

## **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS**

### INDICE

<b>I.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>II.</b>	<b>Antecedentes Generales.....</b>	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>Objetivos del Estudio.....</b>	<b>3</b>
<b>IV.</b>	<b>Normativa Vigente.....</b>	<b>4</b>
	4.1 Normativa vigente y otros cuerpos legales.....	4
	4.2 Zonificación vigente.....	4
<b>V.</b>	<b>Síntesis Diagnóstica.....</b>	<b>5</b>
	5.1 Área de Estudio.....	5
	5.2 Diagnóstico Aguas Lluvias.....	7
<b>VI.</b>	<b>Análisis Zonificación Propuesta.....</b>	<b>25</b>
<b>VII.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>28</b>
<b>VIII.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>29</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Factibilidad de Evacuación de Aguas Lluvias se realiza en el contexto de la Actualización del Plan Regulador Comunal de Peñalolén, y forma parte integrante de los antecedentes básicos estipulados en la normativa vigente para la confección de Planes Reguladores Comunales y su aprobación (Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, O.G.U.C.).

El área de Estudio comprende las zonas urbanas consolidadas y la propuesta de zonificación del nuevo Plan Regulador Comunal de Peñalolén.

## II. ANTECEDENTES GENERALES

Debido al crecimiento de la ciudad y la generalizada disminución de la cobertura vegetal en las zonas periféricas a la urbe, se ha provocado una disminución del porcentaje de la lluvia que se infiltra, en forma natural, aumentando de cierta forma los caudales que deben ser absorbidos por las redes de aguas lluvias existentes. Además, la baja prioridad que históricamente ha tenido en Chile la construcción de sistemas de evacuación de aguas lluvias y la disminución de la capacidad de porteo de aguas lluvias en las redes unitarias de alcantarillado, debido al aumento de las urbanizaciones, han contribuido a que exista un incremento de las inundaciones.

Por consiguiente, dicho crecimiento del área urbana, ha traído un incremento de las áreas impermeables, lo que ha significado un importante aumento de la escorrentía superficial, permitiendo el aumento de los caudales, velocidades y volúmenes del flujo superficial generados por las aguas lluvias.

Es así, que en eventos de cierta magnitud, la escorrentía conlleva a caudales que provocan desbordes de canales, cauces, colectores, calles y vías naturales de evacuación de las aguas lluvias, sin la capacidad necesaria, provocando inundaciones de extensas áreas urbanas.

Reconociendo que las inundaciones preocupan a la ciudadanía y a organismos privados y públicos, éstos últimos han promovido una legislación para resolver estos problemas y por ello se ha promulgado la Ley N ° 19.525 publicada en el año 1997, a través de la cual aparece la Dirección de Obras Hidráulicas, dependiente del Ministerio de Obras Públicas.

Debido a dicha ley, corresponde a la Dirección de Obras Hidráulicas la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, hasta su evacuación en cauces naturales.

En tanto, corresponde directamente al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la planificación y estudio de la red secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, y a través de los respectivos Servicios de Vivienda y Urbanismo regionales, la proyección, construcción, reparación y mantención de las mismas.

En el caso de la comuna de Peñalolén, y considerando los posibles eventos de aguas lluvias que la puedan afectar (siendo su topografía una conveniencia respecto a que las aguas lluvias escurren rápidamente), y debido a la normativa vigente, se han incorporado en este estudio para el Plan Regulador, los estudios vigentes a la fecha y correspondientes al tema ya elaborados. Cabe destacar que éstos últimos de alguna forma minimizan el riesgo de estos eventos en situaciones no catastróficas producto de las nuevas urbanizaciones.

Se debe decir que, la comuna de Peñalolén se encuentra inserta en el estudio denominado “Plan Maestro de Evacuación de Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago” realizado para la Dirección de Obras Hidráulicas, por la empresa CADE-IDEPE en Mayo del año 2001 (estudio que incluye otras comunas del Gran Santiago y entrega soluciones con obras para la minimización del escurrimiento de las aguas lluvias). Cabe destacar que dicho estudio, junto al Estudio Infraestructura Comunal IHS Ingenieros Civiles Ltda. Peñalolén, soluciona en gran parte la problemática de aguas lluvias dentro del territorio comunal, en eventos no catastróficos.

Ambos estudios, con sus resultados, permiten dar solución a la problemática de aguas lluvias de la comuna, aparte de las soluciones entregadas por el Municipio, además de las sugerencias que se incluyen en el presente Estudio, indicadas más adelante en relación a las soluciones propias a las construcciones futuras entre otros.

Siendo consecuentes con la normativa vigente y con la O.G.U.C. la problemática de las aguas lluvias en la comuna de Peñalolén, prácticamente se encuentra solucionada con las obras construidas y a construir, producto de los estudios analizados y debido a que la zonificación del Plan Regulador Comunal propuesto no afectaría la escorrentía, ya que el área que cubre el Plan comprende las zonas urbanas consolidadas y de expansión determinadas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) (entre otras se encuentra la Comuna de Peñalolén) y cuya zonificación propuesta en dicho instrumento de jerarquía intercomunal no agrega áreas a urbanizar y mantiene la superficie a ocupar, sólo modifica las densidades, conforme a los rangos permitidos por el PRMS, por lo tanto se puede confirmar que no se genera un aumento en la escorrentía.

El presente Estudio demuestra que el Plan Maestro de Aguas Lluvias da solución a la problemática de las aguas lluvias de la comuna de Peñalolén, a través de la construcción de la red primaria de evacuación y drenaje de aguas lluvias y a obras puntuales, muchas de las cuales ya se han ejecutado.

Consecuente con lo anterior, y con la normativa vigente, se explicará que la propuesta de Proyecto del Plan Regulador Comunal de Peñalolén establece normas y zonas que no afectan en la escorrentía.

### III. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general de este estudio es analizar la problemática de las aguas lluvias de la comuna de Peñalolén, asociadas a la Actualización del Plan Regulador Comunal de Peñalolén, y entregar soluciones a ésta.

Algunas de ellas se encuentran propuestas en estudios de aguas lluvias ya aprobados, así como también en algunos casos las obras se encuentran actualmente materializadas a la fecha, las que permiten minimizar los riesgos y otros.

## IV. NORMATIVA VIGENTE

### 4.1 Normativa Vigente y otros cuerpos legales

Se entenderá por red de evacuación de aguas lluvias, la materializada en el Plan Maestro de Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago en lo correspondiente a la comuna de Peñalolén. (Ver Plano PRCP-III-ALL-01).

En relación a obras nuevas de evacuación de aguas lluvias que intervengan la red de evacuación de aguas lluvias existente en Peñalolén, el responsable deberá presentar, para su aprobación, un proyecto a la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP y MINVU, sin perjuicio de las atribuciones de la Dirección General de Aguas en materia de modificación de cauces.

En relación a obras nuevas de evacuación de aguas lluvias, que intervengan la red primaria existente (cauce, canal o colector), el responsable deberá presentar y aprobar un proyecto a la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP acerca de las atribuciones de la Dirección General de Aguas en materia de modificación de cauces.

En relación a obras nuevas de evacuación de aguas lluvias, que intervengan la red secundaria existente, el responsable deberá presentar, para su aprobación, un proyecto al MINVU-SERVIU o al organismo competente de acuerdo a la legislación vigente, y a la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.

En relación a obras nuevas de evacuación de aguas lluvias o de cualquier otro tipo (abovedamientos, sifones, defensas fluviales, etc.), que intervengan cauces naturales (ríos, canales u otros), el responsable deberá presentar un proyecto a la Dirección General de Aguas del MOP para su aprobación, de acuerdo a lo indicado en los artículos 41 y 171 del Código de Aguas.

Cualquier proyecto de urbanización y/o evacuación de aguas lluvias deberá respetar lo indicado en la Ley N° 19.525 y sus modificaciones posteriores.

