

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Diagnóstico alcantarillado de aguas lluvias | 1 |
| 1.1 | Reseña Histórica..... | 1 |
| 1.2 | Identificación de Colectores Catastrados..... | 1 |
| 2 | Fajas de Protección entorno a Sistema de Canales y Obras de evacuación | 1 |
| 2.1 | Fajas de requeridas para el emplazamiento de infraestructura de aguas lluvias | 1 |
| 3 | Parámetros Básicos de diseño | 2 |
| 3.1 | Pluviometría | 2 |
| 3.1.1 | Precipitaciones Máximas en 24 hrs | 2 |
| 3.1.2 | Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia..... | 3 |
| 3.1.3 | Lluvia de Diseño | 5 |
| 3.1.4 | Suelos y Vegetación de la Cuenca Aportante..... | 8 |
| 3.1.5 | Estudio de Riesgo Geomorfológico..... | 9 |
| 3.1.6 | Coefficiente de escorrentía | 9 |
| 3.1.7 | Fluviometría | 10 |
| 3.1.8 | Patrón de Drenaje..... | 11 |
| 4 | Diagnóstico y Soluciones | 13 |
| 4.1 | Diagnóstico de los Sistemas Urbanos de Drenaje..... | 13 |
| 4.2 | Soluciones | 16 |
| 5 | Manejo Integral de las Aguas Lluvias | 18 |
| 5.1 | Criterios Generales | 18 |
| 6 | Red Primaria | 22 |
| 6.1 | Descripción de la Red Primaria..... | 22 |
| 7 | Infraestructura de aguas lluvias. Localidad Lonquén | 23 |
| 7.1 | Introducción | 23 |
| 7.1.1 | Descripción General del Sistema de Alcantarillado de Aguas Lluvias | 23 |
| 8 | Conclusiones y recomendaciones..... | 24 |

1 DIAGNÓSTICO ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

La provincia de Talagante se ha visto afectada por inundaciones importantes en los años 2000, 1997, 1987, 1982, 1978, 1972 y 1953. De la bibliografía utilizada, se analizaron las zonas de inundación históricas asociadas a las provincias de Melipilla-Talagante, extractadas del estudio realizado por el Ministerio de Obras Públicas, Plan Maestro de Aguas Lluvias de las Provincias de Talagante - Melipilla.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE COLECTORES CATASTRADOS

En la localidad de Talagante existen ocho colectores de aguas lluvias, identificados en el Plan Maestro de Aguas Lluvias, los que corresponden a los señalados en la tabla adjunta:

| Colectores Identificados | Año de Construcción | Organismo que construyó | Institución Encargada | Calidad de la Operación actual |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Col. Av. Bernardo O'Higgins | s/i | s/i | Municipalidad de Talagante | |
| Col. Julio Vrancken | s/i | s/i | | |
| Col. San Francisco | s/i | s/i | | |
| Col. Villa Las Hortensias | 1970 | CORVI | | La descarga del colector al río Mapocho se encontraba destruida hasta el 2001, año en que la Municipalidad la reparó, quedando actualmente operativa a toda su capacidad. |
| Col. José Leyán | s/i | s/i | | |
| Col. Balmaceda | s/i | s/i | | |
| Col. Esmeralda | s/i | s/i | | |
| Col. Francisco Chacón | s/i | s/i | | |

2 FAJAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A SISTEMA DE CANALES Y OBRAS DE EVACUACIÓN

2.1 FAJAS REQUERIDAS PARA EL EMPLAZAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS

En este capítulo se resumen los criterios típicos utilizados, para definir las fajas requeridas para expropiar o realizar servidumbres de paso en colectores y canales proyectados, como parte de la red primaria de aguas lluvias y extractada a partir de los Planes Maestros.

Si bien la DOH no tiene un reglamento al respecto, los criterios se basan fundamentalmente en la necesidad de mantención futura de la red y en la experiencia obtenida en los sistemas construidos.

a) Fajas de protección en canales:

En el caso de canales, las fajas de protección lateral requeridas medidas desde el borde superior serán de 5 m. en un extremo, para materializar un camino de mantención y 1 m., en el otro extremo que permita construir los cercos necesarios.

En las zonas donde exista vialidad lateral al canal, sólo se considera un cerco o barrera de seguridad ubicada a un metro por ambas riberas.

b) Fajas de protección en cauces naturales:

En el caso de cauces naturales, las fajas de protección corresponderán a lo que de acuerdo al Código de Aguas, se considera bien nacional de uso público. Al respecto, es sustentable por cualquier organismo competente considerar la línea que define la crecida de cinco años de periodo de retorno como faja de protección. De acuerdo a lo anterior, se debe definir la faja de protección, de acuerdo a las características particulares tanto geomorfológicas como hidrológicas de cada cuenca.

c) Fajas de protección en colectores:

Con respecto a la faja de protección en el emplazamiento del colector, ésta básicamente corresponde a futura mantención y específicamente a la necesidad de tener fácil acceso a las cámaras de inspección. Por lo anterior, se requiere una faja de protección equivalente a $(D_{ext} + 4 \text{ mts.})$.

d) Justificación de los anchos requeridos para mantención:

Respecto a los anchos mínimos necesarios utilizados en los caminos laterales a los canales para realizar su limpieza. La maquinaria comúnmente utilizada para limpieza de canales es una EXCAVADORA CATERPILAR 110B, de 13 Toneladas, con una capacidad de $0,75 \text{ m}^3$, la cual garantiza una profundidad de 4,5 m.

El o los camiones que reciben el material de desecho, tienen una capacidad de carga de 20 Ton y su peso de 10 Ton ($Tara + Carga = 30 \text{ Ton}$), la cual es repartida en 3 ejes (doble puente trasero).

El ancho mínimo de trabajo que se requiere es de 3 m. para avance y/o retroceso más maniobras, pero se especifica 3,5 m por razones de seguridad, además de dejar eventualmente cada 150 m. un espacio de 5 m de ancho por 6 m de largo para realizar los retornos.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación territorial, donde sólo se indican las soluciones a nivel de factibilidad, se recomienda considerar un ancho típico de 6 m. distribuidos con 5 m. por un costado y 1 m. en el otro. Corresponderá a etapas futuras de diseño definir la necesidad real de faja requerida siendo ésta menor o igual a la establecida.

3 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

Se extractan a continuación los parámetros básicos empleados en el estudio del Plan Maestro de las Provincias de Talagante – Melipilla.

3.1 PLUVIOMETRIA**3.1.1 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HRS**

El Plan Maestro consideró las estaciones pluviométricas existentes en las provincias de Talagante y Melipilla, o en las áreas cercanas a ellas, correspondiendo a las que se consignan en la Tabla siguiente. En el área de estudio no existen estaciones pluviográficas.

Nómina de Estaciones Pluviométricas existentes en el Área en Estudio.

| N° | Nombre de la Estación | Coordenadas Geográficas | | | Institución a cargo |
|----|--------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|---------------------|
| | | Latitud (S) | Longitud (O) | Cota (m s.n.m.) | |
| 1 | Carmen de Las Rosas | 33°45' | 71°09' | 165 | DGA |
| 2 | Melipilla | 33°42' | 71°13' | 200 | DGA |
| 3 | El Vergel | 33°43' | 70°30' | 300 | DGA |
| 4 | Peñaflor | 33°37' | 70°54' | 330 | DGA |
| 5 | Fundo Marruecos | 33°33' | 70°49' | 422 | DGA |
| 6 | Mallarauco | 33°35' | 70°55' | 150 | DGA |
| 7 | Puangue en Ruta 78 | 33°39' | 71°21' | 100 | DGA |
| 8 | Angostura en Valdivia de Paine | 33°49' | 70°54' | 350 | DGA |
| 9 | Pirque | 33°40' | 70°35' | 670 | DGA |
| 10 | Laguna de Aculeo | 33°51' | 70°54' | 360 | DGA |
| 11 | Los Panguiles | 33°26' | 71°01' | 250 | DGA |

Se indica a continuación el ajuste de distribución obtenido para cada punto de control.

