



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

CONSULTORIA PM - 19

PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES VIII REGION

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

FEBRERO - 2004



INGENDESA
EMPRESA DE INGENIERIA INGENDESA S.A.

RESUMEN EJECUTIVO**INDICE**

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	01
1.1 Generalidades	01
1.2 Objetivos	01
1.3 Etapas desarrolladas en la Consultoría	02
2. AREA DE ESTUDIO Y CUENCAS APORTANTES	03
3. ESTUDIOS BASICOS	06
4. IDENTIFICACION DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	09
4.1 Catastro de Redes de Colectores	09
4.2 Catastro de Cauces Receptores	11
5. DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION Y DRENAJE	12
6. SOLUCIONES	19
7. ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL	27
8. EROSION Y DEFORESTACION	27
9. EVALUACION ECONOMICA	27
9.1 Bases de la Evaluación	28
9.2 Costos	28
9.3 Beneficios	28
9.4 Indicadores Económicos	31
9.5 Resultado de la Evaluación	31
9.6 Priorización de Soluciones	31
9.6.1 Area Urbana	31
9.6.2 Zona de Expansión y Rural	33
10. DEFINICION DE LA RED PRIMARIA	34

	<u>Pág.</u>
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
11.1 Conclusiones	47
11.1.1 Diámetros de la Red Propuesta	47
11.1.2 Longitud de Colectores Proyectados	47
11.1.3 Utilización de la Red Existente	47
11.1.4 Costo de las Redes	48
11.1.5 Inversión Social Según Superficie de Area Drenada	49
11.2 Recomendaciones	50
11.2.1 Protección y Habilitación de los Cauces Receptores	50
11.2.2 Carácter del Plan Maestro	51
11.2.3 Obras Básicas de Aplicación General	51
11.2.4 Análisis de las Soluciones para una Construcción Progresiva	52
11.2.5 Mantenimiento de las Obras	52
11.2.6 Diseño de Colectores	52

1. INTRODUCCION

1.1 Generalidades

La Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), en el marco que le confiere la Ley N° 19.525 de noviembre de 1997, ha elaborado los Planes Maestros de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias para distintas ciudades del país. Los planes maestros que definen las redes primarias y por exclusión las redes secundarias de evacuación y drenaje de aguas lluvias. La citada ley establece que [la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias corresponderá al MOP, mientras que la red secundaria estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.](#)

Estos planes maestros deberán estar aprobados dentro del plazo máximo de 5 años, para todas aquellas ciudades o centros poblados con más de 50.000 habitantes.

Dentro del contexto de la ley precitada y teniendo en cuenta los problemas de inundación por aguas lluvias que presenta la ciudad de Los Angeles, la DOH ha encomendado a INGENDESA S.A. la elaboración y formulación del “Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Los Angeles, VIII Región”.

1.2 Objetivos

De acuerdo a lo indicado precedentemente, el objetivo general de esta consultoría es el de formular y elaborar el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Los Angeles.

Lo anterior sólo es posible en la medida que, secuencial y consecutivamente, se cumplan una serie de objetivos específicos, de modo tal que el problema de la evacuación de las aguas lluvias en el área de estudio se aborde en forma integral. Conforme a lo señalado en los Términos de Referencia, los objetivos específicos a cumplir son los siguientes:

- Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área de estudio y proponer una solución integral y coherente con su cuenca aportante.
- Realizar la caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente en la situación actual y futura del área de estudio.
- Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para el área de estudio de la ciudad de Los Angeles.
- 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 alternativas de sistemas de aguas lluvias, necesarios y suficientes, para la evacuación de aguas lluvias generadas en la cuenca aportante del área de estudio.
- Dimensionar los cauces receptores naturales o artificiales en conformidad a los volúmenes de agua que se les aportará, como consecuencia del drenaje planificado y de los diseños propuestos.
- Obtener una priorización de los proyectos de inversión dentro del Plan Maestro.
- Definir la Red Primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Los Angeles.

1.3 Etapas Desarrolladas en la Consultoría

Para cumplir los objetivos anteriormente descritos la presente consultoría se dividió en las siguientes etapas:

- **Etapa 0 – Cartografía:** Se realizaron los vuelos para obtener las fotografías aéreas y los levantamientos aerofotogramétricos.
- **Etapa I - Recopilación de Antecedentes:** Se recopilaron los antecedentes existentes en las instituciones públicas y privadas, medios de información periodística, juntas de vecinos y otras fuentes.
- **Etapa II - Estudios Básicos:** Se realizaron los estudios de hidrología, de tipos de suelo y de uso de suelos, que permiten caracterizar los parámetros que definen las escorrentías.
- **Etapa III - Identificación de Infraestructura Existente:** Se hicieron los levantamientos topográficos de la red de colectores de aguas lluvias con sus cámaras y sumideros, de los canales urbanos y rurales y de los cauces naturales que participan del sistema de drenaje de la ciudad de Los Angeles.
- **Etapa IV - Diagnóstico y Proposición de Alternativas:** Sobre la base de los Estudios Básicos de la Etapa II y del catastro de la Etapa III se configuró el Patrón de Drenaje del Area de Estudio y se realizó un diagnóstico de los sistemas de drenaje.
- **Etapa V - Simulación, Análisis y Selección de Alternativas:** El propósito de esta etapa fue dimensionar mediante simulación las alternativas de solución a nivel de perfil.
- **Etapa VI - Desarrollo de las Soluciones:** Se analizó la viabilidad de las alternativas, se desarrollaron el estudio de impacto ambiental, la evaluación

económica, la priorización de los proyectos y la definición de la Red Primaria de aguas lluvias con su costo social correspondiente.

- **Etapa VII - Informe Final:** La información contenida en las etapas anteriores se compiló en esta etapa del estudio para formar con ella un documento en 12 tomos (informe, planos y anexos). Además, un video y un álbum de fotos.

2. AREA DE ESTUDIO Y CUENCAS APORTANTES

En la [Figura N°1](#) se puede observar el área de estudio la cual comprende el área urbana actual y las zonas de expansión previstas al año 2.030 de la ciudad de Los Angeles. En el [Cuadro N°1](#) se resumen los valores de las superficies planificadas.

Cuadro N°1
Superficie de las Zonas Planificadas en el Area de Estudio

Nombre		Superficie (ha)	
Subcuenca	Sistema	Sistema	Subcuenca
R. Rarinco	-	-	793
E. Salto del Perro	-	-	1.028
E. El Bolsón	-	-	1.619
	Pichiquilque	515	
	Maipo	307	
	Quilque	2.089	
	Chacaico	171	
E. Quilque	-	-	3.083
	Candelaria	161	
	Paillihue	2.393	
	Quilque-Paillihue	553	
E. Quilque	Diuto-Paillihue	80	
	Tolpán	639	
E. Paillihue	-	-	3.826
E. San J. De Paillihue	-	-	850
E. Panqueco	-	-	524
E. Duqueco (eliminada)	-	-	0
E. Interfluvios	-	-	249
E. Nancagua	-	-	583
Franja adyacente By-Pass	-	-	149
Total (ha)			12.704

De acuerdo con el criterio planteado en el Plan Regulador futuro, la población proyectada al año 2.030 crecerá a una tasa del 1,98% anual. Por su parte, las proyecciones de MIDEPLAN llegan a una tasa de crecimiento de sólo 1,5% anual. Siguiendo el primer criterio mencionado, la población de la ciudad de Los Angeles

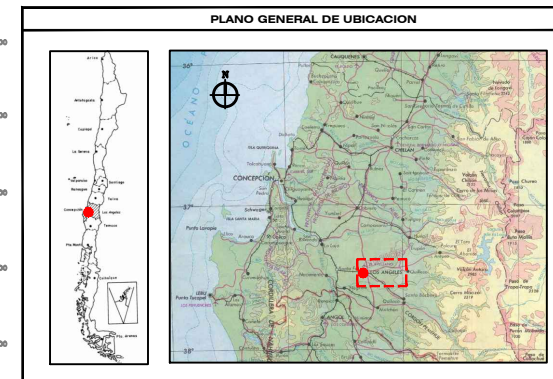
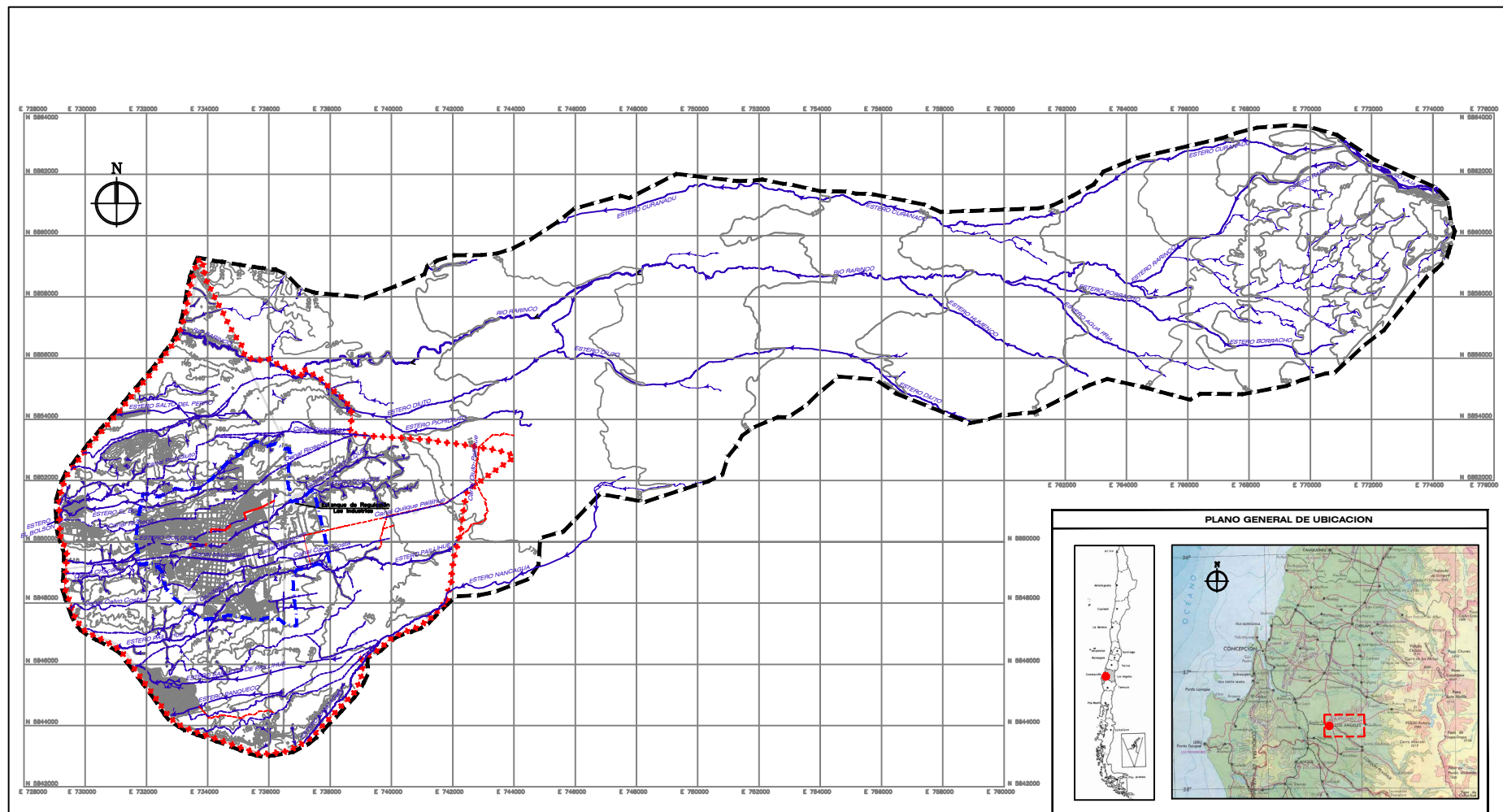
crecería en 85.540 habitantes entre los años 2002 y 2030. En el [Cuadro N°2](#) se indican los parámetros urbanísticos principales, como la superficie, población y densidad poblacional, tanto actual como los estimados para el año 2030:

Cuadro N°2
Ciudad de Los Angeles, Población y Densidad

Año	Area Urbana ha	Habitantes hab	Densidad de Población hab/ha
2002	1.164	115.456	99,2
2030	2.339	200.996	85,9

Datos Poblacionales y Uso de Suelo Urbano Extraídos de la Memoria del
Futuro Plan Regulador Comunal

El área incremental de expansión de Los Angeles es de unas 1.175 ha y la población adicional que se requerirá albergar llegaría a unos 85.540 habitantes. Es decir, al año 2030 el crecimiento de la ciudad se haría sobre la base de una densidad de uso del suelo de 73 habitantes por hectárea, lo que puede considerarse un bajo impacto urbano.



SIMBOLOGIA

- LIMITE CUENCA APORTANTE
- LIMITE URBANO
- LIMITE AREA DE ESTUDIO

PROYECTO
PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE
DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES
 REGION VIII CONSULTORIA PM-19 INFORME EJECUTIVO



PLANO
PLANO GENERAL
AREA DE ESTUDIO

FECHA AGO-03	ESCALA S/E	FIGURA N° 1
-----------------	---------------	----------------

3. ESTUDIOS BASICOS

Los estudios básicos permiten determinar los caudales efluentes desde cada cuenca hidrológica considerada en el sistema de drenaje.

En el estudio de precipitaciones se recopilaron y analizaron las precipitaciones máximas anuales, de 24 horas de duración, en la zona. También se recopilaron los pluviogramas de la Estación de Quilaco de la Dirección General de Aguas, con el objeto de determinar series de precipitaciones máximas anuales con duración de 10 en 10 minutos. De lo anterior se obtienen las precipitaciones máximas anuales, para diferentes períodos de retorno y duraciones de 1, 2, 3, 4,... hasta 24 horas. Además, las máximas anuales con duración de 10, 20, 30,... hasta 120 minutos. Todo lo anterior para confeccionar las Curvas **Intensidad-Duración-Frecuencia (curvas IDF)**, que se resumen en los Cuadros N°3 y 4 y en las Figuras N° 2 y 3.

Cuadro N°3
Curvas IDF Empíricas en Quilaco para Duraciones Menores a 2 horas
(intensidad en m/hr)

Tr Años	Duraciones (min)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2	27,0	21,2	18,3	16,5	15,1	14,0	13,2	12,6	11,9	11,3	11,0	10,6
5	37,5	28,7	24,5	22,7	20,4	18,6	17,3	16,4	15,4	14,7	14,1	13,5
10	44,4	33,7	28,6	26,8	23,9	21,6	20,0	18,9	17,8	16,9	16,1	15,5
25	53,2	40,0	33,7	32,0	28,4	25,5	23,4	22,1	20,8	19,7	18,7	17,9
50	59,7	44,6	37,6	35,9	31,7	28,3	25,9	24,5	23,0	21,7	20,7	19,7
100	66,2	49,3	41,4	39,7	34,9	31,1	28,4	26,9	25,2	23,8	22,6	21,5
200	72,6	53,9	45,2	43,6	38,2	34,0	30,9	29,2	27,4	25,8	24,5	23,3

Cuadro N°4
Curvas IDF Empíricas para Duraciones entre 1 y 24 horas
(intensidad en m/hr)

Tr Años	Duraciones (hrs)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	14,0	10,6	9,0	7,8	6,9	6,2	5,7	5,3	4,9	4,6	4,4	4,2
5	18,6	13,5	11,4	9,9	8,8	8,0	7,4	7,0	6,5	6,2	6,0	5,7
10	21,6	15,5	12,9	11,3	10,0	9,2	8,5	8,1	7,6	7,3	7,0	6,7
25	25,5	17,9	14,9	13,1	11,6	10,7	10,0	9,5	9,0	8,6	8,3	8,0
50	28,3	19,7	16,4	14,4	12,8	11,8	11,0	10,6	10,0	9,6	9,3	8,9
100	31,1	21,5	17,8	15,7	13,9	12,9	12,1	11,6	11,0	10,6	10,3	9,8
200	34,0	23,3	19,3	17,0	15,1	14,0	13,1	12,6	12,0	11,6	11,2	10,7

Tr Años	Duraciones (hrs)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	4,1	3,9	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8

Cuadro N°4
Curvas IDF Empíricas para Duraciones entre 1 y 24 horas
(intensidad en m/hr)

5	5,5	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9	4,7	4,6	4,4	4,3	4,1	4,0
10	6,5	6,3	6,2	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5	5,3	5,1	5,0	4,9
25	7,7	7,5	7,4	7,3	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2	6,0	5,9
50	8,6	8,4	8,3	8,2	8,1	7,9	7,7	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6
100	9,5	9,3	9,2	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,0	7,8	7,6	7,4
200	10,4	10,2	10,1	9,9	9,8	9,6	9,4	9,1	8,8	8,6	8,3	8,2

Figura N° 2

Curvas IDF para duraciones entre 10 y 120 minutos, estimadas en Los Angeles considerando los coeficientes de duración y frecuencia calculados en la estación Quilaco, y una P_{24}^{10} de 117,5mm.

