libre de escurrimiento superficial.	El canal El Carmen cruza el Cordón de la Cruz mediante la construcción de un túnel de sección medio punto y descarga finalmente sus aguas al canal Los Choros, el que requiere ser mejorado.
	Colector por Salvador Allende	Col. Salvador Allende de $\phi$ 300 a 800 mm resulta de capacidad insuficiente para T=2 años en situación actual y futura (*).	
	Canal Huechuraba	Tanto en situación actual como futura, al cruzar esta área tributaria, el canal se presenta insuficiente para T = 2 años en el cruce de Av. Recoleta. En el tramo inmediatamente aguas abajo de la descarga del colector Benítez resulta suficiente para T=2 años sólo en situación actual. Todos los demás tramos resultan suficientes para T = 10 años.	

<sup>1</sup> Diagnóstico se realizó despreciando la capacidad de intercepción de las quebradas de la zona por parte del canal El Carmen.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
	Canal El Carmen	El canal El Carmen sufre incremento de su caudal al incorporarse a él los caudales provenientes de las quebradas La Ermita, Cerro Gordo y Los Pozos. Desborda e inunda el sector de La Pincoya (ocurrió en años 1982, 85 y 87). Las quebradas incorporan gran cantidad de sedimentos al canal, provocando el embanque del mismo.	Construcción del colector Refuerzo Los Libertadores, el que descarga al canal Los Choros.
Las Bandurrias	Colector Los Libertadores	Colector Los Libertadores de $\phi$ 300 a 600 mm tiene capacidad insuficiente para T=2 años en situación actual y futura. La Población Las Bandurrias, vecina a la Carretera General San Martín, se inunda debido a desbordes del canal Huechuraba.	Mejoramiento del canal Los Choros debido a que recibe el aporte del canal El Carmen. El canal Los Choros descarga finalmente al estero Las Cruces.
	Canal Los Choros	En situación actual el canal resulta suficiente para T = 10 años en el tramo aguas arriba del camino Santa Elena de Huechuraba (km 1.150). El tramo aguas abajo resulta suficiente sólo para T = 2 años. En situación futura el canal no es capaz de portear los caudales para T = 2 años.  El único colector existente no constituye una solución para la evacuación de las aguas lluvias. En la actualidad las aguas llegan en forma gravitacional al canal Los Choros, el cual descarga al estero Las Cruces.	

Tabla 7.2 : Resumen Diagnóstico y Soluciones. Zona Norte – Estero Las Cruces (Continuación).  
Sector Chicureo (NC-3)

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Quebrada La Ñipa	Canalización de un sector de la quebrada La Ñipa, hasta camino Los Ingleses.	Capacidad del cauce insuficiente en puente camino Los Algarrobos para todas las situaciones (T=2, 5 y 10 años). La quebrada produce desbordes e inundación por término del cauce en el cruce del camino Los Ingleses. Sección de la quebrada en cruce del canal Batuco se encuentra embancada.	Intercepción de la quebrada en el puente de acceso al Condominio Los Algarrobos, conduciendo su caudal hasta el canal Batuco mediante la construcción del canal Quebrada La Ñipa. Las aguas descargan finalmente al estero Colina vía canal Batuco.
Quebrada El Manzano	Canalización de un sector de la quebrada El Manzano en Loteo Polo de Manquehue	Capacidad del cauce es suficiente para evacuar las aguas lluvias en todas las situaciones (T=2, 5 y 10 años) hasta unos 1.000 m aguas arriba del término de la canalización existente. Se producen desbordes e inundaciones por término de la canalización en cruce con Camino Chicureo. La canalización no tiene salida en cruce camino Los Algarrobos	Mejoramiento de la canalización Polo Manquehue, la que descarga en el canal Familia Cox, empalmando este último con el canal Batuco. Las aguas descargan finalmente al estero Colina.
Quebrada Piedras Blancas	Canalización Familia Cox Camino Chicureo	Capacidad de la vía es insuficiente para todas las situaciones (T=2, 5 y 10 años). Capacidad de la vía es insuficiente para todas las situaciones (T=2, 5 y 10 años).	
Quebrada El Loro	Cauce de la quebrada Piedras Blancas y camino Chicureo Cauce quebrada El Loro	El cauce de la quebrada desaparece en las proximidades a la calle Alba 3. La quebrada produce el anegamiento del camino Alba 3.	Se proyecta el canal Radial Nororiental, que lleva los caudales de las quebradas P. Blancas, El Loro y La Virgen hacia el puente Los Patos. Para llevar las quebradas P. Blancas, El Loro y La Virgen hacia el canal mencionado, se propone la construcción de un canal interceptor que intercepta las dos primeras, desviándolas hacia un cauce secundario de la quebrada La Virgen.
Quebrada La Virgen	Cauce quebrada La Virgen	Descarga a un embalse de riego, próximo a Canal Batuco, desbordes ingresan al canal Batuco que es insuficiente para T=2 años	

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Quebrada Los Maitenes	Cauce quebrada Los Maitenes	El cauce de la quebrada desaparece en las cercanías del Canal Batuco inundando el sector, desbordes ingresan al canal Batuco que es insuficiente para T=2 años.	Las quebradas La Región, Los Maitenes, ON-01 y ON-02 son conducidas al canal Batuco, el cual requiere mejoramiento. El canal Batuco conduce las aguas hacia el canal Radial Nororiental proyectado, el cual descarga finalmente al estero Los Patos.
Quebrada La Región	Cauces quebradas La Región Oriente y Poniente.	El cauce de la quebrada desaparece en las cercanías del Canal Batuco inundando el sector, desbordes ingresan al canal Batuco que es insuficiente para T=2 años.	
Cerro Pan de Azúcar	Cauces de las quebradas ON-01 y ON-02	No se tienen antecedentes	

Tabla 7.2 : Resumen Diagnóstico y Soluciones Zona Norte – Estero Las Cruces (Continuación).  
Sector Las Cruces Norte (NC-4)

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
CCO (Camino Coquimbo)	Canal Desagüe Estero Los Patos. Camino La Montaña	El área no tiene vías de escurrimiento bien definidas. El canal Desagüe Estero Los Patos tiene capacidad claramente insuficiente para los caudales provenientes de Chicureo para todos los períodos de retorno (T= 2, 5 y 10 años)	Se propone el mejoramiento del canal Desagüe Estero Los Patos, de manera tal de recibir el aporte de la zona de Chicureo Sur y del área tributaria Camino Coquimbo. El área tributaria Las Canteras se sanea mediante la construcción de los colectores Las Canteras Norte y Las Canteras Sur, que descargan al estero Los Patos, el cual descarga finalmente al estero las Cruces vía canal Cañaveral.
CAN (Las Canteras)	Calle Fermín Vergara	La Ruta General San Martín hace efecto de dique y no permite la salida hacia el estero Las Cruces. Los canales Batuco y El Carmen interceptan las laderas de los cerros en forma natural.	
SRM (General San Martín)	Canal San Ignacio	Ruta 5 Norte y línea del ferrocarril hacen de dique para las aguas lluvias.	Se propone el mejoramiento del canal San Ignacio, el cual cruza la Ruta 5N y descarga finalmente al estero Las Cruces.
STE (Sta. Teresa)	Derivado Sta. Teresa y canales de derrames	Corresponde a zonas actualmente rurales. No se detectan problemas.	La solución radica en el mejoramiento del canal Santa Teresa, el que descarga al canal San Ignacio 2 mejorado. Esta solución involucra además la extensión del canal Santa Teresa existente aguas arriba de la línea FFCC hasta la Ruta 5N. La zona poniente de esta área tributaria se sanea mediante el uso de técnicas alternativas debido a la influencia del eje hidráulico del estero Colina.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
MON La Montaña	Canal La Montaña y calle La Montaña.	Corresponde a una zona netamente industrial. No se detectan problemas.	Se propone el mejoramiento del canal La Montaña el cual descarga al canal San Ignacio 2 mejorado. Este último descarga al canal nuevo Aeropuerto, el que finalmente lleva las aguas al estero Colina. El trazado del canal Aeropuerto queda abierto a un estudio basado en una topografía de mayor detalle.
IND Las Industrias	Canal San Ignacio 2	Corresponde a zonas actualmente rurales. No se detectan problemas. Sin embargo, esta zona tiene en carpeta proyectos de urbanización importantes.	
Juras Reales	Barón de Juras Reales Otros sectores	Las vías de escurrimiento son sobrepasadas en su capacidad para T=2 años en situación actual.	Construcción de los colectores de refuerzo Apóstol Santiago, Julio Montt y Juras Reales, junto con los colectores Independencia y Vespucio-Ruta 5N. Las aguas son finalmente conducidas al colector Ruta 5N paralelo a dicha vía, descargando al estero las Cruces.
Camino Lo Ruiz	Canal Quilicura	Canal de capacidad insuficiente para T=2 años en situación actual.	
Apóstol Santiago	Colector principal por Apóstol Santiago	Colector $\phi$ 1.000 mm de capacidad insuficiente para T=2 años, en situación actual.	
San Isidro	Santa Luisa, Lo Ovalle, zonas rurales	Area sin colectores para evacuación de las aguas lluvias. En la actualidad las aguas llegan en forma gravitacional al estero Las Cruces.	Se propone la construcción del colector M.A. Matta el que descarga al canal Santa Luisa mejorado. Las aguas son conducidas vía este canal hacia el estero Las Cruces. La zona norte del área tributaria Pueblo de Quilicura se sanea a través del canal del mismo nombre, el que recibe el aporte del canal San Luis existente y descarga al canal San Luis.
Pueblo de Quilicura	Manuel Antonio Maita San Luis	Area sin colectores para evacuación de las aguas lluvias. Las vías de escurrimiento son sobrepasadas en su capacidad para T=2 años en situación actual.	

76.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Fundo Lo Campino	Canal desagüe Lo Campino	Canal de capacidad insuficiente para T= 2 años en situación actual. Sector principalmente rural, por lo que no presenta problemas en la actualidad.	Los canales mejorados Desagüe Lo Campino I y II reciben el aporte de las quebradas y área urbana del área tributaria Fundo Lo Campino, descargando en el colector Reemplazo Desagüe Lo Campino, el que descarga finalmente al canal San Luis mejorado. Este canal intercepta además los aportes del área tributaria Camino Lo Echevers.
Camino Lo Echevers	Canal San Luis	Área principalmente rural que no presenta problemas actualmente. El canal San Luis recibe además del aporte de esta área, las aguas del canal Lo Campino y, parcialmente, del canal Lo Echevers.	
Aeropuerto	Camino Central, zonas rurales.	Área sin colectores para evacuación de las aguas lluvias. En la actualidad las aguas llegan en forma gravitacional al estero Las Cruces.	

77.

Tabla 7.3 : Resumen Diagnóstico y Soluciones Zona Norte- Mapocho

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
NM.1 <sup>2</sup>			
Arrieta	Av. Arrieta	Sin colectores de aguas lluvias, salvo un colector sin salida en calle Arrieta. Vía de escurrimiento Av. Arrieta, sobrepasada para T=2 años.	Colectores Arrieta y Talinay que reciben el aporte de las quebradas y zona urbana, descargando al canal San Carlos.
Pepe Vila	Colector principal por Pepe Vila	Colector $\phi$ 400 mm capacidad insuficiente para T=2 años.	Mejoramiento de canal interceptor El Bollo para recibir el aporte de las quebradas al sur de la quebrada de Ramón, estanque de retención para aliviar el colector propuesto Larraín que descarga finalmente al canal San Carlos.
Larraín	Av. Larraín	Sin colectores para aguas lluvias. Av. Larraín es sobrepasada para T=2 años.	Estanque de retención en el Parque Intercomunal de La Reina y mejoramiento de la canalización de Ramón para asegurar una capacidad Q=20 m <sup>3</sup> /s. La solución es para T=10 años considerando las áreas urbanas aledañas.
Quebrada de Ramón	Canal de Ramón Reina Victoria, La Cañada	Canal de Ramón de capacidad Q = 20 m <sup>3</sup> /s, suficiente para T= 5 años (sólo considerando el aporte de la quebrada) R. Victoria y La Cañada sobrepasadas para T=2 años.	Construcción de los colectores Refuerzo Colón, Reemplazo T.Moro e I. Católica, evacuando la Q. de Apoquindo hacia el canal San Carlos, para T=10 años
Colector Bilbao	Colector principal por Av. Bilbao	Colector $\phi$ 2.200 mm de capacidad 15 m <sup>3</sup> /s, suficiente para T = 2 años, insuficiente para T=5 años.	Situación se mejora con el saneamiento de áreas tributarias aledañas.
Sánchez Fontecilla	Echeñique, Simón Bolívar	Zona baja de acumulación de agua, adyacente al canal San Carlos	

<sup>2</sup> El Plan Maestro ha incluido el canal Oriente (trazado según proyecto IPLA (1988)), como parte de la red primaria. De materializarse, el caudal de diseño debe ser revisado para que en conjunto con el canal San Carlos se provea de una seguridad de T=100 años al sector aguas abajo del canal San Carlos y se reduzca el área aportante a dicho canal. El canal Oriente proyectado, de un costo cercano a los 13 mil millones de pesos, nace en la Quebrada de Ramón y tras un recorrido de cercano a los 10 kms, descarga al río Mapocho.

78.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
		NM.2	
Estoril	Colector principal por Av. Estoril	Colector $\phi$ 800 mm Capacidad suficiente para T=10 años.	Refuerzo de la descarga del colector existente.
San Francisco de Asis	Colector principal por San Francisco de Asis a. Tramo aguas arriba de Av. Las Condes b. Tramo descarga actual c. Tramo refuerzo descarga (en construcción)	Colector $\phi$ 2.200 mm de capacidad suficiente para T=50 años. Colector $\phi$ 1.200 mm de capacidad insuficiente para T=5 años. Colector $\phi$ 1.600 mm de capacidad suficiente para T=50 años.	
Valle Alegre	Colector por Valle Alegre	Colector $\phi$ 1.000 y 1.200 mm capacidad insuficiente para T=5 años, en el tramo final.	Construcción de un refuerzo al colector Quinchamall y extensión del colector San José de la Sierra
San José de la Sierra	Colector por Quinchamall	Colector $\phi$ 800 mm por calle Quinchamall de capacidad insuficiente para T=2 años en la descarga.	
	Colector por San José de la Sierra	Colector $\phi$ 900 mm por calle San José de La Sierra descarga a colector aguas servidas insuficiente.	Construcción de los colectores Rotonda Pérez Zujovic Norte y Sur, que descargan finalmente al río Mapocho.
Kennedy Norte	Colector principal por Av. Vitacura a) Descarga b) Tramo anterior	Colector $\phi$ 600 mm de capacidad insuficiente para T=2 años. Colector $\phi$ 1.000 mm de capacidad insuficiente para T=2 años.	
Manquehue Norte	Colector principal por Manquehue Norte	Colector $\phi$ 1.000 mm de capacidad suficiente para T=100 años.	

79.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Escrivá de Balaguer	Colector principal por Nueva Costanera	Colector $\phi$ 700 mm de capacidad insuficiente para T=2 años en el tramo final.	
Kennedy Sur	Colector principal por Av. Kennedy y Alonso de Córdova	Colector $\phi$ 1.200 mm de capacidad insuficiente para T=2 años.	
Apoquindo	Colector unitario por Av. Apoquindo	Colector $\phi$ 1.200 mm de capacidad suficiente para T=10 años.	
Presidente Riesco	Colector separado por Av. Apoquindo	Colector $\phi$ 1.200 mm de capacidad suficiente para T=10 años.	
Providencia Norte	Colector principal por Presidente Riesco, Vitacura	Colector $\phi$ 900 mm de capacidad insuficiente para T=2 años.	Construcción colector separado
	Colector separado por Av. Providencia, M. Montt	Colector $\phi$ 1.000 mm de capacidad suficiente para T=50 años.	
	Colector unitario por Av. Providencia	Colector $\phi$ 600 mm de capacidad suficiente para T=50 años.	
Quebrada El Aji	Quebrada El Aji	NM.3 Esta área drena directamente al río Mapocho por medio de la quebrada El Aji y no presenta problemas.	

80.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Quebrada El Gabino	Quebrada El Gabino	Esta área drena directamente a la quebrada El Gabino, afluente al estero Las Hualtatas. La quebrada tiene capacidad suficiente para T = 2 años. Para T = 5 y 10 años, presenta problemas en sectores puntuales.	Sólo se deben solucionar problemas en sectores muy puntuales.
Quebrada Las Rosas	Quebrada Las Rosas	Esta área drena directamente a la quebrada Las Rosas, afluente al estero Las Hualtatas. La quebrada tiene capacidad suficiente para T = 100 años.	
Quebrada El Manzano	Quebrada El Manzano	Esta área drena directamente a la quebrada El Manzano, afluente al estero Las Hualtatas. La quebrada tiene capacidad suficiente para T = 10 años.	
Quebrada El Culén	Quebrada El Culén	Esta área drena directamente a la quebrada El Culén, afluente al estero Las Hualtatas. La quebrada tiene capacidad suficiente para T = 100 años.	
Estero El Carrizo Alto (aguas arriba del tranque Los Trapenses)	Estero El Carrizo Alto Quebrada Oscura	Esta área está conformada principalmente por las áreas aportantes no urbanas del estero El Carrizo Alto y la quebrada Oscura. Los caudales de crecida de esta área tributaria son entregados al estero El Carrizo Bajo.	

81.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Estero El Carrizo Bajo (aguas abajo del tranque Los Trapenses)	Quebrada Los Chanchos Quebrada La Carbonera Estero El Carrizo Bajo	Esta área drena al estero El Carrizo Bajo, a través de las quebradas Los Chanchos y La Carbonera. El estero El Carrizo Bajo recibe, además, las aguas del área tributaria Estero El Carrizo Alto, y descarga al estero Las Hualtatas. Tanto el estero El Carrizo Bajo, como las quebradas Los Chanchos y La Carbonera tienen capacidad suficiente para T=100 años.	
Quebrada El Guindo	Quebrada El Guindo	Esta área drena directamente a la quebrada El Guindo, afluente al estero Las Hualtatas. La quebrada tiene capacidad suficiente para T=100 años.	
Estero Las Hualtatas	Estero Las Hualtatas	Esta área tributaria está conformada por la cuenca no urbana del estero Las Hualtatas y por áreas urbanas que drenan directamente a él. El estero tiene capacidad suficiente para T=25 años. Para T = 100 años resulta insuficiente en la zona baja, en el tramo aguas abajo de la confluencia del estero El Gabino.	

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
<b>NM.4</b>			
Santa María de Manquehue (Lo Curro y Santa María)	Av. Santa María	En el sector de Lo Curro el canal Vítacura tiene capacidad para T= 5 años. La zona a valle del canal cuenta con infraestructura de aguas lluvias suficiente para T= 2 años. En el sector de Santa María la principal vía de escurrimiento se ve sobrepasada en su capacidad para T=2 años. El colector Agua del Palo es insuficiente para T= 2 años, del mismo modo que el colector Antonio Rabat..	Para el sub-sector Lo Curro se plantea la utilización de los canales Vítacura, Lo Curro y Conchali, drenando los caudales excedentes al río Mapocho. Para el sub-sector Santa María, se proponen los colectores Carolina Rabat, Refuerzo Agua del Palo, Lo Recabarren y Refuerzo Antonio Rabat. Esta zona drena hacia el río Mapocho. La solución involucra algunas obras de periodo de retorno T=10 años dada la existencia de la quebrada Agua del Palo.
Cerro San Cristóbal	-	Corresponde a laderas del cerro San Cristóbal y drena directamente al río Mapocho	
Pedro de Valdivia Norte	Colector principal por Pedro de Valdivia Norte	Colector $\phi$ 800 mm de capacidad suficiente para T=10 años.	
<b>NM.5</b>			
Ultra Mapocho	Colector principal por Juan Atala, El Molino, Bezanilla	Colector $\phi$ 2.300 mm de capacidad suficiente para T=100 años.	
Ensanche Norte Interamericano	Colector principal por Dgo. Santa María, Los Acacios, 14 de La Fama	Colector 2.600 x 1.500 mm y $\phi$ 2.300 mm de capacidad suficiente para T=100 años.	
Claudio Vicuña	Colector principal por Jorge Hirmas	Colector $\phi$ 1.000 mm de capacidad insuficiente para T=2 años en la última mitad.	Reemplazo del colector existente.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
<b>NM.6</b>			
Domingo Santa María	Colector principal por Av. Domingo Santa María	Colector $\phi$ 400 mm de capacidad suficiente para T=10 años.	
Anibal Pinto	Colector principal por Anibal Pinto y Baquedano	Colector $\phi$ 1.200 mm de capacidad suficiente para T=10 años.	
Renca	Infante Condell Balmaceda	Sin colectores de aguas lluvias, salvo colector Infante existente insuficiente para T=2 años. Las vías de escurrimiento son sobrepasadas para T=2 años.	Construcción de colector Nuevo Infante que descarga al río Mapocho. Mejoramiento del canal La Punta y construcción del canal Foso paralelo a A. Vespucio, que descarga a este canal. Las aguas son finalmente conducidas al río Mapocho.
Renca Rural	-	Sector actualmente rural que drena, gravitacionalmente, al río Mapocho.	
<b>NM.7-1</b>			
Puente Buines	-	Sector aledaño al río Mapocho sin problemas de aguas lluvias.	
Lo Espinoza	Colector principal con 2 descargas: a) Lo Espinoza Oriente b) Lo Espinoza Poniente	a) Colector $\phi$ 1.800 mm de capacidad suficiente para T=25 años, con problemas en la descarga para T= 2 años. b) Colector $\phi$ 1.200 mm de capacidad suficiente para T=10 años, con problemas en la descarga para T= 2 años.	Construcción del colector separado Lo Espinoza, que descarga al río Mapocho.
Carrascal Oriente	Colector principal por Av. Carrascal	Colector $\phi$ 500 mm de capacidad insuficiente para T=2 años en el tramo final.	Construcción del colector separado Carrascal Oriente.

84.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Carrascal Poniente	Colector principal por Padre Las Casas	Colector $\phi$ 450 mm de capacidad insuficiente para T=2 años.	Reemplazo del colector existente.
Quinta Normal	Colector principal por 5 de Febrero	Colector $\phi$ 2.000 mm de capacidad suficiente para T=10 años.	
El Resbalón	Colector principal por El Resbalón	Colector $\phi$ 700 mm de capacidad insuficiente para T=25 años.	
Boroa	Colector por Diagonal Renny	Colector $\phi$ 1.200 mm de capacidad insuficiente para T=5 años.	Construcción de colector de refuerzo al colector separado Diagonal Renny existente.
<b>NM.7-2</b>			
Mares de Chile	Colector por Lanalhue	Colector $\phi$ 400 mm es solución puntual para descargar al río las aguas lluvias que llegan al sector desde aguas arriba y se represan por muros particulares. Existen puntos bajos sin salida.	Colector Ventisqueros (D=700 mm) proyectado por el SERVIU. Descarga al río Mapocho.
Hondonada Río Viejo (Corresponde a un antiguo cauce natural. En la actualidad recibe las aguas lluvias de áreas vecinas y actúa como embalse)	Colector por Federico Errázuriz (corresponde a una solución puntual de descarga a la Hondonada) Av. José Joaquín Pérez Santa Victoria Federico Errázuriz	Colector $\phi$ 500 mm de capacidad insuficiente para T=2 años, en función de su subárea tributaria.  La principal vía de escurrimiento es J.J. Pérez, sobrepasada en su capacidad para T=2 años.	Construcción de los colectores La Estrella y J.J. Pérez, que descargan al colector J.J. Pérez existente. Este colector, junto con el colector Errázuriz descarga al canal Río Viejo, el que conduce las aguas hasta el río Mapocho. La solución involucra el drenaje directo hacia la Hondonada de algunas áreas adyacentes a ésta.

85.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
<b>NM.7-3</b>			
General Buendía	Colector principal por General Buendía	Colector 2.000 x 1.450 mm de capacidad insuficiente para T=5 años. La descarga es insuficiente para T= 2 años.	Se propone el refuerzo del colector Buendía y el reemplazo de su descarga. Las aguas son conducidas al canal O1 mejorado, paralelo a la Ruta 68.
Teniente Cruz	Colector por Av. Teniente Cruz	Colector TC1 $\phi$ 600 mm Colector TC2 $\phi$ 700 mm de capacidad insuficiente para T=2 años en el último tramo.	Construcción del colector San Pablo las Torres, el que permite aliviar al colector Tte. Cruz existente.
General Oscar Bonilla	Colector principal por calle paralela a Ruta 68	Colector $\phi$ 1.000 mm de capacidad insuficiente para T=2 años.	Se propone el refuerzo del colector existente, el cual descarga finalmente al canal Derivado Ortuzano vía canal O2 mejorado.
San Pablo	Av. San Pablo	Area sin colectores para evacuación de las aguas lluvias. La principal vía de escurrimiento es San Pablo, sobrepasada en su capacidad para T=2 años.	Colector San Pablo, el cual conduce las aguas hacia el canal Derivado Ortuzano mejorado.
Camino Aeropuerto	--	Se ubica en el límite poniente de la zona de estudio, y drena hacia el río Mapocho poniente a través de sectores rurales.	
Camino El Maitén	--	Se ubica en el límite poniente de la zona de estudio, y drena hacia el río Mapocho poniente a través de sectores rurales.	Parte de esta área tributaria drena hacia el canal Derivado Ortuzano mejorado.
Laguna Sur	Laguna Sur	Area sin colectores para evacuación de las aguas lluvias. La principal vía de escurrimiento, Laguna Sur, es sobrepasada en su capacidad para T=2 años.	Colector y canal Laguna Sur cruzan la Av. Américo Vespucio a través de una obra existente, descargando finalmente al canal derivado Ortuzano.

86.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Tranque Lo Prado	-	NM-7.4 Area sin colectores para evacuación de las aguas lluvias. Drena hacia el río Mapocho a través de sectores rurales.	Construcción del colector y canal El Tranque. Estas estructuras conducen las aguas hacia el río Mapocho.

87.