### 4.2 Zonificación Vigente

El territorio de Peñalolén comprende las áreas urbanas y rurales establecidas por el instrumento de planificación de escala intercomunal, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (P.R.M.S.). Por otra parte, se encuentra vigente el Plan Regulador Comunal realizado el año 1989, con una serie de modificaciones posteriores. Tanto la zonificación a escala intercomunal como la comunal comprende las áreas públicas (vialidad, áreas verdes y espacios públicos) como las privadas (usos residenciales mixtos, productivos, equipamiento, áreas verdes, entre otros).

La zonificación propuesta en la Actualización del Plan Regulador Comunal no aumenta la superficie a regular en comparación al Plan Regulador Comunal Vigente (1989). La propuesta sólo modifica las densidades, conforme a los rangos permitidos por el PRMS, por lo tanto se puede confirmar que no se genera un aumento en la escorrentía.

## V. SÍNTESIS DIAGNÓSTICA

### 5.1 Área de Estudio

El área comprende toda la Comuna de Peñalolén.

La comuna de Peñalolén se ubica al Oriente y al Poniente del Canal San Carlos y desde el punto de vista geomorfológico y según observaciones de la carta geomorfológica de la cuenca de Santiago, el sector se encuentra en la depresión intermedia de las hoyas del río Maipo y del río Mapocho, la cual está limitada por la Cordillera de Los Andes y la Cordillera de la Costa.

La zona que se analiza está dentro del estudio denominado Plan Maestro del Gran Santiago y la zona específica de interés abarca el interfluvio Maipo Mapocho y el Valle del río Mapocho en su sector alto.

Cabe mencionar que la comuna posee un clima del tipo mediterráneo con estación seca prolongada e inviernos lluviosos.

Los valores de precipitaciones promedio en el área de la Comuna de Peñalolén son los obtenidos en las estaciones pluviométricas Antupirén y Aeródromo Tobalaba (ubicadas en la Comuna) para los períodos de retorno que se muestran en tabla a continuación:

Tabla N ° 1: Precipitaciones máximas en 24 horas, para diferentes Períodos de Retorno

Estación Pluviométrica	T= Período de Retorno en años					
	2	5	10	25	50	100
<b>Tobalaba en Aeródromo</b>	<b>47</b>	<b>63</b>	<b>72</b>	<b>84</b>	<b>94</b>	<b>102</b>
<b>Antupirén</b>	<b>49</b>	<b>67</b>	<b>80</b>	<b>96</b>	<b>108</b>	<b>120</b>

Fuente: Estudio Infraestructura Comunal IHS Ingenieros Civiles Ltda. Peñalolén

El cauce a tajo abierto existente dentro de la comuna que permite evacuar las aguas lluvias corresponde al canal San Carlos, por el cual corren las aguas provenientes desde el Oriente de la comuna.

El Canal San Carlos permite regar por gravedad y a través de acequias la vegetación de avenidas, parques y plazas entre otras.

En la Comuna existen tres unidades estratigráficas a saber:

- Unidad Inferior de Depósitos, de fina granulometría conformada por arenas medias y finas, constituida generalmente por arcillas (del tipo impermeable), depósitos que es posible que

sean del tipo corrientes de barro con aportes laterales provenientes de los altos topográficos.

- Unidad constituida por sedimentos de granulometría gruesa y media, conformada generalmente por gravas, arenas gruesas y ripios y arenas finas. De buena permeabilidad.
- Unidad intermedia constituida generalmente por arenas gruesas a medias y arenas fina con alto porcentaje de arcillas que es posible que correspondan a aportes provenientes de los flancos de los valles y altos topográficos y permeabilidad media.

Debido a la topografía de la Comuna, existen varias quebradas que drenan las aguas provenientes de la parte alta e incorporan las aguas lluvias hacia la Comuna. Estas quebradas son:

#### Quebrada de Macul

Ubicada al Suroriente de la Comuna de Peñalolén y evacua hacia al Zanjón de la Aguada, cauce que continúa aguas abajo entre la zona urbana, en el kilómetro 0 y el kilómetro 1.02. Existen muchas obras de encauzamiento y de regularización en el trayecto, con 4 m de profundidad. El cauce posee en un comienzo un ancho medio de 20 m y 40 m. en el tramo final. Existe material de arrastre.

En el kilómetro 1.02 y el kilómetro 2.654 existen un conjunto de pozas decantadoras. En el kilómetro 2.65 y el kilómetro 3.35 presenta un ancho de cauce de 20 m. con riberas altas.

#### Quebrada de Antupirén

Posee un área aportante en un comienzo desde la cota 2.000 hasta la cota 900 msnm. de 2.6 km<sup>2</sup>. Descarga a un canal que evacua las aguas a Av. Grecia/calle Río Claro.

No posee un cauce muy definido, recibe los aportes de distintas quebradas cuyas aguas lluvias escurren por Av. Antupirén.

#### Quebrada Lo Hermida

Posee un área aportante en un comienzo desde la cota 1.450 y 900 msnm. de 0.9 km; descarga a un canal que evacua las aguas a Av. Grecia/calle Río Claro.

### Quebrada Nido de Águilas

Drena un área de unos 8 km<sup>2</sup> y evacua las aguas a calle Álvaro Casanova, cota 790 msnm, desde donde las aguas son conducidas a través del canal existente de piedra hasta la calle Diagonal Las Torres, siguiendo por Av. Arrieta y evacuando al canal San Carlos.

### Quebrada de Peñalolén

El área aportante en la zona no urbana, entre la cota 2.350 y 900 msnm. es de 4.2 km<sup>2</sup> aproximadamente y entre la cota 900 y 800 msnm. posee una canalización del cauce hasta el Puente Álvaro Casanova.

(Ver Anexo 1 al presente documento y Plano de Aguas Lluvias PRCP-III-ALL-01).

## **5.2 Diagnóstico Aguas Lluvias**

### **5.2.1 Infraestructura existente en la comuna de Peñalolén**

En la comuna de Peñalolén existe un sistema de evacuación de Aguas Lluvias donde el escurrimiento se efectúa a través de colectores. Estos se grafican en el Plano de Aguas Lluvias (PRCP-ALL-01), anexo al presente documento.

El sistema de las redes primarias de colectores existentes y propuestos son las que se grafican en el plano señalado, y que corresponden a lo establecido por el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago.

Se consideran colectores separados, colectores unitarios (que son receptores de aguas lluvias y de aguas servidas simultáneamente), canales urbanos, relacionados con las aguas lluvias que atraviesan zonas urbanas y calles que actualmente cumplen con la evacuación de las aguas lluvias.

El sistema existente funciona con problemas de enbancamientos, arrastre de piedras y de sedimentos, además de no poseer la capacidad de escurrimiento de los caudales de aguas lluvias a los colectores, a los cursos receptores y al circuito integrado de Plazas y Parques, que son los que en definitiva permiten una mejor absorción del agua caída, logrando que la comuna en momentos de *peak* prácticamente no tenga riesgo.

Por otra parte, se debe considerar que el Municipio debe a través de la normativa propuesta considerar franjas de jardines, entre otras medidas, para poder aumentar la absorción existente.

### **5.2.2 El Plan Maestro de Drenaje de Aguas Lluvias**

Los objetivos y alcances del Estudio Plan Maestro del Gran Santiago y sus soluciones planteadas, entre las que se encuentra inserta la comuna de Peñalolén, con sus soluciones de aguas lluvias son los que se explican a continuación.

Se definieron algunos objetivos específicos. El primero de ellos consistió en describir y caracterizar adecuadamente el actual sistema de aguas lluvias del Gran Santiago, tanto desde el punto de vista de los caudales generados para tormentas de diferente período de retorno, así como del sentido del flujo del escurrimiento, de los cauces y conducciones receptoras, de los problemas de inundaciones y otros generados por dichas tormentas y de las proyecciones de dichos elementos en el tiempo. Para esto, se consideraron las zonas de expansión urbana proyectadas como mínimo hasta el año 2020 de acuerdo al Plan Regulador Metropolitano de Santiago (P.R.M.S.).

El segundo objetivo, a partir de los resultados logrados como cumplimiento del anterior, fue modelar la situación de aguas lluvias en la zona de estudio, considerando en forma separada cada uno de los sectores que, por condiciones topográficas, drenan sus aguas a través de subcuencas independientes, lo que permitió posteriormente simular el efecto de distintas configuraciones de sistemas de evacuación de aguas lluvias.