Resultados Análisis de Frecuencia
Distribución de Gumbel – Precipitaciones Máximas en 24 hrs. (mm).

| N° | Nombre de la Estación | PERIODO DE RETORNO T (AÑOS) | | | | | |
|----|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 1 | Carmen de Las Rosas | 56,9 | 76,7 | 89,8 | 106,4 | 118,6 | 130,8 |
| 2 | Melipilla | 47,2 | 65,4 | 77,4 | 92,7 | 103,9 | 115,1 |
| 3 | El Vergel | 57,1 | 72,2 | 82,1 | 94,7 | 104,1 | 113,4 |
| 4 | Peñaflor | 53,7 | 65,7 | 73,6 | 83,6 | 91,1 | 98,5 |
| 5 | Fundo Marruecos | 45,4 | 58,4 | 67,0 | 77,9 | 85,9 | 93,9 |
| 6 | Mallarauco | 53,0 | 66,7 | 75,9 | 87,3 | 95,9 | 104,3 |
| 7 | Puangue en Ruta 78 | 48,8 | 64,4 | 74,7 | 87,8 | 97,5 | 107,1 |
| 8 | Angostura en Valdivia de Paine | 72,4 | 96,7 | 112,8 | 133,2 | 148,3 | 163,3 |
| 9 | Pirque | 55,9 | 79,1 | 94,4 | 113,8 | 128,2 | 142,5 |
| 10 | Laguna de Aculeo | 85,1 | 120,1 | 143,3 | 172,5 | 194,3 | 215,8 |
| 11 | Los Panguiles | 54,7 | 67,2 | 75,5 | 86,01 | 93,8 | 101,5 |

3.1.2 CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia que caracterizan el área de estudio para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años y duraciones de 1 a 24 hrs., se obtuvieron de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Determinación de los coeficientes de frecuencia.
- Determinación de los coeficientes de duración.
- Determinación de las curvas IDF y su expresión analítica.
- Aplicación espacial de las relaciones IDF.

Coefficientes de Frecuencia Plan Maestro de Aguas Lluvias Provincias de Talagante y Melipilla

| ESTACIÓN | PERIODO DE RETORNO T (AÑOS) | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| Coefficientes de Frecuencia | 0,659 | 0,864 | 1,000 | 1,172 | 1,299 | 1,425 |

Coefficientes de Duración Plan Maestro de Aguas Lluvias Provincias de Talagante y Melipilla

| t (hrs.) | T (años) | | |
|----------|----------|-------|----------|
| | 2 | 5 | 10 a 100 |
| 1 | 0,190 | 0,173 | 0,169 |
| 2 | 0,299 | 0,271 | 0,262 |
| 4 | 0,470 | 0,424 | 0,407 |
| 6 | 0,613 | 0,550 | 0,527 |
| 8 | 0,739 | 0,663 | 0,632 |
| 10 | 0,765 | 0,726 | 0,714 |
| 12 | 0,809 | 0,776 | 0,766 |
| 14 | 0,848 | 0,821 | 0,813 |
| 18 | 0,916 | 0,900 | 0,895 |
| 24 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Para duraciones inferiores a 1 hora, se utilizarán los coeficientes de Bell, que se indican a continuación:

Coefficientes de Duración de Bell

| Duración (min) | CD |
|----------------|------|
| 5 | 0,29 |
| 10 | 0,45 |
| 15 | 0,57 |
| 30 | 0,79 |
| 60 | 1,00 |

Para la determinación de la expresión analítica de las curvas IDF se ha considerado la siguiente metodología:

$$C_D(t) = a t^b$$

$$C_F(T) = x \ln(T) + y$$

Con lo que la intensidad de la lluvia (IDF) queda dada por:

$$I_t(T) = \frac{Pp_{24} \cdot CD(t) \cdot CF(T)}{t}$$

Ajuste del coeficiente de Duración C_D .

| Tramo [hrs.] | | Periodo de Retorno | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------------|
| | | T = 2 | T = 5 | T = 10 a 100 |
| 0-1 | A | 0.203 | 0.185 | 0.181 |
| | B | 0.498 | 0.498 | 0.498 |
| 1-8 | A | 0.190 | 0.173 | 0.169 |
| | B | 0.653 | 0.646 | 0.635 |
| 8-24 | A | 0.403 | 0.308 | 0.275 |
| | B | 0.284 | 0.372 | 0.408 |

Ajuste del coeficiente de Frecuencia C_F .

| Parámetro | Valor |
|-----------|-------|
| X | 0.194 |
| Y | 0.541 |

3.1.3 LLUVIA DE DISEÑO

Cuando no se cuenta con tormentas reales, la lluvia de diseño debe ser construida artificialmente. La deducción de las lluvias de diseño se realiza sobre la base de los siguientes parámetros:

- ✓ Precipitación Máxima en 24 hrs. para T= 10 años sobre el área de estudio.
- ✓ Las relaciones Intensidad – Duración – Frecuencia.
- ✓ La duración de la tormenta.
- ✓ La distribución temporal de la precipitación (hietograma).

A continuación, se entrega la definición de cada uno de estos parámetros:

Precipitaciones Máximas en 24 hrs. y T= 10 años

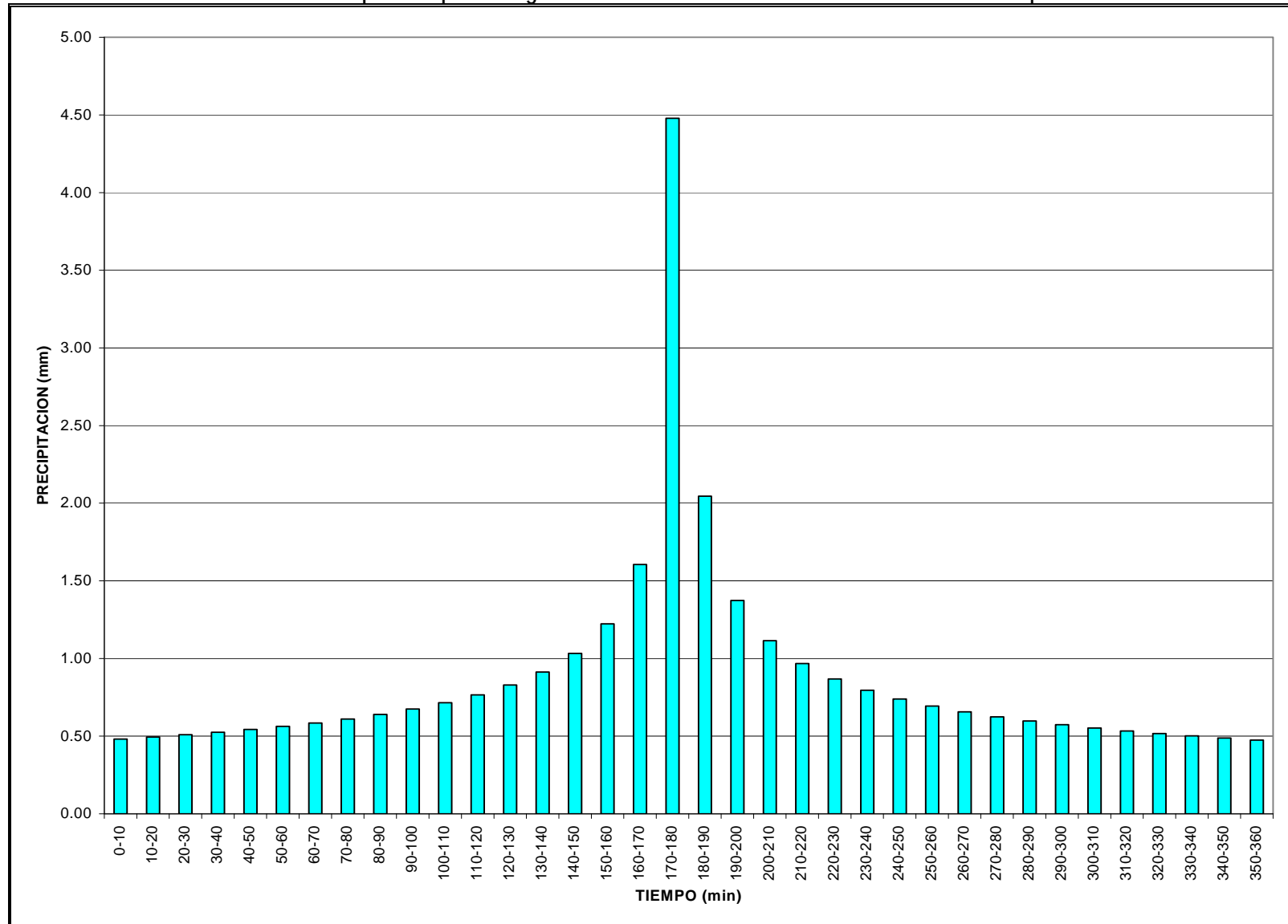
| Localidad | Pp. Máx. 24 hrs (T = 10 años) |
|-----------------|-------------------------------|
| Talagante | 77.5 mm |
| Calera de Tango | 84 mm |