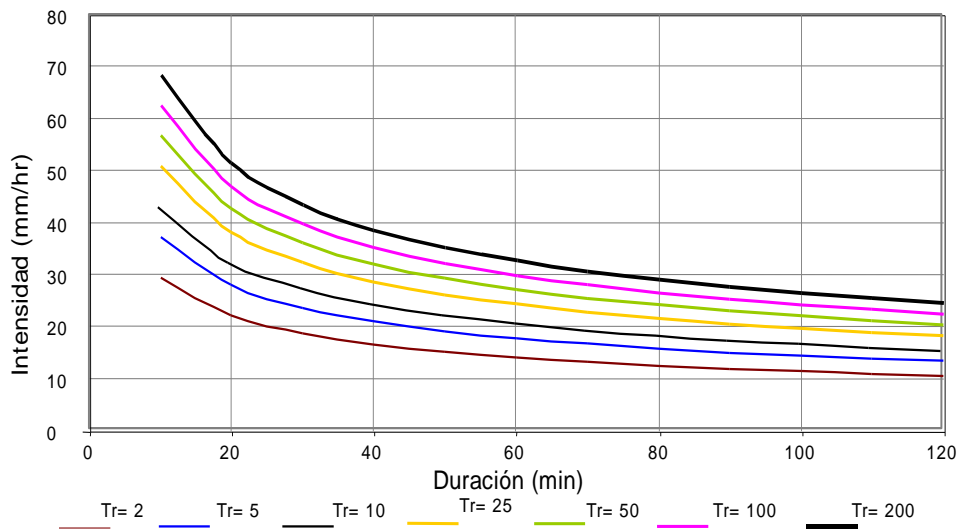
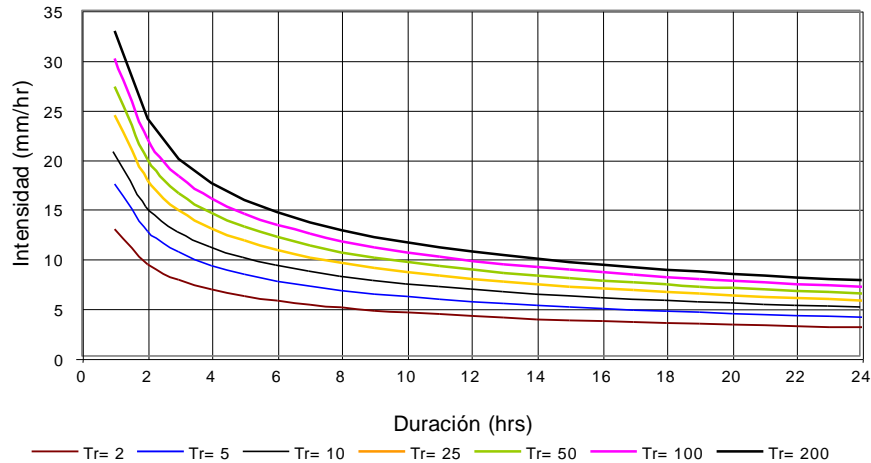


Figura N° 3

Curvas IDF para duraciones entre 1 y 24 horas estimadas en Los Angeles, considerando los coeficientes de duración y frecuencia calculados en la estación Quilaco, y una P_{24}^{10} de 117,5mm.



El estudio geomorfológico del suelo de la cuenca aportante al Area de Estudio (cuenca rural) se abordó caracterizando la textura, la cubierta vegetal y la pendiente del suelo, lo que llevó a clasificar el mismo en 17 categorías geomorfológicas.

El suelo del área urbana fue zonificado en conformidad a áreas homogéneas, considerando como tales los "Barrios" del Plan Regulador. Estos, en cantidad de 25 representan de buena forma el área urbana. Luego, sobre la base de fotos aéreas, de la cartografía y de un recorrido detallado de la ciudad se eligieron 26 manzanas representativas de los Barrios. En cada una de estas manzanas se determinó la distribución de las diferentes tipologías de uso del suelo: techumbres, calzadas y veredas pavimentadas, calzadas de tierra, patios, jardines, suelos agrícolas y bosques. De esta manera, se determinaron los coeficientes de escorrentía ponderados por Barrios. Luego, en conformidad a los estudios de Planificación Urbana se derivaron los cambios previstos en la cubierta actual para definir así los coeficientes de escorrentía futuros.

4. IDENTIFICACION DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

4.1 Catastro de Redes de Colectores

Se identificaron los colectores de aguas lluvias y luego se determinaron sus características, a saber: diámetro por tramo, material constitutivo, cotas de radieres, anillos de cámaras y sumideros, conectividad entre cámaras, estado de conservación, estado operativo.

Las coordenadas de referencia para los 26 PR auxiliares de nivelación son las del Punto de Referencia del I.G.M “Los Guanacos” que sirvió de base para dar coordenadas al punto GPS-1. Este último, a su vez, base de los PR de trabajo. El punto GPS-1 se materializó en la Ruta 5 Sur, frente al hotel Monserrat con las siguientes coordenadas UTM:

Norte: 5.850.253,738 m Este: 736.520,183 m Cota: 143,171 msnm

El sistema de aguas lluvias de la ciudad de Los Angeles es un sistema separado del sistema de aguas servidas y está constituido por una red de colectores y canales que descargan en diferentes cauces receptores naturales, como se resume en el [Cuadro N°5](#).

Cuadro N°5
Cauces Receptores y Descargas de Colectores de Aguas Lluvias

Cauce Colector	Cantidad de Descargas	Destino Final
Río Rarinco	-	Río Guaqui
E. Salto del Perro	-	Río Rarinco
E. El Bolsón	1	E. Quilque
E. Pichiquilque	-	E. Quilque
E. Quilque	32	Río Guaqui
E. Maipo	13	E. Quilque
C. Chacaico	13	E. Quilque
C. Candelaria	4	Derrames de riego
E. Tolpán	7	E. Paillihue
C. Quilque-Paillihue	-	E. Paillihue
C. Diuto-Paillihue	-	E. Paillihue
E. Paillihue	12	Río Bío-Bío
E. San José de Paillihue	-	E. Paillihue
E. Panqueco	-	E. Paillihue
E. Nancagua	-	Río Duqueco
C. Calvo Costa	9	Industria Iansa
C. Municipal	1	E. Quilque
C. Rioseco	3	Riego
Total	95	

La red de colectores está compuesta mayoritariamente por ductos de cemento comprimido con diámetros que van entre 180 y 1.200 mm y una longitud menor de estructuras tipo cajón de hormigón. En el [Cuadro N° 6](#) se muestra la distribución de longitudes de tuberías existentes, incluidas en el Plan Maestro, separadas en

redes complementaria y primaria, conforme a su diámetro y cauce receptor. Además, de los 16.122 m de colectores existentes, aprovechados en PM, se catastraron unos 4.467 m adicionales de colectores que no pudieron integrarse al sistema en general por su capacidad insuficiente.

La capacidad de conducción de los colectores se determinó sobre la base de los datos geométricos catastrados y las condiciones hidráulicas pertinentes.

Cuadro N°6
Red Existente Incluida en el Plan Maestro
Longitud de Colectores (m)

Tubo/Cajón (mm)	Cauce Receptor						Totales
	Bolsón	Chacaico	Maipo	Paillihue	Quilque	Tolpán	
Red Complementaria							
200	0	15	21	22	0	0	59
300	59	323	277	410	982	0	2.051
350	0	0	0	0	192	0	192
400	91	241	365	324	276	122	1.420
450	0	0	0	0	107	122	229
500	22	244	365	167	652	85	1.535
600	0	831	1.144	383	2.089	345	4.791
350x300			46				46
540x350			22				22
600x300			35				35
500x650			43				43
Total Red Complementaria	173	1.655	2.318	1.306	4.298	674	10.422
Red Primaria							
700		638		25	536	209	1.409
800		992		0	1.049	645	2.686
900		150		0	214	0	364
1000		0		0	384	367	751
1200		0		0	178	248	426
1450		0		0	21	0	21
1300x1000					44		44
Total Red Primaria	0	1.780	0	25	2.426	1.470	5.700

La red de colectores asociada al estero Paillihue no tiene considerado el colector existente en la Villa Todos Los Santos, el cual no fue catastrado por omisión.

A la fecha, la mantención de la red de aguas lluvias de Los Angeles la realiza el Departamento de Ornato y Aseo del municipio.

4.2 Catastro de Cauces Receptores

Los cauces receptores (naturales y canales) se levantaron topográficamente mediante perfiles longitudinales, con detalles de los cambios de sección transversal y la presencia de singularidades, como atravesos de calles, entubamientos, etc. Luego, se procedió a levantar secciones transversales cada 200 m en promedio, identificando debidamente las singularidades: puentes, alcantarillas, tramos entubados. El trazado en planta de los cauces queda representado en el levantamiento aerofotogramétrico del año 2000, realizado para este estudio del Plan Maestro. Las referencias topográficas son las mismas señaladas para la red de colectores.

Los cauces receptores catastrados que se consideran en el Plan Maestro son los que se presentan en el [Cuadro N°7](#).

Cuadro N°7
Catastro de Cauces Receptores

Nombre del Cauce	Longitud (m)	Secciones N°	Singularidades N°
Canales:			
Rioseco (*)	9.545	40	22
Chacaico	5.095	31	22
Montecea (*)	1.729	10	7
Municipal (*)	8.618	52	48
Calvo Costa (*)	7.186	31	38
Candelaria	8.483	39	15
El Peral (*)	2.048	13	2
Totales	42.704	216	154
Río y Esteros:			
Rarinco	5.186	26	3
El Bolsón	9.195	35	12
Maipo	2.033	11	14
Pichiquilque	2.818	13	1
Quilque	13.165	58	24
Paillihue	12.460	49	8
Tolpán	2.310	12	2
San José de P.	7.835	37	8
Totales	55.002	241	72

(*): Canales no integrados al Plan Maestro, pero en la actualidad si forman parte de dicho sistema.

En resumen, el sistema actual de evacuación y drenaje de aguas lluvias, de la ciudad de Los Angeles, consiste en una red de colectores que acumula una longitud total de 20,59 km, 42,70 km de canales de muy variada capacidad y unos 30 km de cauces naturales si se consideran solamente aquellos directamente involucrados en la ciudad actual.

5. DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION Y DRENAJE

Previo al diagnóstico se definió el patrón de drenaje del área de estudio y de la cuenca aportante, es decir la manera como se evacuan las aguas lluvias colectadas en ellas. En efecto, se identificaron diez subcuencas que evacuan sus

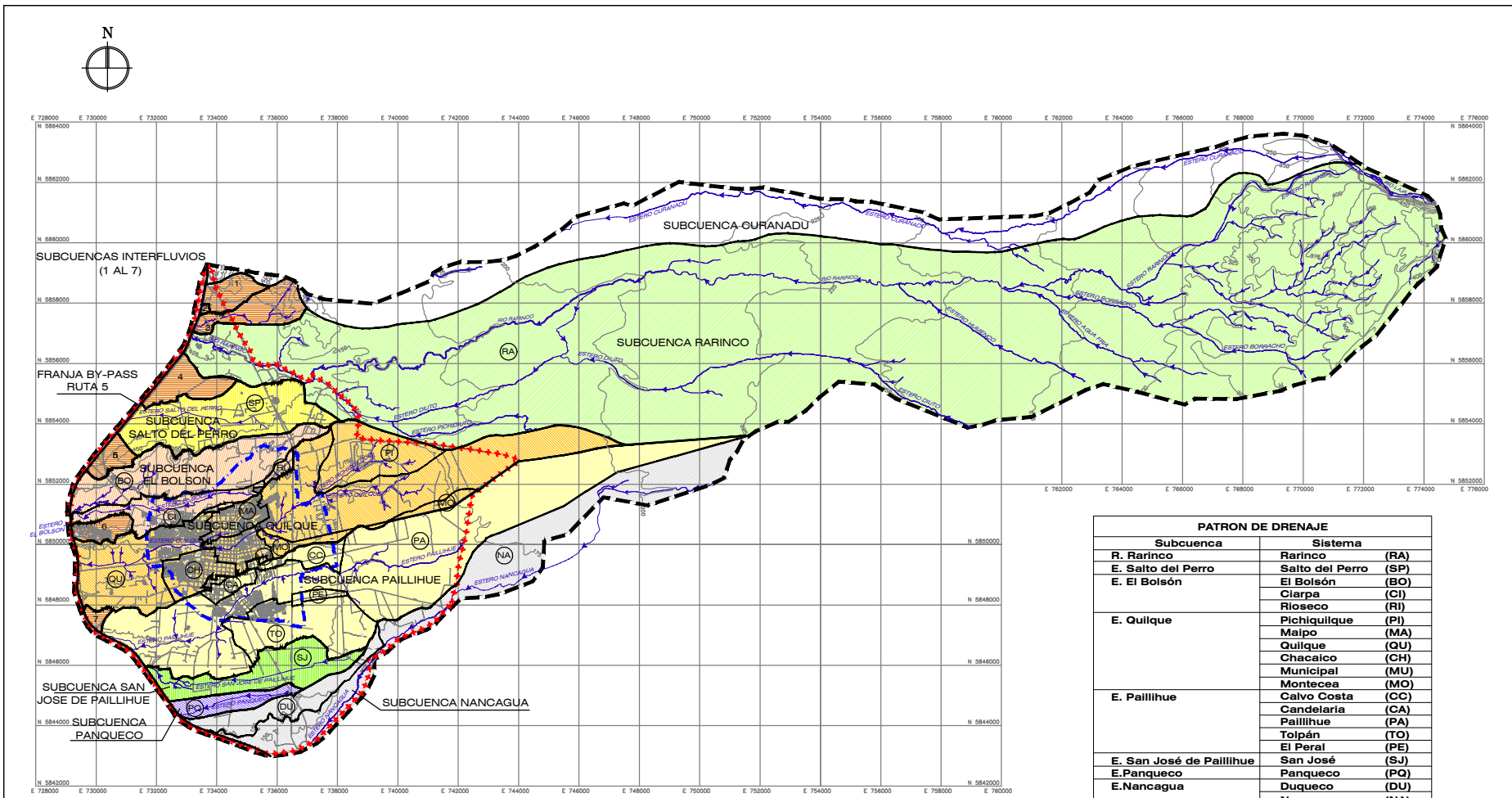
aguas lluvias mediante diferentes cauces receptores. Estos últimos representan sistemas de drenaje, que son a su vez alimentados por subsistemas independientes entre sí. Dichos subsistemas pueden tener una obra de drenaje (colector) o no tenerla (escurrimiento superficial).

En el Cuadro N° 8, se resumen las subcuencas y sus sistemas afluentes que configuran el patrón de drenaje del área de estudio y de la cuenca aportante.

Cuadro N° 8
Subcuencas y Sistemas del Patrón de Drenaje

Nombre		Uso del Suelo que Drena
Subcuenca	Sistema	
R. Rarinco	-	Rural
E. Salto del Perro	-	Rural
E. El Bolsón	El Bolsón	Rural
	Ciarpa	Urbano, Expansión, Rural
	Rioseco	Urbano, Expansión
E. Quilque	Pichiquilque	Rural
	Maipo	Urbano
	Quilque	Rural, Urbano, Expansión
	Chacaico	Urbano, Expansión
	Municipal	Urbano
	Montecea	Rural, Expansión
E. Paillihue	Calvo Costa	Urbano, Expansión
	Candelaria	Urbano, Expansión, Rural
	Paillihue	Urbano, Expansión, Rural
	Tolpán	Urbano, Expansión, Rural
	El Peral	Expansión, Rural
E. San J. de Paillihue	-	Rural
E. Panqueco	-	Rural
E. Nancagua	Duqueco	Rural
	Nancagua	Rural
E. Interfluvios	-	Rural

En la Figura N° 4 se muestra la ubicación relativa de los diferentes sistemas.



PATRON DE DRENAJE	
Subcuenca	Sistema
R. Rarínco	Rarínco (RA)
E. Salto del Perro	Salto del Perro (SP)
E. El Bolsón	El Bolsón (BO)
	Ciarpa (CI)
	Rioseco (RI)
	Pichiquilque (PI)
E. Quilque	Maipo (MA)
	Quilque (QU)
	Chacalco (CH)
	Municipal (MU)
	Montecea (MO)
	Calvo Costa (CC)
	Candelaria (CA)
E. Paillihue	Paillihue (PA)
	Tolpán (TO)
	El Peral (PE)
	San José (SJ)
E. San José de Paillihue	San José (SJ)
E. Panqueco	Panqueco (PQ)
E. Nancagua	Duqueco (DU)
	Nancagua (NA)
Interfluvios	1,2,3,4,5,6 y 7

SIMBOLOGIA			
	LIMITE CUENCA APORTANTE		LIMITE SUBCUENCA
	LIMITE AREA DE ESTUDIO		LIMITE SISTEMAS
	LIMITE URBANO		

PROYECTO PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES REGION VIII CONSULTORIA PM-19 INFORME EJECUTIVO		PLANO PATRON DE DRENAJE	
 EMPRESA DE INGENIERIA INGENDESA S.A.		FECHA AGO-03	ESCALA S/E
		FIGURA N° 4	

El diagnóstico del sistema de evacuación y drenaje existente se estudió mediante la simulación hidrológica e hidráulica de sus componentes. Para ello se utilizó el programa computacional SWMM de Caice Corporation. Se configuraron mallas de modelación para unidades independientes, que evacuan sus aguas en un determinado punto del cauce receptor respectivo. Los parámetros hidrológicos del modelo, es decir, el coeficiente de escorrentía, el tiempo de concentración entre los más importantes, tuvieron una verificación basada en los datos recolectados por un pluviógrafo y un pluviógrafo digitales, instalados en la ciudad para el control de una cuenca urbana como testigo.

