

Informe de Diagnóstico de Vulnerabilidad

Comuna de Pudahuel,
Región Metropolitana

Informe de Diagnóstico de Vulnerabilidad

Comuna de Pudahuel,
Región Metropolitana

Unidad de Estudios
Diciembre, 2009

Contenido

Introducción.....	4
1.1. Descripción del marco físico de la comuna de Pudahuel	6
1.1.1. Geomorfología	6
1.1.2. Hidrología	10
1.1.3. Geología	15
1.1.4. Suelos.....	16
1.1.5. Vegetación.....	19
1.1.6. Clima	20
Capítulo II Aspectos de Detalle.....	23
2.1. Descripción de la Amenaza	23
2.2. Cuadro Resumen Multidimensional	27
2.3. Zonificación del Territorio Comunal	28
2.3.1. Sector Rural	28
2.3.2. Sector Urbano	36
Conclusiones.....	43
Bibliografía	44

Introducción

La necesidad de conocer y reconocer en un territorio determinado las condiciones de vulnerabilidad frente a fenómenos de origen natural o generados por la actividad humana, posibilitan orientar en forma adecuada las acciones de planificación y gestión del territorio en forma mas eficiente y eficaz. Producto de este propósito, es que el diagnóstico de vulnerabilidad que se llevó a cabo para la comuna de Pudahuel, Región Metropolitana, permitió visualizar bajo una plataforma de análisis de riesgos, como se podría posteriormente intervenir en él, mediante un uso adecuado de los instrumentos de gestión territorial, considerando el proceso de origen natural más relevante para la comuna; como es el fenómeno de las Inundaciones.

Se definen como zonas inundables o potencialmente inundables a aquellas áreas próximas a ríos, canales, esteros, quebradas naturales, o expuestas al afloramiento de la napa freática. En los lugares urbanos, corresponden a lugares de concentración de aguas, correspondiente a áreas de riesgo por inundación asociadas a la poca capacidad evacuación de aguas lluvias de algunos sectores.

Cabe señalar que el último evento donde se produjeron grandes impactos en la comuna e Pudahuel correspondió al sistema frontal registrado en junio del año 2002, el que provocó desborde de ríos, esteros y canales, afectando principalmente a sectores rurales, además de anegamientos de viviendas e infraestructura urbana, dejando un total de 9.683 personas damnificadas, 1.209 personas albergadas, 4.700 viviendas con daño menor, 350 con daño mayor y 150 destruidas. Por los datos entregados anteriormente, queda de manifiesto la necesidad de considerar la amenaza de inundación en la comuna, y los cambios que en esta se han producido a consecuencia de las obras de mitigación realizadas.

Capítulo I Descripción General del Área de Estudio

La comuna fue fundada el 25 de febrero de 1897 por Decreto Supremo del entonces Presidente Federico Errázuriz, con el nombre de “Las Barrancas”. Surgió a partir de peticiones formales de los vecinos de la Subdelegación 13 rural Pudahuel de la comuna de Maipú, y de los vecinos de la Subdelegación 14 rural Mapocho de la comuna de Renca.

Las Barrancas tenía dos poblados, El Resbalón y Las Barrancas. Esta última pasó a ser la cabecera de la comuna con Registro Civil, Iglesia y Escuela Pública. En 1952 se registran 9.328 habitantes, los que aumentan a 50.959 en el año 1970. Las migraciones del campo y de obreros de provincias le dan un marcado carácter popular. La explosión demográfica en 1980, suma ya más de 300 mil habitantes, lo que impulsa su división administrativa para darle una mejor gobernabilidad. Así, se desprende parte del sector nororiental, dando creación de las comunas de Cerro Navia y Lo Prado.

El nombre “Pudahuel” lo adquiere por Decreto Ley N° 1.208 del 13 de octubre de 1975, con el propósito de homologarlo con el nombre del Aeropuerto Internacional que acoge en su territorio.

Según lingüistas, Pudahuel es vocablo del Mapudungún cuya traducción significa “Lugar donde se juntan las aguas” o “Lugar de charcos”. Sin embargo, el Decreto Ley que le da el nombre lo traduce como “En la Laguna”. Esta traducción permite asociar la comuna a la gran cantidad de cuerpos de agua presentes y entender la importancia del recurso hídrico existente.

La comuna de Pudahuel está ubicada en el sector norponiente de la Región Metropolitana, limitando con nueve comunas, al norte con las comunas de Lampa, Colina y Quilicura; al Oriente con las comunas de Renca, Cerro Navia, Lo Prado y Estación Central; mientras que al sur con Maipú y al Poniente con Curacaví (ver Mapa 1).

1.1. Descripción del marco físico de la comuna de Pudahuel

1.1.1. Geomorfología

En general, el sistema morfoclimático de la región es un paisaje construido sobre la base de dos ambientes climáticos: un paleoclima seco, con características de desierto y otro, más reciente y húmedo. Al primero, pertenecen los glaciares, nombre con el que se denominan pendientes suaves de terreno (menores a 10%) en cuyas laderas planas ocurre una posterior deposición de las partículas finas de un cono de deyección, esto como representación de una evolución paisajista pobre en agua y sólo representada por escurrimientos esporádicos; al segundo, un clima más húmedo, al cual pertenecen los conos aluviales que sepultan a los anteriores. La clasificación de pendientes del terreno en el que está ubicada la Comuna, se visualiza en el Mapa 2. Esto permite identificar zonas de quebradas que facilitan el escurrimiento hacia planicies aguas abajo de la fuente hídrica.

Esta combinación de tipos morfoclimáticos y la presencia de las cineritas (depósitos de oleadas piroclásticas) con la posterior deposición de las partículas finas de un cono de deyección o una ladera (aterrazamiento fluvial de los depósitos de origen volcánico se observan en superficie). Esto otorga una personalidad característica a los rasgos geofísicos de la comuna de Pudahuel; en gran parte explican los procesos de inundación y los recursos hídricos de la región.

A continuación, se mencionan y caracterizan las unidades geomorfológicas de mayor relevancia presentes en el territorio de Pudahuel:

Llanura de Inundación: Comprende toda el área entre los esteros Lampa y Carén, a lo cual se agregan las zonas adyacentes a ambos cursos de aguas, hasta tocar el pie distal de conos y glaciares provenientes de los cerros adyacentes.

Entre los factores de inundación, se pueden mencionar que la llanura posee una pendiente cercana al 10% y acumulaciones de cineritas que han construido una topografía ondulada,

en la que se identifican sectores altos y bajos, con estimaciones relativas que varían desde 3 a 5 metros.

A lo anterior debe agregarse el factor granulométrico y la costra climática. Variaciones de la costra climática también influyen en el factor inundación, provocando diferencias en las velocidades de infiltración de las aguas lluvias.

Depósitos de Escombros de Falda: Este tipo de depósito está localizado al pie de cerros muy empinados y con fuertes alteraciones climáticas; considerando la geología local, se tiene la presencia de rocas volcánicas en los niveles bajos y medios del relieve y más arriba, por encima de los 1.100 m.s.n.m. la presencia de granodioritas del intrusivo batolítico.

Respecto a la ladera sotavento de la Cordillera de la Costa, por su posición al abrigo de las masas de aire húmedo del Pacífico no captan precipitación abundante; bajo el dominio de una estación seca prolongada, el factor evaporación anula el factor humedad como vehículo eficiente de transporte, esto unido a la presencia de la serie porfirítica de las rocas volcánicas, muy fisuradas y con alta velocidad de infiltración, restringen los escombros de falda como un elemento importante del paisaje.