Tabla 7.4 : Resumen Diagnóstico y Soluciones Zona Centro

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCIÓN
<b>TRAMO I</b>			
SCV San Carlos Viejo (SISTEMA B.0)	Quebradas que drenan al canal San Carlos.	La capacidad del Canal San Carlos Viejo se encuentra limitada a 30 m <sup>3</sup> /s (aproximadamente T=10 años) desde su encuentro con el canal de descarga de la Central Hidroeléctrica La Florida. En el cruce con el Zanjón de la Aguada se supondrá una obra de vaciamiento total, permitiendo la descarga total de canal San Carlos al cauce del Zanjón de La Aguada.	No se proyectaron mejoras a este sector del canal San Carlos. Se acepta capacidad de 30 m <sup>3</sup> /s equivalente a T=10 años. Para períodos de retomo mayores, se esperan desbordes de aguas lluvias que llegarán al Zanjón de la Aguada. Se acepta el vaciamiento total del canal hacia el Zanjón, no permitiendo traspaso de aguas lluvias hacia la Zona Norte (cruce Qda. de Macul). Se proyectó un refuerzo del colector existente para T=2 años.
LFN La Florida Norte (SISTEMA B.1)	Colector $\phi$ 700	Colector insuficiente para la situación actual. Descarga de Aguas Lluvias.	Se proyectó un refuerzo del colector existente para T=2 años.
AVD Avenida Departamental (SISTEMA A.2)	Colector $\phi$ 1200	Colector suficiente solo para T=2 años. Descarga de Aguas Lluvias.	Se mantiene la situación actual.
VFR Vespucio Frollán Roa (SISTEMA B.6)	Colector $\phi$ 1000	Colector suficiente sólo para T=2 años, reportando desbordes pequeños en el tramo inicial (conducibles por las calles).	Se proyectó un refuerzo del colector existente para T=2 años.
VMS Vicuña Mackenna Sur (SISTEMA B.1)	Colector $\phi$ 1600	Colector insuficiente en situación actual, T=2 años. Se debe a la extensa área aportante que, en la práctica, descarga en dicho colector. En este sector se incluyen los caudales del sector Santa Raquel, el cual carece de infraestructura de aguas lluvias.	Se mantiene la situación actual. El área aportante al colector VMS se reduce asignándola a los nuevos colectores Colombia y Santa Raquel.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCIÓN
TOR Las Torres Oriente (SISTEMA A.1)	Sin Colectores	Actualmente descarga sus aguas lluvias al Canal San Carlos. En situación con proyecto, forma parte del área tributaria del colector Rotonda Grecia Quilín.	Se proyecta Colector Rotonda Grecia Quilín, RGQ, incluyendo una red de colectores laterales. La descarga de las aguas es en el Zanjón de la Aguada.
TOR Las Torres Poniente (SISTEMA A.1)	Colector $\phi$ 1000	Colector insuficiente para situación actual, T=2 años. A futuro será reforzado por el colector Rotonda Grecia Quilín.	
VCM Viña Cousiño Macul (SISTEMA A.1)	Colector $\phi$ 900	Colector insuficiente para T=2 años. Colector de Aguas Lluvias que descarga en el colector unitario MAQ.	Esta área aportante se saneará a través del colector Rotonda Grecia Quilín.
FRO Froilán Roa (SISTEMA B.6)	Colector $\phi$ 900	Colector suficiente sólo para la situación de T=2 años.	Se proyectó un refuerzo del colector existente para T=2 años.
DQU Canal Derrames Quilín (SISTEMA A.3)	Canal Abierto	Tramo final (descarga al Zanjón) con suficiente capacidad para la situación actual. Considera los aportes de los sistemas LIN, MAQ y PDV. Descarga unitaria.	Se mantiene como canal evacuador de aguas lluvias del Sistema Macul - Quilín (a través de aliviaderos de tormenta).
LIN Los Industriales (SISTEMA A.2)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario con capacidad insuficiente para situación de T=2 años.	Se proyectó un nuevo colector separado para sanear el sector. Una pequeña porción del área se continúa evacuando a través del sistema unitario.
PDV Pedro de Valdivia (SISTEMA A.3)	Colector $\phi$ 2200	Colector Unitario con capacidad suficiente para T=2 años, produciendo desbordes para T=5 años.	Se mantiene la situación actual. Se costea el reemplazo de la infraestructura existente.
MAQ Macul Quilín (SISTEMA A.3)	Colector $\phi$ 3100	Colector Unitario con capacidad suficiente para T=2 años, produciendo desbordes para T=5 años.	Se mantiene la situación actual. Se costea el reemplazo de la infraestructura existente.
VIC Vicuña Mackenna (SISTEMA B.6)	Colector $\phi$ 1450	Colector suficiente hasta T=10 años. Su alto periodo de retorno se debe a que parte del área aportante del proyecto original no llega al colector, como por ejemplo el Campus San Joaquín de la Universidad Católica, el cual en la actualidad cuenta con pozos absorbentes.	Se mantiene la situación actual.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCIÓN
VSC Viña Santa Carolina (SISTEMA A.4)	Colector $\phi$ 1200	Colector Unitario con capacidad suficiente T=5 años.	Se mantiene la situación actual. Se costea el reemplazo de la infraestructura existente.
IND Las Industrias (SISTEMA B.2)	Colector $\phi$ 1200	Colector insuficiente para situación de T=2 años.	Este sector se refuerza a través del proyecto Acceso Sur a Santiago.
BCH Juan Sebastián Bach (SISTEMA A.4)	BCH A Colector $\phi$ 600	Colector insuficiente para situación de T=2 años.	Se costea el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
	BCH B Colector $\phi$ 800	Colector con capacidad insuficiente para T=2 años.	Se costea el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
<b>TRAMO II (Bóveda)</b>			
SRN Santa Rosa Norte (SISTEMA A.4)	Colector $\phi$ 1750	Colector unitario insuficiente para T=2 años. Se prevé un refuerzo proyectado por SERVIU	Se costea el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
SRS Santa Rosa Sur (SISTEMA B.2)	Colector $\phi$ 1700 y canal San Joaquín	Es una extensa área tributaria que no cuenta con colectores en gran parte de su superficie. Se producen anegamientos en Av. Sta. Rosa, Américo Vespucio, etc. Los colectores se ubican al norte de Av. Vespucio. El colector Sta. Rosa tiene capacidad suficiente para T=2 y T=5 años. Las inundaciones en el sector se deben a los desbordes del Canal San Joaquín (funcionan paralelos) y al exceso de área aportante que fue considerada en el proyecto original. Se prevé un colector nuevo por parte de la DOH.	Este sector se dividió en 3 grandes áreas. 1ª. La Zona al oriente de la Av. Las Industrias - La Serena, se sanea a través del colector Acceso Sur a Santiago Tramos II y III. 2ª. La porción al sur de Av. A. Vespucio drena hacia el Colector Santa Rosa - A. Vespucio - Cíctarlo Blest (SAB). 3ª. Santa Rosa entre Av. A. Vespucio (por sur) y el Zanjón de La Aguada (por el norte) se sanea a través del nuevo colector Santa Rosa DOH.
	Canal San Joaquín	Canal aguas lluvias insuficiente para T=2 años. Se le quitará área aportante en función de un nuevo colector proyectado por la DOH.	Se mantiene la situación actual.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCIÓN
TAL Talavera (SISTEMA B.3)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario con capacidad para T=2 años, produciendo pequeños desbordes al inicio del colector, los que pueden escurrir por la calle sin grandes complicaciones.	Se mantiene la situación actual.
OCH Ochagavía (SISTEMA B.3)	Colector $\phi$ 2000	La inexistencia de colectores implica que los límites entre esta área y SRS no sean claros, produciendo trasvases entre una y otra. Colector Unitario con capacidad insuficiente para T=2 años. Sus desbordes se deben al exceso de área aportante. En efecto, llegan hasta este sistema incluso caudales de áreas ubicadas al oriente de Av. Santa Rosa colindantes con el canal Eyzaguirre, en la comuna de Puente Alto.	Se mantiene la infraestructura existente, sin embargo, todo el sector ubicado al sur de la Av. A. Vespuccio se sanea a través del Colector Santa Rosa - A. Vespuccio - Clotario Blest (SAB). De esta forma el nuevo sector Ochagavía (unitario) tiene una seguridad de $2 < T < 5$ años.
<b>TRAMO III</b>			
FPI Francisco Pizarro (SISTEMA B.3)	Colector $\phi$ 1700	Colector Unitario con capacidad suficiente para T=2 años, produciendo pequeños desbordes.	Se mantiene la situación actual.
VAB Valenzuela Llanos (SISTEMA B.3)	Colector $\phi$ 1600	Colector Unitario con capacidad insuficiente para T=2 años.	El área aportante se divide en dos (a la altura de la calle Callejón lo Ovalle). El sector sur se sanea hacia el colector SAB y la porción norte se mantiene con la infraestructura existente, quedando con capacidad para $5 < T < 10$ años.
BZN Buzeta Norte (SISTEMA A.5)	Colector $\phi$ 600	Colector insuficiente para T=2. El área aportante se resulta ser mayor a lo diseñado.	Se costeo el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
VEL Velásquez (Lo Valledor) (SISTEMA B.4)	Colector $\phi$ 700	Colector suficiente para T=2 y T=5 años. Corresponde al colector unitario del sector Lo Valledor (EMOS).	Se mantiene la situación actual. Se costea el reemplazo de la infraestructura existente.
CPS Carretera Panamericana (SISTEMA B.4)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario suficiente solo para T=2 en situación actual. El área aportante se resulta ser mayor a lo diseñado.	Se proyecta el colector FACH (separado de aguas lluvias - nuevo).

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCIÓN
FRN Ferrocarril Norte (SISTEMA A.5)	Colector $\phi$ 600	Colector insuficiente para T=2. El área aportante resulta ser mayor a lo diseñado.	Se costeo el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
CER Cerrillos (SISTEMA B.4)	Colector $\phi$ 650	Colector Unitario con capacidad suficiente para T=2 años, produciendo pequeños desbordes.	Se mantiene la infraestructura actual, pero se desvia parte del área aportante hacia el sistema Lo Errázuriz (RAZ).
CANAL AH (SISTEMA A.6)	CANAL AH	Canal Unitario con capacidad suficiente hasta T=10 años, salvo en el Sub - Sistema Canal AHA, en donde se producen desbordes para T=2 años. Cabe hacer notar que el Canal AH no es más que la descarga de grandes sistemas unitarios que tienen por función el saneamiento de todo el centro de Santiago. Sus sistemas están denominados como Canal AHA, AHB, AHC, AHD, AHE y AHF.	Se mantiene la situación actual. Se costea el reemplazo de la infraestructura existente y adicionalmente el refuerzo del sector Canal AHA.
<b>TRAMO IV</b>			
RAZ Lo Errázuriz (SISTEMA B.4)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario con capacidad hasta T=5 años en situación actual. Gran parte del área se encuentra sin infraestructura de colectores.	Se proyectaron refuerzos de la infraestructura existente considerando el aumento de área aportante (del sistema Cerrillos) y nuevos laterales para sectores sin infraestructura. Se proyectó nuevo colector separado de aguas lluvias.
EDY Villa Robert Kennedy (SISTEMA A.7)	Colector $\phi$ 1200	Colector Unitario insuficiente para T=2 años	Se costeo el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
REJ Las Rejas (SISTEMA A.8)	Colector $\phi$ 900	Colector Unitario insuficiente para T=2 años	Se costeo el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
JAN-RIQ Pajaritos Norte - Riquelme (A.8)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario insuficiente para T=2 años	Se costeo el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.
PAJ El Pajonal (SISTEMA B.7)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario insuficiente para T=2 años	Se costeo el reemplazo y refuerzo de la Red para periodo de retorno T=2 años.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCIÓN
VES Vespucio (SISTEMA B.7)	Colector $\phi$ 1400	Colector Separado de aguas lluvias sólo suficiente para T=2, con pequeños desbordes en los tramos iniciales del colector.	Se mantiene la situación actual.
CFN Camino La Farfana Norte. (SISTEMA A.9)	Sin colectores.	Sector que carece de infraestructura de aguas lluvias. Es colindante al puente con la Av. A. Vespucio, la cual se comporta como dique, dejando terrenos inundados por esta razón.	Se proyectó un nuevo sistema de colección de aguas lluvias.
MALL Colector Mall Plaza Oeste - Maipú. (SISTEMA A.9)	Colector $\phi$ 800	Colector separado construido exclusivamente para la evacuación de las aguas lluvias del centro comercial. Tiene capacidad suficiente para T= 10 años.	Se mantiene la situación actual.
BUE Bueros, FAR Farfana (SISTEMA B.5)	Colector $\phi$ 800	Colector Unitario insuficiente para T=2.	Se proyectó el reemplazo de los respectivos laterales para un sistema separado de aguas lluvias.
FRE Freire (SISTEMA B.5)	Colector $\phi$ 800	Colector Unitario con capacidad suficiente para T=2 y T=5 años. Constituye una pequeña área que si bien drena naturalmente hacia el Zanjón sin complicaciones, tiene un alto índice de riesgo frente a desbordes del Zanjón mismo.	Se mantiene la situación actual.
RIN Rinconada (SISTEMA B.5)	Colector $\phi$ 1200	Colector Unitario insuficiente para T=2. Si bien actualmente descarga sus aguas directamente al río Mapocho, en la situación con proyecto, entregará al Zanjón de La Aguada.	Para esta área se proyectó el colector 3 Poniente con sus respectivos laterales (descarga al Zanjón de La Aguada). Adicionalmente se mantiene un sector unitario en donde se proyectó el colector Nuevo Rinconada.
AST Agua Santa (SISTEMA B.5)	Colector $\phi$ 1200	Colector Separado de aguas lluvias con capacidad suficiente para T=2 y T=5 años. Los excesos de aguas por las calles se deben a la falta de colectores y a la poca factibilidad de que dicho aporte llegue al colector. Descarga sus aguas directamente al río Mapocho.	Se mantiene la situación actual del colector Agua Santa y se refuerza el sector proyectando el sistema separado 4 Poniente.

Tabla 7.5 : Resumen Diagnóstico y Soluciones Zona Sur

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Quebrada Las Vizcachas	Acueducto Las Vizcachas	Tramo de 105 m al inicio y tramo final de 140 m insuficientes para T=5 años.	Se refuerza el acueducto Las Vizcachas con un colector que se extiende por calle 3 de Septiembre hasta descargar al Río Maipo, con lo que se incrementa la capacidad del acueducto para T= 10 años.
Casas Viejas	Av. 27 de Septiembre y calles El Volcán, El Mirador y Brisas del Maipo	Area sin colectores de aguas lluvias, el agua llega a canal Eyzaguire y río Maipo a través de las calles.	La evacuación de las vías de escurrimiento se hace a través de los siguientes colectores: Colector 27 de Septiembre, que se desarrolla por la Avenida 27 de Septiembre, desde la calle El Mirador hasta descargar en el Acueducto Quebrada Las Vizcachas. Colector El Volcán que se desarrolla por la calle El Volcán y la calle Hnos. Carrera hasta cruzar el canal Eyzaguire para luego dirigirse hacia el Sur y descargar al río Maipo.
Noruega	Colector principal de aguas lluvias por calle Noruega con diámetros de 500 y 600 mm	Colector insuficiente en toda su extensión, para T=2 años.	Colector El Mirador: su trazado se desarrolla por calle El Mirador, partiendo en la esquina con Manuel Rodríguez hasta descargar al Río Maipo. Esta infraestructura es suficiente para T= 2 años.
Ejército Libertador	Colector principal de aguas lluvias por calle Ejército Libertador con $\phi$ 1000 entre S.Menadier y San Pedro, $\phi$ 1200 entre San Pedro y Costanera y $\phi$ 1000 en la descarga.	Colector insuficiente en casi toda su extensión para T=2 años.	La solución es reforzar el colector Noruega mediante un colector paralelo al existente, en los tramos que sean insuficientes. La solución planteada permite ampliar la infraestructura para T=2 años. La solución es reforzar el colector Ejército Libertador mediante un colector paralelo al existente, en los tramos que sean insuficientes. La solución planteada permite ampliar la infraestructura para T=2 años.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Concha y Toro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colector Nonato Coo (350 a 700 mm) con descarga a canal San José sellada.</li> <li>Collectores Tocornal (600 mm) y Agustín Millaray (400 a 600 mm) con descarga a canal Tocornal.</li> <li>Escurrimiento superficial por Av. Concha y Toro, calle Ernesto Alvear y Av. Domingo Tocornal.</li> </ul>	Collectores existentes con capacidad insuficiente para T=2 años, además la descarga a canal San José está sellada. Escurrimiento superficial de importancia con apozamiento, especialmente en sector de Av. Concha y Toro con J. M. Irazábal y en calle Ernesto Alvear.	La solución planteada para este sistema, se subsana con el macro proyecto realizado por CONIC-BF, el cual contempla la implementación de nuevos colectores, tales como "El colector Básico Concha y Toro" y sus ramales Colectores Maestro Palomo, Angel Pimentel, Las Nieves Oriente, San Carlos, Domingo Tocornal y J.M.Irazábal. Este macro proyecto incluye al colector Interceptor Puento Alto, el cual intercepta las aguas lluvias provenientes de los colectores básicos. El interceptor Puento Alto es suficiente para T=10 años, colectores básicos para T=5 Años y recolectores para t= 2 años.
Las Cabras	Av. Santa Rosa y calles Sargento Menadier, 9 de Agosto, Quitalmahue, Juanita y Cuatro Oriente.	Area sin colectores de aguas lluvias, el agua escurre por las calles del sector, apozándose en algunos puntos, especialmente en sectores de nuevas urbanizaciones, para descargar al río Maipo hasta donde llega principalmente por calle Santa Rosa.	Se materializa la infraestructura a través de los colectores que van por las calles Cuatro Oriente, Juanita, Quitalmahue y Santa Rosa; todos ellos descargando al Río Maipo. Todos estos colectores son suficientes para T= 2 años.
El Olivar	Calle El Olivar.	Area sin colectores de aguas lluvias, el agua escurre por las calles apozándose en algunos puntos, especialmente en calle El Olivar con Los Granados. Calle El Olivar ve excedida su capacidad para T=2 años.	Esta área aportante está considerada en el Proyecto del Interceptor Puento Alto (Sub área IPA 30), la que escurre en dirección hacia el Interceptor Puento Alto.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Gran Avenida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colector Lo Martínez entre Los Morros y Gran Avenida con <math>\phi</math> 1200 mm</li> <li>Colector Gran Avenida entre calle Claudio Arrau y canal Espejo, con <math>\phi</math> 1400, 2000 y 2400 mm</li> <li>Escurrimiento superficial de importancia por calle Lo Martínez.</li> </ul>	Colector Lo Martínez insuficiente en dos tramos para T= 2 años e insuficiente en casi toda su extensión para T=5 años. Colector Gran Avenida insuficiente en último tramo para T=5 años. Calle Lo Martínez insuficiente para T= 2 años.	La solución es mediante un alargue del Colector Lo Martínez en una extensión de 3 km. Aprox. a partir desde calle Los Morros hacia el Oriente; y el refuerzo a través de un colector paralelo al existente hasta el punto de descarga en el colector Gran Avenida. En relación al colector Gran Avenida, la solución es prolongar el colector desde la Calle Claudio Arrau hasta la calle El Observatorio. Se refuerza además el Colector Gran Avenida en toda su extensión. Lo anterior proporciona una infraestructura suficiente para T=2 años, y 5 años para la Descarga del Colector Gran Avenida. El Colector Observatorio se alarga hasta la calle Santa Gabriela aprox.
Ochagavía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Collectores de aguas lluvias con descargas independientes al canal Ochagavía:</li> <li>Colector por calle Calderón de la Barca (<math>\phi</math> 300 a 600 mm)</li> <li>Colector por calle Bartolomé Díaz (<math>\phi</math> 400 a 700 mm).</li> <li>Colector por calle Santa Marta (<math>\phi</math> 500 a 1000 mm).</li> </ul>	Collectores completamente insuficientes para T=2 años, a excepción de los dos últimos tramos del colector Santa Marta, que son insuficientes para T=5 años.	Se refuerzan los colectores Calderón de la Barca y Bartolomé Díaz en toda su extensión, a través de un colector paralelo a los existentes. El colector nuevo Balmaceda ayuda a descongestionar al colector Santa Marta, a través de la intercepción de las Aguas Lluvias que escurren al Colector Santa Marta, quedando su capacidad de porteo finalmente suficiente para T=2 y 5 años.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Nos Oriente	Area sin colectores de aguas lluvias. Ecurrimiento superficial principal por calles 5 Pinos y Av. Portales, donde existe un gran sumidero que se conecta a canal Espejo.	El agua escurre superficialmente pues no hay colectores de aguas lluvias, pero si un gran sumidero en Av. Portales Oriente con calle 5 Pinos que permite evacuar las aguas lluvias del sector hacia el canal Espejo. El sector al poniente de Av. Portales presenta menos urbanizaciones, las que cuentan con red menor de aguas lluvias para los loteos, no presentando problemas. El agua escurre superficialmente de oriente a poniente por las calles de las poblaciones existentes. Este sector no presenta mayores problemas de anegamiento, dado que las aguas lluvias son interceptadas, de Sur a Norte, por los canales San Agustín y Canal Calerano, además de una serie de canales de regadío que cruzan la Ruta 5 Sur. Dadas las nuevas urbanizaciones existentes en el sector, se han construido una serie de Obras de Artes, los cuales descargan las aguas lluvias hacia el poniente de la Ruta 5 Sur, a sectores entazos y agrícolas, no provocando mayores problemas.	Las aguas lluvias descargan al Canal Espejo, siendo el primer punto de inyección de éste. A pesar de no registrarse mayores problemas de inundación, se ha mejorado la capacidad del Canal Espejo, a través de un mejoramiento de su sección. Lo anterior es suficiente para T= 10 años.
Nos Poniente	Calletera oriente de la Ruta 5 Sur	El agua escurre superficialmente de oriente a poniente por las calles de las poblaciones existentes. Este sector no presenta mayores problemas de anegamiento, dado que las aguas lluvias son interceptadas, de Sur a Norte, por los canales San Agustín y Canal Calerano, además de una serie de canales de regadío que cruzan la Ruta 5 Sur. Dadas las nuevas urbanizaciones existentes en el sector, se han construido una serie de Obras de Artes, los cuales descargan las aguas lluvias hacia el poniente de la Ruta 5 Sur, a sectores entazos y agrícolas, no provocando mayores problemas.	Esta área no presenta problemas de inundación. Las nuevas urbanizaciones han construido Obras de Arte con capacidad suficiente para evacuar las Aguas Lluvias para periodos de retorno hasta de 10 años. Los canales existentes Calerano y San Agustín ayudan a evacuar las aguas lluvias sin producir mayores problemas aguas abajo.
Espejo	Ecurrimiento superficial por calles. Las principales vías de escurrimiento son: calle Bernardo Urrutia, Madrid Osoño, Eyzaguirre, Av. Colón, Av. América y Freire.	Area sin colectores de aguas lluvias. El agua escurre por las calles principales, apozándose en algunos puntos, especialmente en Av. América, en Madrid Osoño con Eyzaguirre y en el paso bajo nivel Balmaceda en la intersección con Freire. Lo anterior es insuficiente, para periodos de retorno T=2 años.	La solución contempla los colectores nuevos Maestranza, América, Colón, Freire, que permiten sanear las avenidas que llevan su misma denominación. Se refuerza el Colector Yungay en sus dos últimos tramos, mejorando la capacidad para periodos de retorno de 2 años.
Ruta 5 Sur	El escurrimiento principal desarrolla superficialmente por la calletera de la Ruta 5, en dirección sur a norte.	Esta área no cuenta con infraestructura de aguas lluvias, por lo que el agua llega de oriente a poniente hasta la calletera, donde se ve represada por la Ruta 5 Sur, presentándose algunos puntos con anegamiento, especialmente el paso de Av. Colón, Verbas Buenas y Los Pinos. Lo anterior desde periodos de retorno T=2 años y menos	Se proyecta el colector denominado Ruta 5 sur con una extensión de 2 km. Aproximadamente, y que se extiende paralelo a la Ruta 5 Sur, hasta descargar al Canal Espejo. El Mejoramiento de la capacidad de porteo del Canal Espejo mejoran aún más la vida útil del colector, siendo suficiente para T=2 años.
Las Acacias	Ecurrimiento superficial por calles Las Acacias y Sta. Josefina. Ecurrimiento superficial por calles Las Acacias, Puerta Sur y Chena.	La calle Las Acacias tiene capacidad para conducir las aguas lluvias para la situación futura hasta T=10 años, pero sólo del sector Las Acacias. El colector existente Las Acacias permite evacuar las aguas lluvias que escurren desde el Oriente al Poniente, siendo insuficiente para periodos de retorno de 2 años.	La solución es el colector Las Acacias II que permite evacuar las aguas lluvias provenientes de la sub-área tributaria Puerta Sur, evacuando hacia el Canal Espejo. Respecto de Las Acacias, se refuerza dicho colector en todos los tramos que son insuficientes, principalmente en su descarga. Lo anterior es suficiente para T= 2 años.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Santa Margarita	Ecurrimiento superficial por las calles de este sector que corresponde a un barrio industrial.	Este sector no presenta mayores problemas, aún cuando no cuenta con infraestructura de aguas lluvias.  El cruce Lo Espejo, ubicado en el límite de este sector, que es claramente un punto de problema, se ha incluido dentro de la zona centro porque el drenaje es hacia dicha zona. La causa principal de los anegamientos en este punto son los desbordes del canal Cisternas que por su parte recibe aportes excesivos de áreas sin saneamiento en la zona sur de Ochagavía las que se consideran como áreas por sanear	Este sector no presenta mayores problemas de aguas lluvias.
El Abrazo - Ciudad Satélite	Ecurrimiento superficial por: Av. 4 Poniente hasta Camino a Melipilla, Av. Parque Central, hasta Camino a Melipilla.	Area sin colectores de aguas lluvias, hay algunos sumideros conectados a red de aguas servidas. Capacidad de la calle principal de escurrimiento se ve excedida para T=2 años.	La solución corresponde a un colector que va por el costado oriente del Camino a Melipilla, en dirección Norte-Sur, hasta el final del límite del área de estudio, para luego cruzar y dirigirse al poniente para descargar al río Mapocho. Lo anterior es suficiente para un período de retorno de 2 años.
Silva Carvallo	Ecurrimiento superficial por Silva Carvallo, Nueva San Martín y otras calles menores de las urbanizaciones existentes.	Area sin colectores de aguas lluvias, el agua escurre por las calles de las urbanizaciones hacia el sur poniente hasta encontrarse con el canal Santa Marta y descargar en él a través de sumideros conectados directamente en algunos puntos. Lo anterior es válido para periodos de retorno desde T=2 años.	La solución para este sistema es el mejoramiento del canal receptor (Santa Marta) donde las aguas lluvias escurren superficialmente y descargan al canal. El mejoramiento es suficiente hasta para periodos de retorno de 10 años.
Los Bosquinos	Ecurrimiento superficial por las calles de las urbanizaciones existentes, como Av. 4 Poniente y calle Gabriel González Videla.	Area sin colectores de aguas lluvias, el agua escurre superficialmente de oriente a poniente llegando a los sectores agrícolas que aún quedan sin urbanizar, por lo que no se presentan problemas de anegamiento.	La solución contempla un colector por Gabriel González Videla, desde Av. Cuatro Poniente hasta el Camino del fundo El Bosque, para continuar por dicho camino hasta descargar al río Mapocho. Lo anterior es suficiente para T= 2 años.
Santa Marta	Ecurrimiento superficial por las calles Sta. Marta, Cerro Sombrero, Los yacimientos, Lo espejo.	Area sin colectores de aguas lluvias, el agua escurre superficialmente de oriente a poniente, canalizándose a través de los Canales Santa Marta, Canal Lo Espejo y Ramal Espejo.	La solución para esta área contempla el mejoramiento del Canal Santa Marta, el cual intercepta las aguas lluvias que escurren por calle Los Yacimientos, Cerro Sombrero, Sta. Marta. Las aguas que llegan hacia el Camino de Melipilla se evacúan a través del Ramal Espejo. Las secciones de ambos canales son suficientes para un período de retorno de 10 años.
Chena	Ecurrimiento superficial de Oriente a Poniente, por terrenos agrícolas y terrenos entazos.	Esta área no cuenta con infraestructura de aguas lluvias. El agua superficial que escurre por los sectores agrícolas, gran parte de ella se infiltra o se evapora, no produciéndose mayores problemas de anegamiento.	Esta área no presenta problemas de anegamiento, dado las altas pendientes del terreno. Las aguas lluvias se infiltran y/o evaporan en sectores entazos y agrícolas.