La metodología del diagnóstico incluyó el uso del suelo actual y futuro para los elementos del sistema de evacuación y drenaje, a saber:

- Sectores con colectores de aguas lluvias: Se diagnosticó el comportamiento teórico de cada colector bajo el efecto de tormentas con período de retorno de 2, 5 y 10 años. De ello se concluyó cuales tramos de colectores tienen falta de capacidad, las cámaras que rebosan, los volúmenes de agua que van a la calle, las alturas que generan en las calzadas y veredas determinados mediante “Links” de simulación, los tiempos de rebose y otra información de interés.
- Sectores sin colectores de aguas lluvias o de escurrimiento superficial: Estas áreas urbanas drenan mediante flujos por las calles hasta el cauce receptor correspondiente. Durante las visitas de días de lluvia se registraron aquellas calles que suelen llevar caudales importantes. En estos casos se definieron modelos con nodos en las calles y sus respectivas áreas aportantes, con el objetivo de evaluar, mediante el programa SWMM, el gasto máximo en cada nodo para las diferentes tormentas.
- Cauces Receptores: Los canales y esteros anteriormente mencionados se simularon mediante el programa SWMM. En este caso el modelo de cada cauce consideró a todos los subsistemas que descargan, las secciones topográficas y las singularidades levantadas en el catastro. En los esteros y canales, se consideraron las tormentas de 2, 5, 10, 25 y 100 años de período de retorno. Esta última con el objetivo de advertir problemas bajo exigencias más severas y de paso la evaluación de daños.

Con los resultados obtenidos de las simulaciones descritas se detectaron los sectores urbanos con problemas y se definieron las áreas a sanear.

En el [Cuadro N°9](#) se resume el comportamiento de la red existente de cada sistema, utilizando como indicador el desborde de cámaras de inspección (C.I.). El nivel de fallas global se da en porcentaje de C.I. con desborde respecto al total y por períodos de retorno.

Cuadro Nº 9
Resumen del Comportamiento de los Colectores

Sistema	Cantidad de Cámaras	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años
		Cámaras con Desborde	Cámaras con Desborde	Cámaras con Desborde
Ciarpa (CI)	9	1	3	3
Quilque (QU)	154	20	30	34
Maipo (MA)	51	10	12	14
Chacaico (CH)	62	6	12	16
Paillihue (PA)	46	3	6	6
Tolpán (TO)	30	4	11	13
Candelaria (CA)	4	0	0	0
Calvo Costa (CC)	8	3	3	3
Rioseco (RI)	2	1	1	1
Total	366	48	78	90
en %	100	13	21	25

Nota: en paréntesis se indica la nomenclatura usada para referirse a cada sistema

En resumen el 13% de los tramos de colectores acusan falta de capacidad para las tormentas con 2 años de período de retorno cifra que sube a 21% para Tr= 5 años.

Cabe señalar, que no todas las zonas inundadas de la ciudad se deben a fallas de colectores. Las hay también debidas a escurrimiento por calles sin sistema de colectores ni de sumideros, como también las hay debidas a reboses de cauces colectores.

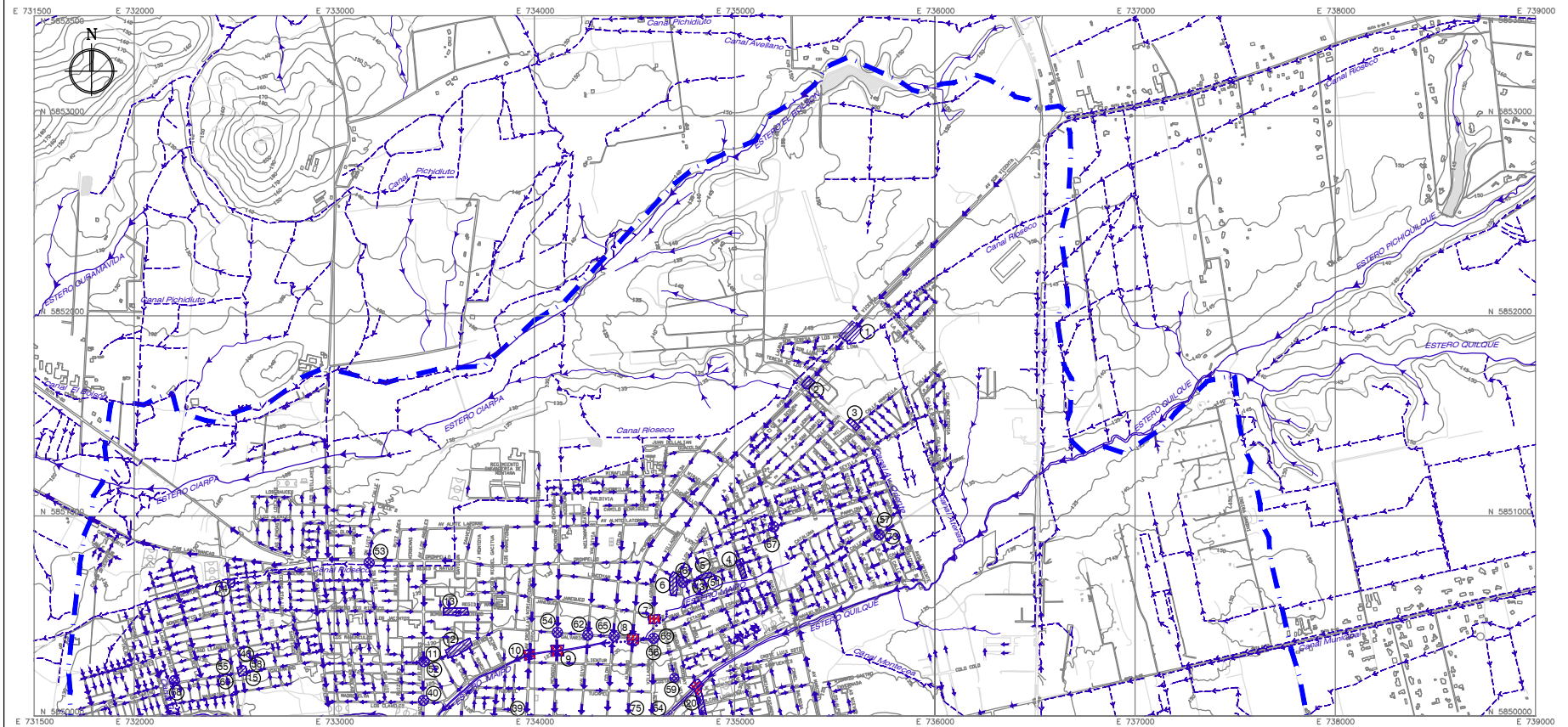
En la Figura Nº 5, láminas 1 y 2, se aprecian las zonas de inundación y las vías principales de escurrimiento que se han identificado en la ciudad. Muchas de las manchas de inundación históricas, informadas por los pobladores y funcionarios municipales encuentran explicación y consistencia con la simulación de la red existente, mediante los modelos procesados en el programa SWMM.

La conclusión más importante del diagnóstico consistió en enfocar las soluciones a los problemas de aguas lluvias de la ciudad, lo que se puede resumir en las directrices generales, presentadas en el Cuadro Nº10.

Cuadro Nº10
Directrices Generales de Soluciones

Problema detectado	Solución Propuesta a Nivel de Idea
Colectores en zona urbana	
• Capacidad insuficiente de la red existente	• Reforzar colectores

<ul style="list-style-type: none">• Falta de red de aguas lluvias• Mantenimiento e insuficiencia de sumideros	<ul style="list-style-type: none">• Proyectar las redes faltantes• Medidas no estructurales
Cauces receptores	
<ul style="list-style-type: none">• Capacidad insuficiente de secciones hidráulicas• Capacidad insuficiente de atravesos	<ul style="list-style-type: none">• Dimensionar los cauces y singularidades para el período de retorno de diseño.• Desconexión de áreas tributarias.



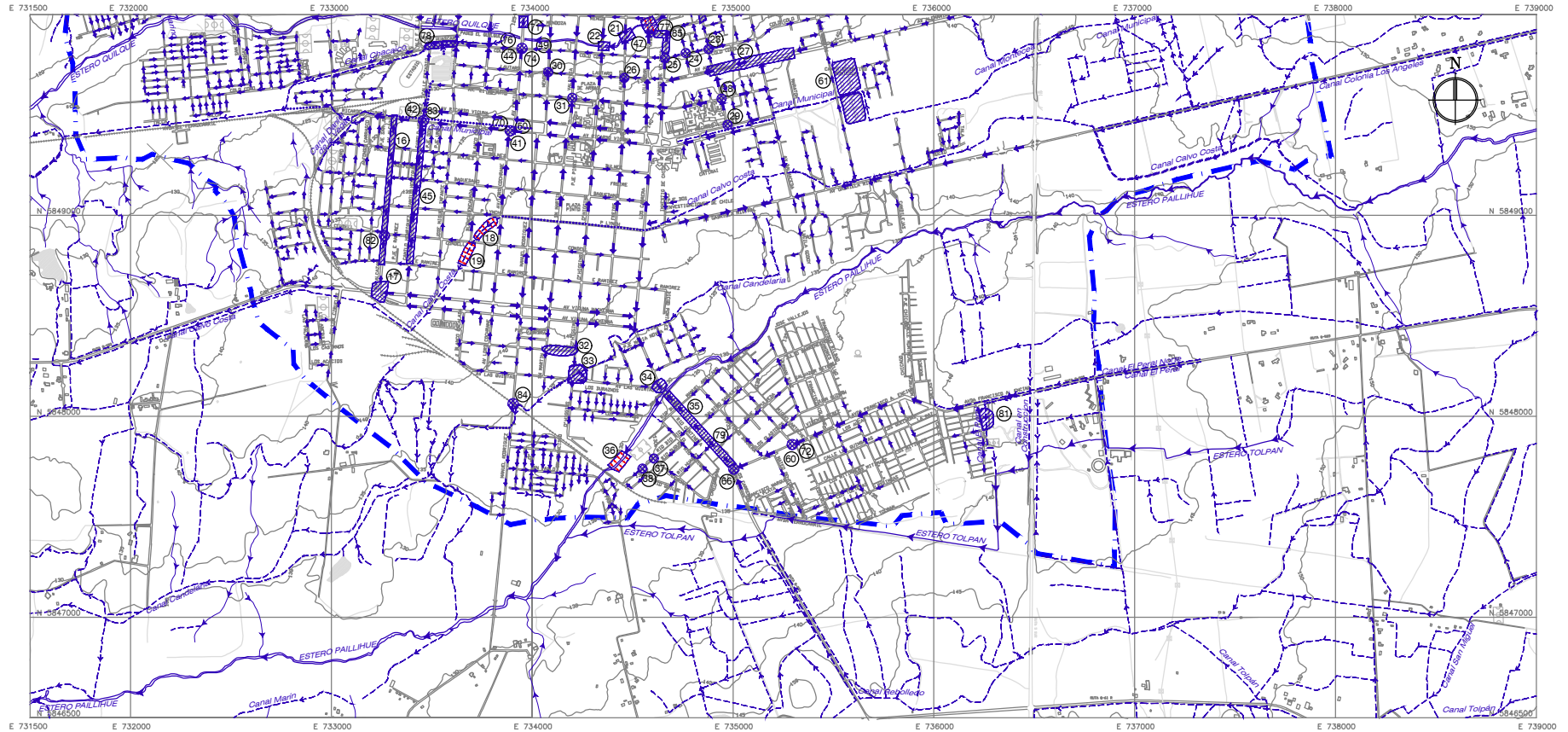
SIMBOLOGIA

- | | | | |
|--|------------------------|--|--------------------------------------------------------|
| | RIOS | | LIMITE URBANO |
| | ESTEROS | | ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL SECUNDARIO EN CALLES |
| | QUEBRADAS | | ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL PRINCIPAL EN CALLES |
| | CANALES ENTUBADOS | | ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE IMPORTANCIA (CALLE LLENA) |
| | CANALES ABIERTOS | | ZONA DE INUNDACION |
| | CAMINOS PRINCIPALES | | CRUCE ANEGADO |
| | CAMINOS SECUNDARIOS | | DESBORDE DE CANALES |
| | PUENTE | | |
| | EDIFICACION IMPORTANTE | | |
| | CURVA NIVEL INDICE | | |
| | CONSTRUCCIONES | | |
| | TRANQUE, LAGO O LAGUNA | | |

REGISTRO ACTUALIZADO DE INUNDACIONES

- AREAS 41 A 48 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 Y 6 DE ABRIL DE 2002
- AREAS 49 A 55 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 14, 15 Y 16 DE MAYO DE 2002
- AREAS 56 A 61 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 25, 26 Y 27 DE MAYO DE 2002
- AREAS 62 A 72 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 3, 4 Y 5 DE JUNIO DE 2002
- AREAS 73 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 19 AL 24 DE JULIO DE 2002
- AREAS 74 A 75 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 17 AL 19 DE AGOSTO DE 2002
- AREAS 76 A 81 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 21 AL 26 DE AGOSTO DE 2002
- AREAS 82 A 83 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 14 AL 17 DE SEPTIEMBRE DE 2002
- AREAS 84 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 1 AL 10 DE OCTUBRE DE 2002
- AREAS - : EVENTO DE LLUVIA DIAS 11 AL 20 DE OCTUBRE DE 2002
- AREAS 85 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 6 AL 7 DE NOVIEMBRE DE 2002
- AREAS 11,15,41,45 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 AL 22 DE JUNIO DE 2003
- AREAS 48,50,52,58 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 AL 22 DE JUNIO DE 2003
- AREAS 70,71,74,83 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 AL 22 DE JUNIO DE 2003

PROYECTO PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES REGION VIII CONSULTORIA PM-19 INFORME FINAL		PLANO ZONAS DE INUNDACION VIAS DE ESCURRIMIENTO (1/2)	
EMPRESA DE INGENIERIA INGENDESA S.A.		FECHA AGO-03	ESCALA S/E
		FIGURA N° 5	



SIMBOLOGIA

- | | | | |
|--|------------------------|--|--------------------------------------------------------|
| | RIOS | | LIMITE URBANO |
| | ESTEROS | | ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL SECUNDARIO EN CALLES |
| | QUEBRADAS | | ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL PRINCIPAL EN CALLES |
| | CANALES ENTUBADOS | | ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE IMPORTANCIA (CALLE LLENA) |
| | CANALES ABIERTOS | | ZONA DE INUNDACION |
| | CAMINOS PRINCIPALES | | CRUCE ANEGADO |
| | CAMINOS SECUNDARIOS | | DESBORDE DE CANALES |
| | PUENTE | | |
| | EDIFICACION IMPORTANTE | | |
| | CURVA NIVEL INDICE | | |
| | CONSTRUCCIONES | | |
| | TRANQUE, LAGO O LAGUNA | | |

REGISTRO ACTUALIZADO DE INUNDACIONES

- AREAS 41 A 48 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 Y 6 DE ABRIL DE 2002
- AREAS 49 A 55 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 14, 15 Y 16 DE MAYO DE 2002
- AREAS 56 A 61 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 25, 26 Y 27 DE MAYO DE 2002
- AREAS 62 A 72 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 3, 4 Y 5 DE JUNIO DE 2002
- AREAS 73 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 19 AL 24 DE JULIO DE 2002
- AREAS 74 A 75 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 17 AL 19 DE AGOSTO DE 2002
- AREAS 76 A 81 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 21 AL 26 DE AGOSTO DE 2002
- AREAS 82 A 83 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 14 AL 17 DE SEPTIEMBRE DE 2002
- AREAS 84 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 1 AL 10 DE OCTUBRE DE 2002
- AREAS 85 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 11 AL 20 DE OCTUBRE DE 2002
- AREAS 86 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 6 AL 7 DE NOVIEMBRE DE 2002
- AREAS 11, 15, 41, 45 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 AL 22 DE JUNIO DE 2003
- AREAS 48, 50, 52, 58 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 AL 22 DE JUNIO DE 2003
- AREAS 70, 71, 74, 83 : EVENTO DE LLUVIA DIAS 5 AL 22 DE JUNIO DE 2003

PROYECTO
**PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE
 DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES**
 REGION VIII CONSULTORIA PM-19 INFORME FINAL

PLANO
**ZONAS DE INUNDACION
 VIAS DE ESCURRIMIENTO
 (2/2)**



FECHA AGO-03	ESCALA S/E	FIGURA N° 5
-----------------	---------------	----------------

6. SOLUCIONES

El trazado en planta de las soluciones se basó en una concepción general del drenaje del área de estudio y el dimensionamiento de cada una de ellas tuvo en cuenta lo señalado en el [Cuadro N°11](#).