Además, se presentan las formaciones denominadas “Glacis”, que son formas típicas de los desiertos y en esta zona de Pudahuel es la antesala a dicho paisaje. Estas formaciones presentan una amplia distribución en el paisaje local de esta zona, pero no corresponden a escombros de falda sino a movimientos laminares de aguas de zona árida.

Sobre los glacis, pero específicamente en la sección cuspidal de estos se han superpuesto “Conos” en forma de abanico y que corresponderían a un período más húmedo, posterior al seco que determinó la formación de los Glacis. Estos conos están bien conservados y en el balance erosión-sedimentación hay un alto dominio de las acumulaciones por sobre los procesos de erosión. Lo anterior da un indicio del grado de estabilidad y equilibrio de la región.

Núcleos montañosos: En la comuna de Pudahuel se presentan los siguientes núcleos montañosos: los cerros Lo Aguirre, Tosco y Carneros; los cerros Buitrera y Las Minas; los

cerros de la Cuesta Lo Prado y cerro San Francisco; y los cerros Bustamante y Alto de Noviciado.

Núcleo montañoso Cerros Lo Aguirre, Tosco y Carneros: Estos corresponden a Rinconada Lo Aguirre, Rinconada El Tosco y Rinconada Carneros

Núcleo montañoso Cerros Buitrera - Las Minas: Es un área más elevada y agresiva que el núcleo anterior y contiene una sola Rinconada. Este núcleo presenta una orientación E-W, principalmente con fachadas de solana (fachada de la ladera que recibe generalmente mayor radiación solar).

Con una superficie cercana a las 218 hectáreas, La Rinconada Buitreras - Las Minas aparece restringida en su desarrollo por la presencia de un relieve más agresivo, caracterizado por alturas mayores que las observadas hasta ahora.

Estas alturas que superan los 1.000 m.s.n.m. derraman hacia el interior de la rinconada numerosos cursos de agua, a lo menos tres, destacándose el sistema de drenaje superficial que arranca el Cerro Las Minas de 1.075 m.s.n.m. y que exhibe una densa red de tributarios.

Al igual que en las anteriores rinconadas, las aguas superficiales se pierden al entrar en contacto con el plano o llanura de inundación. Sin embargo, una densidad de drenaje mayor y una pendiente más relevante, del orden de 15%, comprendida entre las curvas de nivel 700 y 500, permiten que el curso inferior de estos derrames naturales, lleguen mucho más cerca que los anteriores, ya descritos, al nivel de base en la llanura de inundación.

Núcleo montañoso Cerros Cuesta Lo Prado - Cerro San Francisco: Este núcleo se dispone en un eje N-S y está en su totalidad a sotavento de los vientos procedentes del Oeste y en menor medida al efecto de solana.

El cerro San Francisco de 1.068 m.s.n.m. pivotea todo el sistema que, por encima del Túnel Lo Prado, separa las cuencas de Santiago al oriente de la cuenca del Estero de Puangue al poniente.

El ascenso hacia el N de estos cerros, conducen al Cerro San Francisco y luego al Morro Los Cruceros de 1.094 m.s.n.m., distante unos 8 kilómetros de la cuesta. Se trata de un pequeño altiplano, de la cual participan en mayor grado y extensión los Altos de Lipangue y Chicauma.

Desde las alturas mencionadas para el Cerro San Francisco y Morro Los Cruceros se desprenden dos sistemas de drenaje, los cuales caen hacia el Este, en dirección a la ruta 68 sobre la boca oriental del Túnel Lo Prado, y éstos construyen numerosas rinconadas, estrechas en forma de embudo, como la denominada Rinconada Cuesta Lo Prado y Rinconada Los Cruceros.

Núcleo montañoso Cerro Bustamante y Cerro Alto de Noviciado: Se trata del área montañosa más elevada inserta en el límite comunal y que se desplaza en eje N-S. En sus cumbres hay efectos notorios de nivación, lo cual implica deterioro de las rocas por crioclastismo (ruptura por frío que se acumula en las fisuras de la roca y genera dilataciones).

Su importancia está en el efecto de biombo climático que se manifiesta por la elevada sequedad que impone al ambiente que encierra la cuenca de los sistemas Mapocho - Lampa; primero, ejerce un control estructural obligando al río Mapocho a torcer de su orientación Este-Oeste a otra N-S; al Estero Lampa lo mantiene en una posición N-S; detiene las masas de aire húmedas provenientes del Oeste restringiendo el proceso de ventilación de la cuenca de Santiago, durante la estación más peligrosa para la contaminación ambiental de Santiago, el invierno.

El Cerro Bustamante de 1.882 m.s.n.m. y el Alto de Noviciado con 1.799 m. encadenan este núcleo montañoso, a partir del cual se derraman lomas en todas direcciones.

El aspecto general de la vertiente sotavento de este núcleo montañoso, es abrupto, con laderas rectilíneas, ligeramente convexas en la base; sin embargo, a pesar de que las pendientes de los 32 cerros superan ampliamente los 45°, la velocidad del sistema morfogenético es baja; todo lo cual condiciona una lenta llegada de materiales detríticos al llano de inundación.

Los glaciares se identifican como planos inclinados de gran extensión, débil pendiente, superficie plana y relleno detrítico constituido por materiales finos, dispuestos en capas paralelas.

En la zona hay ejemplos de un gran glaciar en el curso inferior de la Quebrada Bandurrias y otros más pequeños en la parte baja del Cerro Lo Aguirre y de la Quebrada La Nipa; el borde exterior del Cerro Buitreras está circunvalado por un glaciar de pendiente mayor que los anteriormente nombrados, debido a que no responde a un glaciar de acumulación sino a un plano inclinado sobre roca.

Los conos corresponden a planos inclinados de superficie convexa, de corto trayecto longitudinal, cubierta de materiales gruesos llamados coluvios y recorridos por uno o más cursos de aguas, llamados canales torrenciales. El mecanismo de deposición de los conos responde a un clima semiárido, con mayor humedad que aquellos de los glaciares. Finalmente, los taludes de corniza, se sitúan a mayor altura que los anteriores y corresponden a deposición de escombros que caen por mecanismos gravitacionales hacia el pie de las cornizas.

Debido a que el sistema morfoclimático local es de características secas, no hay gran movilidad de estos escombros y no existe riesgo al respecto de deslizamiento local debido a la presencia de vegetación que retiene mecánicamente cualquier movilidad de estos materiales

1.1.2. Hidrología

Dentro de los cauces naturales presentes en la Comuna, que se muestran en el Mapa 1, se mencionan:

Río Mapocho: Se emplaza en la Región Metropolitana de Santiago, atravesando parte de las Provincias de Santiago y Talagante. En la primera involucra a su paso las comunas de Lo Barnechea, Vitacura, Las Condes, Providencia, Santiago, Quinta Normal, Renca, Cerro Navia, Pudahuel y Maipú. Y en la segunda las comunas de Peñaflor, El Monte y Talagante.

El río Mapocho, con una extensa red de drenaje de 4.230 km², desarrolla el sector norte de la cuenca del Río Maipo, siendo uno de sus principales afluentes.