Para la lluvia de diseño se consideró una tormenta de 6 horas de duración para todas las cuencas. Este criterio corresponde a una continuación del criterio de duración de la precipitación adoptado para el Gran Santiago.

En cuanto a la distribución temporal de la precipitación, se calculó por medio del método de los bloques alternos. En la figura siguiente, se muestra a modo de ejemplo el hietograma obtenido para una lluvia de 6 horas de duración, con intervalos de 10 minutos mediante el método de los bloques alternos para la localidad de Talagante.

Las lluvias de diseño para las localidades en estudio, corresponden a 70, 73, 69, 77,77.5, 80, 84 y 90 mm.

Distribución de la Precipitación para Talagante. Lluvia de 6 hrs. de Duración. Método de los Bloques Alternos.



Distribución Temporal de la Precipitación –Talagante.

i) PP max 24 hrs. (T=10) = 77.5 mm

| Delta t min | PP (mm) | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T = 2 años | T = 5 años | T = 10 años |
| 0-10 | 0.45 | 0.53 | 0.58 |
| 10-20 | 0.46 | 0.54 | 0.60 |
| 20-30 | 0.48 | 0.56 | 0.62 |
| 30-40 | 0.49 | 0.58 | 0.64 |
| 40-50 | 0.51 | 0.60 | 0.66 |
| 50-60 | 0.53 | 0.62 | 0.68 |
| 60-70 | 0.55 | 0.64 | 0.71 |
| 70-80 | 0.57 | 0.67 | 0.74 |
| 80-90 | 0.60 | 0.70 | 0.78 |
| 90-100 | 0.63 | 0.74 | 0.82 |
| 100-110 | 0.67 | 0.79 | 0.87 |
| 110-120 | 0.72 | 0.84 | 0.93 |
| 120-130 | 0.77 | 0.91 | 1.01 |
| 130-140 | 0.85 | 1.01 | 1.12 |
| 140-150 | 0.96 | 1.14 | 1.27 |
| 150-160 | 1.14 | 1.35 | 1.50 |
| 160-170 | 1.50 | 1.78 | 1.98 |
| 170-180 | 4.18 | 5.00 | 5.66 |
| 180-190 | 1.91 | 2.27 | 2.54 |
| 190-200 | 1.28 | 1.52 | 1.69 |
| 200-210 | 1.04 | 1.23 | 1.37 |
| 210-220 | 0.90 | 1.07 | 1.19 |
| 220-230 | 0.81 | 0.96 | 1.06 |
| 230-240 | 0.74 | 0.88 | 0.97 |
| 240-250 | 0.69 | 0.81 | 0.90 |
| 250-260 | 0.65 | 0.76 | 0.85 |
| 260-270 | 0.61 | 0.72 | 0.80 |
| 270-280 | 0.58 | 0.69 | 0.76 |
| 280-290 | 0.56 | 0.66 | 0.73 |
| 290-300 | 0.54 | 0.63 | 0.70 |
| 300-310 | 0.52 | 0.61 | 0.67 |
| 310-320 | 0.50 | 0.59 | 0.65 |
| 320-330 | 0.48 | 0.57 | 0.63 |
| 330-340 | 0.47 | 0.55 | 0.61 |
| 340-350 | 0.46 | 0.54 | 0.59 |
| 350-360 | 0.44 | 0.52 | 0.57 |
| TOTAL | 31.31 | 36.84 | 40.84 |

3.1.4 SUELOS Y VEGETACIÓN DE LA CUENCA APORTANTE

Este análisis estuvo enfocado a obtener el valor de la Curva Número (CN) de los diferentes tipos de suelos que componen la cuenca aportante. Para esto se realizó una completa clasificación geomorfológica de los suelos, la cual se indica en la tabla siguiente:

Caracterización de las Series de Suelos identificadas en el área de estudio

| Nombre | Descripción | Drenaje Interno | Permeabilidad | Nivel Freático (*) | Escurrimiento superficial |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| Lonquén | Franco a franco arenoso fino de origen aluvial en las terrazas antiguas del Mapocho | Bueno | Rápida | xx | Lento |

| | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----|-------|
| Terrazas del Río Maipo | Franco arenosas, estratificadas. | Bueno a imperfecto | Buena a imperfecta | xx | Lento |
| Terrazas del Río Mapocho | Franco, estratificadas | Bueno a moderado | Buena a moderada | xx | Lento |
| Misceláneo Río | Aluviones no consolidados | Excesivo | Rápida | xx | Lento |
| Misceláneo Caja de Río | Aluviones no consolidados | Excesivo | Rápida | xx | Lento |

(*) xx : sin información

La clasificación del suelo se obtuvo según el método de la curva número que se muestra en la Tabla siguiente:

Clasificación de los suelos del área de estudio según el Método de la Curva Número.

| Nombre | Clasificación de suelos según U.S.S.C.S. | Condición Infiltración | Uso del Suelo | CN |
|--------------------------------|------------------------------------------|------------------------|---------------|----|
| Lonquén | A | Alta | C | 67 |
| Lonquén | A | Alta | F | 32 |
| Lonquén | A | Alta | Cn | 59 |
| Lonquén | A | Media | C | 69 |
| Lonquén | A | Media | F | 42 |
| Lonquén | A | Media | Cn | 59 |
| Piedmont Estratificado | A | Alta | F | 32 |
| Misceláneo Cerros | A | Alta | F | 32 |
| Misceláneo Terrenos Pedregosos | B | Alta | F | 58 |
| Piedmont Cuesta Barriga | B | Media | F | 64 |
| Terrazas del río Maipo | B | Media | C | 79 |
| Terrazas del río Maipo | B | Media | F | 64 |
| Terrazas del río Maipo | B | Baja | C | 81 |
| Terrazas del río Maipo | B | Baja | F | 72 |
| Terrazas del río Mapocho | B | Media | C | 79 |
| Terrazas del río Mapocho | B | Media | F | 64 |

Uso del Suelo:

C: Cultivos – Siembra en hileras

F: Frutales (se consideró un valor intermedio entre bosques y praderas)

P: Praderas (pastizales)

Cn: Condominios (se aplicó el valor de Granjas)