El tercer objetivo específico, y principal del estudio, consistió en analizar y seleccionar las alternativas de solución para cada uno de los casos, considerando los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales relevantes, generando así el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago.

Para lograr los objetivos anteriores, se concluye en obras que den solución de la evacuación de las aguas lluvias, entre otras comunas del Gran Santiago, la comuna de Peñalolén.

Los estudios abordados y sus conclusiones son los siguientes:

- Estudia el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Santiago en la que se encuentra inserta la comuna de Peñalolén y propone una solución integral con su cuenca aportante.
- Realiza una caracterización y diagnóstico de la infraestructura existente en la situación actual y futura del área del estudio, incluida la comuna de Peñalolén.
- Selecciona y prioriza las zonas a sanear.
- Propone, simula, analiza y selecciona alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para el área del estudio.
- Define 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.
- Define el trazado de la Red Primaria de solución al sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias, incluyendo la comuna de Peñalolén.

Para lograr éstos objetivos en el Plan Maestro se efectuaron los siguientes trabajos:

- Análisis de antecedentes
- Estudios básicos
- Identificación de infraestructura existente
- Diagnóstico de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias
- Simulación y dimensionamiento
- Conclusiones

El área que cubre el Plan Maestro comprende las zonas urbanas consolidadas y de expansión determinadas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y en los Planes Reguladores de las comunas que lo integran (entre ellas la comuna de Peñalolén).

Las áreas a sanear, de acuerdo al diagnóstico del Gran Santiago, con su correspondiente período de retorno y debido a la complejidad de los problemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias, fue dividida en siete grandes sectores, entregando soluciones para cada área.

El área correspondiente a la comuna de Peñalolén se encuentra inserta en la denominada Área o Zona Norte-Mapocho y la denominada Zona Centro.

#### Zona Norte - Mapocho

Dentro de la Zona Norte, siendo el cauce receptor final el río Mapocho, se determinaron siete áreas, con la identificación del patrón de drenaje y de los problemas de inundación para cada una de ellas.

La primera área de éstas considerada es la comuna de La Reina y Las Condes, entre las quebradas Nido de Águilas y Apoquindo (Denominada NM-1); drena hacia el canal San Carlos y recibe el aporte de muchas quebradas de la precordillera, (entre ellas algunas de la Comuna de Peñalolén) con un escurrimiento oriente-poniente. Existe aquí alguna infraestructura de aguas lluvias, la cual no es suficiente para solucionar los problemas causados por el gran aporte de escurrimiento de las quebradas.

La segunda área (NM-2) son los sectores de Vitacura y Lo Barnechea, ubicados al sur del río Mapocho y el sector norte de Las Condes y parte de Providencia, donde el aporte de quebradas de la zona precordillerana drena hacia el río Mapocho, con escurrimiento hacia el norte y el poniente. Posee infraestructura de aguas lluvias, unitaria y separada, y aunque ésta no es suficiente, los problemas son menos graves que en el área anterior.

La tercera área (denominada NM-3) corresponde a la comuna de Lo Barnechea, al norte del río Mapocho. Posee gran cantidad de quebradas, las que son sus receptores de aguas lluvias. Esta zona drena hacia el río y sus cauces principales son el estero El Arrayán y el estero Las Hualtatas.

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

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

La sexta área (NM-6) recibe los aportes de la ladera sur de los cerros de Renca. El sector drena hacia el río Mapocho, con escurrimiento al sur y al poniente, concentrándose los problemas en la comuna de Renca.

Como en otros sectores de Santiago, existen también canales de regadío que recibían aguas lluvias gravitacionalmente, pero han sido entubados.

La séptima área (NM-7) se ubica al sur del río Mapocho y comprende las comunas de Quinta Normal, Lo Prado, Cerro Navia y Pudahuel. Con escurrimiento oriente poniente, concentrándose los problemas en Pudahuel y Cerro Navia. Posee infraestructura de agua lluvias unitaria y separada, las que evacuan al río Mapocho y que son insuficientes.

### Zona Centro

Dentro de la Zona Centro, en el sistema denominado Sistema A3 se encuentra el área Pedro de Valdivia Norte y también Peñalolén.

En el Plan Maestro, el criterio de la zonificación se ha basado en las vías de drenaje que naturalmente hacen escurrir el agua hacia algunos de los grandes cauces receptores de Santiago, a saber:

- Río Mapocho
- Zanjón de la Aguada
- Río Maipo
- Estero Las Cruces

Además, se han estudiado las áreas aportantes de escorrentía que afectan a zonas urbanas, aunque estén ubicadas fuera de ellas. Asimismo, se han evaluado sus parámetros hidrometeorológicos, hidráulicos, hidrológicos, de suelos y otros que permiten que, a través de métodos de cálculo, se determine la capacidad del sistema existente con los caudales de aguas lluvias, con el objetivo de concluir en obras que logren poseer la capacidad suficiente para que el sistema funcione en situaciones no catastróficas.

En el Plan Maestro se recopilaron todos los estudios y proyectos disponibles que tienen relación con el tema de aguas lluvias, revisión de la prensa de los últimos 50 años con noticias e informaciones sobre inundaciones, trabajos de terreno, etc., reconociendo de esta forma las áreas tributarias. Además, dicho plan consideró entrevistas con funcionarios municipales cuyos temas de trabajo corresponden a las aguas lluvias, visitas a terreno en días de lluvia, medición de las precipitaciones en el pluviógrafo y de los caudales registrados por el pluviógrafo, catastro de las redes de colectores existentes y levantamiento de canales relacionados con aguas lluvias, entre otros, para determinar la suficiencia o déficit del sistema.

Para el Plan Maestro del Gran Santiago se consideraron los períodos de retorno indicados en la tabla N ° 2 siguiente:

Tabla N ° 2: Períodos de Retorno para el Dimensionamiento de Soluciones

CAUCES	PERIODO DE RETORNO T
Cauces Naturales	Entre 25 y 100 años
Canales	2 o 10 años dependiendo de su importancia
Quebradas	10 años
Áreas Urbanas	2 años para caudal en la descarga menor o igual a 20 m <sup>3</sup> /s 5 años para caudal en la descarga mayor a 20 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Para el Plan Maestro del Gran Santiago, se consideraron las áreas tributarias que afectan a la comuna de Peñalolén, denominadas “Áreas Tributarias de la Zona Norte-Mapocho” dentro de las que se encuentra Peñalolén y las áreas tributarias denominadas “Áreas Tributarias de la zona Centro” dentro de las que se encuentra Peñalolén.

En Tabla N ° 3 y N° 4 a continuación, se destaca en “negrilla” lo correspondiente a la comuna de Peñalolén.

Tabla N ° 3: Áreas Tributarias de la Zona Norte – Mapocho

SECTOR	AREA TRIBUTARIA	AREA URBANA HA	AREA SANEADA HA
NM-1	Arrieta	666	666
	Pepe Villa	70	---
	Larraín	512	512
	Quebrada de Ramón	620	620
	Bilbao	1310	1310
	Sánchez Fontecilla	89	---
NM-2	San José de la Sierra	301	301
	San Francisco	412	412
	Valle Alegre	477	---
	Estéril	215	---
	Llavería	15	---
	El Aromo	78	78
	Manquehue	54	---
	Escrivá de Balaguer	229	229
	Kennedy Norte	828	828
	Kennedy Sur	1140	1140
	Apoquindo	367	367
	Presidente Riesco	187	187
	Providencia Norte	87	87
	NM-3	Estero Arrayán	242
Quebrada el Ají		194	---
Q. El Gabino		581	---