Cuadro N°11
Planteamiento General de Soluciones

Aspecto	Acción Metodológica
1. Areas a sanear	Se definen áreas de drenaje independientes o subsistemas, y mediante colectores se llevan sus aguas hacia un cauce receptor. Si es el caso, se estudian en ella alternativas de drenaje con el objetivo de elegir la que presente las mayores ventajas técnicas-económicas-ambientales.
2. Planificación General	Se ha estimado conveniente, debido a la restricción de capacidad que tiene en la zona centro de la ciudad, aliviar al máximo de lo posible la descarga de aguas lluvias que actualmente drenan hacia el estero Quilque. Para lo anterior se desvían aguas de la cuenca altar hacia el E. Paillihue. Los canales Chacaico y Candelaria resultan convenientes al sistema de drenaje, debido al uso actual y a su ubicación. El sector centro considera ampliar la capacidad de drenaje de la red mediante colectores adicionales. Se estudian estanques de regulación en el Paillihue, Maipo y Quilque, sólo resulta conveniente este último que se localiza al oriente de la Ruta 5 Sur. La zona de Expansión se dimensiona para Tr=5 años. Los canales de menor capacidad no se incluyen en el sistema de drenaje.
3. Horizonte del estudio y TR para el diseño	Las soluciones se diseñan para las condiciones de uso del suelo del horizonte del estudio, es decir, el año 2030. Los colectores, se dimensionan para los períodos de retorno 2 y 5 años. La respectiva evaluación económica de proyectos urbanos indicó que lo más conveniente es el dimensionamiento para Tr=2 años. Por su parte, los cauces receptores urbanos se dimensionan para períodos de retorno de 10 o 25 años según sea su importancia y condiciones hidráulicas presentes.
4. La red existente	Se aprovecha al máximo la red de colectores existente en el saneamiento de las diferentes áreas, dimensionando el refuerzo necesario si es el caso. Se contempla solamente una red separada de aguas lluvias, descartándose soluciones unitarias.
5. Drenaje gravitacional	Se privilegia la descarga gravitacional de las aguas lluvia a los cauces receptores. No fue necesario recurrir a medios mecánicos en ningún caso.
6. Trazado de colectores	En la zona de expansión, el trazado de los colectores contempla una distancia aproximada a los 500 m entre ellos y aprovechar la vialidad existente o la prolongación de vías iniciadas en la actualidad. En el sector urbano, los colectores van preferentemente por calles sin pavimento, siguen en preferencia las calles con pavimento asfáltico y finalmente las con pavimento de hormigón.
7. Simulación de soluciones y dimensionamiento	El dimensionamiento de las soluciones se hace mediante simulación utilizando el programa SWMM, ya mencionado.

El monto de inversión de las obras se basó en Costos Directos Unitarios de construcción, determinados en conformidad a las bases siguientes:

- Se cotizó con el fabricante el suministro y traslado de los elementos prefabricados: tuberías de c.c., tuberías reforzadas, cámaras y sumideros.
- Los costos directos de partidas de obras como excavaciones, retiro de excedentes, rellenos, rotura y reposición de pavimentos se obtuvieron de una base de datos de INGENDESA y corregidos a las condiciones locales de la obra y actualizados a 31 de Diciembre de 2002.
- Las interferencias subterráneas con agua potable y aguas servidas se valoraron sobre la base de obras de cruce típicas.
- Los atravesos de calles se cubican y costean cada uno.

- Los atravesos de FF.CC. y Carretera se incluyen en los ítemes de costo "Dificultad Constructiva". No se consideran relevantes otros tipos de interferencias.
- Las medidas no estructurales como la formación de hábitos para el cuidado de colectores, el cuidado de cauces están insertos en otras actividades de la comunidad por lo que no se consideran como costos relevantes.
- A partir de los costos directos unitarios privados, se determinaron los precios sociales en conformidad a las recomendaciones de MIDEPLAN.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto se llega a los precios unitarios sociales que se muestran en el [Cuadro N° 12A \(cauces\)](#) y [12B \(colectores\)](#)

Cuadro N° 12A
Precios Unitarios a Nivel de Costo Directo Sociales
Mejoramientos de Cauces

1 UF = \$16.744,12 (al 31 de Diciembre de 2002)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	Precio Unitario Directo (UF/UN)
1.	CANAL		
1.1	Excavaciones (terreno duro y semi-duro)	m3	0,18
1.2	Rellenos Tipo Borde	m3	0,27
1.3	Hormigones de revestimientos canal trapecial	m3	3,81
1.4	Hormigones de revestimientos canal rectangular	m3	7,88
1.5	Mampostería de piedras para revestimiento	m3	1,48
1.6	Armaduras A63-28H	kg	0,04
2.	ATRAVIESOS		
2.1	Demolición obras de hormigón	m3	1,24
2.2	Relleno estructural	m3	0,31
2.3	Hormigones	m3	5,76
2.4	Armaduras	kg	0,04
2.5	Rotura y reposición de Pavimentos de Hormigón	m2	1,18

Cuadro N° 12b
Precios Unitarios a Nivel de Costo Directo Social
Colectores

1 UF = \$16.744,12 (al 31 de Diciembre de 2002)

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	Precio Unitario Directo (UF/UN)
1.	EXCAVACIONES		
1.1	Prof. 0 a 2m	m3	0,11
1.2	Prof. 2 a 4m	m3	0,11
1.3	Prof. > 4m (Con entibación)	m3	0,35
1.4	Retiro de excedentes, hasta 6 km. de distancia	m3	0,06
2.	RELLENOS		
2.1	Tipo1(incl. Cama de arena)	m3	0,34
2.2	Tipo 2	m3	0,11
3.	CÁMARAS		
3.1	Cámaras Prefabricadas		
3.1.1	d= 1.200 mm	c/u	8,71
3.1.2	d= 1.800 mm	c/u	21,90
3.3	Cajones		
3.3.1	Cajón 2.000 x 2.000 mm (prefabricado) (l=2mts)	c/u	35,32
3.3.2	Cajón 3.200 x 3.000 mm (prefabricado) (l=2mts)	c/u	77,50
3.4	Acceso a cajón		
3.4.1	2.000 x 2.000 mm	c/u	15,00
3.4.2	2.300 x 2.000 mm	c/u	23,96
4	TUBERÍAS		
4.1	De Cemento Comprimido (CC)		
4.1.1	d= 300 mm	m	0,40
4.1.2	d= 400 mm	m	0,73
4.1.3	d= 500 mm	m	0,99
4.1.4	d= 600 mm	m	1,45
4.1.5	d= 700 mm	m	1,73
4.1.6	d= 800 mm	m	2,15
4.1.7	d= 900 mm	m	2,64
4.1.8	d=1.000 mm	m	3,26
4.1.9	d= 1.200 mm	m	4,67
4.1.10	d= 1.450 mm (con armaduras)	m	12,26
4.1.11	d= 1.600 mm (con armaduras)	m	14,54
4.1.12	d=1.800 mm (con armaduras)	m	17,76
4.1.13	d= 2.000 mm (con armaduras)	m	22,47
5	VARIOS		
5.1	Rotura y reposición de Pavimentos de Asfálticos	m3	0,39
5.2	Rotura y reposición de Pavimentos de Hormigón	m3	1,19
6	ALCANTARILLAS TIPO MANUAL DE CARRETERAS		
6.1	Hormigón H-30	m3	5,76
6.2	Enfierradura A63-42H	kg	0,04
7	SUMIDEROS DE AGUAS LLUVIA		
7.1	Sumidero con Rejilla Tipo SERVIU S1	c/u	17,53

En los Cuadros N°13, 14 y 15 se entregan los montos de inversión de las soluciones de cauces, colectores urbanos y rurales respectivamente. Estos montos de inversión incluyen los Costos Directos de Construcción, los Gastos Generales, Utilidades e Imprevistos (45%), la Dificultad Constructiva, Estudio de Ingeniería e Inspección (5%). El ítem Dificultades Constructivas, se aplicó con mayor incidencia en las soluciones que contemplan obras especiales, por ejemplo, tramos entubados de gran magnitud, obras de descarga a cauces con caudales importantes, entrega del estanque Las Industrias, y también, en el caso de obras de cierta magnitud dentro del radio urbano.

Cuadro N° 13
Costos de Inversión de las Soluciones de Cauces
a Precio Social

UF =16.744,12 31 de Diciembre 2002

Sub Cuenca	Sistema	Costo de Inversión	
		(UF)	(Mill de \$)
Río Rarinco	Rarinco	88.644	1.484
	Sub Total	88.644	1.484
Estero Salto del Perro	Salto del Perro	22.782	381
	Sub Total	22.782	381
Estero El Bolsón	El Bolsón	28.471	477
	Sub Total	28.471	477
Estero Quilque	Pichiquilque	1.165	20
	Maipo	102.090	1.709
	Quilque	158.783	2.659
	Chacaico	8.558	143
	Sub Total	270.596	4.531
Estero Paillihue	Paillihue	103.687	1.736
	Diuto Paillihue	6.759	113
	Quilque Paillihue	10.071	169
	Tolpán	15.856	265
	Candelaria	9.451	158
	Sub Total	181.790	2442
Estero San José de Paillihue	San José	16.472	276
	Sub Total	16.472	276
Estero Panqueco	Panqueco	18.499	310
	Sub Total	18.499	310
TOTAL INVERSION CAUCES		591.238	9.900

Cuadro N° 14
Costos de Inversión de las Soluciones de Colectores Urbanos
A Precio Social

1 UF = \$16.744,12

31 de Diciembre 2002

SISTEMA	SUB-SISTEMA	NOMBRE COLECTOR	TR (AÑOS)	COSTO DE INVERSION		
				(UF)	(Mill de \$)	
EL BOLSON	BO-20	CALLE NORTE	2	3.786	63	
	BO-21	LAS TRANCAS	2	7.365	123	
	BO-22	PERU	2	5.798	97	
	BO-23	LOS SAUCES	2	6.835	114	
	BO-25	DON VICTOR	2	2.500	42	
	BO-26	CALLE UNO	2	1.895	32	
	BO-28	A. DE ERCILLA	2	4.266	71	
	BO-30	SANTA TERESA	2	7.671	128	
	BO-32	SANTA LAURA	2	832	14	
	BO-33	SANTA ANA	2	797	13	
	BO-34	SOR VICENTA	2	10.332	173	
	BO-36	GENESIS PONIENTE	2	3.316	56	
	BO-37	GENESIS CENTRAL	2	7.285	122	
	BO-38	GENESIS ORIENTE	2	7.137	120	
			SUB TOTAL		69.815	1.169
	MAIPO	MA-20	REG. MONTOYA	2	1.300	22
MA-22		MENDOZA	2	12.255	205	
MA-23		ALMAGRO	2	20.140	337	
MA-24		VILLAGRAN	2	1.414	24	
MA-25		LOS ONAS	2	1.547	26	
MA-26		LOS YAGANES	2	5.661	95	
MA-27		LOS PEHUENCHES	2	2.775	46	
MA-28		MARCONI	2	12.640	212	
MA-29		MURCIA	2	5.076	85	
MA-31		ORIENTE	2	2.168	36	
MA-32		ATENAS	2	6.997	117	
MA-33		LAS INDUSTRIAS	2	8.841	148	
			SUB TOTAL		80.814	1.353
QUILQUE		QU-20	JUAN PABLO II	2	3.723	62
	QU-21	GALILEA	2	68.781	1.152	
	QU-22	LAGO VILLARRICA	2	4.627	77	
	QU-23A	CIUDADES DE CHILE DOS	2	3.665	61	
	QU-23B	YUNGAY	2	2.745	46	
	QU-24	SAN ROSENDO	2	8.806	147	
	QU-25	ONCE DE SEPTIEMBRE	2	1.799	30	
	QU-26	SAN LUIS	2	17.939	300	
	QU-27	AVDA. LOS ANGELES	2	898	15	
	QU-28	LAS PRIMULAS	2	972	16	
	QU-29	LOS CLAVELES	2	141	2	
	QU-30	LICEO INDUSTRIAL	2	960	16	
	QUILQUE	QU-32	ALBERTO URENDA NORTE	2	441	7

Cuadro N° 14
Costos de Inversión de las Soluciones de Colectores Urbanos
A Precio Social

1 UF = \$16.744,12

31 de Diciembre 2002

SISTEMA	SUB-SISTEMA	NOMBRE COLECTOR	TR (AÑOS)	COSTO DE INVERSION	
				(UF)	(Mill de \$)
	QU-33A	VIRGILIO GOMEZ DOS	2	1.059	18
	QU-33B	VIRGILIO GOMEZ UNO	2	1.566	26
	QU-35	VILLAGRAN NORTE	2	3.384	57
	QU-36	ERCILLA	2	6.515	109
	QU-38	COLON	2	4.526	76
	QU-40	VILLAGRAN SUR	2	6.554	110
	QU-44	ALEMANIA	2	13.623	228
	QU-45	MARCONI SUR	2	4.453	75
	QU-46	MONTECEA	2	31.848	533
	QU-47	LAS INDUSTRIAS UNO	2	5.096	85
	QU-49	LAS INDUSTRIAS DOS	2	1.717	29
	QU-50	LAS INDUSTRIAS CUATRO	2	2.435	41
	QU-51	LAS INDUSTRIAS TRES	2	611	10
		SUB TOTAL		198.883	3.330
CHACAICO	CH-20	CONDELL	2	11.965	200
	CH-21	LOS EUCALIPTUS	2	109	2
	CH-24	RICARDO VICUÑA	2	4.978	83
	CH-25	CAMILO HENRIQUEZ	2	44.520	745
		SUB TOTAL		61.572	1.031
CANDELARIA	CA-20	MANUEL RODRIGUEZ	2	5.459	91
	CA-21	SAN MARTIN	2	3.228	54
	CA-22	O'HIGGINS	2	2.937	49
	CA-27	LOS CARRERA NORTE	2	3.737	63
		SUB TOTAL		15.361	257
PAILLIHUE	PA-22	LOS MANZANOS	2	4.327	72
	PA-24	FF.CC.	2	2.457	41
	PA-25	SAN PABLO (*)	2	4.893	82
	PA-27	LA POETISA	2	34.233	573
	PA-28	EL SANTUARIO	2	1.340	22
	PA-30	BILBAO	2	3.483	58
	PA-31	HERNAN DIAZ	2	2.578	43
	PA-32	LOS ESCRITORES	2	1.702	28
	PA-33	LOS CARRERA SUR	2	3.401	57
	PA-35	CHOLGUAHUE	2	7.934	133
	PA-36	DOÑA RAQUEL	2	19.265	323
	PA-37	CONDOMINIO CINCO	2	166	3
	PA-38	CONDOMINIO CUATRO	2	116	2
	PA-39	CONDOMINIO TRES	2	287	5
	PA-41	CONDOMINIO UNO	2	1.688	28
	PA-44	LOS CIPRESES	2	409	7
PAILLIHUE	PA-45	LOS PINOS	2	1,224	20

Cuadro N° 14
Costos de Inversión de las Soluciones de Colectores Urbanos
A Precio Social

1 UF = \$16.744,12

31 de Diciembre 2002

SISTEMA	SUB-SISTEMA	NOMBRE COLECTOR	TR (AÑOS)	COSTO DE INVERSION	
				(UF)	(Mill de \$)
	PA-46	CATALUÑA	2	10.347	173
	PA-47	EL BOSQUE	2	969	16
	PA-48	MONTREAL	2	4.448	74
	PA-49	QUEBRADA GRANDE	2	3.103	52
	PA-50	LOS ALAMOS	2	1.898	32
		SUB TOTAL		110.268	1.846
TOLPAN	TO-20	FCO. ENCINA PONIENTE	2	3.807	64
	TO-21	MATEO DE TORO Y ZAMBRANO	2	1.368	23
	TO-22	LOS QUIMBAYAS	2	1.586	27
	TO-23	TOLPAN	2	8.107	136
	TO-24	FCO. ENCINA ORIENTE	2	1.151	19
		SUB TOTAL		16.019	268

(*) El colector San Pablo está planificado para sanear la totalidad del subsistema PA-25 sin considerar el colector existente en Villa Todos Los Santos.