Con un régimen pluvio – nival de escurrimiento, se origina en la Cordillera de Los Andes, en el sector de la Hermita, y nace de la confluencia de los ríos San Francisco, que viene del norte, y Molina, que proviene del oriente.

Las nacientes de estos ríos están en la ladera occidental del cordón de cerros de disposición norte – sur, cuyas alturas más importantes son los cerros Del Plomo (4.072 m), Altar (5.222 m), Plomo (5.430 m), Cepo (4.135 m) y Manantial (4.180 m).

Antes de entrar a la cuenca de Santiago, recibe la afluencia de dos esteros de significación que se conectan por la ribera derecha: Estero Arrayán y Estero Las Gualtatas.

A la entrada de la cuenca, en el sector de la comuna de Las Condes, escurre adosado a las laderas de las estribaciones precordilleranas de Los Andes, orientando su curso hacia el SW. A unos pocos metros del puente de Avenida el Cerro, comuna de Providencia, el canal San Carlos descarga parte de su caudal al río Mapocho, para ser captados aguas abajo por los canales La Pólvara y La Punta. Los recursos pasantes cruzan, mediante un sifón, para alimentar el canal Del Carmen. Los canales mencionados pertenecen a la primera sección del Río Maipo.

Esteros Lampa y Carén: Se encuentra ubicado en la Región Metropolitana de Santiago, cubriendo parcialmente el territorio de la Provincia de Chacabuco y una pequeña porción de la provincia de Santiago, concretamente en la comuna de Pudahuel.

La cuenca parcial estero Lampa es de régimen pluvial. Esta conformada por este último como cauce principal, y sus tributarios el estero Colina y su afluente el estero Las Cruces, y los esteros Til Til, Chacabuco y sus afluentes el estero Quilapilún y Peldehue.

El estero Lampa se forma en la angostura de Chicauma, con una hoya hidrográfica de 1300 km². Surge de la confluencia de los esteros Polpaico, que en su curso superior se denomina Til Til, y Chacabuco. A partir de este punto el estero Lampa escurre en dirección

sur, primero por un valle estrecho hasta el pueblo homónimo para después entrar a una gran llanura de inundación donde su lecho tiende a desaparecer. Por último, llegando a su desembocadura en las cercanías del cerro Amapola, se le une el estero Carén, para finalmente confluir al río Mapocho por su ribera derecha.

El estero Colina tiene un régimen mixto pluvio--nival. Aproximadamente 10 kilómetros aguas arriba del pueblo de Colina, es desviado totalmente para riego, de modo que aguas abajo de estas obras el lecho está normalmente seco.

El estero Til Til se forma de la unión de los esteros Caleu y Rungue. Sobre el curso de este último esta emplazado el embalse Rungue de dos millones de m³ de capacidad máxima, construido con fines de regadío. Una vez formado, el estero escurre con dirección al sur, confinado en un valle estrecho. A la altura de Polpaico, toma este nombre y cumple su desarrollo en la angostura de Chicauma al unirse al Chacabuco y formar el estero Lampa.

El estero Chacabuco tiene sus nacientes en los cerros del cordón el Cobre de Chacabuco. Escurre con rumbo SW, hasta entrar propiamente al valle de Chacabuco, donde toma este nombre. Aguas abajo descarga al embalse Huechún, después de recibir al estero Quilapilún. A la salida del embalse sigue un curso orientado al sur, y después de recibir al estero Peldehue, confluye con el estero Polpaico para formar el estero Lampa.

Al respecto, se debe considerar que de los 1300 km² que componen la cuenca del estero Lampa, 390 km² están regulados por los mencionados embalses: Rungue y Huechún. El estero Carén drena una superficie aproximada de 230 km², de la vertiente oriental de la cordillera de La Costa y del valle del sector norponiente de la comuna de Pudahuel. En su curso superior posee un cauce de características dendríticas y por tanto no bien definido; mientras en su curso inferior su lecho se encauza y finaliza con la formación de la Laguna Carén, para luego descargar en el estero Lampa, alrededor de 1,5 km. aguas arriba de la confluencia Lampa – Mapocho.

Cursos de régimen esporádico: Las quebradas del sector poniente están ubicadas en los contrafuertes de la cordillera de la costa y drenan individualmente áreas de poca

extensión. Las cuencas aportantes al norte de la Ruta 68 corresponden a cuencas asociadas a la laguna Carén y estero Lampa, siendo su origen netamente pluvial.

El desagüe natural de toda esta zona se produce a través de escurrimientos superficiales que corren de poniente a oriente, descargando en la Laguna Carén y a través de esta al estero Lampa. Finalmente las aguas se integran a las del río Mapocho. De acuerdo a los vestigios de erosión que se observan, es posible hablar de dos características bien definidas:

- La mayoría de las quebradas son quebradas activas que escurren en cursos muy estrechos.
- Estas quebradas, no producen sino acarreo de finos del recubrimiento.

Los arrastres sólidos observables en el valle evidencian corrientes de barro y detritos que deben haber ocurrido bajo caudales de período de retorno de 100 años. Los arrastres de sólidos son de importancia relativa en algunos lugares.

Canales de Riego y Drenaje: La red de canales de riego y drenaje, que atraviesa la comuna, se transforma en el principal sistema de recolección y evacuación de aguas lluvia desde los terrenos agrícolas durante la temporada invernal. El canal La Punta con sus derivados, el canal Casas de Pudahuel, el canal Ortuzano con sus derivados y el canal Lo Aguirre son los principales sistemas de evacuación de aguas lluvia hacia los cauces naturales.

El canal La Punta y sus derivados, riegan y drenan los terrenos agrícolas que forman parte de la cuenca Aeropuerto y de la cuenca de Noviciado. El canal derivado Noviciado es la obra de mayor impacto hidráulico en la comuna, protegiéndola de las inundaciones que afectan a la comuna vecina de aguas arriba.

El canal Casas de Pudahuel riega y drena los terrenos agrícolas de la cuenca del Aeropuerto ubicada al norte del río Mapocho antes de su cruce con la Ruta 68.

El canal Ortuzano y sus derivados riegan y drenan los terrenos agrícolas ubicados al sur de la Ruta 68 y que forman parte de la cuenca Lo Prado. Este sistema de riego es alimentado directamente desde el Zanjón de la Aguada.

El canal Lo Aguirre es alimentado desde el estero Lampa por una bomba. Actualmente se encuentra seco y con sus mecanismos fuera de servicio. Su trazado original ha sido interrumpido por el perfilado de caminos y por la erosión provocada por las quebradas que lo atraviesan.

Lagunas y embalses: La laguna Carén, con 90.000 m³ de capacidad, representa el mayor embalse artificial en la comuna, destinado a fines recreacionales. Recibe los aportes de la cuenca de Noviciado y de la cuenca de Lo Aguirre.

Existen además otras dos lagunas menores, ubicadas en el fundo Las Lilas y en el fundo Lo Prado.

En la comuna de Pudahuel existen 70 pozos profundos, con una oferta de agua subterránea de 2,01 m³/seg. En la comuna, especialmente en el sector donde confluyen los esteros Lampa, Colina, Carén, Las Cruces, con el río Mapocho, se detecta la presencia de ceniza volcánica que empobrece en forma importante la calidad de las formaciones acuíferas. La ceniza volcánica, predominantemente impermeable, mantiene confinada las napas. Los acuíferos están constituidos por arenas, gravas y materiales finos. Además existen tres acuíferos superiores que en algunas zonas están claramente delimitados y en otras aparecen subdivididos con intercalaciones de arcilla.