SECTOR	AREA TRIBUTARIA	AREA URBANA HA	AREA SANEADA HA
	Q. Las Rosas	361	---
	Q. El Manzano	547	---
	Q. El Culén	149	---
	E. Las Hualtatas	428	---
	E. El Carrizo Alto	454	---
	E. El Carrizo Bajo	194	---
	Q. El Guindo	528	---
NM-4	S. María de Manquehue	1000	1000
	Cerro San Cristóbal	98	---
	Pedro de Valdivia Norte	207	---
NM-5	Ultra Mapocho	671	671
	Ensanche Norte Interamericano	1040	1040
	Claudio Vicuña	52	52
NM-6	Domingo Santa María	141	---
	Aníbal Pinto	154	---
	Renca	589	589
	Renca Rural	891	891
NM-7.1	Puente Bulnes	53	---
	Lo Espinoza	447	447
	Carrascal Oriente	127	127
	Carrascal Poniente	38	38
	Quinta Normal	545	545
	El Resbalón	40	---
	Boroa	321	321
	Mares de Chile	49	---
NM-7.2	Hondonada Río Viejo	986	986
NM-7.3	General Buendía	404	404
	San Andrés	29	29
	Teniente Cruz	545	545
	General Bonilla	111	111
	Serrano	149	149
	San Pablo	105	105
	Camino Aeropuerto	85	85
	Laguna Sur	642	642
	Camino El Maitén	295	295
NM-7.4	Tranque Lo Prado	204	204

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Tabla N ° 4: Áreas Tributarias de la Zona Centro Sistema A3 A2 y BO

Sistema	Nombre de Área	Área Urbana Ha	Área Saneada Ha
A3	Pedro de Valdivia	942	942
	Macul – Quilín	1 586	---
A2	Avenida Departamental	367	----
	Los Industriales	328	328
	Los Industriales Unitario	77	77
BO	Quebrada de Macul	227	227
	San Carlos viejo	2 221	2 221

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

En la tabla N° 5 que se presenta a continuación, se entrega un resumen del diagnóstico y de las soluciones propuestas en el Plan Maestro para dar solución a los problemas, con el período de retorno para el cual se producen las fallas en el sistema de evacuación de aguas lluvias.

Tabla N ° 5: Diagnóstico comuna de Peñalolén

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
Arrieta	Av. Arrieta Av. Talinay	Sin colectores de aguas lluvias, salvo un colector sin salida en calle Arrieta. Vía de escurrimiento Av. Arrieta, sobrepasada para T=2 años.	Colectores Arrieta y Talinay que reciben el aporte de las quebradas y zona urbana, descargando al canal San Carlos. D=1300x1300 D=1200 mm.
Quebrada de Ramón	Canal de Ramón Reina Victoria, La Cañada	Canal de Ramón de capacidad Q = 20 m <sup>3</sup> /s, suficiente para T= 5 años (sólo considerando el aporte de la quebrada) R. Victoria y La Cañada sobrepasadas para T=2 años.	Estanque de retención en el Parque Intercomunal de La Reina y mejoramiento de la canalización de Ramón para asegurar una capacidad Q=20 m <sup>3</sup> /s. La solución es para T=10 años considerando las áreas urbanas aledañas.
SCV San Carlos Viejo (SISTEMA B.0)	Quebradas que drenan al canal San Carlos.	La capacidad del Canal San Carlos Viejo se encuentra limitada a 30 m <sup>3</sup> /s (aproximadamente T=10 años) desde su encuentro con el canal de descarga de la Central Hidroeléctrica La Florida. En el cruce con el Zanjón de la Aguada se supondrá una obra de vaciamiento total, permitiendo la descarga total de canal San Carlos al cauce del Zanjón de La Aguada.	No se proyectaron mejoras a este sector del canal San Carlos. Se acepta capacidad de 30 m <sup>3</sup> /s equivalente a T=10 años. Para periodos de retorno mayores, se esperan desbordes de aguas lluvias que llegarán al Zanjón de la Aguada. Se acepta el vaciamiento total del canal hacia el Zanjón, no permitiendo traspaso de aguas lluvias hacia la Zona Norte (cruce Qda. de Macul).
TOR Las Torres Oriente (SISTEMA A.1)	Sin Colectores	Actualmente descarga sus aguas lluvias al Canal San Carlos. En situación con proyecto, forma parte del área tributaria del colector Rotonda Grecia Quilín.	Se proyecta Colector Rotonda Grecia Quilín, RGQ, incluyendo una red de colectores laterales. La descarga de las aguas es en el Zanjón de la Aguada. D= 1.600,

AREA TRIBUTARIA	VIAS DE ESCURRIMIENTO	DIAGNOSTICO	SOLUCION
TOR Las Torres Poniente (SISTEMA A.1)	Colector $\phi$ 1000	Colector insuficiente para situación actual, T=2 años. A futuro será reforzado por el colector Rotonda Grecia Quilín.	Dado 3000x2500
VCM Viña Cousiño Macul (SISTEMA A.1)	Colector $\phi$ 900	Colector insuficiente para T=2 años. Colector de Aguas Lluvias que descarga en el colector unitario MAQ.	Esta área aportante se saneará a través del colector Rotonda Grecia Quilín.
DQU Canal Derrames Quilín (SISTEMA A.3)	Canal Abierto	Tramo final (descarga al Zanjón) con suficiente capacidad para la situación actual. Considera los aportes de los sistemas LIN, MAQ y PDV. Descarga unitaria.	Se mantiene como canal evacuador de aguas lluvias del Sistema Macul – Quilín (a través de aliviaderos de tormenta).D=3100
LIN Los Industriales (SISTEMA A.2)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario con capacidad insuficiente para situación de T=2 años.	Se proyectó un nuevo colector separado para sanear el sector. Una pequeña porción del área se continua evacuando a través del sistema unitario.D= 900
PDV Pedro de Valdivia (SISTEMA A.3)	Colector $\phi$ 2200	Colector Unitario con capacidad suficiente para T=2 años, produciendo desbordes para T=5 años.	Se mantiene la situación actual. Se costea el reemplazo de la infraestructura existente.
SCV San Carlos Viejo (SISTEMA B.0)	Quebradas que drenan al canal San Carlos.	La capacidad del Canal San Carlos Viejo se encuentra limitada a 30 m <sup>3</sup> /s (aproximadamente T=10 años) desde su encuentro con el canal de descarga de la Central Hidroeléctrica La Florida. En el cruce con el Zanjón de la Aguada se supondrá una obra de vaciamiento total, permitiendo la descarga total de canal San Carlos al cauce del Zanjón de La Aguada.	No se proyectaron mejoras a este sector del canal San Carlos. Se acepta capacidad de 30 m <sup>3</sup> /s equivalente a T=10 años. Para periodos de retorno mayores, se esperan desbordes de aguas lluvias que llegarán al Zanjón de la Aguada. Se acepta el vaciamiento total del canal hacia el Zanjón, no permitiendo traspaso de aguas lluvias hacia la Zona Norte (cruce Qda. de Macul).
Colector Valle Colector Antipurén Colector Grecia Colector Parcelas	Por Talinay, por calle Antipurén, por calle José Arrieta	Sin capacidad	800-1200

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago y Elaboración Propia

En la actualidad se debe tener en cuenta que:

- En San Carlos Viejo, ubicado entre la cuenca de la Quebrada de Macul por el norte y la cuenca de la Quebrada Las Vizcachas por el sur, la capacidad del Canal San Carlos Viejo se encuentra limitada a 30 m<sup>3</sup>/s (aproximadamente T=10 años) desde su encuentro con el canal de descarga de la Central Hidroeléctrica La Florida. En el cruce con el Zanjón de la Aguada se supondrá una obra de vaciamiento total, permitiendo la descarga total de canal San Carlos al cauce del Zanjón de La Aguada. Descarga de Aguas Lluvias.
- En Sánchez Fontecilla, sector vecino al canal San Carlos, que es una zona baja de acumulación de agua, adyacente al canal San Carlos, es una situación que se mejora con el saneamiento de áreas tributarias aledañas.

### **Canal San Carlos**

El canal San Carlos es un canal artificial, propiedad de la Sociedad del Canal del Maipo, cuya construcción se realizó durante el período de la colonia y cuyo principal objetivo en aquella época fue proveer de agua para riego. Posteriormente, a principios del siglo XX la Sociedad del Canal del Maipo construyó la Central Florida para generación de energía eléctrica, la cual fue ampliada y remodelada durante la década de los 90. Actualmente la generación de energía eléctrica constituye el principal objetivo de la Sociedad.