Cuadro N°15
Presupuesto de Colectores Rurales
a Precio Social

1 UF = \$16.744,12

31 de Diciembre 2002

SISTEMA	SUBSISTEMAS	TR (AÑOS)	COSTO DE INVERSION	
			(UF)	(Mill de \$)
RARINCO	RA-100, RA-101, RA-103, RA-104 y RA-105	5	85.232	1.427
SALTO DEL PERRO	SP-100, SP-101, SP-102, SP-103, SP-104, SP-105 y SP-109	5	60.336	1.010
EL BOLSÓN	BO-100, BO-101, BO-102, BO-103, BO-105, BO-106, BO-107, BO-108, BO-110, BO-113, BO-114, BO-116, BO-118, BO-119, BO-120 y BO-123	5	79.615	1.333
PICHIQUILQUE	PI-100, PI-102, PI-103, PI-105, PI-106 y PI-108	5	46.832	784
QUILQUE	QU-100, QU-101, QU-102, QU-105, QU-106, QU-107, QU-108, QU-109, QU-110, QU-111, QU-112, QU-116, QU-117, QU-118, QU-119, QU-121 y QU-123	5	109.690	1.837
CANDELARIA	CA-100 y CA-101	5	5.185	87
PAILLIHUE	PA-100, PA-101, PA-102, PA-103, PA-104, PA-105, PA-106, PA-107, PA-108, PA-109, PA-111, PA-112, PA-114, PA-115, PA-116, PA-117, PA-118, PA-119, PA-120 y PA-121	5	197.694	3.310
QUILQUE - PAILLIHUE	QP-121, QP-122, QP-123, QP-124	5	79.733	1.335
TOLPÁN	TO-101, TO-102, TO-103, TO-104, TO-105, TO-106, TO-107, TO-108 y TO-109	5	70.993	1.189
SAN JOSE DE PAILLIHUE	SJ-102, SJ-103, SJ-104, SJ-105, SJ-106, SJ-107, SJ-108, SJ-109, SJ-110, SJ-111, SJ-112, SJ-113, SJ-114, SJ-115, SJ-116, SJ-117, SJ-118, SJ-119 y SJ-120	5	57.210	958
PANQUECO	PQ-100, PQ-101, PQ-102, PQ-103, PQ-105, PQ-106, PQ-107, PQ-108, PQ-109 y PQ-110	5	33.807	566
COSTO TOTAL COLECTORES RURALES (UF)			826.326	13.836

7. ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

Los impactos positivos, muy significativos, se manifestarán en las etapas de construcción y operación de las soluciones. En especial la actividad económica y la calidad de vida de la población serán afectadas positivamente por la ejecución de las obras, al evitarse las inundaciones.

El principal impacto negativo afecta al componente suelo, debido al llenado eventual en épocas de crecidas que provocará la construcción del embalse de regulación Las Industrias que se propone para lograr la regulación de los caudales del estero Quilque. El otro componente ambiental afectado por dicho embalse es el paisajístico, debido a la construcción del muro que tendrá 400 metros de largo y una altura de 4 m, paralelo a la ex Ruta 5, hoy Avenida Las Industrias. El impacto provocado en la etapa de construcción por el manejo de cauces, que se llevará a cabo en los otros esteros, tiene relación principalmente con la pérdida de reducidas superficies de terrenos ocasionadas por el ensanchamiento de los cauces.

El análisis de pertinencia concluye que el estanque Las Industrias es la única obra del proyecto que deberá someterse al SEIA, por cuanto cumple con lo establecido en el artículo 3 letra a1) del Reglamento del SEIA, en el sentido que la presa a construir generará un embalse con una capacidad superior a 50.000 m³.

El análisis concluye, además, que dicho sometimiento deberá efectuarse mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

8. EROSION Y DEFORESTACION

Las características físicas de la cuenca aportante, a saber, baja pendiente del terreno, cubierta vegetal extendida, cultivos con riego tecnificado y, conforme a la inspección del terreno, la inexistencia de procesos erosivos visibles, reducen este fenómeno a un factor no significativo en el área.

9. EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica se realizó conforme a la metodología de daño evitado descrita en los Términos de Referencia del PM-19. En esta metodología el beneficio de los proyectos está dado por la diferencia entre el valor esperado del daño que se produce en la situación “sin proyecto” y el valor esperado del daño en la situación “con proyecto”. En tanto que el costo de los proyectos corresponde a las inversiones necesarias y costos de mantención y operación del sistema durante el período de vida útil considerado.

9.1 Bases de la Evaluación

La evaluación se hace para grupos de proyectos, los que se evaluarán económicamente considerando tres grandes grupos de proyectos, colectores urbanos (PU), colectores rurales (PRU) y cauces (PC), éstos se presentan en la [Figura N° 6, Separación de Proyectos para Evaluación Económica](#). En el [Cuadro N° 14](#) se presenta un resumen de las consideraciones tenidas en la evaluación económica.

Cuadro N°14
Consideraciones para la Evaluación Económica

Parámetro del estudio	Acción metodológica
1. Daño evitado	Para determinar los beneficios o daño evitado se simuló con el modelo SWMM las situaciones "sin" y "con" proyecto.
2. Medio de Cálculo de parámetros	Simulación con programa SWMM.
3. Períodos de retorno evaluados	Colectores: 2, 5, 10 años; Cauces: 10, 25 y 100 años.
4. Horizonte de la evaluación	30 años.
5. Vida útil de las Obras	50 años, en conformidad al tipo de material.
6. Valor residual a los 30 años	Se supone valor nulo.

9.2 Costos

El costo total de cada grupo de proyectos corresponde a la suma de la inversión necesaria para la construcción de cada obra más el costo actualizado de operación y mantenimiento, expresado a precios sociales de acuerdo a las pautas de MIDEPLAN.

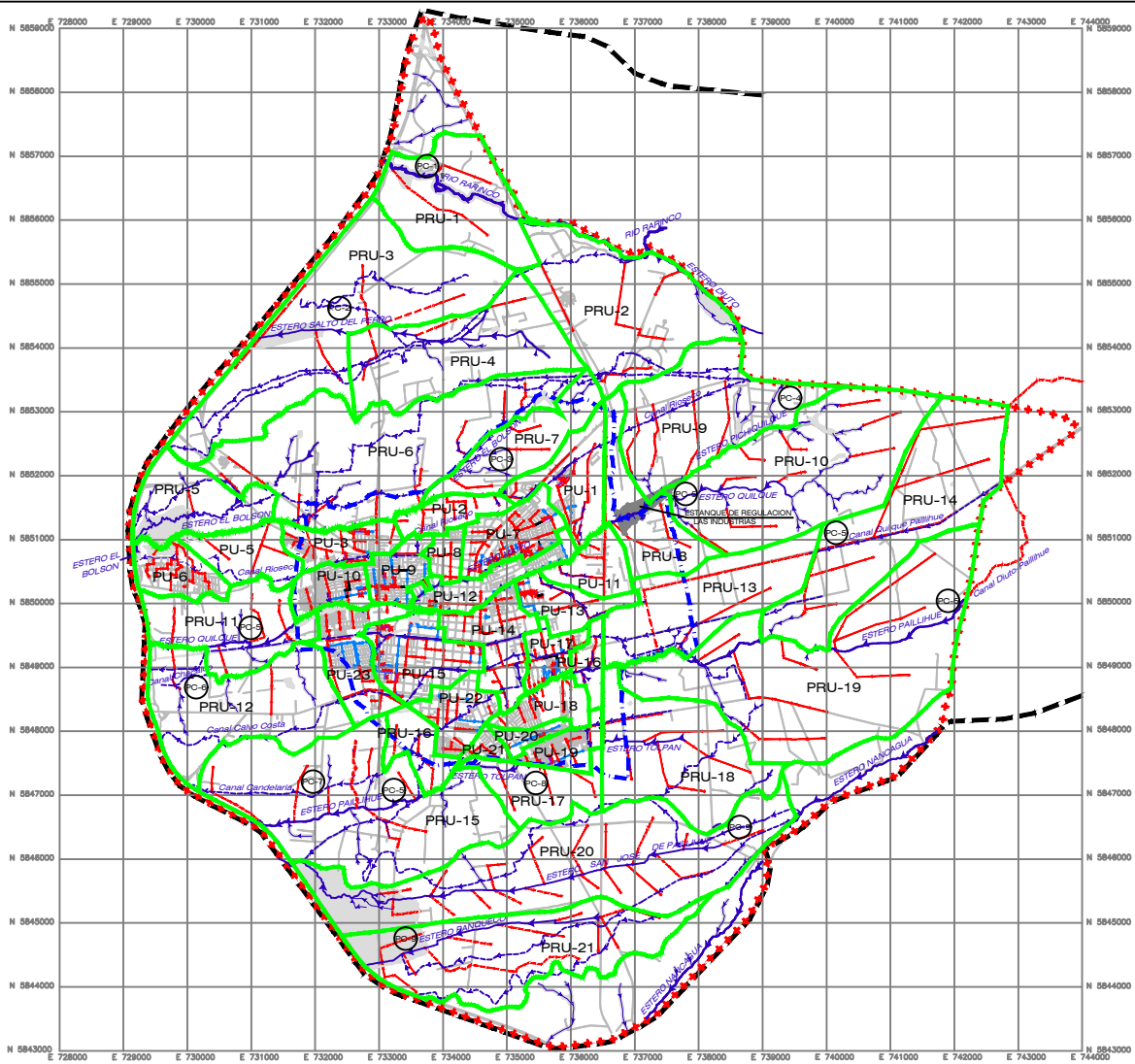
El costo de operación y mantención de las obras se estimó como costo por metro cuadrado de cauce o de colector a limpiar. Los precios sociales, como antes dicho, se obtuvieron de acuerdo a los criterios definidos por MIDEPLAN.

9.3 Beneficios

Como se indicara previamente los beneficios a considerar en la evaluación económica corresponden a los daños anuales evitados para las lluvias de período de retorno mayores (2, 5 y 10 años para los grupos de proyectos de colectores y de 10 y 25 y 100 años para los cauces o canales). A lo anterior se sumaron los daños (evitados) provocados por las lluvias de menor magnitud (menores que $T_r=2$ y 10 años para los colectores y cauces respectivamente).

La determinación de daños se hizo conforme a la metodología de MIDEPLAN, es decir, los beneficios a considerar en la evaluación provienen de los daños evitados en los siguientes aspectos:

- Disminución del daño en propiedades residenciales e industriales.
- Disminución de daños en la infraestructura vial.
- Reducción de gastos en limpieza de vías y sumideros.
- Disminución del ausentismo laboral y escolar.
- Disminución de costos de viaje.



- SIMBOLOGIA**
- RIO
 - ESTEROS
 - CERRADOS
 - CANALES EXISTENTES
 - CANALES ABANDONADOS
 - CANALES PRINCIPALES
 - CANALES SECUNDARIOS
 - BANDA PROYECTADA DE MODELACION (CANAL) (1:1) de modo II
 - COLECTOR Y CAMARA PROYECTADA
 - REFUERZO COLECTOR EXISTENTE EN UN TRAMO
 - COLECTOR QUE SE REEMPLAZA (*)
 - TUBERIA QUE QUEDA FUERA DE SERVICIO
 - CANAL PROYECTADO
 - CANAL EXISTENTE PROYECTADO
 - CAMARA EXISTENTE COLECTOR AGUAS LLUVIAS
 - COLECTOR AGUAS LLUVIAS EXISTENTE (1:1) de modo II
 - COLECTOR AGUAS LLUVIAS EXISTENTE

- LEYENDA**
- ESTERRO QUE QUEDA FUERA DE SERVICIO
 - ZONA DE EXCLUSION URBANA
 - ZONA DE RESTRICCION URBANA
 - PROYECTOR DE COLECTORES URBANOS
 - PRU
 - PROYECTOR DE COLECTORES RURALES
 - PC
 - PROYECTOR DE CAJAS

- SIMBOLOGIA**
- LIMITE CUENCA APORTANTE
 - LIMITE AREA DE ESTUDIO
 - LIMITE URBANO
 - LIMITE DE PROYECTOS

PROYECTO
PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES
 REGION VIII CONSULTORIA PM-19 INFORME FINAL



PLANO
SEPARACION DE PROYECTOS PARA EVALUACION ECONOMICA

FECHA AGO-03	ESCALA S/E	FIGURA N° 6
-----------------	---------------	----------------

9.4 Indicadores Económicos

Finalmente, a partir de los beneficios y costos sociales determinados para los diferentes grupos de proyectos se realizó una evaluación económica mediante la que se obtuvo el valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), en el horizonte de 30 años.

Además, se calcularon, para los grupos de proyectos, otros indicadores económicos, como son (Población, Inversión), (Superficie, Inversión), (Beneficio, Inversión). Estos indicadores se han calculado con el doble propósito de servir de herramienta de decisión para la priorización de los proyectos y con el objeto de detectar eventuales inconsistencias en los resultados.

9.5 Resultado de la Evaluación

Los proyectos evaluados se agruparon en 23 grupos de proyectos para los colectores del área urbana (grupos de proyectos PU), identificados como PU-1 al PU-23, y en 9 grupos de proyectos de cauces o canales, identificados como PC-1 al PC-9. Para el área rural y eventual expansión en el horizonte del Plan Maestro, se definieron 21 grupos de proyectos (grupos de proyectos PRU), identificados como PRU-1 al PRU-21, en cuyos casos la metodología de evaluación aplicada en la zona urbana no resulta válida, debido a que no es posible asociarle daños que sean cuantificables mediante ella.

9.6 Priorización de Soluciones

9.6.1 Area Urbana

Una vez evaluados los proyectos, ellos fueron priorizados en atención a los indicadores económicos que se definieron en el [punto 9.4](#) anterior .

Los grupos de proyectos se separaron en 3 prioridades: alta (1), media (2) y baja (3).

En el [Cuadro N°15](#) se presenta el resumen de índices económicos y prioridad por grupos de proyectos de colectores ordenados según la prioridad 1, 2 o 3 antes descrita.

Cuadro N°15
Resumen de Índices Económicos y Prioridad de
Grupos de Proyectos de Colectores

Grupo de	Costo de Inversión	Valores Actualizados 30 Años	Índices Económicos	Orden
----------	--------------------	------------------------------	--------------------	-------

Proyecto		Beneficio	Costo Mant.	I1 Van	I2 TIR	I3 Pob/Inv	I4 Sup/Inv x100	I5 Beneficio / Costo	Prior.
	(UF)	(UF)	(UF)	(UF)	%/1				
PU-15	61.572	3.116.938	6.495	3.048.872	5,36	0,28	0,27	50,62	1
PU-14	63.423	1.671.156	3.837	1.603.897	2,78	0,25	0,24	26,35	1
PU-21	7.934	1.356.175	556	1.347.684	18,12	0,33	0,31	170,93	1
PU-6	17.738	856.358	1.904	836.716	5,11	0,48	0,46	48,28	1
PU-1	21.608	811.927	2.734	787.585	3,97	0,80	0,77	37,57	1
PU-22	27.154	624.180	2.112	594.915	2,43	0,39	0,37	22,99	1
PU-3	28.179	569.160	2.555	538.427	2,13	0,40	0,38	20,20	2
PU-19	13.844	283.896	1.555	268.496	2,16	0,56	0,54	20,51	2
PU-11	9.322	252.276	1.178	241.775	2,85	1,20	1,15	27,06	2
PU-10	17.156	220.212	1.555	201.501	1,35	0,48	0,46	12,84	2
PU-17	31.869	177.070	2.526	142.675	0,58	0,21	0,21	5,56	2
PU-8	12.255	78.380	867	65.258	0,66	0,33	0,32	6,40	2
PU-7	38.278	109.791	4.318	67.196	0,29	0,36	0,34	2,87	2
PU-16	5.970	13.351	764	6.618	0,22	0,82	0,78	2,24	2
PU-2	15.461	20.490	1.659	3.369	0,13	0,59	0,56	1,33	3
PU-9	20.352	22.343	2.451	-460	0,10	0,42	0,41	1,10	3
PU-12	12.119	1.215	830	-11.734	-0,11	0,92	0,89	0,10	3
PU-18	31.869	22.285	2.526	-12.110	0,05	0,26	0,25	0,70	3
PU-13	36.301	12.417	3.874	-27.759	-0,02	0,27	0,26	0,34	3
PU-20	12.212	52	1.970	-54.306	0,00	0,27	0,26	0,00	3
PU-23	77.950	1.846	6.363	-82.466	0,00	0,13	0,13	0,02	3

Dentro de los grupos con mayor prioridad destacan los colectores Camilo Henríquez, Alemania y Villagrán Sur.

En el Cuadro N° 16 se presentan los Indices VAN, TIR y la razón Beneficio/costo de los grupos de proyectos de cauces.

Cuadro N° 16
Evaluación de Grupos de Proyectos de Cauces

Grupo de Proyecto	Costo de Inversión	Valores Actualizados 30 Años		Indices Económicos		
		Beneficio	Costo Mant.	I1 Van	I2 TIR	I5 Beneficio/ Costo
	(UF)	(UF)	(UF)	(UF)		
PC-6	8.558	117.212	9.813	98.841	145%	14
PC-5	381.390	603.342	192.366	29.487	16%	2
PC-8	15.856	12.734	10.520	-13.642	8%	0,8
PC-7	9.451	232	8.946	-18.165	-12%	0,0
PC-3	28.471	19.416	77.065	-86.120	8%	0,7

En el Cuadro N° 17 se comenta el resultado de la evaluación económica de los proyectos de cauces.