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Los Morros	Escorrentamiento superficial por las calles del sector, descargando sus aguas principalmente al Río Maipo.	Este sector no presenta mayores problemas de anegamiento, debido a que su alta pendiente de terreno permite una rápida evacuación de sus aguas lluvias.	Esta área no presenta problemas de anegamiento.

### 7.3 Costos de Inversión

En el acápite VII.1.4 del Informe Final se presentaron los criterios para la estimación de los presupuestos de inversión, lo que incluye criterios para el cálculo de las cubicaciones, de los precios unitarios y de los gastos generales e imprevistos. A estos criterios del acápite VII.1.4 se les dio posteriormente un mayor grado de precisión, considerando un porcentaje variable de entre 0 y 20% del costo por concepto de interferencias, y no un valor constante de 10% como se consideró preliminarmente.

Los presupuestos se componen de los costos directos, que incluyen los valores de materiales, mano de obra y equipos y de los costos indirectos, agrupados de la siguiente forma :

- Gastos Generales, Utilidad, Imprevistos del Contratista y Contingencias : 50% del costo directo.
- Ingeniería, Inspección y Administración de las Obras : 10% del costo directo.

Al costo total neto así determinado, se le ha agregado el impuesto al valor agregado IVA equivalente a un 18%.

Los presupuestos de obras se basan en precios vigentes a Diciembre de 1999 y se expresan en pesos.

El Índice de Precios de la Cámara Chilena de Construcción (C.Ch.C.) a esa fecha es 2.245,96 mientras que el IPC es 102,31.

En el presente acápite se presenta un resumen de costos por zona, que aparecen en las tablas 7.7 a 7.10.

Para hacer la conversión a US\$, se han actualizado los precios en pesos a Febrero 2001, en que el Índice C.Ch.C. es 2.335,57 y el dólar observado es 1 US\$ = \$ 563,13.

Tabla 7.7 : Resumen de Costos – Zona Norte - Estero Las Cruces

PROYECTO	Costo Parcial	Costo Total	
	Mill (\$)	Mill (\$)	Mill (US\$)
Cauces Receptores Principales			
• Mejoramiento Estero Las Cruces y Canal conexión Estero las Cruces – E. Colina	9.115		
• Mejoramiento Canal Huechuraba y Construcción Canal Huechuraba 2	2.638		
• Mejoramiento Canal El Carmen y Canal Los Choros	4.744	16.497	30,5
Mejoramiento de Cauces y Canales Nuevos			
• Sistema NC-3 (Chicureo)	4.033		
• Sistema NC-4	4.971		
• Sistema NC-5	3.610	12.614	23,3
Nuevos Colectores			
• Sistema NC-1	8.677		
• Sistema NC-4	1.019		
• Sistema NC-5	11.505	21.201	39,2
Refuerzo de Colectores			
• Sistema NC-2	436		
• Sistema NC-5	2.396	2.832	5,2
<b>TOTAL ZONA NORTE ESTERO LAS CRUCES</b>		<b>53.144</b>	<b>98,2</b>
Valorización Proyectos ZUDC			
• Sistema NC-3 (Chicureo)		8.170	15,1

Tabla 7.8 : Resumen de Costos Zona Norte - Mapocho

PROYECTO	Costo Parcial	Costo Total	
	Mill (\$)	Mill (\$)	Mill (US\$)
Cauces Receptores Principales			
• Canal San Carlos	871		
• Canal Derivado Ortuzano	1.415		
• Canal Río Viejo	338	2.665	4,9
Mejoramiento de Cauces y Canales Nuevos			
• Sistema NM-1	1.815		
• Sistema NM-6	116		
• Sistema NM-7.3	154		
• Sistema NM-7.4	547	2.632	4,9
Nuevos Colectores			
• Sistema NM-1	11.796		
• Sistema NM-2	1.024		
• Sistema NM-4	471		
• Sistema NM-5	212		
• Sistema NM-6	1.881		
• Sistema NM-7.1	176		
• Sistema NM-7.2	1.568		
• Sistema NM-7.3	9.090		
• Sistema NM-7.4	618	26.519	49,0
Refuerzo de Colectores			
• Sistema NM-1	1.778		
• Sistema NM-2	150		
• Sistema NM-4	844		
• Sistema NM-7.1	749		
• Sistema NM-7.3	1.744	5.265	9,7
Reemplazo Red Unitaria Insuficiente			
• Sistema NM-2	11.501		
• Sistema NM-7.1	992	12.493	23,1
<b>TOTAL ZONA NORTE MAPOCHO</b>		<b>49.891</b>	<b>92,1</b>

Tabla 7.9 : Resumen de Costos – Zona Centro

PROYECTO	Costo Parcial	Costo Total	
	Mill (\$)	Mill (\$)	Mill (US\$)
<b>Nuevos Colectores</b>			
• Sistema A.1	21.777		
• Sistema A.2	2.356		
• Sistema A.7	4.483		
• Sistema A.9	3.177	31.793	58,7
• Sistema B.1	17.348		
• Sistema B.2	34.957		
• Sistema B.3	31.185		
• Sistema B.4	7.221		
• Sistema B.5	10.997	101.708	187,8
<b>Refuerzo Colectores</b>			
• Sistema B.1	1.189	1.189	2,2
<b>Reemplazo Red Unitaria con Problemas</b>			
• Sistema A.4	4.564		
• Sistema A.5	405		
• Sistema A.6	2.684		
• Sistema A.8	2.594		
• Sistema B.7	616	10.863	20,1
<b>TOTAL ZONA CENTRO</b>		<b>145.553</b>	<b>268,8</b>
Reemplazo Red Unitaria Sin Problemas		61.395	113,4

Tabla 7.10 : Resumen de Costos – Zona Sur

PROYECTO	Costo Parcial	Costo Total	
	Mill (\$)	Mill (\$)	Mill (US\$)
<b>Cauces Receptores Principales</b>			
• Canal Ochagavía	1.191		
• Canal Espejo	4.015		
• Canal Ramal Espejo	864		
• Canal Santa Marta	3.125	9.195	17,0
<b>Nuevos Colectores</b>			
• Sistema SMAI-1	574		
• Sistema SMAI-2	52.210		
• Sistema SMAI-3	4.662		
• Sistema SMAP-1	15.739		
• Sistema SMAP-2	4.760		
• Sistema SMAP-3	710	78.655	145,2
<b>Refuerzos Colectores</b>			
• Sistema SMAI-1	64		
• Sistema SMAI-2	1.384		
• Sistema SMAP-2	1.266	2.714	5,0
<b>TOTAL ZONA SUR</b>		<b>90.564</b>	<b>167,2</b>

#### 7.4 Proposiciones del Plan Maestro para el Manejo Integral de las Aguas Lluvias

##### 7.4.1 Criterios generales

El problema de las inundaciones en las ciudades de Chile es más amplio que el de la simple evacuación de aguas lluvias que precipitan en los suelos urbanos. De hecho las inundaciones pueden tener diferentes causas, muchas de las cuales no aparecen directamente conectadas con las aguas lluvias que precipitan en el lugar inundado. Entre ellas cabe citar las siguientes:

- Desborde de cauces naturales que atraviesan sectores urbanos durante las crecidas
- Elevación del nivel de la napa sobre la superficie del suelo
- Desbordos de cauces artificiales, como canales de riego o colectores de todo tipo, que ven superada su capacidad
- Acumulación de aguas lluvias en zonas bajas con drenaje insuficiente
- Zonas en las cuales se interrumpe el drenaje natural

En muchas ciudades, las inundaciones no se deben a una sola causa específica sino a la combinación de varias de ellas, o coexisten sectores con diferentes tipos de problemas.

El manejo integral de las aguas lluvias, tanto en cantidad como en calidad, es algo relativamente nuevo. Hasta hace algún tiempo, la meta principal era evacuar rápidamente las aguas lluvias de las calles y conducir las al cauce natural más cercano. En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y de manejo del recurso hídrico.

El enfoque moderno de un Plan Maestro de Aguas Lluvias debe considerar tres objetivos fundamentales :

- a) Control de crecidas: el objetivo es proyectar las instalaciones que provean el adecuado almacenamiento y transporte de los caudales máximos y de los volúmenes de escorrentía a medida que la tormenta va ocurriendo
- b) Control de la calidad del agua: el objetivo es proveer sistemas a nivel zonal que sean capaces de sanear la primera escorrentía o reducir las cargas de contaminantes al máximo dentro de lo practicable.
- c) Manejo del ecosistema: el objetivo es desarrollar un sistema regional que proteja el paisaje y que permita el aprovechamiento del recurso hídrico.

Según la definición del alcance del trabajo, el presente Plan Maestro sólo considera el primer objetivo ya que ha sido explícitamente definido como Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias. Sin embargo, en el planteamiento de soluciones, el Consultor ha tenido en cuenta los objetivos segundo y tercero de modo que éstas, en ningún caso, perjudiquen o sean contradictorias con el logro de dichos objetivos

Las acciones que se desarrollen para enfrentar los problemas de drenaje de aguas lluvias en los sectores urbanos requieren una gran coherencia y continuidad debido a la intervención de múltiples agentes y a la interacción que presentan las acciones que se pueden plantear. El propio escurrimiento de las aguas sobre la superficie urbana hace que en cada sector se sufran las consecuencias de lo que ocurre aguas arriba y genere, a su vez, obligaciones y efectos hacia aguas abajo. Parece importante, entonces, establecer ciertas normas mínimas para compatibilizar los diferentes desarrollos dentro de un esquema general coherente.

Las soluciones planteadas en el acápite 7.2 son una parte del Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago, el cual incluye las siguientes proposiciones:

- Medidas de mitigación de caudales : dado que sólo una parte del agua que precipita se transforma en escorrentía superficial, un objetivo esencial del Plan Maestro es definir las medidas que tiendan a disminuir el caudal que escurre, ya que ésta es una variable fundamental en el diseño de las conducciones (ver 7.3.2).
- Mejoramiento de la red de drenaje natural : el estudio del Plan Maestro definió todos los cauces naturales que forman parte de la red primaria de aguas lluvias, algunos de los cuales requieren de mejoramiento para incrementar su capacidad de conducción hidráulica (ver 7.3.3).

- Mejoramiento de la infraestructura de aguas lluvias : las medidas de atenuación de caudales máximos son insuficientes por sí solas para resolver los problemas de inundaciones. Es fundamental mejorar la infraestructura de aguas lluvias, con un conjunto de obras como las definidas en 7.2.
- Medidas de carácter no estructural : las proposiciones anteriores están directamente relacionadas con la construcción de obras, cuyo propósito es mejorar el almacenamiento de aguas lluvias y su evacuación a los cauces receptores. Estas proposiciones deben ser complementados con medidas de carácter no estructural, las cuales consideran aspectos institucionales, reglamentarios y de participación de la comunidad (ver 7.3.5).

#### 7.4.2 Medidas de mitigación de caudales

La primera proposición del Plan Maestro se refiere a la mitigación de los caudales provocados por las precipitaciones.

Con este objeto, se explica brevemente los fundamentos del ciclo hidrológico y luego se proponen medidas de carácter regional y local.

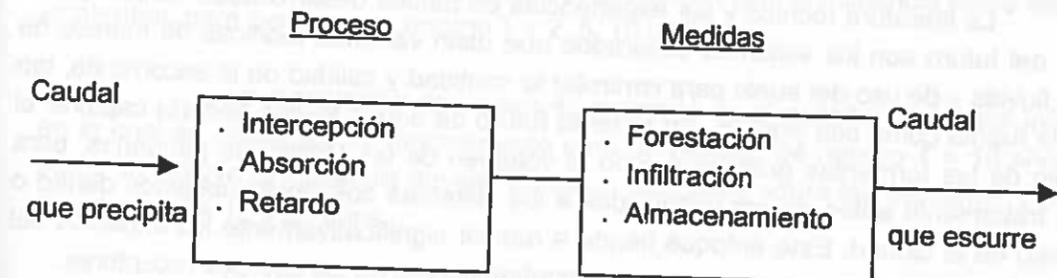
##### a) Ciclo Hidrológico

Al considerar una lluvia relativamente intensa que se mantenga constante en el tiempo, pueden observarse los siguientes hechos. En un primer momento, la lluvia que cae es interceptada por la vegetación, techos y otras superficies o bien, almacenada temporalmente en depresiones y pozas, lo que se denomina interceptación. Esta interceptación puede ser significativa al principio de la lluvia; sin embargo la capacidad de almacenamiento de las superficies interceptoras es baja, de manera que el volumen disponible se llena rápidamente y sólo disminuye por efectos de la evaporación, fenómeno de poca importancia durante una lluvia. Al continuar la lluvia, la superficie del suelo se cubre de una delgada película de agua, llamada volumen en detención superficial, y se inicia un flujo hacia sectores más bajos que hacen el papel de canales superficiales. Este volumen de agua en detención superficial puede, en parte, introducirse en el suelo y aumentar la humedad de la zona no saturada o bien infiltrarse hacia las zonas saturadas del suelo. En la mayoría de las tormentas de baja intensidad, el déficit de humedad del suelo se satisface antes de que se aprecie un escurrimiento superficial notorio. El agua que se ha infiltrado en el suelo y que no permanece como humedad del suelo, continúa su camino hacia el cauce que drena la superficie como flujo sub-superficial o bien percola e incrementa los acuíferos subterráneos.

El agua que escurre superficialmente es poca inicialmente, pero va aumentando y puede incrementarse con el aporte sub-superficial y subterráneo en proporciones significativas, dependiendo del caso.

De los conceptos presentados anteriormente, se deduce claramente que sólo una parte del agua que precipita se transforma en escorrentía superficial. En consecuencia, un objetivo esencial de un Plan Maestro es definir las medidas que tiendan a disminuir el caudal que escurre ya que ésta es una variable fundamental en el diseño de las conducciones (canales y/o colectores) ubicadas aguas abajo, las cuales descargan en el cuerpo receptor.

Lo anterior puede esquematizarse en el siguiente diagrama de flujo :



##### b) Medidas de carácter regional

Una consecuencia fundamental de la explicación del ciclo hidrológico es que sólo una parte del agua que precipita se transforma en escorrentía superficial. Esto significa que las medidas que proponga un Plan Maestro deben estar dirigidas, en primer término, a disminuir el caudal que es necesario transportar a los cuerpos receptores. Las medidas pueden ser de carácter regional ( abarcando una amplia zona) o de carácter local. En el presente acápite se analizan medidas que involucran a una zona o parte de ella.

Dadas las características de la ciudad de Santiago, la cual se encuentra rodeada de cerros en sus límites norte y oriente, la superficie de las cuencas aportantes externas es de gran magnitud.

En el plano "Cuencas Aportantes al Gran Santiago" aparecen identificados los límites de estas 9 cuencas, las cuales se indican también en el texto del Capítulo 1. Dado que sólo las 7 primeras están incluidas dentro del área del estudio, el análisis sólo se refiere a ellas. Sin embargo, para efectos del Plan Maestro, las VIII y IX están consideradas en lo

que a su interacción hidráulica con el área del estudio se refiere. Recientemente se ha iniciado el Plan Maestro de la Provincia de Chacabuco, que incluye las cuencas VIII y IX.

A nivel regional, la disminución del caudal de escorrentía requiere materializar medidas que tiendan a incrementar la interceptación (forestación) y el retardo (almacenamiento), lo cual implica una intervención en el uso del suelo y la materialización de obras de regulación.

Las proposiciones relativas a forestación y uso del suelo se describen en el capítulo 8 del Resumen Ejecutivo.

c) Medidas de carácter local

La literatura técnica y las experiencias en países desarrollados señala que la tendencia del futuro son los sistemas separados que usan variadas técnicas de manejo de las aguas lluvias y de uso del suelo para controlar la cantidad y calidad de la escorrentía, tan cerca de la fuente como sea posible. Un sistema futuro de aguas lluvias debería capturar el primer flujo de las tormentas grandes o todo el volumen de las tormentas pequeñas, para recibir un tratamiento antes de ser conducidas a los sistemas colectores ubicados dentro o aguas abajo de la ciudad. Este enfoque tiende a reducir significativamente los impactos del incremento de escorrentía y de la presencia de contaminantes en los cuerpos receptores.

Las medidas de carácter local se refieren exclusivamente a obras y acciones destinadas a enfrentar problemas generados por aguas lluvias que precipitan sobre el mismo lugar urbano de interés. Las obras que se proponen tienden a contribuir a la solución de los problemas generados por las aguas lluvias como soluciones alternativas y complementarias (conocidas como Técnicas Alternativas) a las redes de colectores y de drenaje natural, de manera de colaborar en la solución de los problemas generados por las aguas lluvias mediante la disposición local de los excesos en el mismo sector en que ellos se producen. En el ambiente técnico, este esquema se conoce como de control en la fuente. Los mecanismos de solución son la infiltración y el almacenamiento temporal. Estas medidas aparecen descritas en el capítulo 10.3.

7.4.3 Mejoramiento de la red de drenaje natural

El estudio del Plan Maestro definió todos los cauces naturales que forman parte de la red primaria de aguas lluvias. Algunos de ellos requieren un mejoramiento de modo de incrementar su capacidad de conducción hidráulica.

En los siguientes párrafos se presenta, en forma resumida, los cauces naturales que forman parte de la red primaria de aguas lluvias.

a) Estero Las Cruces

El saneamiento de la Zona Norte Las Cruces implica necesariamente el mejoramiento del cauce receptor que es precisamente el estero Las Cruces. Las obras involucran una regularización de su pendiente y una ampliación de su sección, de modo de aumentar significativamente su capacidad de porteo.

Las características del estero Las Cruces en términos de topografía se presentaron en el acápite IV.5.8 del Informe Final, mientras que su diagnóstico se presentó en el acápite VI.4.7 del Informe Final, incluyéndose en éste la influencia sobre las descargas existentes, para períodos de retorno  $T = 2, 5, 10$  y  $25$  años.

La modelación del estero se presentó en el acápite VII.2.6 del Informe Final, en la cual se consideró su mejoramiento para un período de retorno  $T = 10$  años. En este punto se incluye la influencia del eje hidráulico del estero sobre las descargas para períodos de retorno  $T = 10$  y  $25$  años.

De acuerdo a la modelación realizada, las secciones mejoradas del estero se indican en el cuadro siguiente, para  $T = 10$  años :

Tramo	Q (m <sup>3</sup> /s)	Ancho basal (m)	H (m)	T (m/m)	L (m)
Puente Verde - Ruta 5N	48	4,5 - 7	2,2 - 3	0,0031	1.755
Ruta 5N - FFCC	63	7 - 8	2,2	0,0033	1.550
FFCC - Canal San Luis	90-150(*)	8 - 11	3,0 - 3,7	0,0014	7.012
Canal San Luis - Estero Colina	102	8 - 11	3 - 3,7	0,0017	5.470

(\*) : Caudal variable debido a la presencia de diversas descargas y del canal conexión Las Cruces-Colina, que extrae del estero un caudal de 52 m<sup>3</sup>/s.

El estero Las Cruces descarga sus aguas en el estero Colina, de modo que el eje hidráulico de éste tiene influencia en el eje hidráulico de aquel. Cabe señalar que el mejoramiento del cauce del estero Colina será abordado en el estudio del Plan Maestro de la provincia de Chacabuco. De los cálculos realizados, se concluye que las secciones de mejoramiento del estero Las Cruces son factibles en la medida que el mejoramiento del estero Colina se diseñe sobre la base de no peraltar su eje hidráulico en más de 50 cm.

b) Río Mapocho

Es el cauce receptor de la zona Norte Río Mapocho, la cual involucra una superficie urbana de 222 km<sup>2</sup>.

Las características del río Mapocho, en cuanto a su topografía, singularidades, descargas, caudales y eje hidráulico fue desarrollado en el acápite IV.5.3 del Informe Final. Posteriormente, en el acápite VI.5.1 se completó el diagnóstico en cuanto a desbordes y a influencia del eje hidráulico en las descargas de colectores.

La capacidad de porteo del cauce actual del río Mapocho es variable a lo largo de su trazado. Hay tramos suficientes para periodo de retorno T=100 años y otros para sólo T=2 años, como son el puente Bulnes y la zona cercana a Avda. Américo Vespucio Poniente.

En el acápite VI.5.1 del Informe Final se presentó un análisis particular de cada colector que descarga en el río Mapocho, indicando hasta donde se extiende la influencia del eje hidráulico del río en crecida. Cabe hacer notar que existen algunos casos particulares, como es el caso del colector Domingo Santa María, en que la influencia del eje hidráulico para T=5 años afecta hasta la 9ª. Cámara (950 m) y el colector Quinta Normal, en que se extiende hasta la 5ª. Cámara (820 m).

c) Zanjón de la Aguada

Es el cauce receptor de la Zona Centro, que cubre una superficie de 302 km<sup>2</sup>.

En el acápite IV.5.2 del Informe Final se presentaron las características del Zanjón en términos de topografía, singularidades, tramo abovedado, secciones de mejoramiento y caudales esperados. A modo de resumen, se presentó la siguiente tabla de capacidad:

Tabla 7.5 : Resumen Capacidad Zanjón de La Aguada

Tramo		Capacidad Actual	Observación
Canal Las Perdices (km. 0,0)	Av. Tobalaba (km 1,739)	Desbordes Aislados para 10 < T < 100	Tramo en sección natural
Av. Tobalaba (km 1,739)	Av. La Florida (km 2,980)	Revestimiento concluido	Tramo Revestido para Q=114 m <sup>3</sup> /s (T=100 años)
Km 5,6	Calle Exequiel Fernández (km 6,7)	Desbordes Generalizados hacia ambas riberas para 10 < T < 100. Desbordes puntuales para T = 2.	Tramo Revestido para Q=131 m <sup>3</sup> /s (T=100 años)
Calle Exequiel Fernández (km 6,7)	Km 7,7	Desbordes Aislados para T > 10	Tramo Revestido para Q=131 m <sup>3</sup> /s (T=100 años)
Km 7,7	Km 10,3 (Entrada Bóveda)	Desbordes Generalizados para T > 2	Tramo Revestido para Q=131 m <sup>3</sup> /s (T=100 años)
Bóveda		Capacidad Aproximada para T = 2	Sin Estudio de Mejoramiento
Km 13,5 (Salida Bóveda)	Km 17,3 (100 m aguas arriba Pte. Lo Errázuriz)	Mejoramiento en construcción	Tramo Revestido para Q=311 m <sup>3</sup> /s (T=100 años)
Km 17,3	Km 19,8	Desbordes para 10 < T < 100	Tramos con Estudio de Mejoramiento (para T=100 años)
Km 19,8	Km 26,2	Desbordes para T > 2	
Km 26,2	Km 27,3	Desbordes Aislado para T = 100	

Posteriormente, en el acápite VI.6.1 se presentó el diagnóstico del Zanjón de la Aguada como cauce receptor. Utilizando el modelo de simulación, se calculó el eje hidráulico para periodos de retorno de 25 y 100 años, considerando el mejoramiento de la bóveda, el revestimiento del cauce y el aporte de todos los caudales del canal San Carlos Viejo en el cruce con el Zanjón. De esta forma, se detectó la posible influencia del eje hidráulico del Zanjón en la descarga de colectores, con los resultados que aparecen en la tabla VI.6.6. Los resultados indican que, para los periodos de retorno indicados, la gran mayoría de los colectores ubicados aguas abajo de la bóveda funcionarían ahogados.

Dentro del capítulo VII del Informe Final, destinado al análisis de las alternativas de solución, se ha incluido el acápite VII.4.3 que incluye el estudio del comportamiento del Zanjón de la Aguada para eventos de precipitaciones de periodo de retorno mayor que 10 años, en cuyo caso podrían generarse trasvases de aguas lluvias desde áreas tributarias ubicadas al oriente del canal San Carlos. Esto implica un incremento

112.

de magnitud en términos del área tributaria aportante, lo que se traduce en mayores caudales a la entrada de la bóveda.

Dado que el canal San Carlos es un cauce receptor con capacidad para precipitaciones de  $T \leq 10$  años, una alternativa para incrementar el grado de seguridad de los sectores ubicados al poniente del canal, es el canal Oriente, el cual ha sido incluido dentro de la red primaria, más aún que su faja de trazado está incluida en el PRMS.

d) Otros cauces naturales

A continuación se presenta un listado de los cauces naturales que atraviesan zonas urbanas, los cuales han sido considerados dentro de la red primaria de aguas lluvias.

113.