San Carlos Viejo comprende las quebradas de la precordillera de Santiago, ubicadas entre la cuenca de la quebrada de Macul por el norte y la cuenca de la quebrada Las Vizcachas por el sur. La escorrentía generada en las laderas de los cerros de la precordillera traspasan, en gran proporción, los canales La Florida (canal de la Luz) y Las Perdices, hasta alcanzar el canal San Carlos Viejo, el que recibe la mayor parte de las aguas lluvias. El canal San Carlos recibe, posteriormente, la descarga de la Central Florida, cuyo caudal máximo de generación alcanzaría a los 28 m<sup>3</sup>/s. El canal tiene una obra de descarga al Zanjón de la Aguada, de modo que es posible controlar el caudal que sigue hacia aguas abajo y el que descarga al Zanjón.

Un aspecto fundamental de la solución del problema de aguas lluvias del sector NM-1 está vinculado al canal San Carlos. Este es un canal privado perteneciente a la Sociedad del Canal del Maipo y donde las aguas lluvias son descargadas en él únicamente en virtud de una situación de hecho. Solamente el Colector Bilbao tiene contrato de servidumbre para descargar 15 m<sup>3</sup>/s (Convenio Sociedad de Canalistas del Maipo – Ilustre Municipalidad de Las Condes).

En 1996 el cauce presentaba una capacidad media del orden de 35 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo, existía un programa de inversiones (hasta el año 2001) por parte de las Municipalidades de Providencia y Las Condes, conjuntamente con la Sociedad de Canalistas del Maipo, consistente en el revestimiento del canal entre la calle Francisco Bilbao y Apoquindo, que permitiría aumentar la capacidad de porteo. Adicionalmente, se contemplaba el mejoramiento de los puentes de El Bosque- Callao, Presidente Errázuriz y Francisco Bilbao. El trabajo de mejoramiento del primero de éstos (El Bosque-Callao) se encuentra en funcionamiento. Actualmente el canal San Carlos posee una capacidad de 84 m<sup>3</sup>/s, en el tramo comprendido entre las calles Eliecer Parada y Apoquindo. Desde principios del año 2000 el canal se encuentra revestido entre Francisco Bilbao (faltando sólo el tramo desde Providencia con

Tobalaba hasta su descarga en Andrés Bello sector de las compuertas) y la descarga en el río Mapocho.

El análisis realizado en el Plan Maestro corresponde a un perfil longitudinal y secciones transversales del canal entre la quebrada de Macul y el río Mapocho, considerado adicionalmente antecedentes recopilados durante una visita de terreno desde la Central Florida hasta Francisco Bilbao considerando un caudal de generación en la Central Florida de 27 a 30 m<sup>3</sup>/s.

A partir de los perfiles transversales disponibles fue posible estimar la capacidad actual por tramos del canal San Carlos y en el tramo de Peñalolén los datos son según se entrega en la tabla N ° 6 siguiente:

Tabla N ° 6: Descargas existentes y proyectadas al Canal San Carlos entre calle María Angélica y Río Mapocho para una Solución de T= 10 años en las Áreas Tributarias

Puente o descarga	Km	Descarga	Q(m <sup>3</sup> /s)	Q acum*. (m <sup>3</sup> /s)
María Angélica	0	-		
Departamental	0,720	-		
Quilín	2,130	-		
Camilo Mori	3,970	-		
Grecia	5,040	Excedente colector G-Quilín	3,20	3,20
Las Parcelas	5,545	-		3,20
Arrieta	6,383	Canal Arrieta + ARR-01	16,56	19,76
Descarga Pepe Vila 1	6,783	Col. Pepe Vila 1	0,27	20,03
Descarga Pepe Vila 2	7,083	Col. Pepe Vila 2	1,00	21,03
Larraín	7,720	Col. Larraín + LRR-01C	2,22	23,25
Simón Bolívar	8,474	SFO-03 + Col. S. Bolívar	3,44	26,69
Echenique	8,817	-		26,69
La Cañada	9,126	QRM-02	0,75	27,44
Príncipe de Gales	9,769	Canalización Q. De Ramón + QRM-01C	22,37	49,81
Troncos Viejos	10,228	SFO-02	0,90	50,71
Elicer Parada	10,751	-		50,71
Bilbao	11,062	Col. Bilbao+Col. I. La Católica + BIL-01B	32,93	83,64
Isabel la Católica	11,233	SFO-01	0,99	84,63
Colón	11,923	-		84,63
Martín de Zamora	12,181	-		84,63
P. Errázuriz	12,677	-		84,63
El Bosque	12,960	Colector Apoquindo 2	1,26	85,89
Providencia	13,216	-		85,89
Vitacura	13,603	-		85,89
Río Mapocho	13,816	-		85,89
TOTAL			85,99 (*)	

(\*) Corresponde a la suma de caudales peak.

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Finalmente, considerando una solución de revestimiento del canal entre La Cañada y Francisco Bilbao, es posible descargar toda la zona oriente al río Mapocho vía canal San Carlos (para T = 10 años), tal como se muestra en la Tabla N ° 7 siguiente:

Tabla N ° 7: Mejoramiento Propuesto para el Canal San Carlos para una solución de T= 10 años en las áreas tributarias entre calle C. Mori y El Bosque

Tramo		Q peak (m3/s)
C. Mori	Grecia	0
Grecia	Las Parcelas	0
Las Parcelas	Arrieta	3,2
Arrieta	Larraín	19,3
Larraín	Simón Bolívar	22,1
Simón Bolívar	Echenique	25,1
Echenique	La Cañada	25,1
La Cañada	P. de Gales	25,6
P. de Gales	Troncos Viejos	48,8
Troncos Viejos	Eliécer Parada	49,0
Eliecer Parada	Bilbao	49,0
Bilbao	I. la Católica	81,9
I. la Católica	Colón	82,4
Colón	M. de Zamora	82,4
M. de Zamora	Pdte. Errázuriz	82,4
Pdte. Errázuriz	El Bosque	82,3
El Bosque	Providencia	83,2

(\*) Revestimiento propuesto de la sección actual.

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

En definitiva, cualquier desborde ocurrido en el canal San Carlos llegará al Zanjón de La Aguada a través de distintos colectores y/o calles evacuadoras, que forman parte de los sistemas unitarios Macul-Quilín o en última instancia del Pedro de Valdivia. En la práctica, ambos sistemas llegan al Zanjón vía el canal de derrames Quilín. Por lo tanto, los aportes al Zanjón producto de los desbordes del canal San Carlos, se incorporarán en dicho punto.

Tal como se mencionó, el canal San Carlos tiene una capacidad para Tr = 10 años y las capacidades se definen conforme la siguiente tabla N° 8:

Tabla N ° 8: Capacidad Planificada Canal San Carlos

Tramo	Capacidad (m³/s)
Quebrada de Macul – Av. Arrieta	30
Av. Arrieta – Quebrada de Ramón	35
Quebrada de Ramón – Colector Bilbao	35
Colector Bilbao – Río Mapocho	84

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Respecto al Municipio y en el caso del Canal San Carlos, de propiedad de la Asociación de Canalistas del Maipo, se han realizado diferentes estudios y medidas de mitigación, con aportes de varias municipalidades, tendientes a evitar desbordes en períodos de lluvia.

Se ha terminado desde calle Av. Providencia a Eliecer Parada, el revestimiento del cauce, profundizando el nivel del fondo, aumentando la capacidad a 84 m³/seg, y con ello una mayor velocidad del caudal. Con este aumento de la capacidad, se permite evacuar sin problemas las aguas provenientes del nuevo colector de Francisco Bilbao, al oriente del canal, siempre y cuando se controle el vaciado de las aguas lluvias de los futuros loteos de Peñalolén y La Florida.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el Plan Maestro determina las soluciones para la evacuación de las aguas lluvias de la comuna de Peñalolén, obras que se han materializado, además del colector que construirá la I. Municipalidad de Peñalolén en el año 2007, colector denominado Antipurén.