Cuadro N° 17
Comentarios a los Grupos de Proyectos de Cauces

Grupos de	Comentario
-----------	------------

Proyectos	
Primera Prioridad: Los Grupos de Proyectos PC-5 y PC-6	<p>Son los únicos con VAN positivo. Corresponden a los principales cauces que atraviesan la ciudad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El PC-5 agrupa las obras que evitarán los principales daños por desbordes en la ciudad, entre ellas están los mejoramientos de los esteros Maipo, Quilque y Paillihue. • El PC-6 considera las obras de mejoramiento del canal Chacaico y el emisario de la laguna Esmeralda hacia el estero Quilque, este grupo presenta una relación beneficio costo muy ventajosa.
Segunda Prioridad: Los grupos de proyectos PC-3, PC-7 y PC-8	<p>Están ubicados dentro de la zona urbana, es decir, poseen beneficios asociados, pero presentan VAN negativos, lo que es consecuencia de varios factores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El PC-3 (estero El Bolsón) se ve perjudicado principalmente por los altos costos de mantención de su cauce, debido a su gran extensión. • El PC-7 (canal Candelaria), presenta un beneficio reducido producto de los pocos daños producidos en la situación sin proyecto. • El PC-8 (estero Tolpán) a diferencia de los 2 anteriores evita grandes daños pero con alta inversión. Esta última se debe a la necesidad de entubar el cauce artificial que reemplazó y desvió el cauce natural, a través de secciones inconvenientes por riesgo de caídas y de estabilidad de taludes.
Tercera Prioridad: Los grupos de Proyectos PC-1, PC-2, PC-4 y PC-9	<p>Estos cauces drenan áreas rurales que en la actualidad no tienen daños asociados. Ellos corresponden a: PC-1: Río Rarínco; PC-2: E. Salto del Perro; PC-4: E. Pichiquilque; PC-9: Estero San José de Paillihue.</p>

9.6.2 Zona de Expansión y Rural

En relación a la zona de Expansión y Rural, se puede anticipar alguna priorización de proyectos, en atención a la relación territorial de áreas actualmente urbanas con otras adyacentes que presentan urbanización incipiente o vialidad en desarrollo, como se resume en el [Cuadro N° 18](#).

Cuadro N° 18
Comentarios Respecto a la Zona de Expansión y Rural

Zona de Expansión con Prioridad Alta
Corresponde al área en que se han iniciado obras de vialidad que seguramente posibilitarán la implantación de urbanizaciones. Entre ellas cabe mencionar algunos subsistemas del Sistema El Bolsón y de la franja adyacente a la carretera 5 Sur: BO-117, BO-111, BO-110, BO-108, BO-106, TO-106, QU-111, QU-110, PA-111, CA-100 y CA-101 entre otras.
Zona de Expansión con Prioridad Media
En estas áreas no hay en la actualidad indicios de cambio del uso del suelo, pero, por encontrarse adyacentes a la zona urbana se espera, que en el mediano plazo, empiecen a ser atravesadas por vías de acceso y ello estimule la ocupación. Entre ellos, algunos subsistemas del lado Sur del E. Paillihue, PA-108, PA-109 y PA-110.
Zona de Expansión y Rural con Prioridad Baja
Estos sectores rurales se encuentran alejados del área urbana actual y no cuentan con una adecuada conexión vial con la ciudad. Estos subsistemas son los más numerosos. Entre ellos se encuentran los sectores poniente de los esteros Quilque y Paillihue: QU-100 a QU-108 y PA-100 a PA-106. Además, cabe agregar el área de la vertiente Norte del estero El Bolsón: BO-101 a BO-103.
Deben agregarse aquí las cuencas de los esteros Salto del Perro, San José de Paillihue, Pichiquilque y del río Rarínco, las que probablemente llegarán a desarrollarse en fechas que están mucho más allá del horizonte que cubre este Plan Maestro.

10. DEFINICION DE LA RED PRIMARIA

La Red Primaria se configuró en conformidad a los siguientes criterios:

- **Cauces receptores:** ya que actúan como elementos principales en la evacuación de aguas lluvia y, por consistencia con lo anterior, todas las descargas de colectores en dichos cauces. Los cauces receptores considerados en el Plan Maestro de Los Angeles que forman parte de la Red Primaria son:
 - Estero El Bolsón
 - Estero Maipo
 - Estero Quilque
 - Canal Chacaico (entre Km 0,0 y Km 2.235)
 - Canal Candelaria (entre Km 0,0 y Km 4.100)
 - Estero Tolpán
 - Estero Paillihue
 - Canal Quilque-Paillihue
 - Canal Diuto-Paillihue
- **Colectores existentes:** los colectores con diámetro igual o superior a 700 mm. También se incluyen los casos de colectores existentes de menor diámetro que resultan "reforzados" por colectores proyectados mayores de 700 mm de diámetro.

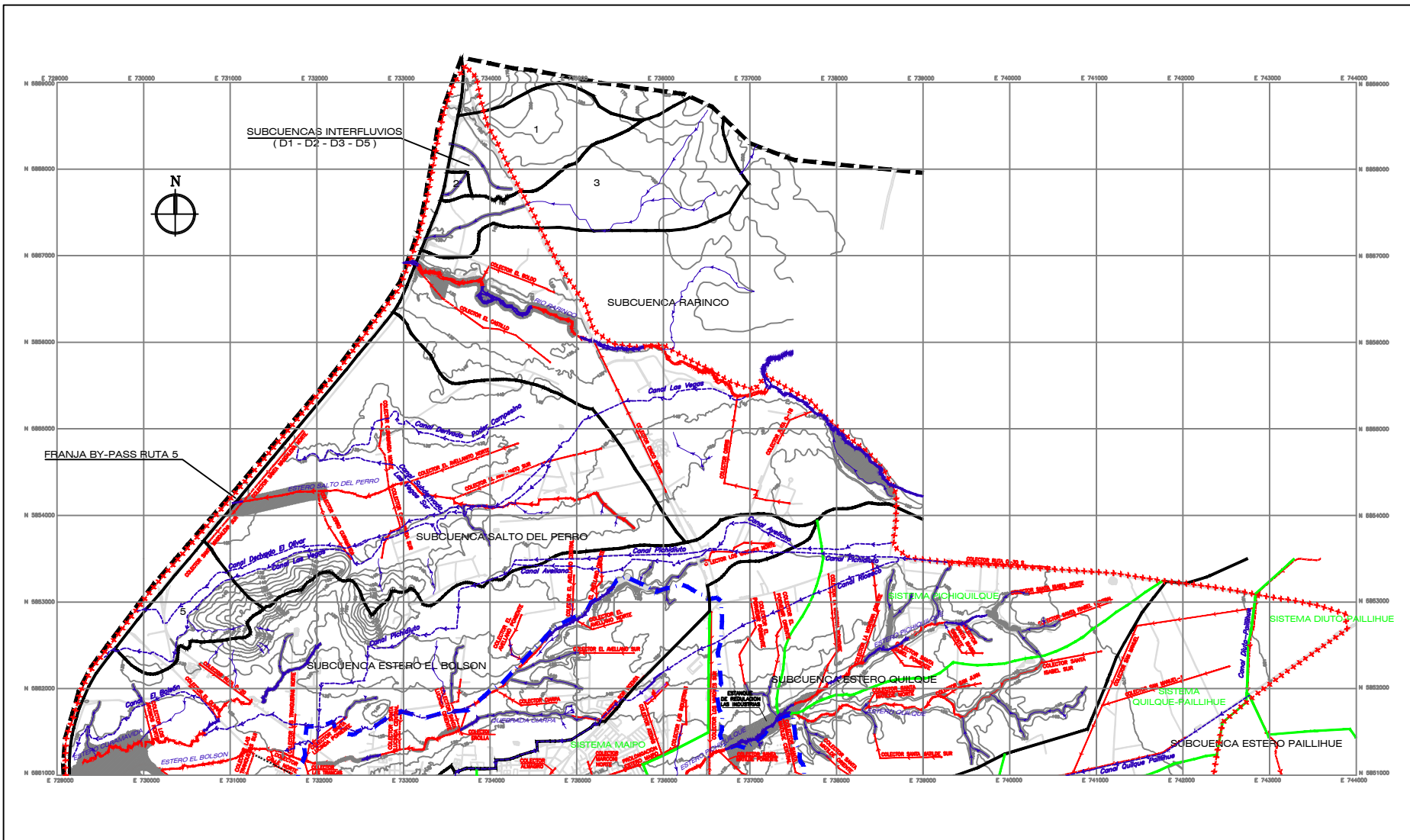
- **Colectores proyectados:** los colectores con diámetro igual o superior a 700 mm. Sin embargo, en el área de expansión, se contempló incluir en la Red Primaria algunos colectores de 600 mm, cuando los nodos superiores orientan el drenaje futuro a implementar. También, se incluyen los tramos con refuerzos de colectores existentes de la red primaria, aún cuando el refuerzo sea menor de 700 mm.

En la [Figura N°7, láminas 1 y 2](#), se muestra la Red Primaria para la ciudad de Los Angeles. En el [Cuadro N°19](#) se presenta un resumen de longitudes de las redes aquí definidas.

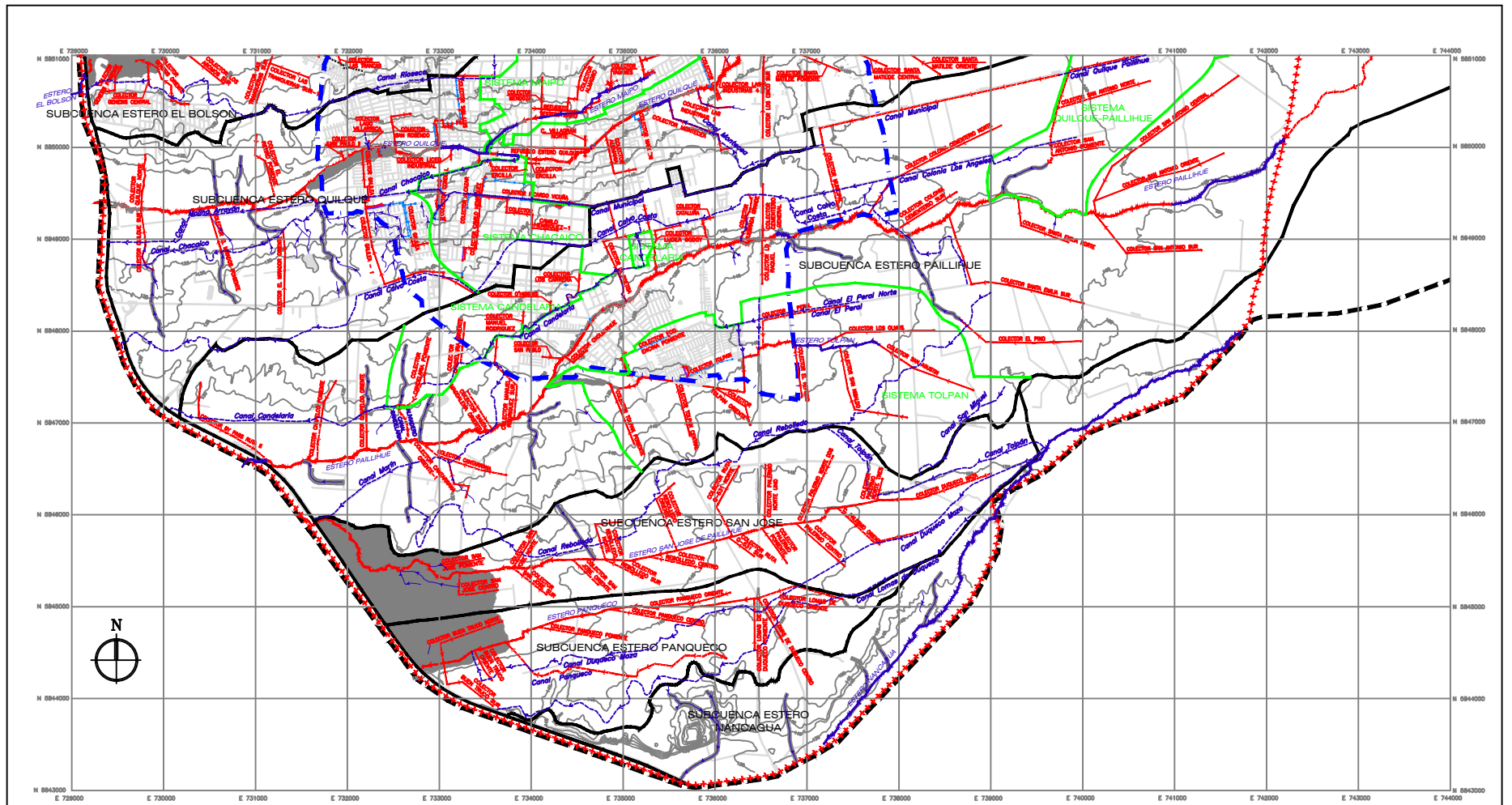
Cuadro N°19
Redes de los Sistemas de Evacuación y Drenaje de aguas Lluvias
Longitud de Colectores y Cauces (m)

Categoría	Existente (m)	Proyectada (m)		Cauce Natural (m)	Total (m)
		Colector	Canal		
Red Primaria	5.700	92.882	27.132	21.483	147.196
Red Complementaria	10.782	37.728	-	-	48.510
Total	16.482	130.610	27.132	21.483	195.706

En el [Cuadro N°20](#) se presenta el detalle de los costos de inversión, operación y mantenimiento de las redes primaria y secundaria, en millones de pesos.



SIMBOLOGIA		PROYECTO PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES		PLANO	
		REGION VIII CONSULTORIA PM-19 INFORME FINAL		RED PRIMARIA (1/2)	
<p>----- LIMITE CUENCA APORTANTE</p> <p>+++++ LIMITE AREA DE ESTUDIO</p>	<p>----- LIMITE URBANO</p> <p>----- LIMITE SISTEMAS</p>	<p>INGENDESA EMPRESA DE INGENIERIA INGENDESA S.A.</p>		<p>FECHA AGO-03</p>	<p>ESCALA S/E</p>
				<p>FIGURA N° 7</p>	



SIMBOLOGIA

- LIMITE CUENCA APORTANTE
- +++++ LIMITE AREA DE ESTUDIO
- LIMITE URBANO
- LIMITE SISTEMAS

PROYECTO
**PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE
 DE AGUAS LLUVIAS DE LOS ANGELES**
 REGION VIII CONSULTORIA PM-19 INFORME FINAL

PLANO
**RED PRIMARIA
 (2/2)**



FECHA AGO-03	ESCALA S/E	FIGURA N° 7
-----------------	---------------	----------------

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$

SUBCUENCA RIO RARINCO

Sistema Rarinco														
	Río Rarinco	25	0	0,00			0	0,00	88.644	1.484,27			88.644	1.484,27
RA-100	El Boldo	5							9.249	154,87			9.249	154,87
RA-101	El Castillo	5							21.392	358,20			21.392	358,20
RA-103	Cinco Norte	5							33.313	557,80			33.313	557,80
RA-104	Osiris	5							17.629	295,18			17.629	295,18
RA-105	Ruta Q-18	5							3.649	61,10			3.649	61,10
	SUB TOTAL		0	0,00	0	0,00	0	0,00	173.877	2.911,41	0	0,00	173.877	2.911,41
Total Subcuenca Río Rarinco												173.877	2.911,41	

SUBCUENCA ESTERO SALTO DEL PERRO

Sistema Salto del Perro														
	Estero Salto del Perro	10	0	0,00			0	0,00	22.782	381,47			22.782	381,47
SP-100	Santa Magdalena Sur	5							2.547	42,65			2.547	42,65
SP-101	Santa Magdalena Norte	5							5.586	93,54			5.586	93,54
SP-102	Cerro Curamávida	5							5.743	96,17			5.743	96,17
SP-103	Curamávida Norte	5							7.495	125,50			7.495	125,50
SP-104	Curamávida Sur	5							15.438	258,49			15.438	258,49
SP-105	El Avellanito Norte	5							12.778	213,96			12.778	213,96
SP-107	El Avellanito Sur	5							10.747	179,95			10.747	179,95
	SUB TOTAL		0	0,00	0	0,00	0	0,00	83.118	1.391,74	0	0,00	83.118	1.391,74
Total Subcuenca Estero Salto del Perro												83.118	1.391,74	

SUBCUENCA ESTERO EL BOLSÓN

Sistema Bolsón														
	Estero El Bolsón	25	8.175	136,89			8.175	136,89	28.471	476,72			28.471	476,72
BO-20	Calle Norte	2	34	0,56	11	0,18	45	0,75	3.786	63,39	0	0,00	3.786	63,39
BO-21	Las Trancas	2	24	0,41	41	0,68	65	1,09	4.772	79,90	2.593	43,42	7.365	123,32
BO-22	Perú	2	0	0,00	56	0,94	56	0,94	0	0,00	5.798	97,08	5.798	97,08
BO-23	Los Sauces	2	0	0,00	53	0,89	53	0,89	0	0,00	6.835	114,45	6.835	114,45
BO-25	Don Víctor	2	0	0,00	17	0,29	17	0,29	0	0,00	2.500	41,86	2.500	41,86
BO-26	Calle Uno	2	0	0,00	33	0,56	33	0,56	0	0,00	1.895	31,73	1.895	31,73