Tabla 7.6 : Cauces Naturales que Atraviesan Zonas Urbanas

Hoya	Cauce	Punto Descarga	Características
I. Precordillera de Santiago	Las Vizcachas	Río Maipo	Acueducto fue construido con pendiente $i = 0,0008$ en lugar de $0,003$ , de modo que su capacidad disminuyó de $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ a $9 \text{ m}^3/\text{s}$ .
	Q. de Macul	Zanjón de la Aguada (Tobalaba)	Pasa a llamarse Zanjón de la Aguada, aguas abajo del cruce c/canal San Carlos
	Q. de Ramón	Canalización de Ramón	El cauce natural se estrecha en una canalización a partir de calle Florencio Barros.
	Canalización Q de Ramón	Canal San Carlos	La capacidad de porteo es $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , con algunos "cuellos de botella" de capacidad menor.
	Q. Apoquindo	Colector Colón	El colector Colón tiene capacidad insuficiente para crecida de 2 años igual a $Q = 14,7 \text{ m}^3/\text{s}$ .
	Q. San Francisco	Colector San Francisco	Colector diseñado para $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ ( $T = 100$ años)
II. Mapocho	Río Mapocho	Río Maipo	La capacidad de porteo del cauce actual del río Mapocho es variable a lo largo de su trazado. Hay tramos suficientes para $Tr > 100$ años, y otros solo para $T = 2$ años puente Bulnes y zona cercana a Avda. Américo Vespucio Poniente.
			Entubada en algunos cruces con capacidad $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Entubada en algunos tramos lo que reduce su capacidad a $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$ .
III. Lo Barnechea	Q. El Aji	Río Mapocho	Amplia capacidad de porteo, incluso para $Tr = 100$ años ( $Q = 14 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
	Q. El Gabino	E. Las Hualtatas	
	Q. Las Rosas	E. Las Hualtatas	
	Q. El Manzano	E. Las Hualtatas	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años ( $Q = 4,6 \text{ m}^3/\text{s}$ )
	Q. El Cullén	E. Las Hualtatas	Capacidad amplia inclusive para $Tr = 100$ años ( $4,2 \text{ m}^3/\text{s}$ )
	Q. Las Hualtatas	Río Mapocho	Capacidad suficiente para $Tr = 100$ años

Hoya	Cauce	Punto Descarga	Características
	Q. El Carrizo Bajo	E. Las Hualtatas	Se encuentra canalizado con capacidad para Tr > 100 años.
	El Guindo	E. Las Hualtatas	Capacidad suficiente para Tr > 100 años
	E. Arrayán	Río Mapocho	Canalización del sector camino El Cajón tiene una capacidad Q = 69,1 m³/s Insuficiente para Tr = 5 años.
IV. Chicureo	Quebrada La Nipa	Canalización Q. La Nipa (Canal Nuevo)	Actualmente sin descarga, la canalización Q. La Nipa conduce el caudal hacia el Canal Batuco.
	Quebrada El Manzano	Canal Polo Manquehue	Canalización con tramos insuficientes para Tr = 10 años
	Quebrada Los Maitenes	Canal Batuco	Canalización ZUDC Chamisero proyectada suficiente para Tr = 100 años. Cauce desaparece a las cercanías del Canal Batuco.
	Quebrada La Región	Entubamiento Parque Central	Capacidad suficiente para Tr = 100 años. Cauce desaparece a las cercanías del Canal Batuco.
	Quebrada ON-01	Canal Batuco	Canalización ZUDC Pan de Azúcar, proyectado suficiente para Tr = 100 años.
	Quebrada ON-02	Canal Batuco	Canalización ZUDV Pan de Azúcar, proyectado suficiente para Tr = 100 años.
	Quebrada El Loro	Canal Interceptor El Loro	Capacidad suficiente para Tr = 10 años. Su cauce desaparece cerca de la calle Alba 3.
	Quebrada Piedras Blancas	Canal Interceptor El Loro	Capacidad suficiente para Tr = 2 años en las cercanías del Canal Batuco.

#### 7.4.4 Mejoramiento de la infraestructura de aguas lluvias

El Diagnóstico elaborado durante la formulación del Plan Maestro dejó en evidencia la insuficiencia de la infraestructura de aguas lluvias actualmente existente en el Gran Santiago.

Para remediar esta situación, se han planteado medidas de atenuación de caudales, tanto a nivel regional como local, pero ellas son insuficientes por sí solas para resolver los frecuentes problemas de inundaciones que se presentan en diversos sectores de la ciudad.

En el capítulo VII del Informe Final, se presentó un detallado análisis de alternativas de solución, abordando el problema por zona y por área tributaria. De este modo, se ha propuesto la construcción de nuevos colectores; el refuerzo de colectores existentes; la utilización de canales de riego existentes, previo su mejoramiento y la construcción de nuevos canales o cauces abiertos que ayuden a la evacuación de las aguas lluvias.

En forma específica, el acápite VII.6 del Informe Final incluye las obras propuestas, con sus dimensiones, las cuales se resumen en las siguientes tablas :

ZONA	TABLA	MATERIA
NORTE - ESTERO LAS CRUCES	VII.6.1	Redes Nuevas
	VII.6.2	Refuerzo de Redes
	VII.6.3	Mejoramiento de Cauces y Canales propuestos
NORTE - MAPOCHO	VII.6.4	Nuevos Canales y Colectores.
	VII.6.5	Refuerzo de Redes Separadas Existentes.
	VII.6.6	Mejoramiento de Canales y Cauces Naturales.
	VII.6.7	Reemplazo de Redes Unitarias sin Capacidad.
	VII.6.8	Redes Nuevas.
CENTRO	VII.6.9	Refuerzo Redes Separadas Existentes
	VII.6.10	Reemplazo de Redes Unitarias sin Capacidad.
	VII.6.11	Reemplazo de Redes Unitarias con Capacidad.
	VII.6.12	Redes Nuevas.
SUR	VII.6.13	Refuerzo de Redes Existentes.
	VII.6.14	Mejoramiento Canales Existentes.

7.4.5 Medidas de carácter no estructural

Las medidas de carácter no estructural se describen en el capítulo 10.

8. POLÍTICAS ESTATALES DE EROSION Y DEFORESTACIÓN

8.1 Introducción

La Ley N° 19.525, que regula los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, establece en su artículo 6° lo siguiente :

"Los planes maestros y la coordinación de las actividades que señalan los artículos anteriores deben considerar la situación de las cuencas hidrográficas. Las acciones para evitar la erosión y deforestación serán elementos constituyentes del plan".

En cumplimiento de lo anterior, en el estudio se identificaron las cuencas hidrográficas de Santiago y se formuló una caracterización geomorfológica de ellas dentro de un marco geológico general. Asimismo se incluyó un análisis de la cobertura vegetal existente.

Dentro de las medidas de mitigación de caudales, se plantea la necesidad de incrementar la intercepción de la precipitación, para lo cual la forestación juega un papel fundamental . Al mismo tiempo, la cobertura vegetal es también esencial en el control de la erosión de las laderas.

Sobre la base de los antecedentes anteriores, se proponen varias medidas que pretenden evitar el avance de la deforestación y los consiguientes problemas de erosión de laderas.

8.2 Políticas Estatales de Forestación

A nivel de diagnóstico, el área de la precordillera andina no está actualmente sujeta a proyectos de desarrollo y manejo de cuencas, aunque sí CONAF tiene presencia en el área a través de sus acciones en torno a programas de control y fiscalización forestal, control de incendios y manejo de áreas silvestres protegidas.

En el área oriente de Santiago, se considera prioritarias las cuencas Quebrada San Ramón (debido a su alta concentración poblacional y altas tasas de deforestación) y Quebrada Macul (debido a la gran cantidad de sedimentos del cauce y por localizarse asentamientos de población en el cono de deyección). En el área norte se considera prioritarias las cuencas San Francisco y Yerba Loca, debido a que reciben la carga aluvional de las partes altas de la cuenca del Mapocho.

Las recomendaciones provenientes de CONAF indican que el control y manejo de los procesos de drenaje de cuencas aportantes del Gran Santiago deben realizarse a través de dos procesos: sectorización (y priorización) de las cuencas del área y definición de un plan integral de manejo de cuencas. Este último debe contener los siguientes puntos:

- Control de la cobertura vegetal;
- Control de la erosión;
- Control de taludes;
- Ordenamiento del territorio; y
- Participación ciudadana.

Las acciones de forestación en el área revisten dificultades debido fundamentalmente a las condiciones ambientales de las cuencas aportantes. Entre los factores limitantes para el prendimiento de las especies forestales se cuentan las siguientes :

- Alta pedregosidad y afloramientos rocosos de los suelos;
- Ambiente de alta montaña y acción desecante del viento en verano que limita el prendimiento de plantaciones; y
- Sobrepastoreo permanente del área que limita el prendimiento de plantaciones.

Al respecto, se recomienda que las acciones de reforestación del área deben acompañarse con acciones de conservación y recuperación de suelos degradados a fin de asegurar su prendimiento.

La elección de las especies para forestar debe considerar las dificultades relacionadas con los ambientes de montaña. Por ello, CONAF mantiene actualmente un proyecto de introducción de especies en la cuenca Yerba Loca. Las especies ensayadas son las siguientes: *Muehlenbeckia hastulata* (quilo), *Kageneckia angustifolia* (frangel), *Kageneckia oblonga* (bollén), *Austrocedrus chilensis* (ciprés de la cordillera), *Quillaja saponaria* (quillay), *Robinia pseudoacacia* (acacio o robinia), *Schinus polygamus* (huingán) y tres especies de ciprés (*Cupresus torulosa* (ciprés), *Cupresus macrocarpa* (ciprés) y *Cupresus arisónica* (ciprés azul)).

### 8.3 Uso del suelo

Para un incremento de la intercepción de las precipitaciones, es necesario abordar un conjunto de medidas respecto al uso futuro del suelo, tanto de la zona urbana como de las cuencas aportantes. Estas fueron abordadas en detalle en el estudio, de modo que se destacan aquí los aspectos principales.

Para una proyección del uso futuro del suelo, se han tenido presente los elementos que aporta el PRMS; las políticas de la CONAF relacionadas con la forestación y diversos estudios que se han realizado que abordan el tema de las cuencas aportantes a Santiago. Dentro de estos últimos, merece destacarse el estudio "Piedemonte y Cordillera Andina de Santiago: Etapa de Diagnóstico", elaborado por SGA Gestión Ambiental. La importancia de este estudio radica en el hecho de haber sido solicitado por MIDEPLAN y que la contraparte técnica estuvo integrada por la Asociación de Municipalidades Proyecto PROTEGE, el Gobierno Regional Metropolitano y la Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, con la colaboración de CONAMA RM.

La metodología de este estudio, que cubre las comunas del oriente de Santiago, desde Huechuraba hasta Puente Alto, subdivide el territorio en cuatro subsistemas: Medio Físico; Población y Actividades de Producción, Consumo y Relación Social; Medio Urbano y Marco Legal e Institucional. Para el presente Plan Maestro, aparece de particular interés las conclusiones relativas al Medio Físico y la Propuesta de Zonificación de Usos del Territorio, ya que esto permitirá proyectar la influencia del uso del suelo en la escorrentía de aguas lluvias.

La propuesta de zonificación de los usos del territorio, ha integrado las posibilidades de crecimiento para actividades urbanas y productivas y de otros usos, como asimismo, el riesgo asociado al área territorial y la sustentabilidad del desarrollo, mediante la consideración de las distintas facetas de los componentes ambientales que se encuentran en el territorio de estudio.

La propuesta considera tanto la regulación existente en términos generales dentro del país, como aquellos que regulan el territorio específico y, entre éstas, las áreas silvestres establecidas en él y la normativa del Plan Intercomunal.

Las zonas o áreas propuestas son las siguientes :

- i) Parque integrado intercomunal de Santiago
- ii) Zonas de protección que enfrentan el Valle de Santiago
- iii) Zonas de protección del Recurso Hídrico

- iv) Zona de protección de suelos, vegetación y fauna asociada
- v) Propuestas relativas a áreas urbanizables

i) Parque integrado de Piedemonte de Santiago

Como parte del cordón verde que deberá circunvalar la urbe, se plantea la materialización de esta área verde como un aporte ambiental significativo a los habitantes de toda la capital.

Este parque integrado cumpliría, desde el punto de vista ambiental, la función de establecer el perímetro del área de protección ambiental definida por el límite oriente del Parque.

El límite poniente será el área urbana o de expansión urbana de las comunas del nor-oriental y oriente de Santiago. El límite Norte se establecería en el Parque Metropolitano y el límite sur en el río Maipo.

ii) Zonas de protección que enfrentan el Valle de Santiago

Se establece un uso del suelo restringido (turístico, excursión, etc.) para la zona que se extiende en las laderas de Huechuraba y el límite inferior sería la cota 900 en dicha comuna. Considera una franja de prevención de riesgo de remoción en masa y contiene importantes masas boscosas en la parte alta de las comunas de Vitacura (faldeos Manquehue) y Lo Barnechea. Limita al oriente con el Santuario de la Naturaleza Los Nogales, que configura un área de continuidad de masa vegetal a proteger.

Lo mismo se aplica a la zona que queda limitada por el parque integrado en su parte baja por la Cota 1.000 en La Reina, Peñalolén, La Florida y Puente Alto, y 1.050 en Las Condes. El límite superior es el área de almacenamiento nival sobre los 2.300 m en el Macizo de Ramón. Esta zona cuenta con áreas de bosque denso en Puente Alto, bosque abierto semigradado en esta misma y La Florida, en La Reina y Peñalolén, y varía a matorral denso en la parte que enfrenta Las Condes.

No son convenientes otras actividades en esta área de Piedemonte ya que pueden desencadenar procesos erosivos y degradar el paisaje.

iii) Zonas de protección del recurso hídrico

Corresponde a la zona de mayor altitud de la montaña andina sobre los 3.700 m s.n.m. que contiene glaciares y ventisqueros de nieves eternas, lo que configura una zona de reserva de recursos hídricos.

El uso del suelo es fundamentalmente ecoturismo: excursión de andinismo y con fines científicos.

La zona más baja que la anterior corresponde al área primaria de captación y encauzamiento del recurso hídrico y secundaria de almacenamiento nival, que se encuentra entre los 2.300 y los 3.700 m s.n.m.

Si bien el espesor de la carga nival es más bajo en esta zona que en la de mayor altitud, el área es de gran magnitud y la precipitación es alta, por lo que el volumen hídrico almacenado en la zona es de la mayor importancia, particularmente en la generación del flujo de los cauces de invierno y primavera.

iv) Zona de protección de suelos, vegetación y fauna asociada

Se ha establecido esta zonificación para las áreas que presentan suelos con fuerte pendiente bajo los 2.300 m s.n.m., y sobre los 1.000 m s.n.m. y, por lo tanto, sujetos a erosión (denominados de ladera). La zona de protección se plantea para aquellas áreas donde se encuentran arbustos con los tipos de formación vegetal de estructura de bosque o matorral denso, logrando así un proceso de protección del ecosistema que involucra a un conjunto de componentes como la conservación hídrica y el hábitat de fauna asociada.

v) Propuestas relativas a áreas urbanizables

El estudio de SGA propone modificar el límite de extensión urbana en las comunas de Las Condes, La Reina y Puente Alto, de acuerdo al siguiente cuadro :

Comuna	Sector	Ubicación Nuevo Límite Urbano
Las Condes	Entre Avda. San Ramón y Avda. Grande	Cota 900 m s.n.m.
La Reina	Entre límites comunales	Cota 900 m s.n.m.
Puente Alto	Zona densidad bruta 150-450, adyacente a camino San José de Maipo.	Línea imaginaria trazada perpendicular a camino San José de Maipo, 50 m. al poniente de intersección de ejes Avda. Portales y camino San José de Maipo.

Además propone incorporar las siguientes quebradas como áreas de riesgo geofísico asociado a remoción de masa:

Nombre del Área	Comuna
Ladera cerro Manquehue	Vitacura-Lo Barnechea
Parte baja de quebrada Las Hualtatas	Lo Barnechea
Parte baja de El Manzano	Lo Barnechea
Parte baja de El Aji	Lo Barnechea
Parte baja de El Padrino	Lo Barnechea
Parte baja de Quebrada Grande	Las Condes
Parte baja de Las Condes Norte/Las Condes Sur	Las Condes
Parte baja de Los Almendros	Las Condes
Quebrada de Nido de Águila	Peñalolén
Quebrada O-3	Puente Alto
Quebrada Las Vizcachas	Puente Alto
Quebrada S/Nombre	Puente Alto

## 9. ANÁLISIS AMBIENTAL

### 9.1 Aspectos Generales

El estudio del Plan Maestro incluye un Análisis de Pertinencia que tiene por objetivo determinar el nivel de evaluación ambiental, es decir, definir si se debe desarrollar una Declaración o un Estudio de Impacto Ambiental, en las acciones y proyectos que contempla el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago.

Para ello, ha sido preciso realizar un análisis detallado de las partes, obras y acciones que están asociadas a la propuesta del Plan Maestro, identificando y ponderando aquellos elementos factibles de constituir riesgo ambiental en las etapas de construcción y operación. En función de esto, han sido considerados los aspectos involucrados en las distintas soluciones y alternativas propuestas.

Metodológicamente, el análisis fue realizado a través de Listas de Chequeo, que identifican los distintos efectos producidos por los proyectos y soluciones del Plan, sobre las variables ambientalmente más relevantes.

En primer término, se realizó una revisión exhaustiva de las soluciones y proyectos propuestos por el Plan, que si bien contempla una muy numerosa serie de obras a construir, fueron posibles de resumir en tipologías relativamente genéricas.

Posteriormente, se identificaron los efectos potenciales generados por cada tipología sobre las variables ambientales. Para tal efecto y con la finalidad de lograr un resultado coherente con la naturaleza de los proyectos, el análisis fue dividido en dos partes principales :

- Se analizaron los efectos que ocurrirían durante la etapa de construcción o realización, identificando los potenciales impactos en las variables ambientales. En este punto se consideraron las acciones previas, relacionadas con procesos de expropiación, así como las labores mismas de construcción: excavaciones, movimientos de tierra y flujos de maquinaria, etc.
- Se realizó el mismo análisis de identificación de efectos potenciales de ocurrir una vez finalizado el proyecto, vale decir, en su etapa de operación o funcionamiento.

Las variables ambientales consideradas para identificar en ellas los potenciales efectos positivos y negativos, son las siguientes :

- Medio Físico
- Medio Biótico
- Medio Humano

La evaluación de la pertinencia, por lo tanto, se realiza mediante un chequeo de las condiciones de afectación de las soluciones propuestas en las etapas de construcción y operación, sobre cada uno de los factores ambientales. Se construye de esta forma, una Matriz de chequeo en la que se indica la incidencia positiva o negativa de las acciones del proyecto.

La pertinencia de presentar una EIA o una DIA será función de las frecuencias de las incidencias negativas o positivas según corresponda. En ellas se asignará valor a aquellos elementos ambientales de mayor consideración para la realidad territorial del área de influencia, desde donde se estructurarán los argumentos que ponderarán la lista elaborada.

## 9.2 Resultados

Durante la etapa de construcción se puede estimar una variada serie de potenciales efectos negativos que deben ser considerados, pues afectan numerosos aspectos ambientales. Sin embargo, debido a las características propias de esta etapa, gran parte de ellos tienen un carácter eminentemente temporal, reversible y puntualmente localizado en el área inmediata a la realización de las obras.

La magnitud de los efectos estará condicionada por las características inherentes al proyecto, así como también a la vulnerabilidad del área inmediata. En este último aspecto serán relevantes las condiciones de centralidad y concentración de actividades económicas existentes; la cercanía a áreas verdes y otros tipos de infraestructura y servicios y las condiciones de riesgo y vulnerabilidad social de la población residente. Todos los aspectos mencionados, tenderán a potenciar o atenuar los efectos negativos provocados por la construcción.

Por otra parte, los efectos positivos identificados para esta etapa se relacionan con la posibilidad de descubrir testimonios históricos de interés durante las excavaciones. Sin embargo, las obras deben considerar esta variable para evitar o minimizar el daño de testimonios que puedan ser encontrados.

En términos generales, durante la etapa de operación de las obras y acciones propuestas, se puede estimar una amplia variedad de efectos positivos, de muy significativa importancia, sobre gran parte de las variables de relevancia ambiental.

Estos beneficios son de tipo permanente y poseen un área de influencia que puede superar el entorno directo del proyecto. Están relacionados directamente con la disminución del riesgo de inundación ante eventos de lluvias, afectando de manera claramente positiva a la población local, a las actividades que se desarrollan en el sector y a la infraestructura urbana. Por otra parte, cobra relevancia un efecto positivo sobre la calidad del aire, en la medida que al disminuir los eventos de inundación se disminuye la cantidad de aportes al polvo en suspensión. Estos beneficios tendrán distinta magnitud dependiendo de la actual situación de manejo de aguas lluvias y de las características sociales y urbanas del área beneficiada.

Por otra parte, los potenciales efectos son algo más heterogéneos en las obras de tipo descubierto (colectores tipo canal, zanjias y pozos de infiltración) que, si bien generan beneficios al disminuir el riesgo de anegamiento, también generan potenciales efectos negativos ligados a algunos riesgos por saturación de los suelos y el desarrollo de problemas sanitarios.

De acuerdo a lo anterior, a continuación se detallan los proyectos y obras propuestas en cada una de las zonas de intervención definidas por el Plan Maestro.

### 9.2.1 Zona Norte Estero Las Cruces

Ubicada al norte de la ciudad de Santiago. Posee una superficie urbana de 14.300 hectáreas y su cauce de recepción final corresponde al Estero Las Cruces.

En primer lugar, en esta zona, el Plan Maestro propone la construcción de 18 colectores cubiertos, ubicados principalmente en la zona urbana consolidada de Santiago, en las comunas de Recoleta, Conchalí, Huechuraba y Quilicura.

El emplazamiento de este tipo de obras se realiza sobre el trazado actual de vialidad, por lo que los conflictos de expropiaciones se estiman menores.

Durante la etapa de construcción de las obras, los efectos negativos sobre las variables del medio físico, biótico y humano, serán de tipo puntuales, temporales y reversibles, afectando sólo al área inmediata de construcción. En este sentido, cabe destacar que dentro del área involucrada no se presentan, significativamente, Monumentos Nacionales o edificios de interés histórico-patrimonial que pudieran verse afectados por la

construcción de las obras. Por otra parte, se pueden potenciar métodos de construcción tuneados en áreas que presenten mayor sensibilidad.

Los efectos positivos se relacionan con la etapa de operación y son muy significativos, de tipo permanente y solucionarán los problemas de anegamiento de áreas mucho mayores, que poseen una alta densidad poblacional y características socioeconómicas de nivel medio-bajo y bajo.

En segundo lugar, el Plan propone la construcción de 12 colectores tipo canal, ubicados principalmente en áreas de expansión urbana de densidades relativamente bajas, como Chicureo en la comuna de Colina, y en las zonas de uso industrial de las comunas de Huechuraba, Quilicura, Lampa.

La construcción de este tipo de obras presenta efectos negativos puntualmente localizados y temporales, relacionados con la ejecución de las obras.

Durante la operación, los efectos positivos se relacionan con la disminución de las inundaciones y con la posibilidad de habilitar áreas de expansión urbana y desarrollo de equipamiento. Los potenciales efectos negativos relacionados con el riesgo de la presencia de un canal se minimizan debido a la poca densidad poblacional actual presente en los sectores en que se proponen las obras.

Se identifica una propuesta de mejoramiento de 14 canales existentes para integrarlos a la red de evacuación de aguas servidas. Se ubican en áreas con baja densidad poblacional de las comunas de Huechuraba, Quilicura, Colina y Lampa.

También se presentan incidencias negativas durante la etapa de construcción; sin embargo, es muy superior el nivel de efectos positivos permanentes generados por la operación del sistema de drenes de una forma más óptima.

Finalmente, el Plan Maestro propone una labor de encauzamiento en la quebrada La Virgen, en el sector de Chicureo, comuna de Colina.

En la Zona Norte Estero Las Cruces, los principales cauces receptores que reciben las descargas, son los siguientes :

- en Chicureo, el sector norte descarga en el canal Batuco (mejorado) que conduce las aguas al estero Colina. El sector Sur descarga en el estero Los Patos (mejorado), que evacua en el estero Las Cruces,

- el sector de Huechuraba descarga en el canal El Carmen, que posteriormente alimenta el estero Las Cruces,
- el sector de El Salto, Conchalí y Recoleta descarga en el canal Huechuraba, el cual alimenta el estero Las Cruces,
- el principal cauce es el estero Las Cruces, quién es el receptor final de las aguas lluvias de la zona. El estero Las Cruces descarga en el estero Colina.

#### 9.2.2 Zona Norte Mapocho

Se extiende en torno al curso del río mencionado, alcanza una superficie de 22.200 hectáreas y su cauce de recepción final corresponde al río Mapocho.

El Plan Maestro propone la implementación de obras principalmente hacia los sectores oriente y poniente de esta Zona. No se proyectan obras en el área central, que corresponde a las comunas de Recoleta e Independencia, pues su cobertura actual de colectores es suficiente.

Se propone la construcción de 38 colectores cubiertos, de los cuales 21 se ubican en la zona oriente, dentro de las comunas de La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Vitacura y Providencia, mientras que 17 se localizan en el sector poniente, dentro de las comunas de Quinta Normal, Pudahuel, Cerro Navia y Lo Prado.

Las obras se realizarán siguiendo el trazado vial, por lo que los conflictos de expropiaciones se estiman menores.

Durante la etapa de construcción de las obras, los efectos negativos sobre el medio serán puntuales y temporales. Cabe señalar que dentro del área involucrada se presentan gran relevancia la presencia de Monumentos Nacionales o edificios de interés que pudieran verse afectados por la construcción.

Por otra parte, se pueden potenciar métodos de construcción tuneados en áreas que presenten mayor sensibilidad.

Los efectos positivos de la construcción son muy significativos, sobre todo para la zona de las comunas del sector poniente de Santiago, pues solucionarán los problemas de anegamiento de áreas que poseen alta densidad poblacional y características socioeconómicas de nivel medio-bajo y bajo.

Además, el Plan Maestro contempla la construcción de 6 colectores tipo canal, en las comunas de La Reina y Pudahuel. Estas obras se localizan en áreas relativamente periféricas, por lo que sus potenciales efectos negativos identificados para la etapa de operación serán menores debido a la baja densidad poblacional.