#### Conclusiones Plan Maestro Comuna de Peñalolén

En tabla N ° 9 se entrega un resumen del diagnóstico correspondiente a la problemática de la evacuación de las Aguas Lluvias, determinados en el Plan Maestro y en la I. Municipalidad de Peñalolén.

Algunas de éstas soluciones no se encuentran en el área de estudio, pero provenientes de otras comunas existen aportes al Canal San Carlos que afectan a la Comuna de Peñalolén.

Las redes existentes y propuestas en el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago, graficadas en el Plano PRCP-III-ALL-01, con sus redes unitarias de colectores y las obras proyectadas, dan solución a los problemas detectados.

Tabla N ° 9: Colectores Red Primaria Zona Norte – Mapocho comuna de Peñalolén

Puente descarga	o Km	Descarga	Q(m <sup>3</sup> /s)	Q acum*. (m <sup>3</sup> /s)
María Angélica	0	-		
Departamental	0,720	-		
Quilín	2,130	-		
Camilo Mori	3,970	-		
Grecia	5,040	Excedente colector G- Quilín	3,20	3,20
Las Parcelas	5,545	-		3,20
Arrieta	6,383	Canal Arrieta + ARR-01	16,56	19,76
Descarga Pepe Vila 1	6,783	Col. Pepe Vila 1	0,27	20,03
Descarga Pepe Vila 2	7,083	Col. Pepe Vila 2	1,00	21,03
Larraín	7,720	Col. Larraín + LRR-01C	2,22	23,25
Simón Bolívar	8,474	SFO-03 + Col. S. Bolívar	3,44	26,69
Echenique	8,817	-		26,69
La Cañada	9,126	QRM-02	0,75	27,44
Príncipe de Gales	9,769	Canalización Q. De Ramón + QRM-01C	22,37	49,81
Troncos Viejos	10,228	SFO-02	0,90	50,71
Elicer Parada	10,751	-		50,71
Bilbao	11,062	Col. Bilbao+Col. I. La Católica + BIL-01B	32,93	83,64
Isabel la Católica	11,233	SFO-01	0,99	84,63
Colón	11,923	-		84,63
Martín de Zamora	12,181	-		84,63
P. Errázuriz	12,677	-		84,63
El Bosque	12,960	Colector Apoquindo 2	1,26	85,89
Providencia	13,216	-		85,89
Vitacura	13,603	-		85,89
Rio Mapocho	13,816	-		85,89
<b>TOTAL</b>			<b>85,99 (*)</b>	

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago

Tabla N ° 10: Colectores Red Primaria Zona Norte – Mapocho comuna de Peñalolén  
 Diámetros Propuestos

AREA TRIBUTARIA	COLECTOR EXISTENTE	COLECTOR PROPUESTO	LONGITUD M	DIÁMETRO (MM)
Macul – Quilín.	Colector Macul Quilín Colector Las Torres	Reemplazo Infraestructura Existente	19.470	3.100 1600
Quebrada Ramón de	Canal de Ramón Reina Victoria, La Cañada	Canal de Ramón de capacidad $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ , suficiente para $T= 5$ años (sólo considerando el aporte de la quebrada)	Estanque de retención en el Parque Intercomunal de La Reina y Ramón para asegurar una capacidad $Q=20 \text{ m}^3/\text{s}$ . La solución es para $T=10$ años considerando las áreas urbanas aledañas.	
SCV San Carlos Viejo (SISTEMA B.0)	Quebradas que drenan al canal San Carlos.	La capacidad del Canal San Carlos Viejo se encuentra limitada a $30 \text{ m}^3/\text{s}$ (aproximadamente $T=10$ años) desde su encuentro con el canal de descarga de la Central Hidroeléctrica La Florida. En el cruce con el Zanjón de la Aguada se supondrá una obra de vaciamiento total, permitiendo	No se proyectaron mejoras a este sector del canal San Carlos. Se acepta capacidad de $30 \text{ m}^3/\text{s}$ equivalente a $T=10$ años. Para periodos de retorno mayores, se esperan desbordes de aguas lluvias que llegarán al Zanjón de la Aguada. Se acepta el vaciamiento total del canal hacia el Zanjón, no permitiendo traspaso de	

AREA TRIBUTARIA	COLECTOR EXISTENTE	COLECTOR PROPUESTO	LONGITUD M	DIÁMETRO (MM)
		la descarga total de canal San Carlos al cauce del Zanjón de La Aguada.	aguas lluvias hacia la Zona Norte (cruce Qda. de Macul).	
TOR Las Torres Oriente (SISTEMA A.1)	Sin Colectores	Actualmente descarga sus aguas lluvias al Canal San Carlos. En situación con proyecto, forma parte del área tributaria del colector Rotonda Grecia Quilín.	Se proyecta Colector Rotonda Grecia Quilín, RGQ, incluyendo una red de colectores laterales. La descarga de las aguas es en el Zanjón de la Aguada.	800
DQU Canal Derrames Quilín (SISTEMA A.3)	Canal Abierto	Tramo final (descarga al Zanjón) con suficiente capacidad para la situación actual. Considera los aportes de los sistemas LIN, MAQ y PDV. Descarga unitaria.	Se mantiene como canal evacuador de aguas lluvias del Sistema Macul – Quilín (a través de aliviaderos de tormenta).	
LIN Los Industriales (SISTEMA A.2)	Colector $\phi$ 1000	Colector Unitario con capacidad insuficiente para situación de T=2 años.	Se proyectó un nuevo colector separado para sanear el sector. Una pequeña porción del área se continua evacuando a través del sistema unitario.	

Fuente: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago y Elaboración Propia

Además de los colectores indicados en la tabla anterior, se plantean como solución al sistema en la Comuna de Peñalolén los colectores que evacuarían los caudales provenientes entre otros de las quebradas. Dichos colectores también se identifican como propuestos en el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago, y son los siguientes:

Colector Los Presidentes, Colector El Valle, Colector Antipurén (Comienza la construcción en el año 2007), Colector Grecia, Colector Las Parcelas, Colector Arrieta y Colector Larraín.

Con los colectores anteriormente indicados en la comuna de Peñalolén, entre otros del sistema total del Gran Santiago que se ejecutarán o se encuentran materializados debido al Plan Maestro, el sistema debe funcionar evacuando los caudales de aguas lluvias en eventos no catastróficos.

### **5.2.3 Técnicas Alternativas Recomendadas**

Para las nuevas construcciones y para que no existan problemas de inundaciones dentro del predio se recomienda lo siguiente:

Efectuar alguna de las técnicas más utilizadas para la absorción del agua caída, como obras de infiltración (Manual Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos). Si no se demostrare que el terreno es capaz de absorberla, se deben ejecutar las obras necesarias, que pueden ser las recomendadas por el SERVIU en dicho Manual. Si bien no corresponde a obras alternativas propiamente tales, favorece el empleo de ellas y se complementa con algunos elementos menores. Este cambio en la estrategia de diseño dirige las aguas lluvias a áreas verdes, franjas de pasto y/o fosas cubiertas de vegetación. Con este enfoque se logra disminuir la tasa de la escorrentía, reducir sus volúmenes, atenuar los flujos máximos y fomentar la infiltración de las aguas lluvias.

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

El escurrimiento desde el predio puede redirigirse, en vez de escurrir directamente a las calles principales o a la avenida. Se puede reducir la conexión entre zonas impermeables en los estacionamientos, sean éstos a nivel de piso o en subterráneo, usando pavimentos porosos modulares en los lugares menos transitados y de esta forma facilitar la infiltración o el almacenamiento local.

En general, las obras de infiltración captan el flujo superficial o facilitan su infiltración en el suelo.

En la guía “Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos” se consideran los pavimentos porosos, los pavimentos celulares, los estanques, las zanjas y los pozos de infiltración.

Para la comuna de Peñalolén se recomiendan las zanjas de infiltración y los pozos, sin embargo el profesional especializado es el que debe en definitiva calcular y proponer la mejor alternativa en el predio a construir.