Acuíferos en la Comuna de Pudahuel: Estudios realizados por una consultora en el año 1997 describen la presencia de ceniza volcánica que empobrece en forma importante la calidad de las formaciones acuíferas. Se plantea que las napas de mayor importancia, contenidas en gravas arenas, aparecen indistintamente confinadas y libres a diferentes profundidades y con espesores que pueden variar de 5 a 30 m.

En la zona de Pudahuel como también en el sector donde confluyen los esteros Lampa, Colina, Carén, Las Cruces, con el río Mapocho, la ceniza volcánica, predominantemente impermeable, mantiene confinada las napas y como la topografía del terreno es plana, es

fácil encontrar niveles piezométricos surgentes de más de 3 metros o bien afloramientos de agua subterránea.

1.1.3. Geología

La zona de Pudahuel está constituida por un lado, por rocas fundamentales precuaternarias, las cuales constituyen el basamento de la cuenca correspondiente a la Región Metropolitana, y por depósitos de relleno cuaternario dispuestos sobre dicho basamento. Las unidades geológicas se presentan en el Mapa 3.

A continuación se describe la clasificación geológica de la comuna de Pudahuel:

PI3t : Pleistoceno

Depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso. En la depresión Central y valles de la Cordillera Principal, regiones de Valparaíso al Maule: Ignimbrita Pudahuel y Toba Loma Seca.

Q1: Pleistoceno-Holoceno

Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción luvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a la Novena: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.

Kia2: Cretácico Inferior alto-Cretácico Superior bajo

Secuencias sedimentarias y volcánicas: rocas epiclásticas, piroclásticas y lavas andesíticas y basálticas con intercalaciones lacustres, localmente marinas. En la Precordillera y Cordillera de la Costa, regiones de Atacama a Metropolitana: formaciones Cerrillos, Viñita (occidental) y Las Chilcas.

Kiag: Cretácico Inferior alto-Cretácico Superior bajo (123-85 Ma)

Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones de Antofagasta a Coquimbo, al este del Sistema de Fallas Atacama-El Romeral y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au

(Candelaria) y Cu-Au (Andacollo); en la Cordillera de la Costa, regiones de Valparaíso a Los Lagos.

Ki2c: Cretácico Inferior-Cretácico Superior

Secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, ocoítas, conglomerados, areniscas, limolitas calcáreas lacustres con flora fósil; localmente calizas fosilíferas marinas en la base. En Cordillera de la Costa, regiones de Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana: formaciones Quebrada Marquesa y Veta Negra.

Ki2m: Cretácico Inferior (Neocomiano)

Secuencias volcánicas y sedimentarias marinas: lavas andesíticas y basálticas, tobas y brechas volcánicas y sedimentarias, areniscas y calizas fosilíferas. En la Precordillera, región de Atacama: Estratos Cerro El Águila; en la Cordillera Principal, región de Coquimbo: Formación Los Pelambres; en la Cordillera de la Costa, regiones de Valparaíso y Metropolitana: Formación Lo Prado.

1.1.4. Suelos

La caracterización de los suelos del área de interés de acuerdo a la capacidad, tiene importancia por cuanto permite conocer la composición y calidad del estrato superficial que cubre la comuna. Particularmente interesante se hace esta caracterización, cuando es orientada con fines productivos, tal es el caso de la definición de la capacidad de uso del suelo para la producción agrícola.

En efecto, la clasificación de la capacidad de uso de los suelos, es una agrupación hecha con fines agrícolas. En esta clasificación, los suelos arables son agrupados de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones para la producción de cultivos comunes en la zona y, por otro lado, los suelos no arables son agrupados de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones para mantener una vegetación permanente y capaz de disminuir los riesgos de erosión.

La descripción de las clases de suelo, son las siguientes:

Clase I: Los suelos Clase I tienen pocas limitaciones que restrinjan su uso. Son suelos casi planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, poseen capacidad de retención de humedad y la fertilidad natural es buena o responden en muy buena forma a las aplicaciones de fertilizantes. Los rendimientos que se obtienen, utilizando prácticas convenientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. Los suelos se adaptan para cultivos intensivos. En su uso se necesitan prácticas de manejo simples para mantener su productividad y conservar su fertilidad natural.

Clase II: Los suelos Clase II presentan algunas limitaciones que reducen la elección de los cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación. Corresponden a suelos planos con ligeras pendientes. Son suelos profundos o moderadamente profundos, de buena permeabilidad y drenaje, presentan texturas favorables, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la Clase I.

Las limitaciones más corrientes son pendiente suave, moderada susceptibilidad a la erosión por agua o viento o efecto adverso moderado de erosión pasada, profundidad menor que la ideal, estructura y facilidad de laboreo desfavorable, ligera a moderada salinidad fácilmente corregible pero con posibilidad de recurrencia, humedad corregible por drenaje, pero existe siempre como una limitación moderada y algunas limitaciones climáticas ligeras.

Clase III: Los suelos de la Clase III presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenos para ciertos cultivos. Tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o de ambas.

Las limitaciones más corrientes para esta Clase pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes condiciones, relieve moderadamente inclinado a suavemente ondulado, alta susceptibilidad a la erosión por agua, vientos o severos efectos adversos de erosiones pasadas, suelo delgado sobre un lecho rocoso que limita la zona de arraigamiento y almacenamiento de agua, permeabilidad muy lenta en el subsuelo, baja capacidad de retención de agua, baja fertilidad no fácil de corregir, humedad excesiva o algún anegamiento continuo después del drenaje, limitaciones climáticas moderadas e inundaciones frecuentes acompañadas de algún daño a los cultivos.

Hay dos grandes tipos de suelos volcánicos:

- Suelos de la formación Porfírica constituida por rocas antiguas, plegadas en estratos gruesos y que, por alteración proporcionan ingentes cantidades de arcilla hacia las partes bajas;
- Suelos de pumicita acarreados por los ríos Maipo y Mapocho durante el Cuaternario sobre la cuenca de Santiago y que rellenaron el sector poniente de la capital.

Los suelos volcánicos de cineritas en el llano de base son aptos para construcción sólida, por sus buenas condiciones físico-mecánicas; eso sí habrá que cuidar de no ocupar las áreas deprimidas de estos suelos ya que son favorables a la retención, por largo tiempo, de las aguas lluvias.

En cuanto a suelos coluviales, se ubican en el pie de cerros sobre la ruptura de pendiente que estos tienen con el llano de base. Los coluvios son material de fragmentación de rocas, transportados por gravedad y con ayuda de escurrimientos de aguas lluvias.

En general, los coluvios aseguran una buena esponja hídrica para dar soporte a una densa vegetación; sin embargo, este hecho no debe estimular una ocupación intensiva en términos de uso del suelo, ya que, despojados de esta malla protectora vegetacional, los coluvios adquieren movilidad y no constituyen suelos de fundación seguros. Cabe indicar, que los conos coluviales son parte importante de las Rinconadas.

Respecto a las características físico – mecánicas, los suelos coluviales pueden ser objeto de ocupación estacional como zonas de agrado o esparcimiento, no despojando sino en áreas restringidas la vegetación existente. Estos conos son, a pesar de su juventud, bastante resistentes a ocupación humana, pero bajo condiciones de protección de la cubierta vegetacional original.