Se identifica una propuesta de construcción y habilitación de un estanque de retención en el sector del Colector Larraín, que se localizaría dentro del Parque Comunal La Reina. En este sentido, la propuesta de complementar la obra con dicha área verde reduce sus potenciales efectos negativos, en la medida que no interviene de manera directa la vialidad y áreas urbanas consolidadas. No obstante, debe considerarse que la materialización de esta obra al interior del parque implica una serie de impactos puntuales sobre la calidad del aire, ruido y modificaciones temporales asociadas a la etapa de construcción, impactos que son temporales y no significativos en la etapa de operación.

Se propone la mejora de 7 canales existentes para integrarlos a la red de evacuación, localizados en áreas relativamente periféricas y con menor densidad poblacional. Se proponen dos obras puntuales de mejoramiento de secciones en cauces existentes para aumentar su capacidad actual.

En la Zona Norte, un cauce receptor de importancia es el canal San Carlos, que recibe las descargas de aguas lluvias de la zona oriente de Santiago. El canal San Carlos descarga en el río Mapocho, que es el cauce receptor final de todas las aguas lluvias de la zona.

El otro cauce receptor de importancia es el canal Derivado Ortuzano, que recibe las descargas de aguas lluvias del sector poniente (comuna de Pudahuel) y que descarga finalmente en el río Mapocho.

#### 9.2.3 Zona Centro

Corresponde a una zona totalmente urbanizada, que alcanza una superficie de 30.000 hectáreas y drena las aguas hacia el Zanjón de la Aguada por lo que las obras se restringen a la construcción de una amplia red de 29 colectores cubiertos, resumidos en la Tabla IX.4.3, que solucionan importantes problemas de anegamiento que afectan a una gran cantidad de población.

La red propuesta se extenderá sobre la vialidad existente, minimizando los procesos de expropiación. Se deberá considerar la utilización de técnicas de construcción subterráneas, para evitar, en determinadas zonas sensibles, los potenciales efectos negativos de las obras de construcción.

Finalmente, es destacable el hecho de que el Plan Maestro no propone obras en las comunas de Providencia y Santiago, que pertenecen al sector. Por ello, no se alterarán zonas cercanas a monumentos históricos de gran relevancia dentro de la ciudad.

En la Zona Centro, el cauce receptor de las aguas lluvias es el Zanjón de la Aguada.

#### 9.2.4 Zona Sur

Posee una superficie de 13.300 hectáreas y sus cauces de recepción final corresponden al río Maipo y al río Mapocho (aguas abajo de la descarga del Zanjón).

Se propone la construcción de 37 colectores cubiertos que conforman una amplia red que saneará una extensa área urbana y de expansión habitacional, solucionando graves problemas de inundaciones.

Se plantea la habilitación de cuatro canales actualmente existentes para integrarlos a la red. Estos se encuentran ubicados en el sector periférico surponiente, principalmente al oeste de San Bernardo.

De acuerdo a los planteamientos del Plan, no se afectan zonas de Interés histórico de gran relevancia. Los canales utilizados ya existen, por lo que al mejorarlos se disminuirán los eventuales problemas que actualmente presenten.

En la Zona Sur, los principales cauces receptores son el canal Ochagavía, canal Espejo, y canal Santa Marta. Estos canales están relacionados entre sí, siendo el canal Santa Marta el tramo de aguas abajo, el cual descarga en el río Mapocho.

El otro cauce receptor de importancia de la Zona Sur es el río Maipo, que recibe las aguas provenientes del acueducto Las Vizcachas, Interceptor Puente Alto y otros sistemas del extremo Sur del Gran Santiago.

9.3 Análisis de Pertinencia de Acuerdo con La Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente y su Reglamento

La Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente, consigna en su artículo 10 los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental y que, por lo tanto, deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). En sus letras a) y o) consigna los proyectos asociados a aquellos considerados en el contexto del Plan Maestro.

No obstante lo anterior, el hecho que los proyectos analizados en el presente documento deban someterse al SEIA, implica que debe determinarse si este sometimiento es a través de un Estudio de Impacto Ambiental o una Declaración de Impacto Ambiental.

Para resolver lo establecido en el párrafo anterior, los artículos 5° y 6° del DS N°30/97 (Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental), señalan las circunstancias en que se debe presentar un EIA.

Por lo tanto, dado que las alteraciones que se generan producto de las obras ocurre sólo durante la etapa de construcción, y en el entendido de que éstas no implican la puesta en riesgo de la salud de la población ni tampoco presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables incluidos el agua, aire y suelo, es que se establece la pertinencia de presentar una Declaración de Impacto Ambiental por cada zona del Plan Maestro.

No obstante lo anterior, es preciso señalar que en cada una de las Declaraciones, deben tenerse en consideración algunos aspectos de importancia que son las siguientes :

- En caso de que las obras de un proyecto impliquen la intervención en un Monumento Nacional u otro sitio contemplado en la Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales (Monumentos históricos, yacimientos arqueológicos, zonas típicas, santuarios de la naturaleza, etc.), se deben realizar las tramitaciones de manera oportuna y anticipada en el Consejo de Monumentos Nacionales, de modo de tomar las precauciones necesarias en cada caso.
- Consideración de los métodos constructivos utilizados, en donde cada vez se hace más usual aquellos de tipo piques y túneles, disminuyendo las intervenciones ambientales de tipo lineal a aquellas de tipo puntual, disminuyendo de manera significativa los impactos en el entorno.

- Consideración de las intervenciones en términos de los horarios de trabajo, tipo de maquinarias a utilizar y otros aspectos que permitan atenuar el efecto producido por las emisiones de ruido durante la etapa de construcción, que constituye uno de los efectos ambientales negativos de relevancia en el contexto urbano.

132.

## 10. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

### 10.1 Conceptos Generales

El uso de nuevas técnicas que permitan controlar y manejar la calidad y cantidad de la escorrentía producida en las áreas urbanas se ha extendido y es de uso frecuente en Estados Unidos y otros países. Como conjunto, estas técnicas han sido denominadas en inglés como "Best Management Practices" (BMP), que podrían traducirse como las Mejores Técnicas de Manejo de las Aguas Lluvias. La literatura técnica moderna se concentra en describir una gran variedad de técnicas para reducir los contaminantes que se encuentran en los sistemas de colectores separados de aguas servidas. Muchas de estas mismas técnicas pueden aplicarse a áreas servidas por colectores unitarios para disminuir la frecuencia, durante la temporada de lluvias, de vertido de aguas mezcladas y para mejorar la calidad de esos vertidos cuando realmente ocurren.

Las medidas (o técnicas) de carácter estructural son diseñadas para funcionar sin intervención humana mientras ocurren las tormentas y para proporcionar tratamiento pasivo. Las medidas no estructurales, como grupo, son un conjunto de técnicas y ordenamientos institucionales, ambos con el propósito de institucionalizar buenas prácticas a nivel del hogar que reduzcan o prevengan la depositación de contaminantes en el paisaje urbano.

Estas técnicas están en pleno desarrollo, de modo que mucho se ha escrito, pero también mucho se está investigando. Actualmente varios de estos controles se usan sin un claro conocimiento de sus limitaciones o efectividad bajo ciertas condiciones de terreno, en contraste con las expectativas teóricas o las predicciones de tipo académico.

Adicionalmente debe tenerse presente que una dificultad en la selección, diseño, construcción y uso de las técnicas estructurales radica en el carácter estocástico de las precipitaciones y su variabilidad según clima y ubicación geográfica. Algunas técnicas que son recomendables para lugares que experimentan lluvias moderadas y de larga duración pueden no ser las mismas para lugares que experimentan lluvias cortas y de gran intensidad.

### 10.2 Uso de técnicas estructurales y no estructurales

El concepto de gestión de las aguas lluvias, tanto del punto de vista de la cantidad como de la calidad, es relativamente nuevo. Hacia fines de la década de los 60, el

133.

objetivo principal era drenar rápidamente las calles y conducir los caudales al cauce más cercano. En la medida que el suelo se fue urbanizando (y por ende, pavimentando), esta práctica se ha ido haciendo prohibitiva desde el punto de vista de los costos, lo cual ha motivado una evolución hacia prácticas de retención del agua. Asimismo, se empezó a reconocer los dañinos efectos que un drenaje urbano sin control producía en la estabilidad de los cauces receptores.

Hacia fines de los años 70, varios estados de los Estados Unidos comenzaron a exigir la aplicación de Técnicas Alternativas. Actualmente, en dicho país, ingenieros y planificadores deben concebir un manejo de las aguas lluvias que esté dirigido a limitar el daño a las propiedades, reducir la erosión, limitar los efectos sobre flora y fauna de los cauces receptores e integrar los sistemas de evacuación y drenaje dentro de la comunidad.

En la medida que la gestión de las aguas lluvias se extiende en su alcance, la calidad del agua ha ido tomando más importancia en varios lugares de los Estados Unidos. De esta manera, las medidas estructurales tienen que ser complementadas con la cooperación y participación de la comunidad. La prevención y las buenas prácticas hogareñas pasan a tener gran importancia, más aún que las Técnicas Alternativas son fundamentales en todo plan de manejo de aguas lluvias.

Existen 4 objetivos básicos para el manejo de la calidad del agua, que para su cumplimiento requieren de la aplicación de medidas estructurales y no estructurales.

Los siguientes 4 objetivos proporcionan una visión integrada y balanceada para ayudar a mitigar los efectos que se producen en la escorrentía a medida que el suelo se va urbanizando y ayuda a mitigar los impactos de calidad del agua en los sistemas receptores:

- a) **Prevención:** prácticas que ayudan a prevenir la depositación de contaminantes en el paisaje urbano, incluyendo cambios en los productos que, impropriamente usados o accidentalmente derramados, depositan contaminantes en el paisaje urbano y cambios en como la gente usa y descarga este tipo de productos.
- b) **Fuentes de control:** prevenir que los contaminantes entren en contacto con la precipitación y la escorrentía de aguas lluvias.
- c) **Tratamiento y disposición en la fuente:** reducción del volumen o caudal de escorrentía superficial y de las concentraciones de contaminantes en o cerca de la fuente.

134.

- d) Tratamiento continuado: interceptación de la escorrentía hacia aguas abajo de las fuentes, usando Técnicas Alternativas de modo de contar con un manejo de las aguas lluvias y de su tratamiento en forma continuada.

Dentro de las proposiciones del Plan Maestro enumeradas en el acápite 7.3, se inscriben las medidas de carácter local para la mitigación de caudales.

En función de lo anterior, el acápite 10.3 presenta una completa descripción de las denominadas Técnicas Alternativas o Complementarias, agregando una evaluación de aquellas que parecen las más convenientes según determinadas características del terreno. En los acápites siguientes se hace referencia a las Medidas No Estructurales, que incluye objetivos, proposiciones y reglamentación.

### 10.3 Técnicas Alternativas

La literatura técnica y las experiencias en países desarrollados señala que la tendencia del futuro son los sistemas separados que usan variadas técnicas de manejo de las aguas lluvias y de uso del suelo para controlar la cantidad y calidad de la escorrentía, tan cerca de la fuente como sea posible. Un sistema futuro de aguas lluvias debería capturar el primer flujo de las tormentas grandes o todo el volumen de las tormentas pequeñas, para recibir un tratamiento antes de ser conducidas a los sistemas colectores ubicados dentro o aguas abajo de la ciudad. Este enfoque tiende a reducir significativamente los impactos del incremento de escorrentía y de la presencia de contaminantes en los cuerpos receptores.

Las medidas de carácter local se refieren exclusivamente a obras y acciones destinadas a enfrentar problemas generados por aguas lluvias que precipitan sobre el mismo lugar urbano de interés. Las obras que se proponen tienden a contribuir a la solución de los problemas generados por las aguas lluvias como soluciones alternativas y complementarias (conocidas como Técnicas Alternativas) a las redes de colectores y de drenaje natural, de manera de colaborar en la solución de los problemas generados por las aguas lluvias mediante la disposición local de los excesos en el mismo sector en que ellos se producen. En el ambiente técnico este esquema se conoce como de control en la fuente. Los mecanismos de solución son la infiltración y el almacenamiento temporal.

Un objetivo primario a lograr con la materialización de una o varias Técnicas Alternativas es que, una vez urbanizado un sector, debieran generarse volúmenes y gastos máximos de las crecidas de aguas lluvias similares o inferiores a los que ocurren previos a la urbanización. Ello supone recuperar la capacidad de infiltración y la de amortiguación de crecidas que el sector tenía antes de ser urbanizado, de modo que el urbanizador se haga cargo de los efectos que provoca la impermeabilización del terreno.

135.

Las soluciones alternativas a la evacuación directa ponen en juego almacenamientos temporales para restituir los volúmenes con gastos menores una vez que pasan los periodos críticos, o mediante la disminución de los volúmenes de escurrimiento por medio de la infiltración en el suelo.

A continuación se hace una breve descripción de las técnicas más utilizadas, con una evaluación de su comportamiento. Ellas se han clasificado en tres grupos:

- a) Desconexión de áreas impermeables
- b) Obras de infiltración
- c) Obras de almacenamiento

- a) Desconexión de áreas impermeables

La Desconexión de Áreas Impermeables (DAI), es una estrategia que requiere un enfoque especial en la filosofía del diseño del drenaje urbano. Si bien no corresponde a obras alternativas propiamente tales, favorece el empleo de ellas y se complementa con algunos elementos menores. Este cambio en la estrategia de diseño dirige las aguas lluvias a áreas verdes, franjas de pasto y/o fosas cubiertas de vegetación. Con este enfoque se logra disminuir la tasa de la escorrentía, reducir sus volúmenes, atenuar los flujos máximos y fomentar la infiltración de las aguas lluvias.

Los desarrollos urbanos tradicionales facilitan el escurrimiento rápido desde techos, estacionamientos, avenidas y calles residenciales hacia las soleras y alcantarillas y finalmente hacia un sistema formal de transporte de aguas lluvia, sea éste un sistema de redes de alcantarillado, la red de drenaje natural o los cauces urbanos no especialmente diseñados para ello. Esta práctica concentra los caudales, produciendo una respuesta rápida del sistema con tasas de escurrimiento máximo relativamente altas.

La desconexión de zonas impermeables puede permitir reducir algunos efectos indeseados de las aguas lluvias urbanas hacia aguas abajo, fundamentalmente el tamaño de los sistemas de conducción de aguas lluvia o la magnitud de las inundaciones que se producen en los cauces. Cuando estos sistemas de desconexión de áreas impermeables se integran al proyecto de paisajismo de una urbanización, puede desviarse parte del agua lluvia proveniente de zonas impermeables hacia zonas con vegetación para usarlas como riego, si la temporada de lluvias coincide con la de crecimiento de las plantas, como ocurre en los climas húmedos.

En términos prácticos, la desconexión de zonas impermeables consiste en aumentar el recorrido de las aguas lluvias sobre zonas de infiltración y detención temporal, mediante el tratamiento de los planos de escurrimiento y la incorporación de algunos

elementos y disposiciones que la facilitan. Es típico, en este caso, que el sistema de recolección de aguas de los techos dirija sus flujos a los jardines, zonas de parques, estacionamientos u otras zonas de infiltración, como franjas cubiertas de pastos en antejardines y veredas, o a zanjas cubiertas de vegetación. Esto se puede ver favorecido si en vez de utilizar soleras continuas, que actúan como canales, se emplean soleras discontinuas, a través de las cuales el agua puede pasar a zonas permeables, en conjunto con elementos como bermas estabilizadas o fosas laterales a los caminos. El escurrimiento desde pasajes y calles de barrio puede redirigirse, en vez de escurrir directamente a las calles principales o avenidas de mayor tamaño. Se puede reducir la conexión entre zonas impermeables en los estacionamientos grandes usando pavimentos porosos modulares en los lugares menos transitados del estacionamiento y de esta forma facilitar la infiltración o el almacenamiento local.

b) Obras de Infiltración

Los sistemas y elementos de infiltración captan el flujo superficial o facilitan su infiltración en el suelo. Si funcionan correctamente son muy efectivos en lograr reducir los gastos máximos y el volumen escurrido hacia aguas abajo. Conviene emplear este tipo de obras sólo si el agua lluvia captada alcanza a infiltrar antes de la próxima tormenta, de manera que la obra esté en condiciones de operar. Además debe considerarse que la infiltración de agua en el suelo no provoque problemas estructurales en él por esponjamiento, arrastre de finos, subpresiones o exceso de humedad en general. Finalmente es necesario verificar que la calidad del agua infiltrada sea tal que no contamine el acuífero o el agua subterránea del lugar.

Pueden considerarse elementos en la superficie o bajo ella. Entre sus principales ventajas está el que ayudan a minimizar el desbalance del agua natural en el lugar, son fácilmente integrables en el paisaje de zonas densas o abiertas y, si son adecuadamente diseñadas y mantenidas, pueden servir para zonas extensas. Entre sus principales desventajas está la alta tasa de fallas que presentan por problemas de mantención inadecuada, lo que puede provocar efectos desagradables como olores y mosquitos si se colmatan.

Entre los muchos tipos de elementos de infiltración que pueden emplearse están los que operan en forma difusa o concentrada, los que consideran almacenamiento o no, así como los superficiales o los subterráneos. En la guía "Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos" se consideran los pavimentos porosos, los pavimentos celulares, los estanques, las zanjas y los pozos de infiltración. En la Tabla 10.1 se presentan las distintas alternativas de disposición de aguas lluvias mediante infiltración en el suelo y se indican las características de cada una en cuanto a su extensión, almacenamiento y ubicación.

Tabla 10.1 : Alternativas de Disposición de Aguas Lluvias mediante Infiltración

Elemento	Extensión	Ubicación	Almacenamiento
Estanques	Difuso	Superficial	Importante
Zanjas	Concentrado	Subterráneo	Importante
Pozos	Concentrado	Subterráneo	Importante
Pav. Poroso	Difuso	Superficial	Despreciable
Pav. Celular	Difuso	Superficial	Despreciable

Actualmente la DOH se encuentra desarrollando un programa que incluye la construcción de 60 pozos de infiltración repartidos en varias comunas de Santiago, cuyo objetivo es atenuar los problemas de inundación de los sectores donde se ubican.

c) Obras de Almacenamiento

Las obras de almacenamiento captan el flujo superficial y lo almacenan temporalmente para descargarlo hacia aguas abajo durante tiempos más prolongados disminuyendo máximos en relación a los que provocaría la tormenta sin ellas. Son muy efectivas en lograr reducir los gastos máximos, pero no tiene efecto sobre el volumen total de escorrentía, ya que sólo la postergan temporalmente. Se recomienda emplearlas cuando no se dispone de capacidad de infiltración en el suelo, o cuando los volúmenes de regulación necesarios son importantes. Requieren de aguas relativamente limpias para evitar la acumulación de basuras y su descomposición mientras el agua está almacenada. Además necesitan espacios amplios.

Si se considera en términos estrictos, prácticamente todas las obras alternativas necesitan un cierto volumen de almacenamiento. Se denominan, entonces, como obras de almacenamiento las que sólo actúan de esta forma, sin capacidad de infiltración de las aguas que reciben. Presentan como ventaja su gran efectividad en reducir los caudales máximos y la posibilidad de emplearlas para otros fines, especialmente recreativos. Como desventaja están las necesidades de espacio y los requerimientos de limpieza.

Como obras de almacenamiento se consideran estanques y lagunas. En ambos casos se trata de obras superficiales, construidas sobre la superficie del terreno, aguas abajo de la zona a la cual sirven, de la cual reciben las aguas lluvias que escurren superficialmente o conducidas mediante colectores locales. Los estanques están normalmente vacíos y se llenan de agua sólo durante las lluvias. Las lagunas tienen normalmente un espejo de agua y se ocupa la parte superior para almacenar aguas lluvias.

En ambos casos se puede hablar de almacenamiento concentrado o difuso, dependiendo de las alturas de agua con que operen.

Estas obras pueden operar en serie hidráulica con otras obras alternativas, como es el caso de obras de infiltración, o canales de drenaje urbano. De esta manera pueden emplearse como elementos de almacenamiento para alimentar con caudales reducidos obras de infiltración como zanjas, pozos o estanques de infiltración, evitando que estos dispongan de grandes volúmenes de retención para acomodar los gastos que reciben a los que pueden infiltrar.

En el presente Plan Maestro se propone laguna de retención en varias áreas tributarias entre las que se puede mencionar :

- Sector El Alfafal en NC-4
- Parque Municipal de La Reina
- Parque Intercomunal
- Costado Sur de la Ruta 68

#### 10.4 Objetivos de las Medidas No Estructurales

Las medidas no estructurales que aparecen en la literatura especializada incluyen una variedad de técnicas y prácticas educacionales e institucionales que tienden a cambios conductuales que reduzcan la cantidad de contaminantes que entren al sistema de aguas lluvias y, eventualmente, en los sistemas receptores hacia los cuales drenan. Algunas de estas prácticas no estructurales tienen que ver con el desarrollo del uso del suelo. Otras se focalizan en educar al público para modificar sus conductas que disminuyan la depositación de contaminantes en el paisaje urbano. Otras tienden a prevenir las conexiones ilícitas de aguas servidas, controlar los vertidos accidentales y hacer cumplir las ordenanzas que tienden a prevenir la depositación de contaminantes en el paisaje urbano y su transporte incontrolado hacia aguas abajo. Dentro de una gran variedad de medidas, se pueden incluir las siguientes :

- a) Descontinuar o reducir el uso de productos que han sido identificados como un problema (ejemplo: uso de detergentes fosforados, limitación en la aplicación de pesticidas, etc.).
- b) La adopción y materialización de ordenanzas de construcción que promuevan y obliguen la construcción de Técnicas Alternativas para todas las nuevas urbanizaciones
- c) La adopción e implementación de programas de control de la erosión

- d) Minimizar las áreas directamente conectadas en las nuevas urbanizaciones, incluyendo áreas que reciban los caudales provenientes de las áreas impermeables
- e) Educación pública para el adecuado uso y disposición de contaminantes como pinturas, solventes, aceites de motor, pesticidas, fertilizantes, etc.
- f) Lavado de calles y recolección de hojas
- g) Detección y eliminación de descargas de aguas servidas en colectores separados de aguas lluvias
- h) Exigencias de operación y mantención para los propietarios y/o encargados de los sistemas de aguas lluvias

#### 10.5 Proposición de Medidas No Estructurales

Sobre la base de lo planteado anteriormente en términos generales, en este acápite se presenta una proposición de medidas no estructurales que sean aplicables al caso chileno y que estén insertas en el marco del Plan Maestro de Aguas Lluvias. Estas medidas son de 5 tipos :

- i) Control y uso del suelo
  - Establecimiento de normas que regulen el uso del suelo: estas normas se aplican fundamentalmente a todas las nuevas urbanizaciones y obligan al uso de Técnicas Alternativas que limiten la escorrentía superficial y el traslado de contaminantes aguas abajo en la red,
  - Formulación de ordenanzas locales que indiquen claramente los terrenos que son inundables y el uso que les está permitido
  - Incluir en el Plan Regulador y Reglamento de Construcción las indicaciones necesarias respecto a la posible construcción de subterráneos, altura mínima de sobrecimientos, etc.,
  - Definición de espacios públicos que pueden ser utilizados para la materialización de algunas de las Técnicas Alternativas, ya sea a nivel local o a nivel comunal.

- ii) Regulaciones sobre cauces naturales y artificiales
- Definición y delimitación de cauces naturales o artificiales que actúan como receptores de aguas lluvias. Indicación clara respecto al límite de prohibición de construcción,
  - Indicación y difusión de los niveles esperados de agua para crecidas de diferentes periodos de retorno,
  - Indicación clara respecto a quién corresponde la responsabilidad por el cuidado y limpieza de cauces naturales y artificiales,
  - Retiro permanente de basuras que pudieran acumularse en los cauces de quebradas, esteros y canales
- iii) Información y educación
- Elaboración y difusión de mapas con indicación de zonas inundables y el riesgo asociado a ellas. Estos mapas pueden distribuirse en Juntas de Vecinos y organizaciones comunitarias y también ser utilizados en colegios, liceos y escuelas con fines didácticos,
  - Campañas de difusión a través de medios de comunicación en época pre-invernal con recomendaciones prácticas frente a temporales de gran intensidad,
  - Información y difusión de prácticas a nivel del hogar que se refieran básicamente a la minimización de áreas directamente conectadas a la red (ej: bajadas de aguas desde los techos) y a la descarga de elementos contaminantes que son transportados por las aguas lluvias,
- iv) Medidas de alerta y emergencia
- Implementación de un sistema de predicción de crecidas, compuesto por estaciones meteorológicas, pluviométricas y fluviométricas, que advierta a la población del peligro de inundaciones,
  - Establecimiento de un sistema de monitoreo que permita adelantarse a la ocurrencia de los problemas,
  - Plan de medidas de evacuación de sectores inundados,

- Plan de medidas de emergencia, frente a situaciones inesperadas o que afecten sensiblemente a la población.
- v) Medidas de tipo económico-administrativo
- Se refieren a la existencia y utilización de seguros especiales para contemplar las consecuencias de los anegamientos e inundaciones de aguas lluvias.

En este sentido, debiera promoverse e incentivarse que las compañías de seguros diseñen sistemas de seguros efectivos y de fácil contratación, contra las consecuencias públicas y privadas de los anegamientos por estos efectos, contemplar que eventualmente el Estado subsidie, las pólizas respectivas a los particulares en algunos casos reglamentados, pudiendo el mismo acceder a ellas.

#### 10.6 Reglamentación

Dentro de las medidas no estructurales, tienen particular importancia las de tipo institucional y reglamentario, razón por la cual se las ha indicado en este acápite especial.

En los próximos párrafos se destaca el rol de las instituciones del Estado y de los privados en la prevención de las inundaciones y en la operación y mantención de los sistemas de aguas lluvias.

##### a) Ministerio de Obras Públicas (MOP)

La Ley N° 19.525 le asigna la principal responsabilidad ya que le corresponde "la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias". Asimismo le encarga, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas, la elaboración de los Planes Maestros de Aguas Lluvias, los cuales llevarán las firmas de los ministros de Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo.

Actualmente la DOH se encuentra redactando el Reglamento que complementa la aplicación de la ley.

b) Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU)

La Ley N° 19.525 encarga al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la planificación y estudio de la red secundaria y, a través de los respectivos Servicios de Vivienda y Urbanismo (SERVIU), la proyección, construcción, reparación y mantención de la red secundaria. Debe destacarse la importancia de elaborar un Reglamento al respecto.