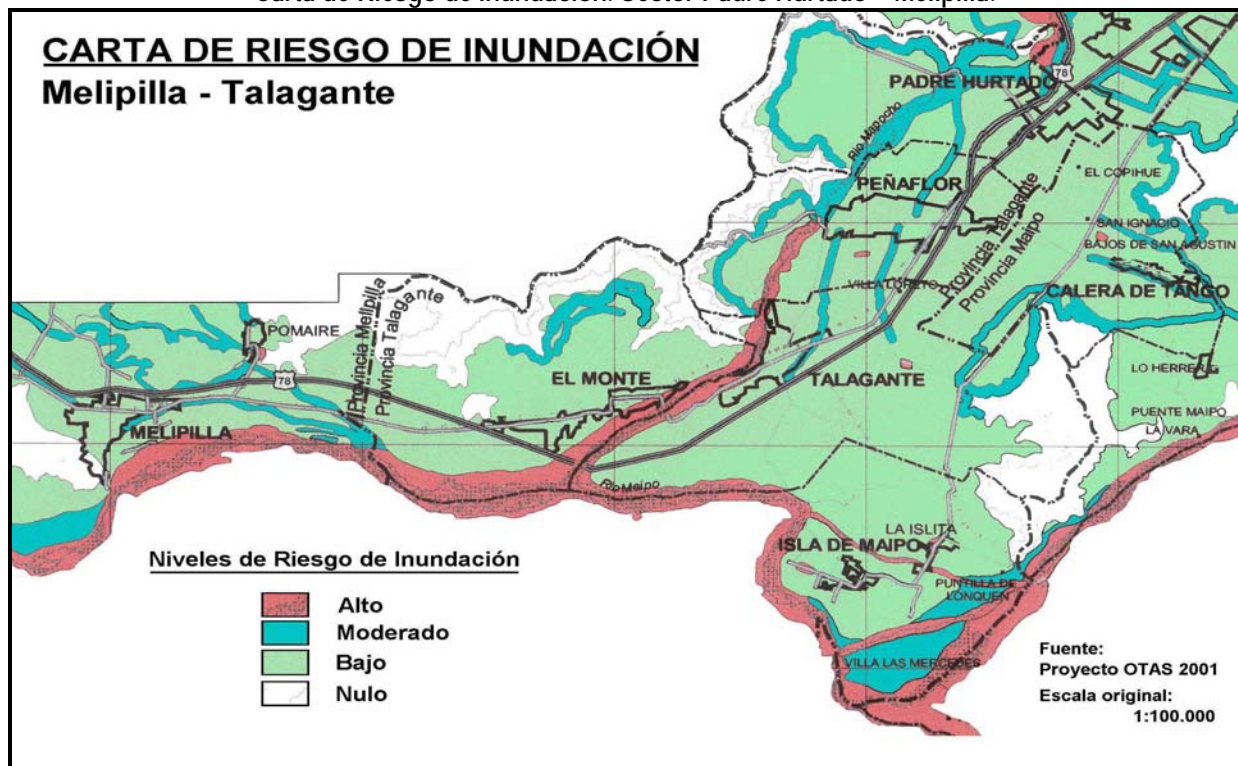
3.1.5 ESTUDIO DE RIESGO GEOMORFOLÓGICO

En el área de estudio y en las cuencas aportantes locales, se efectuó un estudio de riesgos por procesos naturales o inducidos. Como resultado, se estableció una zonificación de las áreas bajo condición de amenaza y riesgo por niveles, para cada proceso involucrado. El estudio se divide en la determinación de:

- Riesgo por inundación

Se incluye en la carta de riesgo de inundación Talagante- Melipilla, donde se individualizan los sectores con riesgo alto, medio moderado y bajo de inundación por desborde de cauces o canales.

Carta de Riesgo de Inundación. Sector Padre Hurtado – Melipilla.



3.1.6 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Se identificaron cuatro grupos o categorías según las características de ocupación y geomorfología: especiales, no urbanizadas, urbanizadas y centrales; dentro de las cuales se incluyen 9 tipos de ocupación, a cada uno de ellos se les asignaron las Tasas de Impermeabilidad o infiltración que se entregan en la Tabla siguiente:

Rango de Tasas de Impermeabilización por Categorías.

| Categorías | Tipo de Ocupación | Rango |
|----------------|------------------------|-----------|
| Especiales | Vegas y Humedales | 90 - 100% |
| | Ríos y Cauces | 40 - 50% |
| No Urbanizados | Verdes y Cultivos | 0 - 10% |
| | Cerros y laderas | 10 - 20% |
| | Eriazos | 20 - 30% |
| Urbanizados | Grano bajo | 30 - 46 % |
| | Grano medio | 46 - 63% |
| | Grano denso | 63 - 80% |
| Centrales | Semi-consolidado Mixto | 80 - 90% |

3.1.7 FLUVIOMETRÍA

El Río Maipo tiene sus nacientes en la Cordillera de Los Andes, siendo el área total de la cuenca de 15.261 km². La cuenca se ubica entre los paralelos 33° 00' y 34° 15' Lat. Sur. En la cuenca del Maipo, se pueden distinguir dos zonas fluviométricamente diferentes, una zona alta de régimen nival y nivopluvial y otra zona baja, de régimen mayoritariamente pluvial. A su vez la zona cordillerana puede subdividirse en dos zonas, una correspondiente al Maipo propiamente tal y que abarca hasta el Río Maipo en La Obra y otra que corresponde a la cuenca alta del río Mapocho, incluyendo el Estero Arrayán.

El Río Mapocho, con su extensa red de drenaje de 4.230 km² hasta la confluencia con el río Maipo, en la localidad de El Monte, desagua la zona norte de la hoya del río Maipo entre los faldeos orientales de la cordillera de la Costa y la pre-cordillera andina. El río Mapocho se origina en la unión de los ríos San Francisco y Molina. El río San Francisco viene directamente desde el norte en un cajón muy estrecho, en cuya cabecera se sitúa la mina Disputada de Las Condes. El río Molina proviene del oriente desde el pie occidental del cordón El Cepo.

Caudales Máximos Instantáneos (m³/s), según ajuste Gumbel.

| Estación | Area (km ²) | T (años) | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------|-----|-----|------|------|------|------|
| | | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| Mapocho en Los Almendros | 620 | 53 | 120 | 164 | 220 | 261 | 302 | 343 |
| Mapocho en Rinconada | 4083 | 205 | 560 | 795 | 1092 | 1312 | 1531 | 1749 |

3.1.8 PATRÓN DE DRENAJE

El drenaje del escurrimiento superficial del área de estudio quedó definido en función de los siguientes aspectos principales:

- red hidrográfica de la cuenca
- red de canales
- red de drenaje al interior de las localidades

La red de drenaje de la cuenca dice relación con los cauces superficiales que la atraviesan y que la drenan en forma natural. Los cauces superficiales constituyen, también las fuentes de captación de los canales de riego y son, si la topografía lo permite, los receptores de las aguas lluvias de las localidades ubicadas en sus inmediaciones.

El Río Mapocho, principal afluente del Maipo, drena un área de 4.230 Km², correspondiente al sector Norte de la cuenca. Se forma en La Hermita a partir de la confluencia de los ríos San Francisco (cuyo principal afluente es el estero Yerba Loca) y Molina, los cuales nacen en la Cordillera a una altura del orden de los 6.000 m s.n.m. Luego recibe, por la ribera derecha, el aporte del Estero Arrayán y del Estero Las Hualtatas. Aguas abajo de Santiago recibe al Estero Lampa y cambia su orientación hacia el Sur, tramo en el cual recibe el aporte del Estero Zanjón de la Aguada.

La red de canales constituye un aspecto fundamental de los sistemas de drenaje de aguas lluvias por cuanto en las localidades en cuestión, el drenaje de las aguas lluvias se realiza a través de los canales y acequias de riego existentes. Por lo tanto, el conocimiento de la red de canales de riego resulta ser básico para realizar el diagnóstico del drenaje de las aguas lluvias en la localidad de Talagante.

Todos los canales del sistema Peñaflo-Talagante tienen su origen en el río Mapocho o en el estero Agua Fría (afluente al Mapocho en la localidad de Peñaflo). Los canales de este sistema son los siguientes:

- Canal Trebulco
- Canal Peñaflo
- Canal Las Cadenas
- Canal Aguas Claras
- Canal El Castillo
- Canal El Romero

Dada la topografía de la zona, todos estos canales atraviesan primero la localidad de Peñaflo, para luego atravesar la localidad de Talagante, en el intermedio riegan los predios agrícolas interurbanos existentes entre ambas localidades.