Los suelos de glacis son más finos que los coluviales, enriquecidos por aportes finos desde la montaña; presentan horizontes delgados y en estratificación paralela; son buenos suelos de fundación y exentos de peligro si están a distancia de rupturas de pendiente en el pie de los cerros cercanos.

Respecto a las características físico – mecánicas, los suelos de glacis son en su mayoría de buena estructura físico mecánica, por lo que pudiesen ser objeto de ocupación humana bien densificada; una necesaria protección deberá darse a las canaletas de erosión por donde se evacúan las aguas lluvias provenientes de la montaña.

Los suelos de origen lacustre se ubican en vastos sectores del llano de base, en particular en las áreas norponiente hacia el curso medio del Estero Lampa. Corresponde exactamente a la zona situada al SEE de la junta del río Colina con el Estero Lampa, al oeste del aeropuerto de Pudahuel.

Los suelos de origen lacustre son débiles, de lenta infiltración y fácilmente erodables, razón por la que, no es aconsejable tengan ocupación con carga de superficie muy alta; un sistema de construcciones en palafito asegura resistencia ante eventos de inundación.

1.1.5. Vegetación

De acuerdo con la caracterización biogeográfica definida según el “Sistema de Clasificación de la Vegetación Natural Chilena (Gajardo, 1993)”, Pudahuel se inserta en la *Región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos* de la zona central. Corresponde a la sub región definida como *Matorral Espinoso del Secano Costero*.

Esta formación se caracteriza por presentarse sobre lomajes de pendientes suaves y en extensas superficies planas de secano, se desarrolla como un paisaje vegetal homogéneo, constituido por arbustos altos dispersos, en el que el espino (*Acacia caven*) es la especie dominante, acompañada en ciertos sectores por elementos esclerófilos. Es una formación de carácter secundario, resultado del deterioro sufrido por el ambiente tras la intervención humana. En los pequeños valles y en los lugares menos alterados se encuentran asociaciones típicas de los bosques esclerófilos.

La comunidad presente en pequeños parches corresponde a la formación *Espino (Acacia caven) – Maitén (Maytenus boaria)*. Esta comunidad se caracteriza por ser muy variable en su composición florística, pero que a través de su amplia distribución geográfica conserva una fisonomía que le es particular. Está constituida por un estrato de plantas leñosas altas más o menos esparcidas y un denso estrato herbáceo; en ciertos sectores es acompañada por un denso estrato de arbustos.

1.1.6. Clima

La comuna de Pudahuel, al igual que todas las comunas de la Región Metropolitana presenta un clima mediterráneo con una estación cálida y seca prolongada (verano), e inviernos moderados desde el punto de vista de las precipitaciones y las temperaturas.

Debido a la condición cordillerana de la región, es posible encontrar variaciones en la temperatura a medida que se asciende hacia la cordillera, con variaciones en la atmósfera propias de la altura, produciendo inestabilidad que alcanza hasta los segmentos precordilleranos en las épocas cálidas.

Las precipitaciones se concentran durante los meses de mayo a agosto, con un rango de 200 y 480 mm de agua al año. En las zonas de altura las precipitaciones son de tipo nival, acumulándose hasta su escurrimiento durante el periodo cálido (octubre - marzo).

Por otra parte, se ha detectado la presencia de un microclima local altamente influido por las características del relieve urbano comunal y la dinámica de interrupción de los vientos. Esto provoca un desplazamiento diurno de dirección sureste-oeste, la que se invierte en las noches haciendo descender por los cajones cordilleranos masas más frías que disminuyen las temperaturas nocturnas y matinales.

Los rasgos característicos del clima de la comuna de Pudahuel, la define como de clima templado cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada (7 a 8 meses de sequedad). Este clima comprende toda el área del país situada por debajo de los 1.500 metros de altitud entre los 31° y los 35° de latitud sur.

Esta zona posee un ambiente térmico moderado, siendo su temperatura media aproximadamente 14,5°C, con una media de verano de 20,4°C y una media invernal de 8,7°C. Los valores de las temperaturas se ven afectadas por un cierto grado de continentalidad por el efecto de biombo climático de la Cordillera de la Costa que se opone a la propagación de la influencia del mar, situación que se aprecia en las oscilaciones térmicas anuales y diarias: en Pudahuel por ejemplo, éstos alcanzan a 12,6°C y 15°C.

1.2. Descripción del marco humano de la comuna de Pudahuel

1.2.1. Localización asentamientos humanos

La comuna de Pudahuel posee una superficie de 197,4 km², la densidad comunal es de 698,8 hab/km², muy superior al nivel regional que alcanza a 341,4 hab/km².

De acuerdo a cifras entregadas por el INE en el Censo 2002, la comuna de Pudahuel tiene una población total de 195.653 personas, la proyección de población al año 2008 era de 250.311, con un 0.28% de población rural, y un 99.72% de urbanidad. Desde el Censo de 1992 la población ha crecido en un 40.9%, lo que se debe a la construcción masiva de viviendas sociales, proceso que comprende especialmente los últimos 20 años.

En relación a la distribución espacial de la población sobre el territorio no se muestra homogénea, concentrándose en el sector urbano de la comuna correspondiente a la zona oriente. Sin embargo, existen otras localidades y entidades pobladas que corresponden principalmente a caseríos, parcelas y fundos.

En la que hoy se concibe como área susceptible de desarrollo urbano condicionado se estima una población de 5.000 habitantes, que correspondería al 2,55% del total comunal; no obstante, destaca el núcleo urbano de Lomas de Lo Aguirre, de data más bien reciente, separado espacialmente del resto de la ciudad, con unos 1.000 habitantes y con un desarrollo algo más dinámico; y el emergente y moderno proyecto Ciudad de Los Valles que se levanta a los pies del Cerro Lo Aguirre, costado sur de la Ruta 68.

Las principales actividades económicas de la Comuna comprenden:

- Agricultura tradicional para consumo interno.
- Agricultura tecnificada orientada al mercado nacional y exportación.
- Explotación de áridos (pumicita, reserva casi única en la región).
- Industrias de tamaño mediano en zonas, por lo general, exclusivas.

- Pequeños empresarios de distintos rubros como apoyo a la industria mayor y que se localizan en áreas habitacionales mixtas y comercio de carácter local.

Capítulo II Aspectos de Detalle

2.1. Descripción de la Amenaza

Durante el desarrollo del proyecto OTAS-RM, se llevó a cabo una amplia detección y recopilación de antecedentes, los cuales fueron sometidos a análisis por comparación (muchos estudios superpuestos) y validación en base a conocimiento tanto teórico como empírico. El desarrollo de este ítem tuvo como input de información el mapa de riesgo elaborado por el proyecto OTAS, lo cual permitió a los autores la corroboración de los sitios denominados como riesgosos. En la mayoría de los casos se cotejó en terreno, que lo enmarcado como zonas de riesgo de inundación (en distintos niveles), coincide con los antecedentes entregados por los habitantes. En muchos casos, se pudo discriminar el origen de la inundación, si se gatilla naturalmente o por acumulación de aguas lluvias en áreas urbanas.

Al respecto, debe tenerse en cuenta que, si bien algunos de los estudios analizados establecen una suerte de tipología de áreas de riesgo en base a distintos criterios, como es el período de recurrencia histórica registrado, en otros casos sólo se representa en la cartografía sectores donde se han reconocido y/o producido en el pasado reciente estos procesos, indicándose su área de origen y la expresión espacial de su desarrollo.