Asimismo le corresponde al MINVU un rol de fundamental importancia en la regulación del uso del suelo. A este respecto, cabe indicar lo siguiente :

- En la etapa de aprobaciones y permisos de urbanización y construcción hacer cumplir las normas, criterios y recomendaciones de este Plan Maestro y del PRMS Plan Regulador y en las Ordenanzas de Construcción, las indicaciones con respecto a restricciones y requerimientos específicos que deben cumplir las construcciones y proyectos de urbanizaciones, con respecto a la evaluación de riesgos hidrológicos de las mismas y la obligatoriedad de cumplir ciertas restricciones y medidas preventivas para controlar o minimizar los efectos de las aguas lluvias.
- Hacer cumplir las responsabilidades que correspondan en el mantenimiento preventivo, limpieza y extracción de basuras y elementos extraños de quebradas, conducciones y cauces de aguas lluvias, especialmente con respecto a la responsabilidad de los propietarios de los predios aledaños respectivos. Implementar las medidas necesarias pertinentes para que se denuncie el no cumplimiento de tales medidas.
- Aunque las soluciones de aguas lluvias propuestas en este Plan Maestro han tenido en cuenta la situación futura de crecimiento, es posible que futuras urbanizaciones impliquen modificar los caudales de aguas lluvias generados, debido a situaciones tales como las siguientes :
  - Urbanización de zonas no clasificadas como Habitacionales, lo cual provocaría cambios en las condiciones de escurrimiento y en los coeficientes de escorrentía asociados al área.
  - Modificación o actualización del PRMS, que implique incorporar nuevas zonas al área urbanizable.
  - Aumento de la densidad habitacional permitida en un área, lo cual incrementaría los coeficientes de escorrentía asociados.

- Otras situaciones que aumenten los caudales de aguas lluvias generados.

En consecuencia, para todos estos casos, se recomienda establecer en la reglamentación correspondiente del Plan Maestro, que estas urbanizaciones deban incorporar a sus costos, obras o métodos alternativos de manejo de las aguas lluvias, que permitan no incrementar los caudales máximos que este Plan Maestro contempla, y los cuales deberán ser evacuados a los colectores planificados.

- Que los proyectos de pavimentación de responsabilidad del SERVIU, establezcan diseños y construcciones de soluciones efectivas al control y manejo de los escurrimientos por las calles, (especialmente en cruces), relacionadas, por ejemplo, con la ubicación, instalación y diseño de sumideros, badenes, canaletas y zarpas.

c) Municipalidades

Entre las medidas de tipo reglamentario que corresponde a las municipalidades, se pueden destacar las siguientes :

- Que las ordenanzas municipales contemplen y los permisos de construcción requieran que se demuestre y asegure en los proyectos respectivos, el cumplimiento de medidas para evitar y controlar los procesos de erosión, evitar la deforestación y controlar la depositación de sedimentos en los cauces y conducciones de aguas lluvias, que pudieran producirse a consecuencias del proyecto durante su fase de construcción y de operación.
- Asimismo, que dichas ordenanzas contemplen y los permisos de edificación y urbanización requieran, asegurar el cumplimiento de las planificaciones, requerimientos y conceptos de soluciones de conducciones primarias contempladas en este Plan Maestro de Aguas Lluvias.
- Con el fin de mejorar la calidad y representatividad de la información necesaria para el continuo y permanente mejoramiento de este Plan Maestro, así como la gestión y operación de la red de evacuación y drenaje de aguas lluvias, se recomienda :

- Realizar un barrido mecánico periódico de las calles de la ciudad antes y durante el período de lluvias. El barrido se realizará a objeto de evitar la depositación y el arrastre de sustancias que puedan ser incorporadas a los colectores y que en última instancia signifiquen alteraciones de los cursos receptores.
- Realizar un Plan de Limpieza y Mantenimiento de Redes, tendiente al mejoramiento de la red de colectores que conformarán el Plan Maestro de Aguas Lluvias, a fin de asegurar que la red esté apta para portear el caudal para el cual fue diseñada, lo que en forma indirecta contribuye en menor grado, a minimizar la masa contaminante descargada.

La frecuencia en la aplicación de este plan debiera realizarse anualmente, con anterioridad al inicio de la época de lluvias.

d) Empresas sanitarias

En 1988 se creó la actual organización de empresas sanitarias, una empresa por región y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, dependiente del Ministerio de Obras Públicas. Las empresas sanitarias regionales son sociedades anónimas, cuyo principal accionista es la Corporación de Fomento, salvo en aquellas en que se ha incorporado capital privado. Las leyes 18.777 y 18.885 autorizaron la constitución de las sociedades anónimas de servicios sanitarios y establecieron, en sus respectivos artículos 2°, que el objeto de tales sociedades es producir y distribuir agua potable; recolectar, tratar y disponer las aguas servidas y realizar las demás prestaciones relacionadas con dichas actividades en la forma y condiciones establecidas en los DFL. MOP N° 382 y 70, de 1988.

Como se indica en el párrafo anterior, la normativa de 1988 dejó en manos de las sociedades anónimas sólo el tema de las aguas servidas, generándose un vacío legal ya que la recolección y evacuación de aguas lluvias en ningún caso puede ser efectuado por las referidas sociedades anónimas de servicios sanitarios y dejando sin establecer a quién corresponde.

Sin embargo, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 4° transitorio del D.F.L. MOP N° 382/88, los servicios públicos de recolección de aguas servidas deben continuar explotando los alcantarillados unitarios en operación a la fecha de vigencia de ese cuerpo legal. La disposición citada hace obligatorio para la empresa sanitaria, donde posee colectores unitarios, el servicio de recolección de aguas lluvias y, en consecuencia, se trata de una prestación ineludible para el prestador, que está inmersa en la prestación del servicio público de recolección de aguas servidas, con el cual forma un mismo sistema.

La promulgación de la ley N° 19.525 vino a solucionar el vacío legal indicado anteriormente ya que regula los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

El análisis de la ley N° 19.525 permite establecer claramente que es posible la participación de las empresas sanitarias en la realización de obras relacionadas con la evacuación y drenaje de aguas lluvias (artículo 1°).

De lo expuesto anteriormente se puede concluir que existen al menos dos vías en virtud de las cuales una concesionaria de servicios sanitarios puede actuar en el área de evacuación y drenaje de las aguas lluvias. La primera dice relación con la explotación de colectores unitarios o interconectados y la segunda se refiere a la participación en cualquier contrato destinado a realizar cualquier obra a que dé lugar las disposiciones de la ley N° 19.525. La cuestión a dilucidar es si los costos, de acuerdo naturaleza, ocasionados por la explotación o realización de estas obras, pueden ser incorporados a las tarifas que tienen derecho a cobrar las concesionarias a sus clientes, aplicando el sistema y la metodología de cálculo del DFL 70 y su reglamento.

e) Asociaciones de Canalistas

El Plan Maestro del Gran Santiago propone el uso, previo mejoramiento, de varios canales de riego actualmente existentes. Los canales de riego son de propiedad privada, de modo que su utilización para fines de evacuación de aguas lluvias requiere un convenio con los respectivos propietarios y la formulación de una reglamentación adecuada que incorpore aspectos como las condiciones de operación de estos sistemas y las responsabilidades legales que competen a cada una de las partes.

f) Participación Ciudadana

Todas las medidas de carácter no estructural descritas en el acápite anterior tienen su fundamentación en la colaboración de toda la ciudadanía para prevenir las inundaciones y para las acciones que se emprendan en caso de emergencia.

Algunas de estas medidas también pueden ser objeto de reglamentación, en una forma similar a lo que actualmente existe, por ejemplo, en materia de descontaminación ambiental (restricciones, prohibiciones, etc.).

11. **SEPARACION Y PRIORIZACION DE SOLUCIONES**

11.1 **Objetivo**

Uno de los objetivos específicos que se busca alcanzar con el Plan Maestro es obtener una priorización de los proyectos de inversión.

Para tal efecto, los Términos de Referencia (TR) de la consultoría establecen que, una vez concluido el Diagnóstico, el Consultor "propondrá a la Dirección las áreas a ser protegidas de las inundaciones mediante medidas estructurales y no estructurales". Para seleccionar y proponer las áreas a ser protegidas, los TR indican un conjunto de criterios, todos de carácter cualitativo, que deberán tenerse en consideración para tal efecto.

El objetivo del acápite XI.2 del Informe Final es establecer un procedimiento metodológico que permita analizar, calificar y ordenar cada una de las áreas que, durante este estudio, se ha detectado que sufren algún tipo de perjuicio como consecuencia de las inundaciones por lluvias.

El ordenamiento de estas áreas, según los daños que sobre ellas causan las lluvias, permitirá seleccionar aquellas que tienen un grado de prioridad en la solución de sus problemas. De esta manera, en el acápite XI.3 del Informe Final se lleva a cabo una asignación de puntajes por área, lo que permite elaborar una lista de prioridades. En el mismo acápite se presenta la información recopilada por EMOS respecto a sectores afectados y también, el trabajo realizado por el MINVU que identifica los puntos inundables en la ciudad y que propone una metodología para la constitución de una guía para la inversión sectorial. Finaliza este acápite con un análisis comparativo de los antecedentes elaborados, que permite establecer una lista de prioridades para los proyectos de inversión en infraestructura de aguas lluvias.

Es importante destacar que los TR incluyen también un requerimiento de evaluación económica, indicando que "el Consultor deberá elaborar una metodología conducente a la priorización de sectores de las alternativas propuestas de manera de programar las inversiones a realizarse en el sector público en los próximos cinco años". Actualmente MIDEPLAN se encuentra desarrollando una metodología orientada a obtener una serie de parámetros que permitan valorar objetivamente los niveles de daños producidos

por las inundaciones. Dado que a la fecha de elaborar la evaluación económica, esta metodología aún no estaba concluida, el Consultor ha propuesto una metodología simplificada que, de acuerdo con la Dirección, ha aplicado a cuatro sectores del Gran Santiago. Todo lo relacionado con la evaluación económica aparece en el acápite XI.4 del Informe Final y se resume más adelante, en el acápite 11.3.

11.2 **Asignación de puntajes**

Una vez definidos los criterios que se aplicarán a las diferentes áreas con problemas de inundación por lluvias, se estableció el peso relativo que se dará a cada uno de ellos para permitir efectuar la comparación.

La ponderación asignada a cada criterio es un aspecto subjetivo y, como tal, discutible. La puntuación propuesta por el Consultor y utilizada en el estudio es la siguiente.

a)	Daño a las personas	
	i. Damnificados	70
	ii. Albergados	100
b)	Daños de viviendas	
	i. Menor	40
	ii. Mayor	60
	iii. Irrecuperable	80
c)	Daño a servicios básicos	
	i. Dañado	50
	ii. Interrumpido	70
d)	Daño a las vías	
	i. Demoras	30
	ii. Retrasos	60
	iii. Aislamiento	90

e) Daño a hospitales, escuelas y otros servicios públicos:

i.	Menor	50
ii.	Mayor	70
iii.	Irrecuperable	90

Las puntuaciones indicadas precedentemente permiten establecer un ordenamiento de las áreas según el puntaje que se asigne a cada uno de los criterios considerados.

Aunque anteriormente se ha propuesto un procedimiento que permite comparar los sectores afectados por inundaciones a partir de la calificación de 5 criterios previamente definidos, existen otros criterios, que aquí se han definido como "de segundo orden", que permiten corregir o ajustar las puntuaciones establecidas. En efecto, es evidente que la comparación no puede hacerse sin tener en cuenta, por ejemplo, el número de afectados que está asociado a cada una de las áreas con problemas. De esta forma, se ha propuesto afectar el puntaje total que se obtenga en cada área por algún coeficiente que introduzca el efecto de considerar criterios "de segundo orden", en este caso, el número de personas relacionadas con cada área.

Los factores de ponderación aplicados en este caso son:

		<u>Factor Ponderación</u>	
	Personas afectadas	< 500	1,0
500 <	Personas afectadas	< 2.500	1,2
2.500 <	Personas afectadas	< 7.500	1,4
	Personas afectadas	> 7.500	1,5

Otro criterio "de segundo orden" que puede complementar el anterior es introducir un ajuste que considere el hecho que ciertos sectores (por sus características morfológicas) permanecen, ante un determinado suceso, más veces y más tiempo que otros, con problemas de inundación. En efecto, hay sectores, sin vías de evacuación de lluvias, que ante un evento mínimo sufren problemas de inundación por largos períodos. En este caso, también se propone incorporar un factor de ajuste, según la siguiente ponderación:

			<u>Factor Ponderación</u>
	Inundaciones	< 12 horas	1,0
12 horas <	Inundaciones	< 24 horas	1,2
	Inundaciones	> 24 horas	1,4

De esta forma las puntuaciones obtenidas para cada área mediante la calificación de los 5 criterios propuestos, han sido corregidos utilizando algunos criterios de "segundo orden", esto es, dependiente del número de personas afectadas y del tiempo de la inundación.

Considerando los factores anteriores, se ha preparado la tabla 11.1, que contiene la proposición del Consultor respecto a las áreas tributarias a sanear según orden de prioridad.

Tabla 11.1 : Priorización de Soluciones

PRIORIDAD	SISTEMAS DE AREAS TRIBUTARIAS	ZONA	COMUNAS	PROYECTOS PRIORITARIOS	INVERSION (Mill \$)
1.	Santa Rosa - Francisco Pizarro - Ochagavía - Talavera - Valenzuela Llanos (B.3)	CENTRO	La Pintana El Bosque San Ramón La Cisterna Lo Espejo P. Aguirre Cerda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector SAB (ramal principal)</li> <li>• Ramal Ochagavía</li> <li>• Ramal Los Morros</li> </ul>	19.900 2.990 2.595
2.	El Salto - Benítez - Cardenal Caro (NC.1)	NORTE - LC	Recoleta Conchali Huechuraba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento Canal Huechuraba y Canal Huechuraba 2.</li> <li>• Proyecto El Salto (3 Colectores)</li> </ul>	2.638 4.365
3.	Vicuña Mackenna Sur - Santa Raquel - Colombia (B1)	CENTRO	La Florida Puente Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector Colombia</li> <li>• Colector Santa Raquel</li> </ul>	11.302 1.182
4.	Barón Juras Reales - Apostol Santiago - Pueblo Quilicura - Lo Campino (NC.5)	NORTE - LC	Conchali Quilicura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector Ruta 5N</li> <li>• Canal Santa Luisa (tramo final)</li> <li>• Canal San Luis (tramo final)</li> <li>• Colector Vespucio / Ruta 5N</li> <li>• Colector Independencia</li> </ul>	4.962 459 1.606 1.400 1.150
5.	Domingo Santa María - Aníbal Pinto - Renca (NM.6)	NORTE-M	Renca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento Canal La Punta</li> <li>• Colector Nuevo Infante</li> </ul>	30 1.881
6.	Maipú (B.5)	CENTRO	Maipú	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector 3 Pontiente</li> <li>• Colector Buera</li> <li>• Colector Nueva Rinconada</li> <li>• Colector 4 Pontiente</li> </ul>	3.298 1.625 450 843
7.	Arrieta - Larrain - Q. Ramón - Bilbao (NM.1)	NORTE-M	Peñalolén La Reina Las Condes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento Canal San Carlos</li> <li>• Q. Nido de Águilas, Colector Arrieta</li> <li>• Proyecto Larrain (Colector y Estanque de Retención).</li> </ul>	871 1.987 2.069
8.	La Pincoya - Las Bandurrias (NC.2)	NORTE - LC	Huechuraba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento Canal El Carmen</li> <li>• Mejoramiento Canal Los Choros</li> </ul>	4.515 229
9.	Gran Avenida Sur - Espejo - Nos - Ochagavía Sur (SMAP-1)	SUR	La Pintana El Bosque San Bernardo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector Gran Avenida</li> <li>• Mejoramiento Canal Ochagavía</li> <li>• Mejoramiento Canal Espejo</li> <li>• Mejoramiento Canal Santa Marta</li> </ul>	3.892 1.191 4-015 3.125

Tabla 11.1 : Priorización de Soluciones (Continuación)

PRIORIDAD	SISTEMAS DE AREAS TRIBUTARIAS	ZONA	COMUNAS	PROYECTOS PRIORITARIOS	INVERSION (Mill \$)
10.	Concha y Toro - El Olivar (SMAI-2)	SUR	Puente Alto La Pintana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interceptor Puente Alto</li> <li>• Canal Interceptor</li> <li>• Colector Básico Concha y Toro</li> <li>• Colector Básico Ejército Libertador</li> <li>• Colector Básico 4 Oriente</li> <li>• Colector Básico Santa Rosa</li> </ul>	29.453 1.421 4.174 3.818 4.406 2.150
11.	Acceso Sur - La Serena - Las Industrias (B.2)	CENTRO	Puente Alto La Florida La Granja San Joaquín	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector Santa Rosa DOH</li> <li>• Colector Acceso Sur (Tramo II)</li> <li>• Colector Acceso Sur (tramo III)</li> </ul>	5.840 4.813 10.260
12.	Hondonada Río Viejo (NM-7.2)	NORTE-M	Pudahuel Cerro Navia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector J.J. Pérez</li> <li>• Canal Río Viejo</li> <li>• Colector FACH</li> </ul>	958 359 4.188
13.	Carretera Panamericana Sur - Los Cerrillos - Lo Errázuriz (B.4)	CENTRO	Lo Espejo Cerrillos P. Aguirre Cerda		
14.	Buendía - Teniente Cruz - Bonilla - Laguna Sur (NM.7.3)	NORTE-M	Lo Prado Pudahuel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento Canal Derivado Ortuzano</li> <li>• Colector Laguna Sur</li> <li>• Colector San Pablo</li> </ul>	1.456 2.347 2.974
15.	Kennedy - Escrivá de Balaquer - Apoquindo (NM.2)	NORTE-M	Las Condes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector Pérez Zujovic Norte</li> <li>• Colector Pérez Zujovic Sur</li> </ul>	4.804 6.697
16.	Villa Kennedy (A..7)	CENTRO	Estación Central	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector Villa Kennedy</li> </ul>	4.483
17.	Chicureo (NC.3)	NORTE-LC	Colina Quilicura Huechuraba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento Canal Batuco</li> <li>• Canalización Quebrada La Nipa</li> <li>• Mejoramiento Estero Los Patos</li> </ul>	2.445 199 2.089
18.	Los Industriales (A.2)	CENTRO	Maquil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colector Los Industriales</li> <li>• Ramal Pedro de Valdivia</li> </ul>	1.899 202

11.3 Evaluación Económica

11.3.1 Áreas involucradas

Dada ña extensión del Gran Santiago, la DOH seleccionó 4 macroáreas con el objeto de hacer un estudio de prefactibilidad de las soluciones propuestas. Estas macroáreas (o sistemas de áreas tributarias) son las siguientes:

- Sistema Oriente Canal San Carlos (NM-1)
- Sistema El Salto, Conchalí, Recoleta (NC-1)
- Quilicura (NC-5)
- Derivado Ortuzano (NM-7.3)

El estudio de viabilidad de los sistemas anteriores fue desarrollado en el acápite VII.7 del Informe Final. Corresponde, en el presente acápite, presentar un resumen de la evaluación económica. Considerando que la metodología de evaluación está basada en el concepto del daño evitado, dentro de cada sistema se han definido los proyectos que constituyen soluciones de aguas lluvias independientes entre sí, tanto constructivamente como desde el punto de vista operativo. El objetivo de esta separación en proyectos es valorizar el impacto positivo sobre una población específica que es beneficiada por la construcción de una obra determinada.

Cabe señalar que la independencia hidráulica mencionada en el párrafo anterior, es un concepto que debe manejarse con criterio técnico. Esto se debe a que en cada macroárea existe un cauce receptor de los aportes de cada uno de los proyectos que la conforman. Al momento de comparar los distintos proyectos, es necesario establecer que el mejoramiento de los cauces principales debe ejecutarse con anterioridad al resto de los proyectos que conforman el sistema. En la Tabla 11.2, junto con un desglose de los distintos proyectos que conforman cada macroárea, se incluyen los proyectos que hacen de receptores finales de las aguas, los que condicionan la materialización del resto de los proyectos.

Tabla 11.2 : Desglose de Macroáreas por Proyectos

Macroárea	Proyectos de Recepción Final	Proyectos Independientes
NM-1	Mejoramiento Canal San Carlos	Quebrada Nido de Aguilas, La Reina, Quebrada de Ramón, Quebrada de Apoquindo
NC-1	Mejoramiento de Canal Huechuraba y Construcción Canal Huechuraba 2	El Salto, Huber Benítez, Cardenal Caro
NC-5	Colector Ruta 5N, Canal Santa Luisa (tramo final), Canal S. Luis (tramo final)	NC5 Oriente, NC5 Centro, NC5 Poniente
NM-7.3	Mejoramiento Canal Derivado Ortuzano	Sector Norte Ruta 68, Sector Sur Ruta 68

11.3.2 Resultados de la Evaluación

La metodología descrita en el acápite XI.4.2 del Informe Final fue aplicada para los 4 sistemas seleccionados por la DOH para la etapa de factibilidad. Los volúmenes excedentes se han calculado por tramos, aunque en los casos en que corresponde, se ha tomado en cuenta que, aún cuando existen tramos que tienen una capacidad de porteo importante de las calles, existen aguas abajo puntos específicos de acumulación de agua. Sólo por citar un ejemplo, en el sector de El Salto y Recoleta existe una capacidad de porteo de las calles, pero estas aguas se acumulan finalmente en el sector de Avenida A. Vespucio.

En el Anexo H.1 del Informe Final se presenta el detalle de los cálculos, en donde, en los casos que corresponde, se especifican algunos criterios y supuestos especiales, ya que cada sistema analizado es distinto. En la Tabla 11.2 se presenta un resumen de los volúmenes de daño evitados para cada proyecto independiente (definidos en el acápite XI.4.1 del Informe Final). Se incluye el presupuesto total de cada proyecto y el cálculo del índice de priorización, el cual, como se señaló en el acápite XI.3.2 del Informe Final se define como  $I = VD_e / INV$ , siendo  $VD_e$  el volumen de daño evitado e  $INV$  el presupuesto del proyecto correspondiente.

Tabla 11.2 : Volumen de Daño Evitado e Índice de Priorización para Proyectos Independientes

ZONA	Proyecto	VD <sub>e</sub> (mill m <sup>3</sup> año)	INV (mill \$)	Índice de Priorización (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> año / \$)
NM-1	Q. N. de Aguilas: Col. Arrieta	4,26	1.987	2,14
	Q. N. de Aguilas: Col. Talinay	1,92	915	2,10
	La Reina: Col. Larraín y Estanque Retención	2,16	2.069	1,04
	La Reina: Col. Simón Bolívar	1,24	1.319	0,94
	Q. de Ramón	3,27	1.272	2,57
	Q. de Apoquindo	16,51	7.827	2,11
NC-1	El Salto	8,54	4.365	1,96
	H. Benítez	1,43	1.045	1,37
	J.M. Caro	3,76	3.267	1,15
NC-5	Oriente: Independencia	3,46	3.358	1,03
	Oriente: Juras Reales	0,91	1.385	0,66
	Oriente: Apóstol Santiago	0,55	960	0,57
	Centro (no incluye último tramo del canal Santa Luisa)	2,51	2.602	0,96
	Poniente (no incluye último tramo del canal San Luis)	1,51	3.806	0,39
NM-7.3	Norte Ruta 68: Col. San Pablo – Las Torres	3,58	3.479	1,03
	Norte Ruta 68: Col. San Pablo	3,66	3.136	1,17
	Norte Ruta 68: Ruta 68	1,90	1.465	1,30
	Norte Ruta 68: Col. Buendía – Canal O1	0,79	663	1,19
	Sur Ruta 68: Col. y Canal Laguna Sur	8,52	2.408	3,54

Con respecto a los proyectos de recepción final definidos en el acápite XI.4.1 del Informe Final, el análisis es distinto. Lo anterior se debe a que estos proyectos condicionan la construcción del resto, por lo que es difícil hacer una comparación cuantitativa con los otros proyectos del mismo sistema. Adicionalmente, si se estimasen los volúmenes excedentes de manera análoga a lo hecho con los proyectos independientes, estos proyectos principales tendrían un factor de priorización muy bajo, ya que la mayoría del volumen de agua es conducido artificialmente por el resto de la infraestructura proyectada y, de esta forma, la evaluación para la situación sin proyecto no es trivial.

Por lo anterior, se ha optado por utilizar un índice distinto para estos proyectos de recepción final de las aguas, para poder compararlos entre sí, pero en ningún caso es riguroso compararlos con los proyectos independientes. Debido a que estos proyectos principales reciben casi la totalidad del volumen de sus respectivas macroáreas, el índice que se propone corresponde a la razón entre el total del volumen de daño evitado para la macroárea correspondiente, y el costo de construcción del proyecto de recepción final. Lo anterior se presenta en la Tabla 11.3.

Tabla 11.3 : Índices de Priorización para Proyectos de Recepción Final

Zona	Proyecto	VD <sub>e</sub> TOTAL (mill m <sup>3</sup> año)	INV (mill \$)	Índice de Priorización (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> año / \$)
NM1	Mejoramiento Canal San Carlos	29,36	871	33,7
NC1	Mejoramiento Canal Huechuraba y Construcción Canal Huechuraba 2	13,73	2.638	5,2
NC5	Colector Ruta 5N	4,92	4.962	0,99
	Canal Santa Luisa (último tramo)	2,51	200	12,55
	Canal San Luis (último tramo)	1,51	254	5,94
NM-7.3	Mejoramiento Canal Derivado Ortuzano (no considera tramo paralelo a Ruta 68)	18,45	1.165	15,8

### 11.3.3 Análisis de Resultados

#### a) Comparación de proyectos de recepción final

Como ya se señaló, los proyectos de recepción final son aquellas obras que reciben la mayor parte del aporte de la zona y que, dada su relevancia, el saneamiento integral de cada zona depende de su construcción. En la Figura XI.4.8 se presenta en forma esquemática cada uno de los proyectos de recepción final ya definidos.