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$
BO-28	Ercilla Norte	2	3	0,05	61	1,03	64	1,07	578	9,67	3.688	61,76	4.266	71,43
BO-30	Santa Teresa	2	0	0,00	58	0,97	58	0,97	0	0,00	7.671	128,44	7.671	128,44
BO-32	Santa Laura	2	0	0,00	9	0,15	9	0,15	0	0,00	832	13,93	832	13,93
BO-33	Santa Ana	2	0	0,00	11	0,19	11	0,19	0	0,00	797	13,35	797	13,35
BO-34	Sor Vicenta	2	97	1,62	43	0,71	140	2,34	7.315	122,48	3.017	50,52	10.332	173,00
BO-36	Génesis Poniente	2	22	0,38	15	0,25	37	0,62	2.183	36,54	1.133	18,98	3.316	55,52
BO-37	Génesis Central	2	9	0,15	71	1,20	80	1,34	2.196	36,76	5.089	85,22	7.285	121,98
BO-38	Génesis Oriente	2	49	0,83	36	0,60	85	1,42	4.907	82,16	2.230	37,34	7.137	119,50
BO-100	Los Aromos Norte	5							10.382	173,84			10.382	173,84
BO-101	Los Aromos Sur	5							5.008	83,86			5.008	83,86
BO-102	El Olivar	5							3.957	66,26			3.957	66,26
BO-103	Ruta Q-20	5							4.808	80,50			4.808	80,50
BO-105	Las Tranqueras Sur	5							8.097	135,58			8.097	135,58
BO-106	Las Tranqueras Norte	5							4.742	79,40			4.742	79,40
BO-107	Santa Lucinda Poniente	5							9.342	156,42			9.342	156,42
BO-108	Santa Lucinda Central	5							1.850	30,98			1.850	30,98
BO-110	Santa Lucinda Oriente	5							4.109	68,80			4.109	68,80
BO-113	Ciarpa	5							3.728	62,42			3.728	62,42
BO-114	El Avellano Poniente	5							3.989	66,80			3.989	66,80
BO-116	El Avellano Central	5							3.503	58,65			3.503	58,65
BO-118	El Avellano Sur	5							3.559	59,59			3.559	59,59
BO-119	El Avellano Oriente	5							2.533	42,41			2.533	42,41
BO-120	El Avellano Norte	5							3.053	51,12			3.053	51,12
BO-123	Los Varones Norte	5							6.956	116,46			6.956	116,46
	SUB TOTAL		8.414	140,88	516	8,64	8.930	149,52	133.822	2.240,72	44.080	738,08	177.901	2.978,80
									Total Subcuenca Estero El Bolsón			177.901	2.978,80	

SUBCUENCA ESTERO QUILQUE

Sistema Pichiquilque															
	Estero Pichiquilque	25	0	0,00					0	0,00	1.165	19,50		1.165	19,50
PI-100	La Montana Poniente	5									16.496	276,21		16.496	276,21

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$
PI-102	La Montana Oriente	5							6.993	117,08			6.993	117,08
PI-103	Santa Isabel Poniente	5							2.311	38,70			2.311	38,70
PI-105	Santa Isabel Oriente	5							2.613	43,75			2.613	43,75
PI-106	Ruta Q-30S	5							11.171	187,05			11.171	187,05
PI-108	Santa Isabel Central	5							3.722	62,32			3.722	62,32
PI-108	Santa Isabel Norte	5							3.526	59,05			3.526	59,05
	SUB TOTAL		0	0,00	0	0,00	0	0,00	47.997	803,66	0	0,00	47.997	803,66
Sistema Maipo														
	Estero Maipo	10	1.829	30,63			1.829	30,63	102.090	1709,40			102.090	1709,40
MA-20	Reg. Montoya	2	0	0,00	22	0,37	22	0,37	0	0,00	1.300	21,76	1.300	21,76
MA-22	Mendoza	2	61	1,03	30	0,50	91	1,52	8.148	136,43	4.107	68,76	12.255	205,19
MA-23	Almagro	2	95	1,59	55	0,92	150	2,51	12.794	214,22	7.347	123,01	20.140	337,23
MA-24	Villagrán	2	0	0,00	27	0,45	27	0,45	0	0,00	1.414	23,68	1.414	23,68
MA-25	Los Onas	2	0	0,00	9	0,15	9	0,15	0	0,00	1.547	25,90	1.547	25,90
MA-26	Los Yaganes	2	14	0,24	31	0,52	45	0,76	2.139	35,82	3.522	58,97	5.661	94,79
MA-27	Pehuenches	2	0	0,00	18	0,30	18	0,30	0	0,00	2.775	46,46	2.775	46,46
MA-28	Marconi Norte	2	22	0,36	71	1,18	92	1,54	3.702	61,99	8.938	149,65	12.640	211,65
MA-29	Murcia	2	17	0,29	53	0,89	70	1,18	2.629	44,03	2.447	40,96	5.076	84,99
MA-31	Lyon	2	0	0,00	48	0,80	48	0,80	0	0,00	2.168	36,30	2.168	36,30
MA-32	Atenas	2	103	1,73	45	0,75	148	2,48	4.775	79,95	2.222	37,21	6.997	117,16
MA-33	Las Industrias	2	66	1,11	50	0,83	116	1,95	5642	94,47	3.199	53,57	8.841	148,04
	SUB TOTAL		2.208	36,97	458	7,67	2.666	44,64	141.920	2.376,32	40.984	686,24	182.904	3.062,56
Sistema Quilque														
	Estero Quilque	25	8.325	139,40			8.325	139,40	158.783	2.658,68			158.783	2.658,68
QU-20	Juan Pablo II	2	8	0,13	17	0,28	25	0,41	1.356	22,71	2.366	39,62	3.723	62,33
QU-21	Galilea	2	490	8,21	112	1,87	602	10,08	60.235	1.008,57	8.546	143,10	68.781	1.151,68
QU-22	Lago Villarrica	2	7	0,12	53	0,88	60	1,00	0	0,00	4.627	77,48	4.627	77,48
QU-23A	Ciudades de Chile Dos	2	0	0,00	25	0,41	25	0,41	0	0,00	3.665	61,37	3.665	61,37
QU-23B	Yungay	2	0	0,00	23	0,38	23	0,38	0	0,00	2.745	45,95	2.745	45,95
QU-24	San Rosendo	2	48	0,80	31	0,53	79	1,32	7.144	119,62	1.662	27,82	8.806	147,45
QU-25	Once de Septiembre	2	0	0,00	13	0,22	13	0,22	0	0,00	1.799	30,12	1.799	30,12
QU-26	San Luis	2	127	2,13	99	1,66	227	3,80	12.618	211,28	5.321	89,09	17.939	300,37
QU-27	Avda. Los Angeles	2	0	0,00	47	0,79	47	0,79	0	0,00	898	15,04	898	15,04
QU-28	Las Primuras	2	0	0,00	7	0,11	7	0,11	0	0,00	972	16,28	972	16,28
QU-29	Los Claveles	2	0	0,00	5	0,09	5	0,09	0	0,00	141	2,36	141	2,36

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$
QU-30	Liceo Industrial	2	11	0,18	3	0,04	14	0,23	960	16,07	0	0,00	960	16,07
QU-31	Alberto Urenda Sur	2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
QU-32	Alberto Urenda Norte	2	0	0,00	7	0,12	7	0,12	0	0,00	441	7,38	441	7,38
QU-33A	Virgilio Gómez Uno	2	0	0,00	4	0,07	4	0,07	0	0,00	1.059	17,73	1.059	17,73
QU-33B	Virgilio Gómez Dos	2	0	0,00	14	0,23	14	0,23	0	0,00	1.566	26,22	1.566	26,22
QU-35	Villagrán Norte	2	14	0,23	4	0,06	17	0,29	1.809	30,30	1.575	26,37	3.384	56,66
QU-36	Ercilla	2	16	0,27	13	0,22	30	0,50	2.459	41,18	4.056	67,91	6.515	109,09
QU-38	Colon	2	0	0,00	28	0,47	28	0,47	0	0,00	4.526	75,78	4.526	75,78
QU-40	Villagrán Sur	2	3	0,05	38	0,64	41	0,69	722	12,09	5.832	97,65	6.554	109,74
QU-44	Alemania	2	58	0,97	25	0,42	83	1,39	8.339	139,63	5.284	88,48	13.623	228,11
QU-45	Marconi	2	27	0,46	73	1,23	101	1,69	0	0,00	4.453	74,56	4.453	74,56
QU-46	Montecoa	2	218	3,65	93	1,56	312	5,22	20.175	337,81	11.673	195,46	31.848	533,27
QU-47	Las Industrias Uno	2	41	0,69	25	0,41	66	1,10	3.369	56,41	1.727	28,92	5.096	85,33
QU-48	Oriente	2	79	1,33	0	0,00	79	1,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00
QU-49	Las Industrias Dos	2	0	0,00	23	0,39	23	0,39	0	0,00	1.717	28,75	1.717	28,75
QU-50	Las Industrias Cuatro	2	13	0,21	22	0,37	35	0,58	1.248	20,90	1.187	19,87	2.435	40,77
QU-51	Las Industrias Tres	2	0	0,00	9	0,15	9	0,15	0	0,00	611	10,23	611	10,23
QU-100	Quilque Sur	5							18.968	317,60			18.968	317,60
QU-101	Quilque Norte	5							4.097	68,60			4.097	68,60
QU-102	El Mirador Poniente	5							4.930	82,55			4.930	82,55
QU-105	El Retiro Poniente	5							4.012	67,18			4.012	67,18
QU-106	El Mirador Oriente	5							6.609	110,66			6.609	110,66
QU-107	El Retiro Oriente	5							2.480	41,53			2.480	41,53
QU-110	Los Cinco Sur	5							7.085	118,63			7.085	118,63
QU-111	Los Varones Sur	5							13.672	228,93			13.672	228,93
QU-112	Santa Matilde Poniente	5							6.610	110,68			6.610	110,68
QU-113	El Porvenir Poniente	5							6.742	112,89			6.742	112,89
QU-113	El Porvenir Oriente	5							6.533	109,39			6.533	109,39
QU-116	Santa Matilde Central	5							5.828	97,58			5.828	97,58
QU-117	Santa Matilde Oriente	5							3.365	56,34			3.365	56,34
QU-118	Santa Matilde Sur	5							6.391	107,01			6.391	107,01
QU-119	Santa Matilde Norte	5							1.912	32,01			1.912	32,01
QU-121	San Juan	5							2.463	41,23			2.463	41,23
QU-123	Santa Isabel Sur	5							7.993	133,83			7.993	133,83
	SUB TOTAL		9.486	158,84	814	13,63	10.300	172,47	388.907	6.511,91	78.448	1.313,55	467.356	7.825,46
Sistema Chacaico														

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$
	Canal Chacaico	10	1.041	17,43			1.041	9,72	8.558	143,30			8.558	143,30
CH-20	Condell	2	70	1,17	96	1,61	166	9,72	3.321	55,61	8.644	144,74	11.965	200,34
CH-21	Los Eucaliptus	2	0	0,00	4	0,06	4	9,72	0	0,00	109	1,82	109	1,82
CH-22	Alcázar	2	44	0,73	23	0,38	66	9,72	0	0,00	0	0,00	0	0,00
CH-24	Camilo Henríquez	2	100	1,68	40	0,67	140	9,72	32.284	540,56	12.236	204,88	44.520	745,45
CH-25	Ricardo Vicuña	2	235	3,94	76	1,27	311	9,72	2.315	48,75	2.663	34,61	4.978	83,35
	SUB TOTAL		1.489	24,94	238	3,99	1.728	28,93	46.478	788,21	23.652	386,05	70.130	1.174,26
												Total Subcuenca Estero Quilque	768.386	12.865,94

SUBCUENCA ESTERO PAILLHUE

Sistema Candelaria														
	Canal Candelaria	10	950	15,91			950	15,91	9.451	158,26			9.451	158,26
CA-20	Manuel Rodríguez	2	15	0,25	24	0,40	39	0,65	2.298	38,48	3.161	52,93	5.459	91,41
CA-21	San Martín	2	0	0,00	23	0,38	23	0,38	1.188	19,88	2.040	34,17	3.228	54,05
CA-22	O'Higgins	2	10	0,17	12	0,20	22	0,37	1.414	23,68	1.523	25,49	2.937	49,18
CA-27	Los Carrera	2	19	0,31	9	0,15	27	0,46	2.696	45,15	1.041	17,42	3.737	62,57
CA-100	Candelaria Poniente	5							2.305	38,60		0,00	2.305	38,60
CA-101	Candelaria Oriente	5							2.880	48,22		0,00	2.880	48,22
	SUB TOTAL		994	16,65	67	1,12	1.061	17,77	22.233	372,27	7.765	130,01	29.997	502,28
Sistema Paillihue														
	Estero Paillihue	25	6.055	101,38			6.055	101,38	103.687	1.736,14			103.687	1.736,14
PA-21	Las Quintas	2	2	0,03	28	0,47	30	0,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00
PA-22	Los Manzanos	2	0	0,00	28	0,47	28	0,47	2.113	35,37	2.214	37,08	4.327	72,45
PA-24	F.F.C.C.	2	0	0,00	18	0,31	18	0,31	0	0,00	2.457	41,14	2.457	41,14
PA-25	San Pablo	2	19	0,31	15	0,26	34	0,57	2.859	47,88	2.034	34,05	4.893	81,93
PA-27	La Poetisa	2	181	3,03	36	0,60	217	3,63	27.384	458,53	6.849	114,67	34.233	573,20
PA-28	El Santuario	2	0	0,00	10	0,16	10	0,16	0	0,00	1.340	22,44	1.340	22,44
PA-30	Bilbao	2	0	0,00	33	0,55	33	0,55	0	0,00	3.483	58,32	3.483	58,32
PA-31	Hernán Díaz	2	0	0,00	19	0,32	19	0,32	0	0,00	2.578	43,17	2.578	43,17
PA-32	Los Escritores	2	0	0,00	13	0,23	13	0,23	0	0,00	1.702	28,50	1.702	28,50
PA-33	Los Carrera Sur	2	0	0,00	24	0,40	24	0,40	0	0,00	3.401	56,95	3.401	56,95
PA-35	Cholguahue	2	34	0,57	23	0,39	58	0,96	5.056	84,65	2.878	48,19	7.934	132,85
PA-36	Doña Raquel	2	76	1,27	64	1,08	140	2,34	11.909	199,40	7.356	123,17	19.265	322,58
PA-37	Condominio Cinco	2	0	0,00	3	0,05	3	0,05	0	0,00	166	2,78	166	2,78

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$
PA-38	Condominio Cuatro	2	0	0,00	2	0,04	2	0,04	0	0,00	116	1,94	116	1,94
PA-39	Condominio Tres	2	0	0,00	19	0,31	19	0,31	0	0,00	287	4,81	287	4,81
PA-40	Condominio Dos	2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
PA-41	Condominio Uno	2	0	0,00	23	0,38	23	0,38	0	0,00	1.688	28,26	1.688	28,26
PA-42	Candilejas	2	0	0,00	1	0,01	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00
PA-44	Los Cipreses	2	0	0,00	8	0,13	8	0,13	0	0,00	409	6,85	409	6,85
PA-45	Los Pinos	2	0	0,00	19	0,32	19	0,32	0	0,00	1.224	20,49	1.224	20,49
PA-46	Cataluña	2	35	0,58	40	0,67	75	1,26	5.197	87,02	5.150	86,23	10.347	173,25
PA-47	El Bosque	2	0	0,00	16	0,26	16	0,26	0	0,00	969	16,23	969	16,23
PA-48	Montreal	2	0	0,00	73	1,21	73	1,21	442	7,40	4.006	67,08	4.448	74,48
PA-49	Quebrada Grande	2	0	0,00	40	0,67	40	0,67	0	0,00	3.103	51,96	3.103	51,96
PA-50	Los Alamos	2	0	0,00	27	0,45	27	0,45	704	11,79	1.194	19,99	1.898	31,78
PA-100	By-Pass Ruta 5	5							5.284	88,48			5.284	88,48
PA-101	Chapelco Poniente	5							5.563	93,14			5.563	93,14
PA-103	Chapelco Oriente	5							3.215	53,83			3.215	53,83
PA-106	Cantarrana Oriente	5							3.848	64,43			3.848	64,43
PA-107	Santa Magdalena Oriente	5							1.592	26,65			1.592	26,65
PA-108	Cantarrana	5							2.361	39,53			2.361	39,53
PA-109	Manuel Rodríguez Sur	5							2.954	49,46			2.954	49,46
PA-111	Lo Raquel	5							2.829	47,37			2.829	47,37
PA-112	Cementerio General	5							4.379	73,32			4.379	73,32
PA-115	Colonia Cementerio Norte	5							20.677	346,22			20.677	346,22
PA-116	Colonia Cementerio Sur	5							3.757	62,91			3.757	62,91
PA-117	El Pino	5							31.676	530,39			31.676	530,39
PA-118	Santa Emilia Sur	5							20.203	338,27			20.203	338,27
PA-119	Santa Emilia Norte	5							7.782	130,30			7.782	130,30
PA-120	San Antonio Sur	5							34.444	576,74			34.444	576,74
PA-121-A	San Antonio Oriente	5							19.282	322,86			19.282	322,86
PA-121-B	San Antonio Central	5							27.850	466,33			27.850	466,33
	SUB TOTAL		6.401	107,18	582	9,74	6.983	116,92	357.045	5.978,41	54.604	914,29	411.649	6.892,70
Sistema Quilque-Paillihue														
	Canal Quilque-Paillihue	25	1.099	18,40			1.099	18,40	10.071	168,63			10.071	168,63
QP-121	San Antonio Poniente	5							4.782	80,07			4.782	80,07
QP-122	San Antonio Norte	5							6.888	115,33			6.888	115,33
QP-124-A	San Manuel	5							50.008	837,34			50.008	837,34
QP-124-B	San Manuel 2	5							18.055	302,32			18.055	302,32