En estos casos, se ha asumido que "la historia vuelve a repetirse", por lo que se ha supuesto que aquellos sectores donde se han registrado algunos procesos, éstos podrían volver a manifestarse.

Pero ello no significa necesariamente que no se puedan desarrollar en el corto o mediano plazo en otros sectores donde hasta la fecha han estado ausentes. La falta de antecedentes y estudios al respecto de las condiciones naturales, o su incremento por intervención antrópica presenta una limitante para la planificación preventiva.

Por lo tanto, para el caso de las inundaciones, las áreas que históricamente han sido afectadas son evidentemente las más expuestas a sufrir nuevamente este proceso, de no

mediar cambios de magnitud mayor en la configuración topográfica del paisaje o la presencia de nuevas obras de mitigación.

Respecto del contexto hidrodinámico, se consideró varios factores, los cuales fueron englobados bajo rangos de altura de nacientes. Estos factores dicen relación con el tamaño de las cuencas y la pendiente del curso principal, y con la diferenciación de las fuentes de alimentación.

En conclusión, se justifica el que no hayan sido consideradas variables cuantitativas tales como datos de temperaturas, precipitaciones y escorrentía, en el modelo metodológico desarrollado. Ello en primer lugar porque se trata de información de muy baja densidad a nivel del área de estudio y porque su extrapolación areal mediante modelos sólo tendería a homogeneizar lo que es claramente diferente, enmascarando realidades locales y, en segundo lugar, porque se trata de los factores detonantes o desencadenantes de procesos naturales que en ocasiones alcanzan magnitudes de amenaza, y cuya concurrencia es aleatoria.

Considerando estos antecedentes, y recurriendo además a numerosas fuentes de información, revisión de estudios, etc., así como a entrevistas con funcionarios de municipalidades y ministerios, informes de prensa y un importante trabajo en terreno en el sector norte de la región con motivo de las inundaciones del invierno de 1997, las que tuvieron consecuencias catastróficas, se generó la Carta de Riesgos por Inundaciones.

En los resultados de dicho trabajo, localizado en el fondo de la Depresión y parte del sistema de la Cordillera de la Costa, se observa que un gran sector de la comuna está expuesto a este tipo de situaciones con diferente grado de riesgo, el cual es una expresión de la mayor o menor probabilidad de ocurrencia de este proceso durante eventos lluviosos importantes.

Ahora bien, si nos enfocamos directamente a los factores que conllevan a aumentar las zonas con riesgo de inundación, uno de los principales factores tiene relación con el constante crecimiento urbano, que conlleva la transformación del uso de suelo de los terrenos, variando sus propiedades de permeabilidad. De esta manera, se puede encontrar sectores que presentan desde 0% a un 100% de permeabilidad, tal como se definió en el estudio del plan Maestro de Alcantarillado comunal.

La topografía y las condiciones de impermeabilidad de los terrenos urbanizados favorecen la generación de zonas de inundación por acumulación de aguas lluvias que ingresan al sector urbano y no tienen posibilidad de infiltrarse.

En general el área restringida o excluida al desarrollo urbano de la comuna presenta problemas de insuficiencia de drenaje dada la baja pendiente del terreno en una gran extensión de la comuna. A los anegamientos contribuye la intercepción de los desagües naturales hacia el estero Lampa, los que en la localidad de Noviciado se encuentran interrumpidos por el desarrollo de calles y vías que no cuentan con un sistema de drenaje de aguas lluvias. El resultado en estos sectores es el anegamiento de la casi totalidad de las vías.

En cuanto a áreas de riesgo de inundación asociados al desborde de canales se presenta en aquellos sectores aledaños a canales que cruzan la comuna de Pudahuel, vale decir; canal Las Casas de Pudahuel, canal Ortuzano, canal El Llano de Peralillo, canal La Punta y sus dos derivados, canal Las Lilas y Manuel Rodríguez. No obstante este riesgo es nominal, dado que estos canales actúan normalmente en el sentido contrario, facilitando el escurrimiento y vaciamiento de las aguas pluviales a la red natural de evacuación de aguas lluvias durante episodios de fuertes precipitaciones. De manera que en la medida que ellos sean mantenidos en buen estado no deberían causar problemas de desborde. En general no se consignan problemas debido al desborde de la red de canales en su paso por la comuna.

En relación a las áreas de riesgos asociadas a las inundaciones por el desborde de esteros y ríos que cruzan la comuna, corresponden a una consecuencia derivada de otros procesos de recurrencia interanual, como son las crecidas, sumado a condiciones de insuficiencia de los sistemas de evacuación. Al respecto de las crecidas, la recurrencia que presenta una cuenca está asociada a la interacción de múltiples factores, a saber: las características del régimen pluviométrico y térmico, las características morfológicas que esta presente (alturas, forma, pendiente media, superficie, etc.), y el desarrollo del sistema de drenaje (densidad, frecuencia y jerarquía de la red hídrica), todos los cuales influyen en su torrencialidad, la velocidad de respuesta, el tiempo de concentración, y el volumen de los caudales.

Considerando lo anteriormente expuesto, los procesos de desbordes que llevan a inundaciones son el resultado del desequilibrio existente entre el volumen de aguas a

evacuar en un determinado momento, y la capacidad de evacuación de los cauces o sistemas de drenaje. Entre otros casos, cuando se trata de inundaciones en condiciones de caudales "normales", la causa suele encontrarse en la reducción de la sección de los colectores en forma artificial (angostamiento por urbanización, relleno por desechos, etc.), natural (sedimentación progresiva), o accidental (eventos que provocan obstrucción parcial o total) como son los deslizamientos de tierra, los derrumbes, la caída de árboles, el derrumbe de puentes, entre otros.

Finalmente, podemos señalar en forma general que dado que se trata de un proceso de expresión espacial local y de carácter dependiente de otros factores y eventos, la amenaza de inundación ante precipitaciones abundantes y desbordes es directamente proporcional a las insuficiencias de los colectores naturales o artificiales, a las facilidades para apozamiento o concentración de las aguas dadas por la configuración del terreno, y a la exposición, e inversamente proporcional a la preparación o medidas de defensa que manifiesten los usos antrópicos del espacio.

La mayor probabilidad de ocurrencia de una inundación esta dada entonces por la conjugación de factores que la favorezcan, los cuales tienen que ver por una parte con características del medio físico, en aspectos tales como topografía, permeabilidad, nivel de saturación, morfología y sección de los cauces, vegetación, etc., a lo cual habría que agregar el tipo de respuesta que manifiestan las cuencas dada su conformación (compacidad, pendiente, etc.).

Por la otra parte están los factores determinantes del desencadenamiento, los cuales con un carácter detonante pueden corresponder a situaciones atmosféricas en que se presenten y/o aúnen precipitaciones prolongadas e intensas.

Finalmente, la preparación o resistencia dice relación con la capacidad de este espacio antropizado para soportar los embates de estas manifestaciones hídricas, y ello depende del tipo de uso del suelo por una parte, y de los cálculos, diseños y materiales de las obras del hombre como son las de infraestructura, las industriales y las habitacionales. Por lo tanto, el mayor nivel de riesgo ante la manifestación de una Amenaza, como es el caso de estos procesos, corresponde a usos del espacio u obras con baja resistencia y en exposición directa con la trayectoria y área de influencia de ellos.