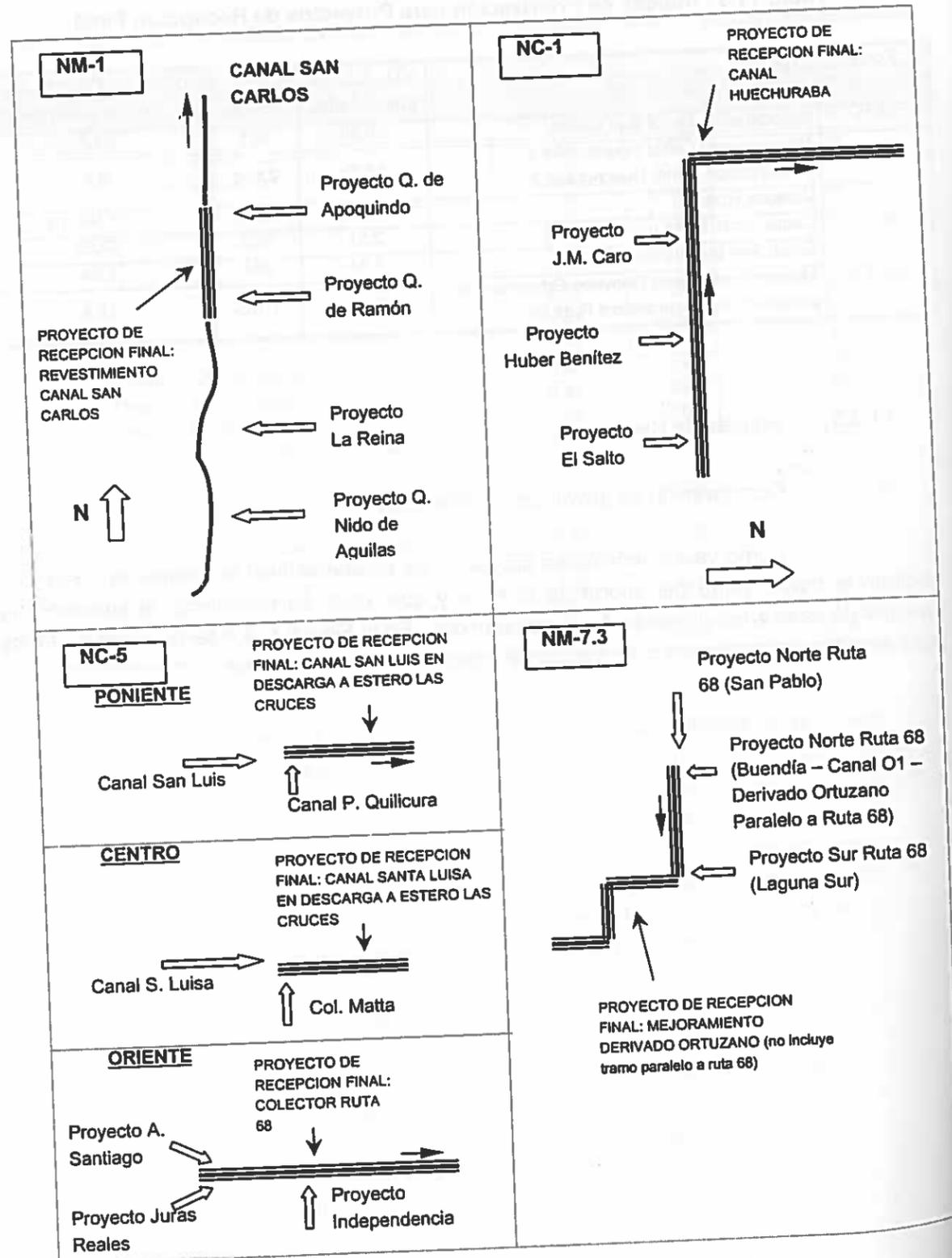


Figura 11.1 : Proyectos de Recepción Final

Comparando los proyectos anteriormente descritos de acuerdo a su índice de priorización, se observa que el valor más alto lo obtiene el mejoramiento del Canal San Carlos, tal como se aprecia en la Tabla 11.4, en donde los proyectos de recepción final se han ordenado de acuerdo al índice obtenido.

Tabla 11.4 : Ordenamiento de Proyectos de Recepción Final Según su Índice de Priorización

Proyecto	ZONA	INV (mill \$)	Índice de Priorización ( $\times 10^3 \text{ m}^3 \text{ año} / \$$ )
Mejoramiento Canal San Carlos	NM-1	871	33,7
Mejoramiento Canal Derivado Ortuzano (no considera tramo paralelo a Ruta 68)	NM-7.3	1.165	15,8
Canal Santa Luisa (último tramo)	NC-5	200	12,55
Canal San Luis (último tramo)	NC-5	254	5,94
Mejoramiento Canal Huechuraba y Construcción Canal Huechuraba 2	NC-1	2.638	5,2
Colector Ruta 5N	NC-5	4.962	0,99

El alto puntaje obtenido por el proyecto relativo al canal San Carlos se explica debido a que sólo es necesario realizar un mejoramiento parcial de este cauce, que consiste en el revestimiento entre las avenidas La Cañada y Bilbao. Además, el alto volumen de daño evitado, debido a que las obras para la Zona NM-1 se han diseñado para un periodo de retorno  $T = 10$  años, es otra causante de que el índice de priorización sea elevado.

Con respecto al canal Derivado Ortuzano, el índice obtenido es significativo ya que el canal posee en gran parte de su trazado una sección bien definida y considerable, lo que justifica su aprovechamiento. Adicionalmente, el volumen de agua que podría portear es muy alto ya que permite el saneamiento de un área bastante extensa.

El índice obtenido por el tramo del canal Santa Luisa en la descarga al estero las Cruces es muy comparable al obtenido por el Derivado Ortuzano. En este caso el volumen saneado es bastante menor, pero la inversión necesaria para este proyecto también lo es.

El proyecto canal Huechuraba presenta un índice que puede calificarse como intermedio, principalmente por efectos de la construcción del canal Huechuraba 2, el que es fundamental para afrontar las futuras modificaciones de la Avenida Américo Vespucio. Visto de otra forma, el saneamiento de la zona NC-1 solo es posible mediante una obra que requiere de una inversión elevada, en comparación al volumen total de agua evacuada.

Finalmente, el proyecto Colector Ruta 5N tiene asociado un índice bajo, ya que es una obra de gran extensión. Lo anterior es en general, inevitable para la Zona NC-5, debido a su lejanía al cauce receptor final que es el estero Las Cruces.

Como se señaló en el acápite XI.4.3 del Informe Final, la construcción de los proyectos anteriormente mencionados es fundamental si se plantea el saneamiento integral de cada zona en particular. De esta forma, los índices de priorización de estos proyectos sólo entregan una estimación respecto del volumen saneado en relación a la inversión requerida, pero difícilmente pueden ser determinantes en evaluar la prioridad que el saneamiento de toda una zona merezca tener. Por lo anterior, los resultados presentados en la Tabla XI.4.6 son una referencia, y tienen solo un valor comparativo entre las cuatro zonas que fueron sujetas a un análisis de factibilidad.

b) Comparación de Proyectos Independientes

La importancia del índice de priorización de los proyectos independientes, es que permite una comparación de proyectos ya sea, dentro de una zona en particular, o con otros proyectos de otras zonas. En la Tabla 11.5 se presenta un ordenamiento según su índice de priorización de los proyectos por zona. Posteriormente, en la Tabla 11.6 se presenta el mismo ordenamiento, pero esta vez es de carácter global, es decir, compara todos los proyectos independientes de las cuatro zonas estudiadas.

Tabla 11.5 : Ordenamiento de Proyectos Independientes por Zona

ZONA	Proyecto	INV (mill \$)	Índice de Priorización (x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> año / \$)
NM-1	Q. de Ramón	1.272	2,57
	Q. N. de Aguilas: Col. Arrieta	1.987	2,14
	Q. de Apoquindo	7.827	2,11
	Q. N. de Aguilas: Col. Talinay	915	2,10
	La Reina: Col. Larraín y Estanque Retención	2.069	1,04
	La Reina: Col. Simón Bolívar	1.319	0,94
		4.365	1,96
NC-1	El Salto	1.045	1,37
	H. Benítez	3.267	1,15
	J.M. Caro	3.358	1,03
NC-5	Oriente: Independencia	2.602	0,96
	Centro	1.385	0,66
	Oriente: Juras Reales	960	0,57
	Oriente: Apóstol Santiago	3.806	0,39
	Poniente	2.408	3,54
NM-7.3	Sur Ruta 68: Col. y Canal Laguna Sur	1.465	1,30
	Norte Ruta 68: Ruta 68	663	1,19
	Norte Ruta 68: Col. Buendía - Canal O1	3.136	1,17
	Norte Ruta 68: Col. San Pablo	3.479	1,03
	Norte Ruta 68: Col. San Pablo - Las Torres		

Tabla 11.6 : Ordenamiento Global de Proyectos Independientes

Proyecto	ZONA	Índice de Priorización (x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> año / \$)
Sur Ruta 68: Col. y Canal Laguna Sur	NM-7.3	3,54
Q. de Ramón	NM-1	2,57
Q. N. de Aguilas: Col. Arrieta	NM-1	2,14
Q. de Apoquindo	NM-1	2,11
Q. N. de Aguilas: Col. Talinay	NM-1	2,10
El Salto	NC-1	1,96
H. Benítez	NC-1	1,37
Norte Ruta 68: Ruta 68	NM-7.3	1,30
Norte Ruta 68: Col. Buendía - Canal O1	NM-7.3	1,19
Norte Ruta 68: Col. San Pablo	NM-7.3	1,17
J.M. Caro	NC-1	1,15
La Reina: Col. Larraín y Estanque Retención	NM-1	1,04
Norte Ruta 68: Col. San Pablo - Las Torres	NM-7.3	1,03
NC5 Oriente: Independencia	NC-5	1,03
NC5 Centro	NC-5	0,96
La Reina: Col. Simón Bolívar	NM-1	0,94
NC5 Oriente: Juras Reales	NC-5	0,66
NC5 Oriente: Apóstol Santiago	NC-5	0,57
NC5 Poniente	NC-5	0,39

Realizando un análisis por sistema, el proyecto Quebrada de Ramón obtiene un alto índice en la zona NM-1, ya que la solución planteada no se basa en colectores de grandes dimensiones, lo que implica una menor inversión. El colector Arrieta también tiene una alta prioridad, lo que es coherente con el hecho de que ante lluvias de mediana intensidad, esta avenida presenta un gran escurrimiento. Casi idéntico índice obtiene el proyecto Quebrada de Apoquindo, ya que aún cuando el monto de inversión es considerable, el volumen de agua que es capaz de portear es igualmente elevado.

El proyecto La Reina, que consiste en el colector Larraín y el estanque de retención, obtiene un índice relativamente bajo, lo que se debe a que este proyecto involucra la intercepción de quebradas cuyos caudales en la situación sin proyecto no son porteados por este sector. De esta forma, el monto de inversión es elevado, pero permite disminuir el escurrimiento por las calles de la zona ubicada inmediatamente al norte de avenida Larraín.

Con respecto a la zona NC-1, el proyecto El Salto destaca sobre los otros proyectos que constituyen la zona. Esto es coherente con el impacto que provoca la inundación y corte de la Av. Américo Vespucio en ese sector. Cabe destacar que este proyecto fue diseñado para un periodo de retorno T = 10 años, lo que aumenta el volumen de daño evitado.

Con respecto al sector NC-5, el proyecto Independencia tiene el índice más alto, debido a que sana un área de una extensión considerable. Dentro de la misma zona oriente, el proyecto Juras Reales obtiene un índice más alto que el proyecto Apóstol Santiago, lo que es coherente con lo observado en terreno en días de lluvia. Si bien el proyecto Juras Reales tiene un índice relativamente bajo en comparación a otros proyectos, esta es una zona que frecuentemente presenta problemas. En ésta existen algunos puntos bajos que provocan zonas de inundación puntuales que generan cortes de tránsito incluso varias horas después de terminada la lluvia. Por lo tanto, es una zona en que, si bien el volumen de daño evitado es menor a otros sectores en comparación a la inversión necesaria, éste se concentra puntualmente en algunos lugares para la situación sin proyecto provocando mayores problemas. Lo anterior implica que si bien el índice de priorización es una herramienta útil como instrumento en la toma de decisiones, no puede ser visto como un factor determinante al momento de efectuar una priorización, sobre todo cuando se comparan proyectos de distintos sistemas

La zona NM-7.3 arroja un índice elevado para el proyecto de Laguna Sur, lo cual era esperable debido a que esa es una zona de frecuentes problemas de inundación. Esta zona, debido al patrón de drenaje, recibe directamente el aporte de un área muy extensa ubicada al oriente de la Avenida Américo Vespucio. Debido al efecto embalse de dicha Avenida y a la falta de infraestructura de aguas lluvias adecuada, se han generado graves problemas de inundación, especialmente en el sector de la Villa Alto Jahuel. Los otros proyectos que conforman la zona NM-7.3 tienen un índice muy similar.

Si se analizan los índices obtenidos desde un punto de vista global, siguiendo al proyecto Laguna Sur se ubican 4 de los 6 proyectos que constituyen el sistema NM-1 y el proyecto El Salto (NC-1). Lo anterior se debe principalmente al periodo de retorno de la solución (que para NM-1 y El Salto es  $T=10$  años), lo que implica que el volumen de daño evitado aumenta más rápidamente que el costo de inversión necesario.

Con respecto a la zona NC-5 Poniente, el índice de priorización es muy bajo ya que es necesaria una red muy extensa para alcanzar la descarga final. Es decir, más que un bajo volumen de daño evitado, la solución requiere de una alta inversión debido a la lejanía de la zona del estero Las Cruces.

#### 11.4 Comparación de Resultados

En este capítulo se desarrolló y propuso una priorización de las soluciones del Plan Maestro utilizando 2 metodologías. La primera corresponde a un análisis cualitativo (acápito 11.2) y la segunda se desarrolló a través de un análisis cuantitativo (acápito 11.3).

El primer enfoque corresponde a un conjunto de criterios, todos de carácter cualitativo, los cuales permitieron realizar una asignación de puntajes por área, permitiendo así elaborar una lista de prioridades. Esta evaluación cualitativa sólo considera los daños producidos por las aguas lluvias, que al ser evitados con la nueva infraestructura, pasan a ser los beneficios del proyecto. El listado de priorización generado mediante esta metodología se presentó en la Tabla 11.1.

El segundo enfoque corresponde a una evaluación económica simplificada, la cual incluye solo los costos de la nueva infraestructura y el volumen de agua que produce daño a ser evitado. Mediante este enfoque se obtuvo un índice de priorización, el cual representa la inversión necesaria por unidad de volumen de agua evitado. Esta evaluación se efectuó sólo en cuatro áreas de la Región Metropolitana, las que corresponden a las que fueron seleccionadas para un análisis de factibilidad de la solución. El listado según el índice de priorización se presentó en la Tabla 11.6.

Debido a que ambos enfoques se fundamentan en criterios muy diferentes, el ordenamiento por área según prioridad difiere. Lo anterior se justifica ya que la priorización cualitativa aborda macroáreas y no toma en cuenta los montos de inversión, mientras que la evaluación económica consideró proyectos independientes sólo de algunas áreas en particular y sí consideró el costo de la nueva infraestructura. Por lo anterior es posible observar que las tablas de priorización asociadas a ambos enfoques presentan ordenamientos distintos, como es el caso de los sectores NC-5 (Quilicura) y NM-1 (Oriente Canal San Carlos). Si bien Quilicura es una zona de graves problemas de inundaciones, requiere de una inversión muy elevada para su saneamiento debido a lo plano del terreno, factor que no toma en cuenta el enfoque cualitativo. De esta forma, el sector NC-5 obtiene un índice de prioridad bajo luego de aplicada la metodología simplificada de evaluación económica.

Las consideraciones anteriores demuestran que el ordenamiento según priorización depende fuertemente del enfoque que se aplique. De esta forma, los ordenamientos presentados en las Tablas 11.1 y 11.6 son un instrumento útil en la toma de decisiones, pero en ningún caso reflejan un ordenamiento o criterio absoluto al momento de definir las futuras inversiones. La decisión final deberá además considerar factores que dependen del momento en que se realice una priorización definitiva de las obras de la red primaria, como por ejemplo, de la existencia de proyectos de diseño aprobados o en elaboración.

162.

## 12. DEFINICION DE LA RED PRIMARIA

### 12.1 Criterios de definición

Con fecha 10 de noviembre de 1997 se publicó en el Diario Oficial la Ley N° 19.525 que establece normas sobre los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Esta ley vino a llenar un vacío normativo por cuanto con anterioridad a su publicación, no existía una atribución de responsabilidades en esta materia, que permitiera abordar con eficacia y oportunidad la prevención de los problemas que se derivan de una carencia de obras de disposición de las aguas lluvias.

Dentro de sus aspectos más relevantes, la ley distingue entre redes primarias y secundarias. La red primaria estará a cargo del Ministerio de Obras Públicas, que será responsable de las materias de planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento. La red secundaria estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo a quien le corresponderá, directamente, su planificación y estudio y, a través de los SERVIU, el diseño, construcción, reparación y mantención de la misma.

La ley encarga al Ministerio de Obras Públicas la elaboración de los planes maestros, en los cuales debe quedar definido lo que constituye la red primaria. Estos planes serán aprobados por decreto supremo firmado por los ministros de ambas carteras. El resto de las redes, no contempladas dentro de la definición de red primaria, constituirán, por exclusión, la red secundaria.

En cumplimiento de lo anterior, el criterio propuesto para el Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago, es considerar dentro de la red primaria, las siguientes conducciones :

- Cauces naturales (quebradas y esteros) que atraviesan áreas urbanas. En el caso de Santiago, se excluyen de esta clasificación los ríos Maipo y Mapocho,
- Canales, existentes y proyectados, que tengan relación o que sean utilizados para el drenaje de aguas lluvias,
- Colectores separados, que poseen algún tramo de diámetro mayor o igual que 800 mm (o sección rectangular equivalente).

163.

- Colectores unitarios, cualquiera sea su sección, definidos como componentes de los sistemas unitarios que se describen en el acápite 12.2.

### 12.2 Definición de los Sistemas Unitarios

Con el objeto de lograr la definición y el planteamiento de una solución económica y eficiente, en este estudio se consideró la utilización de la infraestructura existente de evacuación y drenaje de aguas lluvias, entre la que se destaca la red unitaria.

La capacidad de la red unitaria del Gran Santiago fue analizada considerando el uso futuro del suelo con un horizonte de 20 años (de acuerdo con el PRMS) y el periodo de previsión de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias. Se concluye que, salvo casos particulares, es conveniente seguir utilizándola como parte de la solución integral de aguas lluvias.

Por lo anterior, la solución del Plan Maestro delimita el área que es capaz de sanear esta red, tanto para la situación actual como la futura, quedando así definido el sistema unitario. Se plantea un área unitaria, incluso en aquellos casos en que existen colectores separados, dado que el agua no distingue entre uno u otro sistema, dentro de un área hidráulicamente independiente de otra. En los planos escala 1:20.000 de la red primaria, se indica el contorno del área de estos sistemas. Además, al haber considerado las condiciones futuras de funcionamiento de este sistema, en el caso que se efectúen cambios dentro de esta área, se podrán incorporar adecuaciones a la red unitaria, ya sea agregando conexiones u optimizando el número y la ubicación de los sumideros, de modo tal que cualquier lugar dentro del área tenga factibilidad de conexión a esta red.

Por otra parte, este postulado se enmarca dentro del Artículo 2° de la Ley 19.525, donde se plantea que "Las redes de evacuación y drenaje que se construyan serán independientes de las redes de alcantarillado de aguas servidas y no podrán tener interconexión entre ellas. Sin embargo podrán ser unitarias o tener interconexión entre ellas, cuando la autoridad competente así lo disponga, fundada en un estudio de ingeniería que lo justifique desde un punto de vista técnico". En este estudio se fundamenta técnicamente la necesidad de seguir utilizando la red unitaria de Santiago.

Con respecto a la responsabilidad de las empresas de servicios sanitarios, corresponde señalar que existen los siguientes antecedentes a considerar:

- DFL MOP N°382 de 1988, que indica en su artículo 4° transitorio que "Los servicios públicos de recolección de aguas servidas, cualquiera sea su naturaleza jurídica, continuarán explotando los alcantarillados unitarios en igual operación, sin perjuicio de la legislación de aguas lluvias"
- Pronunciamiento de la Superintendencia de Servicios Sanitarios con respecto al tema de aguas lluvias a través del ORD. N° 520 del 16 de Junio de 1992, en el cual se indica que "la recolección de aguas lluvias, cuando se efectúa en el mismo sistema de alcantarillado de aguas servidas, es de responsabilidad de la empresa sanitaria, incluido su costo de mantención y de reposición, siendo improcedente la formulación de costos fijos a terceros por estos últimos conceptos, ni tampoco su inclusión en el cálculo normal de tarifas."
- Pronunciamiento de la Superintendencia de Servicios Sanitarios con respecto a la Ley de Aguas Lluvias de 1997 a través del ORD. N° 2041 del 8 de Septiembre de 1998, en el cual define como Organismo competente a la S.S.S. para permitir que las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias que se construyan no sean independientes de las redes de alcantarillado de aguas servidas.

Sobre lo expuesto anteriormente, en este estudio se definieron sistemas unitarios en las zonas Norte Mapocho y Centro de Santiago. Dentro de cada una de estas zonas, se ha considerado como unidad elemental el área tributaria y, en algunos casos, éstas se han agrupado formando un sistema. Además, un conjunto de áreas que evacua sus aguas a un cauce común se ha denominado sector y esta sectorización también facilita la ubicación de estas áreas. Cabe hacer notar que, en algunos casos puntuales, se han planteado refuerzos a los colectores para asegurar el adecuado funcionamiento de la red para eventos de al menos dos años de periodo de retorno.

En la Tabla 12.1 se presentan los colectores que conforman los sistemas unitarios. La tabla incluye el sector y el área tributaria a que pertenece el colector; nombre del colector (generalmente asociado a una calle); punto de descarga y el rango de sus dimensiones. Esta información se muestra gráficamente en 8 láminas escala 1:20.000 que cubren toda el área del estudio (láminas I a VIII), denominadas Planos de Red Primaria. En la tabla 12.1 se indica en qué lámina se ubica cada conducción.

Aquellas áreas que no están incluidas en estos sistemas, son drenadas por colectores separados y/o canales y cauces naturales de aguas lluvias, ya sea existentes o proyectados, que se describen en el acápite siguiente.

Tabla 12.1 : Colectores Unitarios Red Primaria

Sector	Area Tributaria	Zona Norte - Mapocho			
		Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina
NM-2	Apoquindo (APO)	Pdte. Errázuriz Apoquindo 1 (Separado)		Canal San Carlos Canal San Carlos	V-VI III-IV-V
NM4	Pedro de Valdivia Norte (PVN)	Pedro de Valdivia Norte		Río Mapocho	V
NM5	Ultra Mapocho (UMA)	Ultra Mapocho		Río Mapocho	
NM-7.1	Ensanche Norte Interamericano (ENI)	E. Norte Interamericano		Río Mapocho	III-V III-V
	Lo Espinoza (LES) *	Lo Espinoza Quinta Normal (QUI)	Lo Espinoza (Separado)	Río Mapocho Río Mapocho	III-V V
					400 - 1800 700 - 2000

\* En el área tributaria Lo Espinoza se plantea un reemplazo del sector poniente del colector unitario, quedando el área dividida en un sector oriente unitario y el sector poniente como separado.

Zona Centro

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	Diámetro (mm)
TRAMO I del Zanjón de la Aguada	Los Industriales	Los Industriales		Canal Derrames	V	600 - 1000
	Pedro de Valdivia (PDV)	P. de Valdivia		Canal Derrames	V	400 - 2200
		Irrazaval		Colector Pedro de Valdivia	V	500 - 700 (2)
		Dr. P.L. Ferrer		Colector Pedro de Valdivia	V	800 - 100
		Diego de Almagro Bilbao 2		Colector Pedro de Valdivia	V	400 - 1000
TRAMO II Bóveda del Zanjón de la Aguada	Macul Quilín (MAQ)	Elicodoro Yáñez		Colector Pedro de Valdivia	V	500 - 1000
		Macul-Quilín		Colector Pedro de Valdivia	V-VI	1000 - 3100
	Viña Santa Carolina (VSC)	Rodrigo de Araya		Colector Macul-Quilín	VI	600 - 1900
		Viña Sta. Carolina		Zanjón	V	700 - 1200
		J.S. Bach 1		Zanjón	V	600
Juan Sebastián Bach (BCH)	J.S. Bach 2		Zanjón	V	600-800	
TRAMO III del Zanjón de la Aguada	Santa Rosa Norte (SRN)	Stia. Rosa Norte		Colector Sta. Rosa Norte	V	900 - 1750
		Víctor Manuel		Zanjón	V	700 - 1100
	Ochagavía (OCH)	Ochagavía		Colector Sta. Rosa Norte	V	1200 - 2000
		Departamental 4		Zanjón	V	500 - 1000
		Gran Avenida 1		Colector Ochagavía	V	300 - 1200
TRAMO III del Zanjón de la Aguada	Francisco Pizarro (FPI)	Fco. Pizarro		Zanjón	V	500 - 1800
		Beauchef		Colector Fco. Pizarro	V	500 - 1100
	Valenzuela Llanos (VAB)	Valenzuela Llanos		Zanjón	V	900 - 1600
		Lincoln		Zanjón	V	350 - 900
		Buzeta Norte		Zanjón	V	500 - 550
TRAMO IV del Zanjón de la Aguada	Ferrocaril Norte (FFCC)	Ferrocaril Norte		Zanjón	V	300 - 600
		Canal AH		Colector AHB	V	400 - 2450
	Canal AH	Colectores AHA		Colector AHB	V	1000 - 1950
		Colector AHB		Colector AHE	V	1000 - 2300
		Colectores AHC		Colector AHE	V	1000 - 1800
		Colectores AHD		Colector AHE	V	1000 - 1950
		Colectores AHE		Colector AHF	V	3000

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	Diámetro (mm)	
TRAMO IV del Zanjón de la Aguada	Las Rejas (REJ)	Las Rejas		Zanjón	V	500 - 900	
		Freire 2 (Pajaritos Norte- Riquelme)		Zanjón	V	1000	
	Riquelme (JAN-RIQ)	Alaska (El Pajonal)		Zanjón	V	1000	
		Bueras (BUE)	Bueras	Refuerzo Bueras (separado)	Zanjón	V	500 - 800
	Freire (FRE)	Victoria		Zanjón	V	500 - 800	
		Rinconada (RIN)	Rinconada		Río Mapocho	V	1000 - 1200
	Rinconada (RIN)		4 Poniente Norte		Colector Rinconada	V	1000
			El Olimpo		Colector Rinconada	V	400 - 1000
			Borgoño		Colector 4 Poniente	V	400 - 1000
			Nueva San Martín		Colector Diego Portales	V	500 - 800
			Nuevo Rinconada (separado)	Colector Rinconada	V	600 - 800	

### 12.3 Descripción de la Red Primaria

Sobre la base de los criterios señalados en el acápite 12.1, se ha realizado una definición e identificación de todas las conducciones que conforman la red primaria de aguas lluvias del Gran Santiago y cuenca del estero Las Cruces. Dentro de la red primaria se incluyen los sistemas unitarios que fueron descritos en el acápite anterior.