La red de canales es compleja y no existe un documento que permita caracterizarla completamente, por lo cual a continuación se describen los canales troncales y las acequias y canales de riego más relevantes.

La comuna de Talagante se riega mediante canales que provienen tanto del río Maipo como del Mapocho.

A continuación se indican los canales analizados como parte de la red primaria:

a) Canal Trelulco

El canal Trelulco atraviesa la localidad de Talagante proveniente de Peñaflo. El canal entra a Talagante por Avda. Rafael Calderón (Ex calle Larráin), luego empalma con Avda. Lucas Pacheco donde se ubica la descarga "El Estadio". Frente a la compuerta El Estadio, se encuentra la descarga del canal Las Cadenas en el canal Trelulco. Hacia aguas abajo el canal Trelulco pasa por la población Villa O'Higgins y luego cruza la calle Arturo Prat. Luego reaparece en la Población Parque Trelulco, pasando luego por la población Las Palmeras. Entre la población Las Palmeras y el marco partidor de Avda. 21 de Mayo, el canal recibe los aportes correspondientes a excedentes del canal El Castillo. En el sector de Avda. 21 de Mayo, existe un marco partidor que divide al canal en 4 derivados. Desde este punto el canal pasa a ser agrícola y finalmente muere en el río Maipo.

El canal Trelulco en su paso por la localidad de Talagante presenta profundidades que varían entre 1 y 3 m, llegando en algunos tramos hasta cerca de 4 m. de profundidad. Posee secciones que van de 1 a 19 m², siendo en general superior a 3 m². La capacidad de porteo de este canal es muy variable pues su pendiente no es uniforme, presentando numerosos tramos en contrapendiente. De esta forma la capacidad del canal varía entre los 3 y 28 m³/s, presentando en algunos tramos capacidades del orden de 40 m³/s.

El canal es de tierra y por el hecho de atravesar una zona urbana, en general, se acumula en él gran cantidad de basura.

b) Canal Las Cadenas

El canal Las Cadenas proviene de Peñaflo y luego de atravesar la zona urbana de Peñaflo sigue hacia el sur-oeste, destinando sus aguas al riego de predios rurales ubicados entre Peñaflo y Talagante. Como se menciona en el punto anterior, el canal Las Cadenas descarga en el Canal Trelulco en Talagante.

El canal Las Cadenas presenta profundidades que varían entre 0.5 y 2 m. Las secciones varían entre 2 a 8 m². La capacidad de porteo de este canal es muy variable pues su pendiente no es uniforme, presentando numerosos tramos en contrapendiente. De esta forma la capacidad del canal varía entre los 3 y 21 m³/s.

c) Canal El Esfuerzo

Aguas arribas de la zona urbana de Talagante, el canal Las Cadenas da origen al derivado El Esfuerzo. Este atraviesa entubado la localidad en la diagonal Volcán Hudson, para luego recorrer el límite urbano sur de Talagante, paralelo al canal Trelulco. En calle Balmaceda da origen a una serie de acequias que se desarrollan por el interior de los sitios, con escurrimiento oriente-poniente.

El canal El Esfuerzo presenta una muy baja capacidad de porteo, en general inferior a 0.5 m³/s.

d) Canal Descarga El Estadio

La Descarga El Estadio corresponde a un canal de tierra bien definido, pero que por el hecho de atravesar una zona urbana, se acumula en él gran cantidad de basura. El canal presenta profundidades que varían entre 0.5 y 1 m. Las secciones varían entre 2 a 4 m². La capacidad de porteo de este canal es del orden de los 2 m³/s.

e) Canal Lo Aguirre

El canal Lo Aguirre corre paralelo a calle Uno Poniente, en el límite urbano poniente de Talagante. El canal presenta profundidades que varían entre 1 y 3 m. en el canal tronco, llegando en algunos tramos hasta cerca de los 4 m. de profundidad. En tanto que el derivado Lo Aguirre presenta profundidades inferiores a 1 m. El canal presenta numerosos tramos en contrapendiente. La capacidad del canal tronco varía entre los 4 y 25 m³/s, en tanto que la capacidad del derivado es casi siempre inferior a 1 m³/s.

f) Canal El Castillo

El canal El Castillo se inicia en el río Mapocho, luego de cruzar la zona urbana de Peñaflor. El canal El Castillo riega una vasta zona agrícola, ubicada al oriente de Talagante y al sur de Peñaflor, a través de numerosos derivados, algunos de los cuales son los causantes de los anegamientos que sufre la localidad de Talagante.

El canal El Castillo en su paso por las afueras de Talagante presenta profundidades del orden de 1 m., con secciones del orden de 2 m². La capacidad de porteo de este canal es muy variable pues su pendiente no es uniforme, presentando numerosos tramos en contrapendiente. De esta forma la capacidad del canal varía entre 1 y 4 m³/s.

El canal es de tierra y no presenta vegetación en exceso.

4 DIAGNÓSTICO Y SOLUCIONES

Los períodos de retorno considerados para el diagnóstico de las áreas urbanas sin aportes de quebradas son 2, 5 y 10 años. Para las quebradas que descargan sobre áreas urbanas se consideró 10, 25 y 50 años.

Para los cauces receptores, el objetivo fue determinar el nivel de escurrimiento del cauce para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

4.1 DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE

En la localidad de Talagante, prácticamente, la totalidad de las aguas lluvias se drenan a través de los canales de riego existentes, los cuales actúan de hecho como evacuadores de aguas lluvias. En la práctica, ante lluvias de alguna intensidad los canales desbordan en puntos bien característicos provocando escurrimiento superficial de importancia en las calles de pendiente nor-oriental a sur-poniente. En algunos casos estas vías desembocan en calles transversales con muy poca pendiente, lo cual provoca anegamientos de bastante consideración.

En la comuna de Talagante existen 55 Km., de canales y acequias, entre los cuales los más relevantes, desde el punto de vista de las aguas lluvias, son los canales Trebulco, Las Cadenas, El Esfuerzo (derivado del canal Las Cadenas) y el canal Peñaflor, los cuales presentan problemas de desborde en distintos puntos de la localidad. El resto corresponde a canales y acequias de menor envergadura, repartidos en gran parte de la zona urbana, cuya mayor densidad se encuentra en la zona oriente.

El canal Trebulco, es conflictivo entre la línea del Ferrocarril y calle Esmeralda donde desborda por falta de capacidad, inundando casas y patios. El canal viene contaminado con aguas servidas. Además, el canal se desborda en Avda. Bernardo O'Higgins, Arturo Prat, Avda. 21 de Mayo y Avda. Rafael Calderón (Ex calle Larraín). En esta última calle con 4 de Septiembre, hay un puente que construyó la Municipalidad de Talagante, el cual disminuye notoriamente la capacidad del canal.

Otro canal que presenta problemas es un canal de derrame del canal Trebulco, que va por calle Arturo Prat. Este canal desborda en calle Bellavista, provocando el escurrimiento de aguas por esta vía. En calle Bartolomé Flores existe un puente con capacidad insuficiente, donde también desborda provocando la inundación de casas en el sector (Poblaciones Malterías y Arturo Prat).

El canal El Esfuerzo (derivado de Las Cadenas) se desborda en pasaje Diego Portales, provocando anegamientos en la Población 3 de Marzo. También ocurren desbordes de éste canal entre la línea del ferrocarril y pasaje Quemchi, y entre calles Las Achiras y Niño Jesús, provocando inundaciones en dichos sectores.

En el límite urbano oriente de la localidad de Talagante, existe un canal afluente al canal El Esfuerzo, con un puente con capacidad insuficiente, lo cual provoca el desborde del canal. Este escurrimiento produce el anegamiento de Avda. O'Higgins. Aguas abajo, este canal es entubado con capacidad insuficiente, lo cual hace que entren en presión las cámaras de Av. O'Higgins con Volcán Lascar, Las Higueras, Volcán Parinacota.