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$
	SUB TOTAL		1.099	18,40	0	0,00	1.099	18,40	89.804	1.503,70	0	0,00	89.804	1.503,70
Sistema Tolpán														
	Estero Tolpán	10	1.116	18,68			1.116	18,68	15.856	265,49			15.856	265,49
TO-20	Fco. Encina Poniente	2	98	1,65	31	0,53	130	2,17	2.980	49,89	827	13,86	3.807	63,74
TO-21	Mateo Toro y Zambrano	2	0	0,00	9	0,15	9	0,15	0	0,00	1.368	22,91	1.368	22,91
TO-22	Los Quimbayas	2	0	0,00	13	0,22	13	0,22	0	0,00	1.586	26,56	1.586	26,56
TO-23	Tolpán	2	99	1,65	61	1,03	160	2,68	1.519	25,44	6.588	110,30	8.107	135,74
TO-24	Fco. Encina Oriente	2	0	0,00	26	0,43	26	0,43	0	0,00	1.151	19,27	1.151	19,27
TO-101	Tolpán Poniente	5							4.572	76,55			4.572	76,55
TO-102	Tolpán Central	5							4.226	70,76			4.226	70,76
TO-103	Tolpán Oriente	5							4.032	67,51			4.032	67,51
TO-104	El Refugio	5							6.918	115,84			6.918	115,84
TO-105	El Peral	5							2.589	43,35			2.589	43,35
TO-106	Los Olmos	5							10.709	179,31			10.709	179,31
TO-107	San Nibaldo	5							28.166	471,61			28.166	471,61
TO-108	San Agustín	5							9.781	163,77			9.781	163,77
	SUB TOTAL		1.313	21,98	141	2,36	1.454	24,34	91.348	1.529,54	11.520	192,89	102.868	1.722,43
Sistema Diuto-Paillihue														
	Canal Diuto Paillihue	25	3.098	51,88			3.098	51,88	6.759	113,17			6.759	113,17
	SUB TOTAL		3.098	51,88	0	0,00	3.098	51,88	6.759	113,17	0	0,00	6.759	113,17
										Total Subcuenca Estero Paillihue			641.077	10.734,27

SUBCUENCA ESTERO SAN JOSÉ DE PAILLIHUE

Sistema San José de Paillihue														
	Estero San José de Paillihue	25	0	0,00			0	0,00	16.472	275,80			16.472	275,80
SJ-102	San José Poniente	5							2.605	43,62			2.605	43,62
SJ-103	San José Centro	5							1.256	21,03			1.256	21,03
SJ-104	San José Norte	5							2.241	37,52			2.241	37,52
SJ-105	San José Sur	5							1.010	16,91			1.010	16,91
SJ-107	San José Oriente	5							696	11,65			696	11,65
SJ-108	Rebolledo Norte	5							4.286	71,77			4.286	71,77
SJ-109	Rebolledo Sur	5							779	13,05			779	13,05

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión					
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total	
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$
SJ-110	Rebolledo Oriente	5							4.647	77,81			4.647	77,81
SJ-111	Rebolledo Centro	5							1.275	21,35			1.275	21,35
SJ-112	Ruta Q-531 Norte	5							5.325	89,16			5.325	89,16
SJ-113	Ruta Q-531 Sur	5							1.879	31,46			1.879	31,46
SJ-114	Palermo Norte Uno	5							5.382	90,11			5.382	90,11
SJ-115	Palermo Poniente	5							3.129	52,40			3.129	52,40
SJ-116	Palermo Norte Dos	5							2.032	34,03			2.032	34,03
SJ-117	Palermo Centro	5							1.900	31,82			1.900	31,82
SJ-118	Palermo Norte Tres	5							1.474	24,68			1.474	24,68
SJ-119	Palermo Oriente	5							8.504	142,39			8.504	142,39
SJ-120	Duqueco Maza	5							2.228	37,30			2.228	37,30
	SUB TOTAL		0	0,00	0	0,00	0	0,00	67.120	1.123,87	0	0,00	67.120	1.123,87
											Total Subcuenca Estero san José de Paillihue		67.120	1.123,87

SUBCUENCA ESTERO PANQUECO

Sistema Panqueco														
	Estero Panqueco	10	0	0,00			0	0,00	18.499	309,76			18.499	309,76
PQ-100	Buen Truco Sur	5							4.504	75,41			4.504	75,41
PQ-101	Buen Truco Norte	5							2.389	40,00			2.389	40,00
PQ-102	Buen Truco Oriente	5							1.315	22,02			1.315	22,02
PQ-103	Canal Panqueco	5							9.319	156,05			9.319	156,05
PQ-105	Panqueco Poniente	5							1.433	24,00			1.433	24,00
PQ-106	Panqueco Centro	5							3.794	63,53			3.794	63,53
PQ-107	Panqueco Oriente	5							2.424	40,58			2.424	40,58
PQ-108	Lomas de Duqueco Poniente	5							2.677	44,83			2.677	44,83
PQ-109	Lomas de Duqueco Oriente	5							3.485	58,35			3.485	58,35

Cuadro N°20
Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de las Redes Primaria y Complementaria

Subsistema	Nombre del Cauce/Colector	Período de Retorno (años)	Costo Anual de Mant. y Oper.						Costo de Inversión						
			Red Primaria		Red Complementaria		Total		Red Primaria		Red Complementaria		Total		
			UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	UF	Mill\$	
PQ-110	Lomas de Duqueco Centro	5							2.466	41,30			2.466	41,30	
	SUB TOTAL		0	0,00	0	0,00	0	0,00	52.306	875,82	0	0,00	52.306	875,82	
												Total Subcuenca Estero Panqueco		52.306	875,82

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 CONCLUSIONES

11.1.1 Diámetros de la Red Propuesta

La ciudad de Los Angeles, se extiende en una superficie que admite pendientes moderadas en algunos sectores y bajas en otros, con lo que resulta una red de colectores con diámetros entre 400 y 1.600 mm.

11.1.2 Longitud de Colectores Proyectados

En el [Cuadro N°21](#) se resume la longitud de colectores proyectados tanto primaria como complementaria y por sistemas.

Cuadro N°21
Longitud de Colectores Proyectados por Sistemas

Sistemas	Zona Urbana	
	Primaria m	Complement. m
EL BOLSON	10.597	8.739
MAIPO	2.854	5.721
QUILQUE	20.970	9.819
CHACAICO	2.528	2.712
PAILLIHUE	18.838	7.832
CANDELARIA	1.250	1.051
TOLPAN	6.566	1.794
RARINCO	6.653	
SALTO DEL PERRO	3.447	
PICHQUILQUE	6.105	
QUILQUE-PAILLIHUE	5.876	
SAN JOSE DE P.	4.720	
PANQUECO	3.094	
TOTAL	93.592	37.728

11.1.3 Utilización de la Red Existente

La red existente, catastrada en su oportunidad, que aparece descrita por diámetros en las columnas 1 y 2 del [Cuadro N°22](#), fue aprovechada en gran parte en la solución propuesta. En efecto, de los 21.347 m de longitud que tiene dicha red de colectores se utiliza el 80,4% tanto en la red complementaria (12.365 m) como en la red primaria (4.789 m).

Cuadro N°22
Red Existente y su Utilización en la Red Planificada

Sistema	Utilizado en Red Complementaria	Utilizado en Red Primaria	Red Existente Total
Bolsón	533	-	674
Chacaico	1.655	913	2.972
Maipo	2.172	-	2.601
Paillihue	1.306	25	2.436
Quilque	6.387	2.382	10.786
Tolpán	674	1.470	2.238
Longitud Total	12.726	4.789	21.707
% Utilizado	80,7		

11.1.4 Costo de las Redes

Las inversiones en las redes primaria y complementaria de la zona urbana (sin considerar el mejoramiento de los cauces) se reparten 52% y 48%, respectivamente. Al considerar los mejoramientos de cauces como parte de la red primaria los valores varían a 78% y 22%. Cifras en [Cuadro N° 23](#).

Cuadro N° 23
Resumen de Inversiones en Red Primaria y Complementaria

	Zona Urbana			Zona de Expansión	
	Red Primaria		Red Complementaria	Red Primaria	Red Complementaria
	Colectores	Cauces			
Costo de Inversión (UF)	282.320	628.041	258.309	802.754	-
Costo de Inversión (Mill\$)	4.727,20	10.515,99	4.325,16	13.441,40	-
Proporción redes excluye cauces	52%	-	48%	100%	0%
Proporción redes incluye cauces	78%		22%		

1 UF =

16.744,12 31 de Diciembre 2002

El costo de la operación y mantenimiento anual de los colectores primarios existentes asciende a 608 UF, mientras que el costo de los proyectados sería de 2.205 UF. Los costos de operación y mantención de la redes de colectores, tanto primaria como secundaria, representan aproximadamente el 1 % de los costos de inversión.

11.1.5 Inversión Social Según Superficie de Area Drenada

Uno de los parámetros calculados es el costo de inversión por superficie saneada, este parámetro es de utilidad para la comparación entre colectores y con otros Planes Maestros. En el Cuadro N° 24 se indica la distribución de las inversiones y el parámetro antes mencionado para los diferentes sistemas considerados en el Plan Maestro.

Cuadro N° 24
Distribución de la Inversión Social Según Subcuencas y Sistemas

1UF = \$16.744,12 al 31 de diciembre de 2002

Subcuenca	Sistema	Inversión		A (ha)	MM\$/ha
		MM\$	MM\$		
Río Rarincó			2.911,74	773	3,77
Estero Salto del Perro			1.391,74	1.024	1,36
Estero El Bolsón			2.978,80	1.633	1,82
Estero Quilque	Chacaico	1.174,26		168	6,99
	Maipo	3.062,56		311	9,85
	Pichiquilque	803,66		624	1,29
	Quilque	7.825,46		2.077	3,77
			12.865,94	3.180	4,05
Estero Paillihue	Candelaria	502,28		160	3,14
	Paillihue	6.892,70		3.320	2,08
	Tolpán	1.722,43		646	2,67
	Quilque-Paillihue	1503,70		586	2,57
	Diuto-Paillihue	113,17		617	0,18
			10.734,27	5.329	2,01
Estero San José de Paillihue			1.123,87	860	1,31
Estero Panqueco			875,82	403	2,17
Total Sistema Drenaje			32.887,84	21.711	1,52

En el Cuadro N° 25, se indica el mismo parámetro anterior, pero orientado sólo a la zona urbana.

Cuadro N° 25
Inversión en Sectores Urbanos

1UF = \$16.744,12 al 31 de diciembre de 2002

Sistema	Area Urbana (ha)	Inversión MM\$	Inversión/ha	
			MM\$/ha	UF/ha
Chacaico	168	1.174,26	6,99	417,44
Maipo	311	3.062,56	9,85	588,12
Candelaria	160	502,28	3,14	187,48
Totales	639	4.739,1	7,42	442,9

En resumen, en los sectores urbanos típicos se invertirían 447,5 UF/ha, como valor promedio.

11.2 RECOMENDACIONES

A continuación se anotan algunas medidas no estructurales que tienen por objetivo incrementar el beneficio de la red de aguas lluvia, mediante la simple participación de la comunidad, la que deberá mirar este bien de uso público como un elemento importante en el mejoramiento de su calidad de vida.

11.2.1 Protección y Habilitación de los Cauces Receptores

Los cauces receptores en la ciudad de Los Angeles sufren dos tipos de **atentados** de parte de los habitantes, que son considerados muy graves. El primero es la ocupación de riberas de cauces naturales y el segundo es la utilización de ellos como vertederos de basuras y desperdicios domésticos.

- **Ocupación de Riberas**

Se recomienda definir claramente y de forma perentoria el carácter de área de exclusión absoluta de la franja que corresponde al cauce y a su área de inundación, tal como lo contempla la Dirección General de Aguas. Al día de hoy se pueden observar tramos de algunos esteros que escurren estrechamente limitados por fondos de patios particulares, no dejando otro acceso a esas zonas que no sea por el propio cauce. Ejemplo notorio de ello es el caso del estero Quilque en la zona centro.

Por lo anterior, se recomienda que los Planes Reguladores futuros definan las áreas con prohibición absoluta del uso del suelo en los cauces naturales. Por los mismos motivos se podrá exigir la devolución de la franja ocupada, ya que se requerirá para la ejecución de obras de mejoramiento del cauce, que se contemplan en el presente Plan Maestro.

- **Cauces como Receptáculos de Basura**

Este tema debería ser abordado de una manera intensiva por parte de la autoridad comunal competente, hasta terminar con esta práctica ciudadana. Los cauces naturales muestran en general una gran cantidad de desechos: plástico, escombros, artefactos domésticos, etc., lo que quita capacidad de porteo a los cauces receptores en general. Este hábito de cuidar un bien de uso público debiera radicarse en la enseñanza básica y debiera contar con el apoyo comunal, mediante campañas para educar a jóvenes y adultos.

- **Habilitación de los Cauces**

En el caso de grandes tormentas, es decir aquellas que superan de manera importante el período de retorno del sistema de soluciones propuestas (por ejemplo las tormentas con $Tr = 10$ o más años), el agua colectada superará la capacidad de los colectores y escurrirá por las calles hasta alcanzar un cauce receptor, que la lleve fuera de la ciudad. En otras palabras, el cauce receptor debería tener la capacidad de conducción adecuada para proteger la ciudad de inundaciones, aún si no se han implementado los colectores. Por esta razón, las obras de acondicionamiento de cauces se consideran con primera prioridad.

11.2.2 Carácter del Plan Maestro

El Plan Maestro, para ser de utilidad, debiera tener un carácter normativo que vaya más allá de la simple definición de la Red Primaria. En este sentido debiera utilizarse como guía obligada para la planificación de pavimentación de nuevas calles en zonas rurales, en los proyectos de nuevas urbanizaciones con sus respectivas zonas de infiltración o retención. Por lo anterior, en el futuro próximo, el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Los Angeles debería formar parte del Plan Regulador.

11.2.3 Obras Básicas de Aplicación General

Esta indicación, aún cuando es estructural, apunta a la exigencia de implementar obras de retención e infiltración dispuestas bajo los pavimentos y con anterioridad a que éstos se construyan.

Sabido es que los colectores de aguas lluvia son obras de alto costo, por lo que la disminución del gasto máximo afluente a ellos puede significar una gran economía, ya que aumentaría la seguridad de las obras y disminuiría los daños para lluvias mayores a la de diseño. Las urbanizaciones de viviendas económicas transforman la escorrentía del suelo considerablemente al dejar poco terreno sin revestir (techos, veredas y calles). Comparativamente, las urbanizaciones con viviendas de mayor costo, las que pueden llegar hasta parcelas, generan coeficientes de escorrentías sensiblemente menores. Por tal motivo, la forma de mitigar el incremento de escorrentía en el primer caso sería la implementación de obras que retarden la llegada del agua hasta el colector.

11.2.4 Análisis de las Soluciones para una Construcción Progresiva

En una planificación a 30 años como las de los Planes Maestros, es lógico que resulten obras sobredimensionadas, toda vez que deban operar tempranamente en el horizonte del proyecto. Por tal motivo, las obras de mayor costo debieran

analizarse, en la etapa de proyecto, para construirlas por parcialidades y evitar, en lo posible, el adelanto de inversiones de magnitudes importantes, es así como se debe iniciar las obras por la red primaria y luego con las redes complementarias. Sin perjuicio de lo anterior, las nuevas obras se debieran revisar y actualizar el Plan Maestro al menos cada diez años, de forma de considerar los cambios propios de la ciudad.

11.2.5 Mantención de las Obras

El comportamiento eficiente de la red de colectores depende en gran medida de una adecuada mantención de sumideros y ductos. Se evita la llegada de sedimento a los tubos en la medida que se limpien las calles en el período de lluvias más intensas. En resumen, la limpieza de calles, sumideros y ductos son las labores que se deben programar desde el otoño hasta la primavera de cada año. Esta medida es considerada como punto de partida en la planificación de las nuevas obras de drenaje y evacuación de aguas lluvias.

El costo de la operación y mantenimiento anual de los colectores primarios existentes asciende a 608 UF, mientras que el costo de los proyectados sería de 2.205 UF. Los costos de operación y mantención de la redes de colectores, tanto primaria como secundaria, representan aproximadamente el 1 % de los costos de inversión.

11.2.6 Diseño de Colectores

En las etapas de diseño de detalle de los colectores se deberá tener presente las recomendaciones previstas para los sistemas de alcantarillado de aguas servidas, como son los criterios de no angostamiento de ductos hacia aguas abajo y no ahogamiento de la clave hacia aguas arriba.

En el diseño del colector San Pablo se deberá tener especial cuidado en considerar el colector existente en la Villa Todos Los Santos, ya que este Plan Maestro no se considera.