#### **5.2.4 Otras soluciones de evacuación de aguas lluvias**

Actualmente, la Municipalidad de Peñalolén está aplicando una serie de medidas no estructurales para prevenir y disminuir los riesgos debido a la inadecuada evacuación de las aguas lluvias de su territorio comunal. A través de estas medidas se busca identificar normas que permiten definir responsabilidades respecto de los sistemas de evacuación de aguas lluvias, así como los vacíos que existen en esta temática y que son actualmente abordados.

A través de sus organizaciones responsables, la I. Municipalidad de Peñalolén efectúa las siguientes medidas:

- mantención y limpieza de colectores
- limpieza Canal San Carlos y sumideros
- obras de arte dentro del área de jurisdicción, antes y durante las lluvias y siempre en coordinación con las comunas vecinas y los Canalistas del Maipo.

Al mismo tiempo, la Municipalidad lleva a cabo un plan de acción, destinado a dar respuesta a la comunidad frente a eventuales problemas por inundaciones. Este se denomina Plan de Información a la Opinión Pública. El objetivo de este plan es dar a conocer a la comunidad los diferentes puntos críticos por inundación que se presentan en la Comuna, mediante una cartografía actualizada y las acciones a materializar. La difusión de este plan es dirigida a la población comunal y se coordina con todos los organismos involucrados en el tema. Además, presenta una real participación de las organizaciones comunitarias a través de sus juntas de vecinos.

A partir de la difusión sobre las áreas con riesgos de anegamiento e inundación, se entregan pautas y recomendaciones de medidas preventivas, contingentes y de emergencia que la I. Municipalidad toma, principalmente en aspectos relativos a lugares y procedimientos de evacuación, desvíos de tránsito, servicios de emergencia y seguridad en el hogar.

La I. Municipalidad de Peñalolén coordina además con Aguas Andinas S.A. la revisión constante de las redes y su solución si es necesario.

Aun cuando el Estado ha desarrollado un ámbito legal y técnico respecto de las responsabilidades sobre la evacuación de las aguas lluvias, existe un conjunto de materias en las cuales existe un vacío de tipo regulatorio y administrativo. Por esta razón, la Municipalidad frecuentemente desarrolla líneas de investigación, con la participación de autoridades del sector público y privado, que permiten una coordinación a nivel de cuenca hidrográfica, entre los diversos organismos con incidencia en el fenómeno, de tal forma de determinar en conjunto normas y reglamentos que permitan minimizar las consecuencias debido a los eventos de aguas lluvias.

A objeto de asegurar el buen funcionamiento de las soluciones de aguas lluvias se aplican las siguientes reglamentaciones:

- En la etapa de aprobaciones y permisos de urbanización y construcción se hacen cumplir las normas, respecto a las restricciones y requerimientos que deben cumplir las futuras construcciones y proyectos de urbanizaciones.
- Se cumplen las responsabilidades que corresponden en el mantenimiento preventivo, limpieza y extracción de basuras y elementos extraños en todas las obras de aguas lluvias de su jurisdicción y en coordinación como se explica anteriormente con los organismos competentes y los organismos municipales.

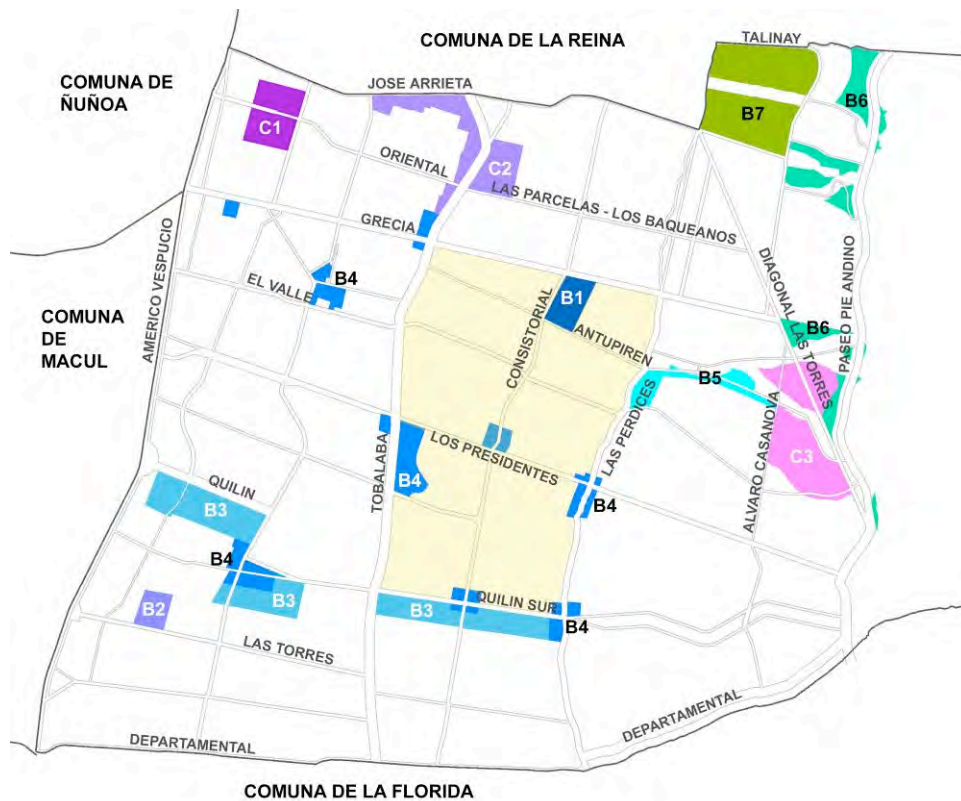
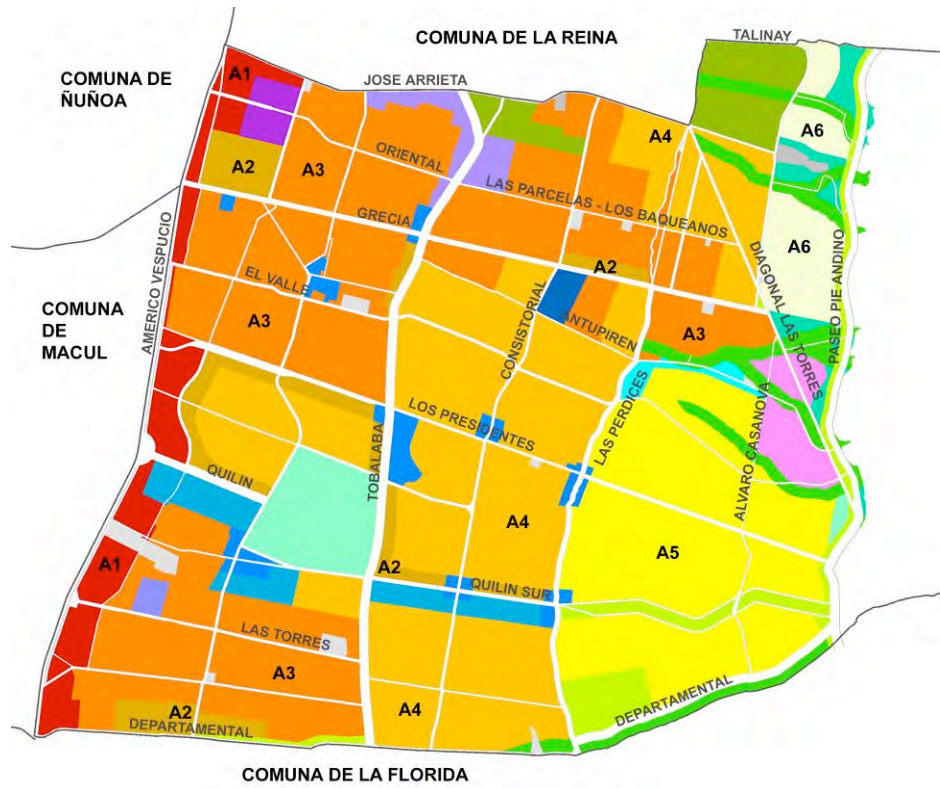
## VI. ANÁLISIS ZONIFICACIÓN PROPUESTA