En la localidad de Talagante, prácticamente, no existen colectores de aguas lluvias, por lo cual el drenaje de las precipitaciones se realiza directamente por las calles de la localidad. Únicamente la población Villa Las Hortensias, posee una solución tradicional de aguas lluvias, la cual consiste en dos colectores, por calles Esmeralda y Julio Vrancken. Estos dos colectores confluyen en calle San Francisco con Esmeralda, bajan por San Francisco hasta Camino Viejo y luego descargan al río Mapocho. El colector que va por Camino Viejo desborda (por cámaras en mal estado) y ocasiona gran escurrimiento superficial en Camino Viejo.

En Talagante se identifican como vías de escurrimiento las calles de sentido nor-oriental a sur-poniente. Las calles transversales presentan anegamientos, debido a su baja pendiente ya que, en algunos casos, las calles con mayor escurrimiento desembocan en las transversales, no continuando su trazado hacia el sur-poniente.

En el sector centro de Talagante las calles de mayor escurrimiento superficial son las Avda. O'Higgins y Esmeralda, además de la diagonal Lucas Pacheco. Entre las calles transversales con mayores problemas están Avda. 21 de Mayo y la calle Libertad (entre O'Higgins y Esmeralda). La plaza de Talagante se emplaza a una cota algo superior a las Avda. O'Higgins y 21 de Mayo y por lo tanto, sólo sufre problemas menores.

Con ocasión del temporal de lluvia de los días 3 y 4 de Junio de 2002, los problemas en Avda. O'Higgins se originaban unos 1.000 m. aguas arriba de la línea del ferrocarril, debido al desborde de un canal existente al sur de la Avda. O'Higgins, en la casa de don Pedro Undurraga.

La calle Libertad se cubre completamente de agua. En esta calle existen tres sifones, uno de los cuales se ubica en un punto bajo provocando un anegamiento de importancia. En este sifón se origina una acequia que atraviesa un terreno baldío hacia el poniente, desembocando en calle Julio Vrancken y provocando escurrimiento superficial de importancia en esta última. La intersección de calle Libertad con Esmeralda es un punto particularmente conflictivo, pues además de confluir el escurrimiento superficial que viene por las calles Libertad y Esmeralda, las cámaras de alcantarillado revientan.

En calle Juana Canales, al poniente de Libertad, existe un canal de riego que desborda, cuyas aguas escurren por la calle hacia el poniente anegando las casas ubicadas al extremo de la misma, ya que la calle es sin salida.

La calle Esmeralda al poniente de Libertad presenta escurrimiento superficial de importancia y varias intersecciones anegadas. En esta calle existe un canal entubado, que capta las aguas disminuyendo en algunos tramos el escurrimiento superficial. Sin embargo, se estima que el canal tiene tramos de capacidad insuficiente ya que se constató en terreno (3 de junio de 2002), que en algunos sumideros el agua en vez de entrar al canal, vertía hacia la calle.

En calle Esmeralda con Carlos Ibáñez existen sumideros de captación de aguas lluvias, correspondientes a la red de drenaje de la población Villa Las Hortensias. No obstante lo anterior, la calle Esmeralda sufre importantes anegamientos entre Las Hortensias y Teniente Merino.

En el sector poniente de Talagante los problemas de anegamiento se derivan del escurrimiento superficial, que viene desde el sector oriente de la localidad y que al escurrir hacia el poniente quedan apozados al no tener drenaje hacia un cauce de recepción final. También se da el esquema de calle de orientación oriente-poniente con buena pendiente y calles de sentido transversal con poca pendiente. En general, las calles transversales ubicadas al sur de Avda. O'Higgins escurren lentamente hacia el sur y las ubicadas al norte tienen pendiente hacia el río.

Derivado de lo anterior, en Avda. O'Higgins con calle Tegualda se produce una zona de apozamiento importante debido a la existencia de un punto bajo. Hacia el poniente el escurrimiento superficial continúa por Avda. O'Higgins.

La calle Tegualda presenta escurrimiento desde unos 70 metros al sur de Avda. O'Higgins. La calle se anega completamente al llegar a Circunvalación, ya que va recibiendo los aportes de las calles longitudinales, de los cuales los de mayor importancia son los de las calles Juana Canales y Tregulco. En Tregulco con Tegualda, los problemas de inundación se reflejan en los problemas con el pavimento.

La calle Circunvalación se anega completamente, entre Tegualda y Uno Poniente, ya que además de los aportes de calle Tegualda, recibe los de calle Los Canelos. En calle Uno Poniente se acumulan todos los aportes superficiales de aguas arriba, en una calle que no posee pendiente definida y no tienen ningún sistema de drenaje que permita la evacuación de las aguas lluvias.

Otro problema del sector poniente se detecta en la intersección de calle Fernando Ochagavía (Ex calle Nueva) con Llanquihue. Aquí se producen graves problemas de anegamiento debido a la existencia de un punto bajo donde se acumula el escurrimiento que viene por Calle Fernando Ochagavía. Ocasionalmente, también se desborda una acequia en este sector (frente a calle Puyehue). Debido a este apozamiento, se produce la inundación de la Escuela Tegualda y viviendas del sector, el agua alcanza hasta 1 m. de altura.

En calle Fernando Ochagavía (Ex calle Nueva) con Llanquihue existe una acequia que ayuda en alguna medida a drenar las aguas apozadas, sin embargo la capacidad de ésta es insuficiente y además traslada el problema hacia aguas abajo, ya que la misma acequia desborda en un sifón existente en calle Monseñor Larraín, provocando el anegamiento de esta calle entre Juana Canales y Paula Jaraquemada.

En el sector oriente de Talagante, las calles de mayor escurrimiento superficial corresponden a Volcán Aconcagua, Los Aromos, Ojos del Salado y San Martín.

En calle Volcán Aconcagua, las aguas lluvias bajan en sentido nor-oriental a sur-poniente. Existen a lo largo de la calle sumideros conectados a zanjas de infiltración, sin embargo esto no es suficiente para evitar que las aguas se apocen e inundan la Villa Ojos de Salado, la cual se encuentra donde se juntan las líneas del ferrocarril. Esta inundación ocurre debido a la inexistencia de las obras de drenaje, que permitan la evacuación de las aguas desde este punto bajo, hacia un cauce de recepción final o colector.

Una situación similar ocurre en las calles Ojos del Salado y Caletera Los Aromos, las que presentan escurrimiento superficial y al llegar al final de la calle estas aguas no tienen salida, provocando anegamientos en calles Volcán Socompa (aguas que vienen por Ojos del Salado) y en La Higuera con Los Aromos.

4.2 SOLUCIONES

En cuanto a los períodos de retorno de las soluciones, se consideró lo siguiente:

- i) Los colectores o canales para drenaje de aguas lluvias, que evacuan precipitaciones que caen directamente sobre su área tributaria se diseñan para $T = 2, 5$ y 10 años.
- ii) Los colectores o canales para drenaje de aguas lluvias que evacuan quebradas se diseñan para $T = 10, 25, 50$ y 100 años.