2.2. Cuadro Resumen Multidimensional

Amenaza		Distribución Espacial	Interrelación	Potencialidad	Recurrencia
Inundación	Inundación por desborde de cauces de agua naturales	El fenómeno de inundación se concentra en las cercanías de los cursos de agua presentes en gran parte de la comuna de Pudahuel. Dada las características hidrográficas de la comuna, existe una gran densidad de cursos de agua, manifestados como esteros, tranques, canales y río.	Las condiciones de pluviosidad en el invierno, y la topografía del terreno, favorecen el escurrimiento de los cauces naturales hacia sectores poblados. El problema se incrementa con el vertimiento de residuos domiciliarios a los cauces de agua, los que desbordan los canales.	Se encuentran condicionadas a la estacionalidad, dada por el periodo invernal, producto del aumento de pluviosidad. La potencialidad es de mayor envergadura espacial pero afecta a un número mas reducido de personas, dado que las inundaciones se concentran en área rurales donde la densidad poblacional es menor.	La recurrencia de este proceso está condicionada por el inicio de la estación invernal. Es recurrente en el sector de cuencas presentes en la Comuna.
	Inundación por indebida evacuación de aguas lluvias	Este fenómeno se concentra en algunos sectores urbanos de la comuna. Se identifican las intersecciones de ejes viales donde de manera permanente surgen problemas de inundaciones y anegamientos. Algunos de estos sectores son por ejemplo Laguna Sur y Avenida La Estrella.	La densidad de la red hidrográfica de Pudahuel, confluyen al Río Mapocho. La alteración de algunos de sus afluentes afecta directamente a los sectores poblados. Sumado a la ausencia de colectores de aguas lluvias (o a la ineficiencia de los existentes), y un mal drenaje producto del tipo de suelo, generan acumulaciones de aguas lluvias impidiendo la filtración.	Se encuentran condicionadas a la estacionalidad, dada por el periodo invernal, producto del aumento de pluviosidad. El impacto es de una espacialidad limitada a aquellos ejes viales que presentan problemas de infiltración de aguas lluvias (acumulándose) y dificultando la evacuación.	La recurrencia de este proceso está condicionada por el inicio de la estación invernal. Es recurrente en el sector de cuencas presentes en la Comuna, alcanzando zonas de menores pendientes y habitables.

2.3. Zonificación del Territorio Comunal

2.3.1. Sector Rural

Se definen como aquellas zonas inundables o potencialmente inundables por su proximidad a ríos, canales, esteros, quebradas naturales, o por afloramiento de la napa freática, identificándose las siguientes áreas: Recurrentemente Inundables, Amagadas por Inundación, Quebradas, Napas Freáticas, Lugares de Concentración de Aguas y Cauces Artificiales.

Dentro de las áreas recurrentemente Inundables y/o amagadas por inundaciones incluyen singularidades en el río Mapocho (fundamentalmente puentes) y sectores aledaños al estero Lampa.

a) Río Mapocho:

En los sectores amagados se encuentran:

– Puente Pudahuel a Puente Ruta 68: En este tramo el cauce presenta riberas altas que se abren paulatinamente hasta formar una planicie de inundación con pendiente suave. El problema se concentra en la intersección con la Ruta 68 donde se han observado problemas de socavación local al pie de las estructuras afectando también al terraplén de la vía.

- Puente Ruta 68 a Límite Comunal: En este tramo el río confluye con el estero Lampa afectando con inundación zonas de topografía baja dedicadas al uso agrícola.

b) Estero Lampa:

De acuerdo al estudio realizado por el Ingeniero, Sr. Julio Zegers, en el año 1983, el estero Lampa presentó problemas durante la crecida de 1982 en los siguientes puntos (el caudal para esta fecha se puede asimilar al correspondiente a un período de retorno de 10 años):

– Embarcadero ubicado aguas arriba del cruce del estero Lampa con la Ruta 68. En este sector el nivel de las aguas alcanzó la cota 456.41 m.s.n.m.

- Laguna Carén: La crecida dejó marcas en los espigones de la desembocadura, alcanzando la cota 457.17 m.s.n.m.
- Puente Noviciado: Las aguas dejaron marcas que se ubican a la cota 462.47 m.s.n.m.
- Canoa del canal Peralillo: Las marcas dejadas por la crecida en los machones de la canoa alcanzaron niveles a la cota 465.87 m.s.n.m.
- Puente El Membrillo: Marcas dejadas en las barandas alcanzaron una cota de 465.97 m.

Los sectores de quebradas en la comuna se ubican en el cordón de cerros del margen oriental de la cordillera de la costa, que encierra la cuenca de Santiago por el poniente.

En general el desagüe natural de todas las quebradas de la zona se produce a través de escurrimientos superficiales que corren de poniente a oriente, paralelos a la ruta 68, la que actúa como barrera dividiendo los aportes al sur y al norte de dicha ruta. En general las aguas al norte de la ruta 68 presentan más posibilidades de alcanzar sectores donde desaguar, y en este sentido la Laguna Carén cumple una función reguladora al almacenar una parte importante de los aportes que escurren naturalmente al estero del mismo nombre.

En el mapa de inundación de la comuna de Pudahuel (Mapa 4.b), es posible observar, que la zona de inundación corresponde a zonas bajas, asociadas a los cursos de agua que presenta la comuna como los esteros Las Cruces, Lampa, Río Mapocho, y canales de regadío tanto en la zona rural como urbana. Cabe señalar que los tres niveles de inundación (alto, medio y bajo) se encuentran en una zona de baja pendiente (0 – 15%) que va entre los 460 y 500 metros de altura, correspondiendo en la mayoría de los casos la zona con un nivel alto de inundación a la cota más baja y viceversa. Para la zona poniente donde surge la cordillera de la costa, la zona con nivel bajo de inundación alcanza hasta una altura de 550 metros.

Dentro de la visita a terreno en los puntos con un alto, medio y bajo nivel de inundación que estableció el proyecto OTAS (Dic. 2005), fue posible corroborar la amenaza a través de la evaluación del riesgo en función al análisis en terreno y a entrevistas realizadas a los

habitantes de esos sectores. Se visualizaron algunos puntos ubicados en zona rural. Estos se aprecian en el Mapa 5 y algunos de estos se detallan a continuación:

Punto A:

Camino Renca Lampa con Estero Las Cruces (Industria producción de compost):

Fotografía 2: Camino Renca Lampa



Fuente: ONEMI

El sector visitado en terreno, aparece en el Mapa 5, como zona de amenaza alta de inundación. Pudimos observar que el sector ha sido intervenido por la empresa de compostaje, que realiza relleno con material orgánico, por ende este sector no representa en la actualidad un riesgo alto de inundación dado que se han formado un desnivel de cota mínima cercana a los 3 metros sobre el cauce del río, y por relatos de los trabajadores nos indicaron que históricamente en este punto sólo el caudal ha alcanzado su nivel máximo sin presentar desborde. Además, se menciona el mal estado que presente el estero, el cual no cuenta con ninguna protección que evite el vertimiento de residuos al cauce.

Punto B:

Canal Noviciado, Camino Renca Lampa (Sector Peralito – Campo Alegre):

Fotografía 3: Canal Noviciado, sector Peralito.