Con este objeto, se ha dividido toda el área de estudio en 4 zonas, según el criterio de los cauces receptores. Tratándose de una clasificación que sigue el criterio hidráulico de escurrimiento superficial de las aguas lluvias, los límites de las zonas quedan perfectamente definidos, lo que permite considerarlas independientes entre sí.

Como se señaló anteriormente, dentro de cada zona, se ha considerado como unidad elemental el área tributaria y, en algunos casos, en que razones técnicas lo hagan necesario, se han agrupado varias áreas individuales en "macroáreas" o sistemas. Además, un conjunto de áreas que evacua sus aguas a un cauce común se ha denominado sector y esta sectorización también facilita la ubicación de estas áreas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se han preparado dos tablas en que se individualizan las conducciones que forman la red primaria. En la tabla 12.2 aparecen los colectores, separados, que son parte de la red primaria. La tabla incluye el nombre del colector (generalmente asociado a una calle); el área tributaria y el sector al que pertenece; su punto de descarga y el rango de sus dimensiones.

Ocupando la misma división por zona y por área tributaria, en la tabla 12.3 se ha incluido los cauces naturales y canales que pertenecen a la red primaria. En el caso de los canales, las dimensiones corresponden al ancho basal B y la altura de la sección H (B x H en mm).

Junto con las tablas anteriores, se han preparado 8 láminas escala 1:20.000 que cubren toda el área del estudio (láminas I a VIII), en las cuales se han dibujado, con diferente simbología, los cauces naturales, canales y colectores que pertenecen a la red primaria. En las tablas 12.2 y 12.3 se indica en qué lámina se ubica cada conducción.

Tabla 12.2 : Colectores Red Primaria  
Zona Norte - Las Cruces

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina : 1:20.000	Diámetro (mm)
NC-1	El Salto (SLT)	El Salto Vespucio Norte 1(*)	Nuevo Vespucio Norte 1 Los Turistas Recoleta Sur	Colector Vespucio Norte 1	IV	800 - 1000
				Canal Huechuraba		1000 - 1400
	Benítez (BNT)	Benítez	Guanaco Juan Cristóbal	Canal Huechuraba	IV	2000
				Nuevo Col. Vespucio Norte 1	IV	1200 - 2000
				Nuevo Col. Vespucio Norte 1	IV	600 - 800
NC-2	Cardenal (CRD)	Huechuraba 1	Canal Huechuraba	IV	350 - 1000	
			Canal Huechuraba	IV	800 - 900	
NC-4	La Pincoya (PNY)	Recoleta Salvador Allende	Canal Huechuraba	IV	600 - 1450	
			Canal Huechuraba	IV	800 - 1000	
NC-5	Pueblo de Quilicura (PUQ)	San Luis Barón de Juras Reales	Colector P. Fontova	IV	800 - 1450	
			Canal Huechuraba 2	IV	900 - 2200	
NC-4	Las Canteras (CAN)	Los Libertadores	Canal Huechuraba	IV	500 - 1200	
			Canal Huechuraba	IV	300 - 800	
NC-5	Pueblo de Quilicura (PUQ)	San Luis Barón de Juras Reales	Estero Las Cruces	IV	1000	
			Canal Desagüe Los Patos	IV	1200	
NC-5	Pueblo de Quilicura (PUQ)	San Luis Barón de Juras Reales	Canal Desagüe Los Patos	IV	800	
			C. Desagüe Pueblo de Quilicura	IV	800 - 1000	
			Canal Desagüe Juras Reales	IV	800 - 1200	
			Colector América Vesp-R5N	IV	800 - 1450	
			Colector América Vesp-R5N	IV	800 - 1200	
			Colector Ruta 5 Norte	IV	1200 - 1450	
			Canal Camino Lo Ruiz	IV	800 - 1600	
			Colector Ruta 5 Norte	IV	800 - 1000	
			Colector América Vesp-R5N	IV	600 - 800	
			Canal Perp. C. del Trabajador	IV	700-3000x1000	
			Canal San Luis	IV	1800	
			Colector San Luis	IV	800	
Estero Las Cruces	IV	2000-3000x2000				
Colector Ruta 5N	IV	1450				

(\*) : Sólo se aprovecha obra de cruce de Av. A. Vespucio. El resto del colector es reemplazado.

Zona Norte - Mapocho

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	Diámetro (mm)	
NM-1	Arrieta (ARR)	Arrieta Oriente Talinay 2	Arrieta Talinay	Calle Arrieta	VI	600 - 800	
		Pepe Vila (PPV)		Canal (Av. Jorge Alessandri)	VI	300 - 800	
	Larraín (LRR)	Pepe Vila 2	Larraín	Canal San Carlos	VI	1600	
		Quebrada de Ramón (QRM)		Canal San Carlos	VI	1200	
NM-2	Estoril (EST)	Canal de Ramón	Padre Hurtado	Canal San Carlos	VI	600 - 800	
		Bilbao (BIL)		Canal San Carlos	VI	900 - 1000	
	Valle Alegre (VAL)	Colón	Isabel La Católica Reemplazo Colón	Canal San Carlos	VI	700 - 1000	
		Fleming		Canal San Carlos	VI	1500 - 800	
	Presidente Riesco (PRI)	Bilbao Oriente	Reemplazo Tomás Moro	Colector Tomás Moro	VI	800 - 1000	
		Bilbao		Colector Bilbeo Oriente	VI	800 - 1000	
	San Francisco (SFC)	Estoril	Las Flores	Extensión Estoril	Canal San Carlos	VI	2200 - 3000
			Valle Alegre		Colector Bilbao	VI	1800 - 2400
		San Francisco	Quebrada San Francisco	Presidente Riesco	Canal San Carlos	VI	1450 - 2400
			San José de la Sierra		Colector Tomás Moro	VI	2000 - 2500
San José de la Sierra (SJS)	San José de la Sierra Quinchamail	Quinchamail	Refuerzo Col. San Francisco	Colector Tomás Moro	VI	700 - 800	
				Refuerzo Col. San Francisco	IV	1000 - 800	
NM-3	Kennedy Norte (KEN-N)	Se reemplaza toda la red unitaria	Rotonda P. Zujovic Norte	Colector Extensión Estoril	IV	1000 - 800	
				Colector A. Córdova-Kennedy	IV	1000	
	Kennedy Sur (KEN-S)	A. de Córdova-Kennedy	Cerro Colorado	Río Mapocho	S/información	IV	600 - 1000
					Río Mapocho	IV	800 - 1000
	Apoquindo (APO) (**)	Pdte. Errázuriz (unitario)	Providencia 2	Rotonda P. Zujovic Sur	Río Mapocho	IV	800 - 1000
					Colector Apoquindo II	IV	800 - 1000
	Providencia Norte (PVN)	Quebrada El Manzano (QMA)	Pedro Lira	Quebrada El Manzano	Río Mapocho	IV	800 - 1000
					Quebrada El Guindo (QGU)	IV	800 - 1000
	Santa María de Manquehue (SMM)	Santa María de Manquehue (SMM)	Agua del Palo Antonio Rabat	Refuerzo Agua del Palo Refuerzo Antonio Rabat	Río Mapocho	IV	1200 - 2000
					Colector A.S.	IV	600
Domingo Santa María (DSM)	Domingo Santa María (DSM)	Av. Domingo Sta. María 1 Av. Domingo Sta. María 2	Río Mapocho	Río Mapocho	IV	800 - 900	
				Colector A. Córdova Kennedy	IV	700 - 1000	
Anibal Pinto (API)	Renca (REN)	Anibal Pinto Infante	Nuevo Infante	Río Mapocho	IV	800 - 1000	
				Colector Apoquindo II	IV	800 - 1000	
Lo Espinoza (LES) (***)	Lo Espinoza Carrascal Oriente (CAR-O)	Lo Espinoza (unitario) Carrascal Oriente	Reemplazo Carrascal Oriente	Río Mapocho	IV	800 - 1000	
				Colector Apoquindo II	IV	800 - 1000	
Boracá (BOR)	Carrascal Poniente (CAR-P)	Diagonal Reny	Refuerzo Carrascal Poniente	Río Mapocho	IV	800 - 1000	
				Colector Apoquindo II	IV	800 - 1000	
Hondonada Viejo (HON)	Hondonada Viejo (HON)	J.J. Pérez (SERVIU)	J.J. Pérez La Estrella Errázuriz	Río Mapocho	V	300 - 1200	
				Colector Apoquindo II	V	600 - 800	

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	Diámetro (mm)	
NM-2	Kennedy Norte (KEN-N)	Se reemplaza toda la red unitaria	Rotonda P. Zujovic Norte	Río Mapocho	III-IV	800 - 1600	
				Colector A. Córdova-Kennedy	IV-VI	500 - 800	
	Kennedy Sur (KEN-S)	A. de Córdova-Kennedy	Cerro Colorado	Colector Kennedy Oriente	Río Mapocho	III-IV-V	1200 - 1000
					Colector A. Córdova Kennedy	IV	800 - 1200
	Apoquindo (APO) (**)	Pdte. Errázuriz (unitario)	Providencia 2	Rotonda P. Zujovic Sur	Colector A. Córdova Kennedy	IV	800 - 1200
					Colector Apoquindo II	IV	800 - 1800
	Providencia Norte (PVN)	Quebrada El Manzano (QMA)	Pedro Lira	Quebrada El Manzano	Colector Apoquindo II	V-VI	900 - 1000
					Río Mapocho	IV	300 - 1000
	Santa María de Manquehue (SMM)	Santa María de Manquehue (SMM)	Agua del Palo Antonio Rabat	Refuerzo Agua del Palo Refuerzo Antonio Rabat	Río Mapocho	III-IV-V	700 - 1200
					Colector Apoquindo II	V-VI	800 - 1200
Domingo Santa María (DSM)	Domingo Santa María (DSM)	Av. Domingo Sta. María 1 Av. Domingo Sta. María 2	Río Mapocho	Río Mapocho	V	500 - 1000	
				Colector Apoquindo II	IV	500 - 900	
Anibal Pinto (API)	Renca (REN)	Anibal Pinto Infante	Nuevo Infante	Quebrada El Guindo	IV	800 - 900	
				Colector Apoquindo II	IV	800 - 900	
Lo Espinoza (LES) (***)	Lo Espinoza Carrascal Oriente (CAR-O)	Lo Espinoza (unitario) Carrascal Oriente	Reemplazo Carrascal Oriente	Río Mapocho	IV	300 - 1000	
				Colector Apoquindo II	IV	350 - 1400	
Boracá (BOR)	Carrascal Poniente (CAR-P)	Diagonal Reny	Refuerzo Carrascal Poniente	Río Mapocho	IV	800 - 1600	
				Colector Apoquindo II	IV	600	
Hondonada Viejo (HON)	Hondonada Viejo (HON)	J.J. Pérez (SERVIU)	J.J. Pérez La Estrella Errázuriz	Río Mapocho	III	800 - 1000	
				Colector Apoquindo II	III-V	300 - 1400	
Hondonada Viejo (HON)	Hondonada Viejo (HON)	J.J. Pérez (SERVIU)	J.J. Pérez La Estrella Errázuriz	Río Mapocho	III	400 - 1200	
				Colector Apoquindo II	III-V	600 - 1000	
Hondonada Viejo (HON)	Hondonada Viejo (HON)	J.J. Pérez (SERVIU)	J.J. Pérez La Estrella Errázuriz	Río Mapocho	III-V	600 - 1600	
				Colector Apoquindo II	III-V	600 - 1000	
Hondonada Viejo (HON)	Hondonada Viejo (HON)	J.J. Pérez (SERVIU)	J.J. Pérez La Estrella Errázuriz	Río Mapocho	V	400 - 900	
				Colector Apoquindo II	V	300 - 1200	
Hondonada Viejo (HON)	Hondonada Viejo (HON)	J.J. Pérez (SERVIU)	J.J. Pérez La Estrella Errázuriz	Río Mapocho	V	600 - 800	
				Colector Apoquindo II	V	600 - 800	

172.

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	Diámetro (mm)
NM-7.3	General Buendía (GBD)	General Buendía	Reemplazo y Refuerzo Buendía	Canal paralelo a Ruta 68 Canal O1 Colector	V	600 - 2000 900 - 1450
	Teniente Cruz (TTC)	Teniente Cruz 1 Teniente Cruz 2		Colector paralelo a Ruta 68 Colector Teniente Cruz 1 Colector Ruta 68	V	600 - 1000 300 - 1000 800 - 1450
	General Oscar Bonilla (GOB)	General Oscar Bonilla Ruta 68	San Pablo - Las Torres Refuerzo Descarga Bonilla	Canal paralelo a Ruta 68 Canal O2 Colector O. Bonilla Canal O2	V	500 - 1000 2000 1000 800 - 1600
	Tte. Cruz - Sn. Pablo (TTC-PAB)		San Pablo		V	
	Laguna Sur (LAG)		Laguna Sur El Tranque	Canal Laguna Sur Canal El Tranque	V	900 - 1450 900
NM-7.4	Tranque Lo Prado (TRA)					

\*\* El área tributaria Apoquindo pertenece al sistema unitario.

\*\*\* En el área tributaria Lo Espinoza se plantea un reemplazo del sector poniente del colector unitario, quedando el área dividida en un sector oriente unitario y el sector poniente como separado.

173.

Zona Centro

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	Diámetro (mm)
TRAMO I del Zanjón de la Aguada	Departamental (AVD) La Florida Norte (LFN)	Departamental Oriente La Florida Norte	Reemplazo	Zanjón de la Aguada Zanjón de la Aguada	VI VI	300 - 1200 800-1100
	Froilán Roa (FRO) Vespucio Vicuña Mackenna Sur (VMS)	Froilán Roa Vic-Mackenna-Vespucio Lía Aguirre	Santa Raquel  Colombia Walker Martínez (Col) Gerónimo de Alderete Santa Julia Enrique Olivares Santa Amalia Trinidad José Miguel Carrera San José de la Estrella San Jorge Diego Portales (Col) Eusebio Lillo El Inquilino	Zanjón de la Aguada Zanjón Colector V. Mackenna-Vespucio Colector V. Mackenna-Vespucio Zanjón Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Colombia Zanjón	V V V V V - VI - VIII VI VI VI VIII VIII VIII VIII VIII VIII VIII VIII V - VI	400 - 1000 600 - 1600 1000 - 1450 800 900-4500x2740 900 - 1000 900 - 1200 900 - 1000 1200 1000 900 1000 1000 800 - 1200 1200 - 1800 800-1600 800-1000 3200x2000 4500x2740 800 - 1600 1450 800 - 900 800 - 900 1450 - 2000 800 1200 1200 1200 1000 - 1450 2000 800 - 1200 550 - 1000 1800
	Rotonda Grecia Quilín (RGQ)		Rotonda Grecia Quilín Las Torres Quilín Quilín 2 Hernán Cortés El Valle Los Presidentes Las Perdices Antupirén 1 Antupirén 2 Grecia Arrieta Las Parcelas 2	Zanjón Rotonda Grecia Quilín Las Torres Rotonda Grecia Quilín Rotonda Grecia Quilín Rotonda Grecia Quilín El Valle El Valle El Valle El Valle El Valle El Valle Zanjón Descarga ciega	VI VI VI VI VI VI VI VI VI VI VI VI VI VI VI	
		Vespucio-Missouri Vespucio Rotonda Grecia				



Zona Sur						
Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámin a	Diámetro (mm)
SMAI-1	Casas Viejas (CAV)		El Mirador	Río Maipo	VIII	500-600
			27 Septiembre	Río Maipo	VIII	600-800
SMAI-2	Quebrada Las Vizcachas (VIZ)	Las Vizcachas	El Volcán	Río Maipo	VIII	500-900
			Los Alamos	Río Maipo	VIII	500
		Las Vizcachas	Refuerzo Acueducto Las Vizcachas	Río Maipo	VIII	2800
			Interceptor Puente Alto	Río Maipo	VII-VIII	1200
			Básico Concha y Toro	Interceptor Puente Alto	VIII	1450-2000
			Básico Cuatro Oriente	Interceptor Puente Alto	VIII	1450-2500
			Básico Santa Rosa	Interceptor Puente Alto	VIII	1200-1800
			Básico Ejército Libertador Norte	Interceptor Puente Alto	VIII	1450-2000
			Maestro Palomo	Básico Concha y Toro	VII	800-1200
			Angel Pimentel	Básico Concha y Toro	VII	800-1000
			Las Nieves Oriente	Básico Concha y Toro	VII	800-1000
			San Carlos	Básico Concha y Toro	VII	800-1200
			Domingo Tocomal	Básico Concha y Toro	VII	800-1200
			José Manuel Irrazábal	Básico Concha y Toro	VII	800-1200
		Gabriela	Básico Ejército Libertador Norte	VII	800-1200	
		Luis Larrain	Básico Ejército Libertador Norte	VII	800-1000	
		Los Robles	Básico Ejército Libertador Norte	VII	800-1200	
		Las Nieves	Básico Ejército Libertador Norte	VII	800-1000	
		Ernesto Alvear	Básico Ejército Libertador Norte	VII	1000	
		Gabriela II	Básico Cuatro Oriente	VII	800-1000	
		Luis Larrain II	Básico Cuatro Oriente	VII	800-1000	
		La Primavera	Básico Cuatro Oriente	VII	800-1200	
		Las Nieves III	Básico Cuatro Oriente	VII	800-1000	
		Domingo Tocomal II	Básico Cuatro Oriente	VII	800-1200	

Sector	Area Tributaria	Colector Existente	Colector Propuesto	Punto de Descarga	Lámin a	Diámetro (mm)
SMAI-3	Las Cabras (CAB)		Cuatro Oriente Sur	Río Maipo	VII-VIII	700-1200
			Juanita	Río Maipo	VII	600-1450
			Quitimahue	Río Maipo	VII	700-1200
			9 de Agosto	Río Maipo	VII	450-700
SMAP-1	Ejército Libertador (LIB)	Ejército Libertador	Santa Rosa Sur	Río Maipo	VII	800-1600
			Refuerzo Ejército Libertador	Río Maipo	VIII	600 - 1200
	Noruega (NOR)	Noruega	Refuerzo Noruega	Río Maipo	VIII	400-2000
				Río Maipo	VIII	500-600
	Gran Avenida (GRA)- Espejo(ESP)- Santa Marta(SMT)	Gran Avenida Lo Martínez Los Carolinos Santa Marta Bartolomé Díaz Calderón de la Barca Yungay Las Acacias		Río Maipo	VIII	500-1200
				Canal Espejo	VII	1400 - 2500
				Col. Gran Avenida	VII	1200
				Col. Gran Avenida	VII	800
				Canal Ochagavía	VII	500 - 1000
				Canal Ochagavía	VII	400-700
				Canal Ochagavía	VII	300-800
				Canal Espejo	VII	450-500
				Canal Espejo	VII	350-1000
				Col. Gran Avenida	VII	800-1200
	Canal Espejo	VII	1450-2450			
	Col. Gran Avenida	VII	800-1200			
	Col. Gran Avenida	VII	800-1200			
	Lo Blanco	VII	800-1450			
	Nuevo Los Carolinos	VII	800-1500			
	Lo Blanco	VII	800-1450			
	San José	VII	800-1500			
	Balmaceda	VII	800-1600			
	Bartolomé Díaz (refuerzo)	VII	500-800			
	Calderón de la Barca (refuerzo)	VII	800-1000			
	Maestranza	VII	800-1450			
	América	VII	800-1200			
	Colón	VII	600-700			
	Freire	VII	800-1450			
	Yungay (Refuerzo)	VII	900-1000			
	Ruta 5 Sur	VII	800-1200			
	Las Acacias II	VII	800-1600			
	Las Acacias (refuerzo)	VII	400-1600			



## Zona Norte - Mapocho

Sector	Area Tributaria	Cauce Natural y Canal Existente	Canal Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	B x H
NM-1	Arrieta	Quebrada Nido de Aguilas Canal Talinay		Colector Arrieta Colector Arrieta	VI	1,5 x 1,0
	Larrain	Canal El Bollo		Estanque de retención	VI	1,8 x 1,2
	Quebrada de Ramón	Canalización Q. de Ramón		Canal San Carlos	VI	3,5 x 0,8
	Bilbao	Canal Interceptor El Bollo Quebrada Grande		Quebrada Los Almendros Quebrada Los Almendros	IV, VI IV, VI	3,0 x 1,8
		Quebrada Los Almendros Quebrada de Apoquindo		Quebrada de Apoquindo Colector Colón	IV, VI VI	
	--	Canal San Carlos	Canal Oriente	Río Mapocho Río Mapocho	VI IV, VI	7,3 x 3,5 5,0 x 5,6
NM-2	San José de la Sierra	Quebrada de Quinchamalí				
NM-3	San Francisco	Quebrada San Francisco		Colector San Francisco	IV	
	Quebrada El Aji	Quebrada El Aji		Río Mapocho	II	
	Quebrada El Gabino	Quebrada El Gabino		Estero Las Hualtatas	II	
	Quebrada Las Rosas	Quebrada Las Rosas		Estero Las Hualtatas	II	
	Quebrada El Manzano	Quebrada El Manzano		Estero Las Hualtatas	II	
	Quebrada El Culién	Quebrada El Culién		Estero Las Hualtatas	II	
	Estero El Carrizo Alto	Estero El Carrizo Alto Quebrada Oscura		Estero El Carrizo Bajo Estero El Carrizo Bajo	II II	
	Estero El Carrizo Bajo	Estero El Carrizo Bajo Quebrada Los Chanchos Quebrada La Carbonera		Estero Las Hualtatas Estero Las Hualtatas Estero Las Hualtatas	II II II	
	Quebrada El Guindo	Quebrada El Guindo		Estero Las Hualtatas	II	
	Estero Las Hualtatas	Estero Las Hualtatas		Río Mapocho	II	

(Continúa)

Sector	Area Tributaria	Cauce Natural y Canal Existente	Canal Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	B x H
NM-4	Santa María de Manquehue	Quebrada Agua del Palo		Colector Agua del Palo	IV	
		Quebrada El Minero		Colector Carolina Rabat	IV	
		Quebrada Lo Curro		Canal Lo Curro	IV	
		Canal Conchalí		Río Mapocho	III, IV	
		Canal Metropolitano		Río Mapocho	III, IV	
NM-6	Ranca, Ranca Rural	Canal Vitacura		Canal Metropolitano	IV	
		Canal Lo Curro		Río Mapocho	IV	
		Canal La Punta		Río Mapocho	III, V	3,0 x 1,5
NM-7.2	Hondonada Río Viejo	Canal Foso A. Vespucio		Canal La Punta	III, V	1,3 x 1,4
			Canal Río Viejo	Río Mapocho	V	1,8 x 2,0
NM-7.3	Laguna Sur	Canal O1		Canal Derivado Ortuzano	V	1,6 x 1,8
		Canal O2		Canal Derivado Ortuzano	V	2,0 x 2,0
NM-7.4	Tranque Lo Prado	Canal Derivado Ortuzano		Río Mapocho	V	2,5 x 1,8
		Canal Laguna Sur	Canal El Tranque	Canal Derivado Ortuzano	V	2,0 x 1,8

Zona Centro

Area Tributaria	Cauce Natural y Canal Existente	Canal Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	B x H
Quebrada de Macul	Zanjón de la Aguada		Río Mapocho	V - VI	Sección Trapecial Revestida 10 x 3 15 x 4 20-25x3,5
	Canal San Carlos Viejo				Sección Trapecial variable (No revestida)

Zona Sur

Area Tributaria	Cauce Natural y Canal Existente	Canal Propuesto	Punto de Descarga	Lámina	Dimensiones (M) B X BB X H
Quebrada Las Vizcachas (VIZ)	Cauce natural hasta Acueducto		Acueducto Quebrada las Vizcachas	VIII	
Gran Avenida-Espejo Santa Marta	Canal Ochagavía	Canal Ochagavía *	Colector Gran Avenida	VII	3 X 6.2 X 1.6
	Canal Espejo	Canal Espejo *	Canal Santa Marta	VII	4.6 x 9.2 x 2.3
	Canal Ramal Espejo	Canal Ramal Espejo *	Canal Santa Marta	VII	4 x 7.6 x 1.8
	Canal Santa Marta	Canal Santa Marta *	Río Mapocho	VII	7 x 14.2 x 1.2

(\*) Mejoramiento de canales existentes

#### 12.4 Red Secundaria

Aunque en el acápite anterior se ha planteado un "diámetro de corte" (800 mm) como criterio general de distinción entre red primaria y secundaria, este criterio no es rígido sino que debe tener en cuenta consideraciones de tipo constructivo y operativo.

Si bien es cierto el diámetro del colector entrega un primer elemento para la distinción de las redes, el criterio fundamental ha sido la consideración de sistemas completos, en que el área tributaria considerada es más importante que el diámetro de un colector específico.

Un ejemplo típico es el proyecto de aguas lluvias de una nueva urbanización. Es recomendable que el sistema completo quede bajo la tuición de un solo organismo, que en un caso como éste sería indudablemente el SERVIU. En otras palabras, toda la red de colectores de esta urbanización caería bajo la definición de red secundaria.

Ciertamente que, en términos de longitud, la red secundaria es mucho más extensa que la red primaria y requiere de un gran esfuerzo para una buena operación y mantención. Para que una red primaria funcione bien, debe recibir el agua a partir de la red secundaria y, en menor medida, de los elementos de captación instalados sobre el propio colector primario. Esto significa que la ejecución de las obras primarias debe ir asociada a la programación de determinadas obras secundarias que aseguren el correcto funcionamiento de la red global.

Otro aspecto de la red secundaria que merece especial atención en el caso de Santiago, es el de la conexión entre las distintas redes existentes. En la práctica, la red de aguas servidas funciona, en caso de lluvia, como receptora de aguas pluviales, viendo excedida su capacidad. Estos excesos deben ser conducidos a la red secundaria o primaria de aguas lluvias, para evitar así que el agua escurra por las calles, causando molestias y trastornos. EMOS tiene catastrados más de 2000 sumideros conectados a su red de aguas servidas.