Las soluciones planteadas consideran escurrimiento libre dentro de los colectores, con los criterios de diseños hidráulicos e hidrológicos que se resumen en las siguientes tablas:

Criterios de Diseño Hidráulico.

| Parámetros | Valor Adoptado |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Coef. de rugosidad de Manning, para colectores existentes | 0,013 |
| Coef. de rugosidad de Manning para colectores proyectados | 0,014 |
| Coef. de rugosidad de Manning para canales revestidos con secciones prefabricadas | 0,013 |
| Coef. de rugosidad de Manning para canales revestidos in situ | 0,015 |
| Coef. de rugosidad de Manning para canales sin revestir (dependiendo de su estado de limpieza) | 0,030 a 0,045 |
| Altura de agua dentro del colector circular de diámetro nominal "D" | 0,82 D |
| Relación h/H dentro del colector rectangular de ancho "b" y altura "H" | ≤ 1.0 |
| Velocidad máxima aceptada dentro de colectores (m/s) | 6 a 8 |
| Velocidad máxima aceptada en canales revestidos (m/s) | 4 a 6 |
| Velocidad máxima aceptada en canales excavados en tierra(m/s) | 1 a 1.5 |
| Velocidad mínima aceptada dentro de colectores (m/s) | 0.9 |
| Velocidad mínima aceptada en canales revestidos (m/s) | 0.5 |
| Velocidad mínima aceptada en canales excavados en tierra (m/s) | 0.5 |
| Diámetro mínimo de colectores | 300 mm |
| Pendiente mínima en colectores | aquella que asegure v min |
| Revanca en canales | 0.15 a 0.20 m |
| Revanca en lagunas de retención | 0.30 m |
| Condición de borde en la descarga a un cauce receptor (*) | descarga libre para $T= 10$ |

(*): En caso de no ser factible se deben considerar colectores "expresos".

Las velocidades máximas consideradas en la tabla anterior, son levemente superiores a las velocidades máximas teóricas permitidas, de acuerdo a la literatura existente. Lo anterior se justifica, dado que los caudales peak ocurrirán eventualmente, por lo tanto las velocidades asociados a ellos se alcanzarán en períodos de tiempo pequeños.

Criterios de Seguridad Hidrológica

| Tipo Obra | Áreas de Evacuación | T (años) |
|----------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Colectores | Áreas tributarias sin aportes de quebradas | 2, 5 y 10 |
| | Quebradas que drenan sobre áreas urbanas | 10, 25, 50 y 100 |
| Canales | Áreas tributarias sin aportes de quebradas | 2, 5 y 10 |
| | Quebradas que drenan sobre áreas urbanas | 10, 25, 50 y 100 |
| Mejoramiento de Cauces Naturales | | 10 |
| Lagunas de Regulación | | 2, 5 y 10 |

Diámetros Comerciales en (mm)

| Tipo Obra | Diámetros Comerciales (mm) | | | | | |
|------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Colectores | 300 | 400 | 450 | 500 | 600 | 700 |
| | 800 | 900 | 1.000 | 1.200 | 1.450 | 1.600 |
| | 1.800 | 2.000 | | | | |

Respecto de la lluvia de diseño a utilizar en el modelo, se utilizaron los siguientes parámetros para su determinación:

- Precipitación Máxima en 24 hrs. para T= 10 años sobre la localidad.
- Las relaciones Intensidad - Duración – Frecuencia.
- La duración de la tormenta (6 hrs.).
- La distribución temporal de la precipitación (Método del Bloque alterno).

Las áreas tributarias de esta localidad se han agrupado bajo cuatro sistemas:

- Sistema Canal Trebulco
- Sistema Talagante Centro
- Sistema Villa Las Hortensias
- Sistema Talagante Poniente

Sobre la base del diagnóstico y según los criterios adoptados para cada sistema, se plantean las soluciones que se describen a continuación y se muestran en el plano Solución Red Primaria.

El sistema Canal Trebulco considera evacuar a través de él los caudales afluentes provenientes de la zona oriente de Talagante, ubicadas "a monte" del canal. Para esto se considera la construcción de una nueva descarga del canal Trebulco hacia el río Mapocho, aguas arriba del ingreso del canal a la zona urbana de Talagante. Mediante esto, el canal queda prácticamente por entero disponible para la evacuación de las aguas lluvias urbanas ubicadas al oriente de la localidad de Talagante. Complementa la solución el mejoramiento de la descarga el Estadio, del canal derivado El Esfuerzo, del canal Las Cadenas y del mismo Canal Trebulco. Adicionalmente esta solución integral considera la construcción de una serie de colectores que drenan la zona oriente hacia el canal Trebulco.

El sistema Centro corresponde a la zona urbana ubicada "a valle" del canal Trebulco y al oriente de calle Libertad. Esta zona corresponde a zonas urbanas consolidadas, por lo cual las soluciones consideran la construcción de colectores de aguas lluvias, que se desarrollan según la pendiente del terreno descargando al río Mapocho. Se plantea la construcción de los colectores Libertad y Domingo Toro Herrera.

El sistema Villa Las Hortensias corresponde a las áreas tributarias ubicadas al poniente de calle Libertad y al oriente de la calle San Francisco (Camino Viejo). Este sistema se drenará mediante el antiguo colector de Villa Las Hortensias, el cual al ser aliviado de los caudales provenientes del oriente de la localidad tendría un funcionamiento adecuado.

Por condiciones topográficas, el sector poniente de Talagante sufre serios problemas de drenaje de aguas lluvias. Dada su ubicación, recibe los aportes de aguas lluvias de las áreas urbanas ubicadas a valle del canal Trebulco, las cuales se desplazan superficialmente hasta acumularse, la mayoría de las veces, en la calle Uno Poniente ubicada en el límite urbano poniente de la localidad. Esta situación se ve agravada por el hecho de que el antiguo Camino a Melipilla, actúa como barrera topográfica entre este sector de Talagante Poniente y el río Mapocho, ya que a partir de la carretera (por el norte) y de la calle San Francisco (por el oriente), el escurrimiento superficial de Talagante Poniente se verifica en sentido norte-sur y oriente-poniente. De esta forma, este sector no posee un cauce de recepción final donde naturalmente puedan descargar las aguas lluvias. El Sistema Talagante Poniente considera la construcción de un colector, que se desarrolla por el límite urbano sur antiguo de la localidad, desde calle San Francisco hasta la calle Uno Poniente. El colector Circunvalación recibe los aportes de los canales o colectores Bráncoli, Llanquihue, Monseñor Larraín y del derivado Canal Lo Aguirre (mejorado), los cuales se desarrollan con escurrimiento norte-sur. A partir de calle Uno Poniente, el colector Circunvalación da origen a un canal que descarga primero en una laguna de retención y luego en el Canal Lo Aguirre.

Complementa el sistema Talagante Poniente, el Canal Poniente Sur, el cual tiene por objeto recolectar las aguas lluvias de las zonas urbanas de expansión ubicadas al oriente del actual límite urbano de Talagante y la Autopista del Sol.

5 MANEJO INTEGRAL DE LAS AGUAS LLUVIAS

5.1 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.
- Desbordes 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, se 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.

En función de lo anterior, el Plan Maestro de Aguas Lluvias de las Provincias de Talagante y Melipilla está basado en los siguientes principios básicos:

- La obligación de respetar el sistema de drenaje natural, estableciendo claramente para cualquier sector que se urbaniza la forma en que se drenan los caudales de aguas lluvias, hasta llegar a los cauces receptores sean naturales o artificiales.
- El compromiso para cualquier sector que se urbanice de no generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos que los que se generaban en el sector previo a la urbanización.
- La definición de un sistema de drenaje general que considere los cauces naturales y la forma en que ellos se incorporan en la urbanización, así como la materialización de un sistema de drenaje artificial de canales y colectores de aguas lluvias urbanos, que complementen la red natural.

a) **Medidas de Carácter Local**

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, haciéndose cargo de la impermeabilización del terreno.

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

b) Medidas no Estructurales

Las medidas no estructurales incluyen una variedad de técnicas y prácticas educacionales e institucionales, que resulten en 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 ésta prácticas no estructurales tiene que ver con el desarrollo del uso del suelo. Otras se focalizan en educar a la ciudadanía 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 el depósito 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:

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 los Planes Reguladores Comunes y reglamentos de construcción, las indicaciones necesarias respecto a la existencia 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 períodos 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) Marco Institucional

- Delimitación de responsabilidades institucionales respecto al manejo de los sistemas de aguas lluvias. Definición clara del rol que corresponde al MOP, MINVU, Municipalidades, empresas sanitarias, etc. y de las instancias de coordinación institucional.
- Elaboración del Reglamento de Aguas Lluvias, que constituya el necesario complemento a la Ley N°19.525.
- Definición de la red primaria y secundaria.
- Normativa respecto a la aprobación de proyectos de aguas lluvias, incluyendo Manual de Diseño.
- Mantenimiento y limpieza de sumideros y redes de aguas lluvias. Reparación de obras defectuosas.
- Establecimiento de un programa de financiamiento de inversiones en construcción, operación y mantenimiento de sistemas de aguas lluvias.
- Eliminación de conexiones ilícitas (aguas servidas a colectores separados de aguas lluvias y viceversa).

iv) Información y educación

- Elaboración y difusión de cartografía con indicación de zonas inundables y el riesgo asociado a ellas.
- 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.

v) 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.