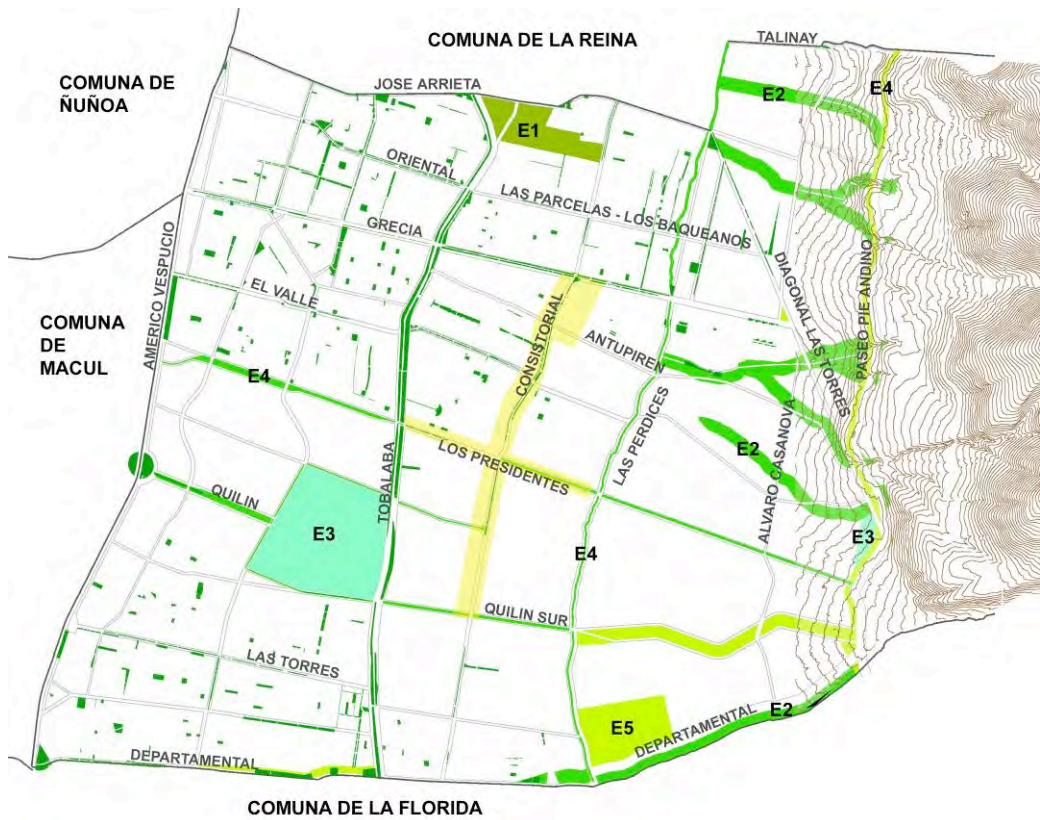
La propuesta de Proyecto del Plan Regulador Comunal de Peñalolén comprende 3.220,91 hectáreas de superficie urbana. La superficie total de la comuna, incluyendo las áreas rurales alcanza las 5.420 hectáreas.

La tabla que se presenta a continuación presenta las zonas propuestas en el Proyecto Plan Regulador Comunal, los usos principales asociados a dichas zonas, su densidad y la superficie por zona.

Tabla N ° 10: Zonas Propuestas Plan Regulador Comunal

<b>CÓDIGO ZONA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>SUPERFICIE (hectáreas)</b>
A1	Residencial Mixta 1	118,0
A2	Residencial Mixta 2	117,8
A3	Residencial Mixta 3	800,7
A4	Residencial Mixta 4	717,5
A5	Residencial Mixta 5	396,7
A6	Residencial Mixta 6	85,0
B1	Centro cívico	10,4
B2	Centro de salud - hospital	6,8
B3	Clubes deportivos	62,3
B4	Centro de equipamiento mixto	43,2
B5	Centro turístico Antupirén	11,5
B6	Pie de monte	32,0
B7	Recinto militar	54,6
C1	Talleres y microempresas	18,0
C2	Centro empresarial	30,1
C3	Complejos de oficinas y edificios corporativos	41,2
D1	Infraestructura de Transporte	12,4
D2	Infraestructura Sanitaria	7,4
D3	Infraestructura Energética	0,8
E1	Parque comunal	21,6
E2	Área verde asociada a Quebrada	97,0
E3	Área verde	83,5
E4	Área verde asociada a vialidad	41,1
E5	Área verde asociada a pozo extractivo	28,7





La Ordenanza Local propuesta plantea la necesidad de que los loteos o urbanizaciones dentro del límite urbano deberán consultar en la Municipalidad por la existencia de colectores existentes y, en ese caso, deberán conectarse a estos, para garantizar la adecuada evacuación de las aguas lluvias. El plano que deberán consultar corresponde el plano que se anexa al presente documento, denominado Plano de Aguas Lluvias, con el código PRCP-ALL-01, que grafica lo establecido en el Plan Maestro de Aguas Lluvias.

## VII. CONCLUSIONES

En el presente informe se han explicado las medidas de mitigación en relación a la evacuación de aguas lluvia en la comuna, de acuerdo a lo señalado en el Plan Maestro de Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias. Por otra parte, se han detallado las medidas que la I. Municipalidad de Peñalolén, con sus respectivas Direcciones, está llevando a cabo en relación a la materia, tales como las labores de limpieza de sumideros, canales de riego y de sus calles, así como los planes de información a la comunidad.

Respecto a la normativa propuesta en el Proyecto de Plan Regulador Comunal, se explican las medidas propuestas en la Ordenanza Local que buscan aportar en relación a la evacuación de las aguas lluvias.

En relación a obras nuevas de evacuación de aguas lluvias, que intervengan la red primaria existente (cauce, canal o colector), se señala que el responsable deberá presentar un proyecto a la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP para su aprobación. En el caso de las redes secundarias, se deberá presentar el proyecto al MINVU-SERVIU, o al organismo competente de acuerdo a lo que se señala en la legislación vigente. En el caso de las redes de aguas lluvias existentes, el proyecto que deberá presentar el responsable será a la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP y al MINVU, sin perjuicio de las atribuciones de la Dirección General de Aguas en materia de modificación de cauces. Para otro tipo de obras, tales como abovedamientos, sifones, defensas fluviales, etc., que intervengan cauces naturales, el proyecto también deberá presentarse a la DOH del MOP, de acuerdo a lo indicado en los artículos 41 y 171 del Código de Aguas. Cualquier proyecto de urbanización y/o evacuación de aguas lluvias deberá respetar lo indicado en la Ley N° 19.525 y sus modificaciones posteriores.

Para el caso de nuevos loteos u otras edificaciones cuya evacuación de aguas lluvias no posea colector existente o aún no se haya materializado el colector de aguas lluvias del Plan Maestro, se debe efectuar un estudio de aguas lluvias que demuestre que es factible técnica y económicamente la dotación de sistema de aguas lluvias, el que debe ser aprobado por la DOH del MOP.

La zonificación vigente en el territorio de Peñalolén comprende las áreas urbanas y rurales establecidas por el instrumento de planificación de escala intercomunal, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (P.R.M.S.). Por otra parte, se encuentra vigente el Plan Regulador Comunal realizado el año 1989, con una serie de modificaciones posteriores. Tanto la zonificación a escala intercomunal como la comunal comprende las áreas públicas (vialidad, áreas verdes y espacios públicos) como las privadas (usos residenciales mixtos, productivos, equipamiento, áreas verdes, entre otros).

La zonificación propuesta en la Actualización del instrumento de escala local, el Plan Regulador Comunal, no aumenta la superficie a regular y ocupar en comparación al PRC Vigente (1989); únicamente se propone un aumento de las densidades, conforme a los rangos permitidos por el PRMS, por tanto se puede confirmar que no se genera aumento en la escorrentía.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago, MOPTT CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería.
- Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos MINVU
- Datos entregados por Municipalidad de Peñalolén