6 RED PRIMARIA

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED PRIMARIA

Sobre la base de los criterios señalados en el punto anterior, se ha realizado una definición e identificación de todas las conducciones que conforman la red primaria de aguas lluvias de Talagante.

En la Tabla siguiente se entrega la clasificación de la red propuesta, diferenciando entre sistema primario y secundario.

Red Primaria y Secundaria Localidad de Talagante.

| Sistema | | Obras | Longitud (m) | Periodo de Retorno (años) | Existente o Proyectado | Primaria o Secundaria |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| Nº | Nombre | | | | | |
| 1 | Canal Trelbulco | Nueva descarga canal Trelbulco (al río Mapocho) | 670 | 10 | P | P |
| | | Canal Trelbulco l = 5.903 m | 1.810 (me) | 10 | E | P |
| | | Descarga El Estadio l = 1.032 m | 577 (me) | 10 | E | P |
| | | Canal Las Cadenas l = 2.366 m | 1.420 (me) | 10 | E | P |
| | | Canal Undurraga 1 l = 303 | 60 (me) | 10 | E | P |
| | | Derivado El Esfuerzo l = 1.079 | 1.077 (me) | 10 | E | P |
| | | Colector Bartolomé Flores | 770 | 5 | P | S |
| | | Canal San Martín | 1030 | 5 | P | S |
| | | Canal Toro y Zambrano | 320 | 5 | P | S |
| | | Canal Esmeralda | 510 | 5 | P | S |
| | | Canal y Colector O'Higgins Oriente | 480 | 10 | P | P |
| | | Laguna de Retención ta-lag-01 | V= 70.000 m3 | 10 | P | P |
| 2 | Talagante Centro | Colector O'Higgins centro | 1880 | 10 | P | P |
| | | Canal Libertad | 590 | 10 | P | P |
| | | Colector Libertad | 860 | 10 | P | P |
| | | Colector 21 de Mayo | 940 | 10 | P | P |
| | | Colector Domingo Toro Herrera | 660 | 5 | P | S |
| | | Colector El Molino | 395 | 5 | P | S |
| 3 | Villa Las Hortensias | Colector Villa Las Hortensias, l = 1.580 m | 408 (me) | 10 | E | P |
| | | Canal Los Araucanos | 430 | 10 | P | P |
| | | Colector Los Araucanos | 150 | 10 | P | P |
| | | Colector Las Rosas | 780 | 5 | P | S |
| 4 | Talagante Poniente | Canal Circunvalación | 580 | 10 | P | P |
| | | Laguna de Retención ta-lag-02 | V= 10.800 m3 | 10 | P | P |
| | | Colector Circunvalación | 2260 | 10 | P | P |
| | | Colector Bráncoli | 300 | 5 | P | S |
| | | Colector Llanquihue | 560 | 5 | P | S |
| | | Colector Monseñor Larrain | 670 | 5 | P | S |
| | | Colector Tegualda | 510 | 5 | P | S |
| | | Colector Lo Aguirre | 380 | 5 | P | S |
| | | Derivado Canal Lo Aguirre l= 682 m | 682 | 10 | E | P |
| | | Canal Poniente Sur | 3.100 | 10 | P | P |
| Laguna de Retención ta-lag-03 | V= 28.000 m3 | 10 | P | P | | |

L(me): Longitud del tramo a mejorar.

7 INFRAESTRUCTURA DE AGUAS LLUVIAS. LOCALIDAD LONQUEN

En lo relativo a cobertura de redes de aguas lluvias, la localidad no cuenta con sistema de alcantarillado de aguas lluvias, por lo tanto los proyectos de drenaje requerirán ser desarrollados junto con los proyectos de dotación de alcantarillado de aguas servidas, en la medida de su necesidad.

7.1 INTRODUCCIÓN

La Ley 19.525 que regula los aspectos relativos a las redes de aguas lluvias, define prioridad de ejecución de Planes Maestros de Aguas Lluvias a las localidades con una población de 50.000 habitantes o más. Por lo anterior, Lonquén no está en los planes de inversión del Ministerio de Obras Públicas para la planificación del Plan Maestro de Aguas Lluvias.

7.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS

Para definir un sistema de aguas lluvias, se propone en términos generales la construcción de una red paralela a la red de recolección de aguas servidas y con una proporción de un 30%.

Se consideraron diámetros de 400 mm. La red de aguas lluvias se propone sólo por las vías relevantes.

Cuadro 9: Longitud de red de aguas lluvias propuesta.

| DIAM. (mm) | PORCENTAJE % | TOTAL A INSTALAR (m) |
|---------------|-----------------|-------------------------|
| 400 | 100 | 629 |
| TOTAL | 100 | 629 |

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al no haber instrumentos de planificación que regulen el manejo de las aguas lluvias, se debe considerar un plan de gestión que a lo menos consideren los siguientes aspectos básicos:

- Se define la red de drenaje general como los cauces naturales que conforman la cuenca.
- Se debe respetar el sistema de drenaje natural incluso en sus etapas iniciales, estableciendo para cada sector que se urbanice claramente la forma en que se drenarán los excesos en caso de ocurrir, los que se harán llegar hasta los cauces naturales establecidos.
- Compromiso de cualquier sector que se urbanice de no generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos, que los que se generaban en el sector previamente a la urbanización. Para lograr lo anterior, se recomienda para esta localidad privilegiar **soluciones alternativas de infiltración** de los caudales de aguas lluvias, excedentes a la escorrentía natural del sector.
- Se deberá mantener la capacidad natural de infiltración y la de amortiguación de crecidas, que un determinado sector tenía antes de su urbanización.

Existen recomendaciones con respecto a medidas no estructurales que se pueden implementar en forma complementaria a las obras de drenaje, que resulten de mayor relevancia para cada caso particular. Dicha medidas, de tipo normativo, educativo etc., son de costos relativamente bajos y de alta rentabilidad. Entre ellas se pueden citar:

a) Prohibición de ocupar zonas contiguas a cajas de ríos y esteros

La ocupación irregular de cajas de ríos genera una situación particularmente peligrosa para los habitantes de estas viviendas, por cuanto en situaciones de crecida en el caudal de estos cauces, las casas pueden sufrir inundaciones obligando a sus moradores a hacer abandono del lugar.

b) Necesidades de Mantención

Se requiere implementar un plan de mantención de la red. Como primer aspecto de dicho programa de mantención, se recomienda considerar la limpieza de los canales existentes, especialmente los con mayor grado de embanque por basuras.

c) Medidas no estructurales

Dentro de las recomendaciones se deben citar con claridad las medidas no estructurales posibles de implementar. Será conveniente analizar y poner en práctica, si corresponde, las medidas no estructurales que resulten de mayor relevancia para cada caso particular. Dicha medidas, de tipo normativo, educativo, etc., son de costos relativamente bajos y de alta rentabilidad:

- ✓ Limpiezas periódicas de las obras existentes, que permitan el normal y seguro escurrimiento de los cauces.
- ✓ Responsabilidad de la comunidad, no botar escombros ni basuras en los cauces evacuadores.
- ✓ Responsabilidad de las autoridades locales en la educación.
- ✓ Control y generación de normativa, que permita regular la extracción de áridos en los cauces.
- ✓ Control del crecimiento de la localidad sobre las soluciones y los usos suelo permitidos en torno a ellas. (Fajas de Resguardo).