Fuente: ONEMI

Este punto corresponde a un sector con riesgo medio y bajo de acuerdo a lo señalado en la cartografía (proyecto OTAS; 2005), asociado a la presencia de canales de regadío. Los que se encuentran en óptimas condiciones con una infraestructura reciente, por lo que el riesgo estará condicionado principalmente a la mantención relacionado a la limpieza de estos. De acuerdo a lo señalado por habitantes del sector, esta zona no representa riesgo para sus viviendas.

Punto C:

Puente El Membrillo – Camino Renca Lampa.

Fotografía 4: Puente El Membrillo



Fuente: ONEMI

En la parte Norte de este punto fue posible observar que presentaba características similares al punto A, con presencia de material de relleno en ambas riberas del estero Lampa. Situación diferente a lo observado al lado sur del puente (fotografía 4 costado derecho) que no presenta intervención y de acuerdo a lo señalado por un lugareño, este generó problemas de desborde el año 2002, información que es coincidente con la representada en la cartografía de áreas de inundación.

Punto D:

Camino Noviciado – Parcela E:

Este punto de acuerdo a la cartografía indica que corresponde a una zona de riesgo alto de inundación, esta información fue corroborada al entrevistar a la familia de la Parcela E, ubicada en el camino a Noviciado, pudiéndose constatar visualmente hasta donde había llegado el agua producto del desborde del estero en el año 2002, como dato anexo se indicó que uno de los factores que agravaban la situación de desborde, producto al aumento del caudal, correspondía al vertimiento de basura permanente al estero por parte de vecinos del sector.

Fotografía 5: Camino Noviciado, Parcela E.



Fuente: ONEMI

Punto E:

Camino Noviciado intersección Canal de Regadío:

En la cartografía si se sigue la trayectoria por el camino a Noviciado desde el punto D al punto E es posible observar que se pasa por una zona alta que corresponde a un área de riesgo bajo de inundación, avanzando posteriormente a una zona baja con riesgo alto de inundación que corresponde a este punto de terreno.

Fotografía 6: Camino Noviciado intersección canal de regadío.



Fuente: ONEMI

Punto F:

Camino Noviciado cercano a la intersección con la Ruta 68:

De acuerdo a información entregada por la propietaria del negocio ubicado en el camino a Noviciado, fue posible constatar que correspondía a una zona con un alto riesgo de inundación como lo muestra la cartografía, principalmente por el desborde del tranque Chicauma, en Til Til y canales de regadío del sector.

Fotografía 7: Camino Noviciado cercano a la intersección con la Ruta 68.



Fuente: ONEMI

2.3.2. Sector Urbano

De acuerdo al trabajo en terreno realizado por funcionarios de ONEMI, se visualizaron algunos puntos ubicados en las zonas urbanas de la Comuna en los cuales se contaba con información y cartografía que indicaban que éstos correspondían a puntos de riesgo de inundación, algunos de estos se detallan a continuación pudiendo constatar la información o tener nuevos antecedentes de la situación actualizada y se georreferencian en el Mapa N° 5.

Punto G

Calle Puerto Antofagasta con Estados Unidos:

Existen pozos de absorción, pero esta medida de mitigación aún es insuficiente frente a abundantes precipitaciones. En terreno se identifica claramente que corresponde a una zona baja con una pequeña pendiente. En la cartografía aparece como una zona de bajo riesgo de inundación.

Fotografía 8: Calle Puerto Antofagasta con Estados Unidos.



Fuente: ONEMI

Punto H

Avenida Laguna Sur con Mar de Drake:

Correspondía a unos de los puntos más conflictivos del sector urbano, esta situación fue superada con la construcción de colector de aguas lluvias.

En la fotografía del costado derecho que aparece a continuación, es posible observar trabajos de mejoramiento al sistema de drenaje de aguas lluvias que hasta la fecha se realizan en el sector.

Fotografía 9: Avenida Laguna Sur.



Fuente: ONEMI

Punto I

Canal Ortuzano Con Américo Vespucio:

En el mapa aparece como zona con nivel medio de inundación. En terreno fue posible observar que el canal no presenta la reja de protección dado que fue robada, esta situación, de acuerdo a lo señalado por el Director de Emergencia Comunal de Pudahuel, conlleva a que personas utilicen dicho canal como depositario de basura, ocasionando que los residuos obstruyan el cauce, principalmente el punto de intersección con la Avenida

Américo Vespucio, formándose un dique, por lo cual se desborda el canal afectando principalmente a la comuna de Maipú, localizada al lado sur del canal.

Fotografía 10: Canal Ortuzano



Fuente: ONEMI

En el sector de Laguna Sur, en Avenida Los Mares con Américo Vespucio, se construyeron colectores de aguas lluvias. Este sector se ve afectado permanentemente por desborde del canal Ortuzano, afectando el límite comunal entre Maipú y Pudahuel, anegando las calles cercanas y damnificando a los trabajadores del cementerio. Este canal es bordeado por Callejón de Los Perros y Avenida Los Mares, ha sufrido numerosos colapsos debido a la gran cantidad de residuos domiciliarios arrojados ilegalmente al canal de regadío. Las siguientes fotos ilustran el desborde en mayo del presente año.

Fotografía 11: Desborde del Canal Ortuzano, mayo 2009.



Fuente: Diario Tropezón.

Punto J

Villa Alto Jahuel, Calles Travesía con Américo Vespucio:

Este sector sufrió inundaciones el año 2002, de acuerdo a la cartografía esta zona representaba un nivel medio de inundación. A partir de esta emergencia se construyeron colectores de agua lluvias por lo que esta situación se encuentra superada.

Fotografía 12: Villa Alto Jahuel.



Fuente: ONEMI

Las constantes inundaciones de Villa Jahuel, se han remediado con la construcción de colectores. A modo de antecedente de la problemática se debe mencionar que en enero del 2001, los habitantes de Villa Alto Jahuel, presentaron un Recurso de Protección a la Corte de Apelaciones de Santiago, luego del anegamiento de sus viviendas producto del temporal de junio del 2000. El objetivo de la acción legal era solicitar la habilitación de vías de evacuación de aguas lluvias, dada la inexistencia de un sistema de evacuación de las aguas que confluyen, tanto desde la Avenida Laguna Sur y desde al arteria Travesía, hasta la Avenida Américo Vespucio.

Punto K

Calle San Pablo con calle Serrano:

En la cartografía se indica como sector con riesgo alto de inundación. En la actualidad el colector es insuficiente para la evacuación de las aguas lluvias, por lo tanto este corresponde a un punto conflictivo aún no resuelto.

Fotografía: Calle San Pablo con Serrano



Fuente: ONEMI

Punto L

Sector la Hondonada (Comuna de Cerro Navia, sector limítrofe con la comuna de Pudahuel):

Este punto se encuentra en la comuna de Cerro Navia, sin embargo, al activarse la quebrada se ve afectado el área limítrofe correspondiente a la comuna de Pudahuel, entre las calles José Joaquín Pérez con Los Conquistadores. De acuerdo al estudio desarrollado por el OTAS se identifica este sector como área de alto riesgo de inundación.

En la actualidad el Ministerio de Obras Públicas se encuentra realizando obras de evacuación y drenaje de aguas lluvias, que permiten definir redes primarias y secundarias, así como las medidas para el control aluvional. Con esto se da cuenta de un factor ambiental relevante en el desarrollo urbano, referido a la protección del territorio y de la población ante la vulnerabilidad urbana por riesgos de origen natural. Por ejemplo: la Construcción del Parque La Hondonada que corresponde a este punto de terreno, además, de la Construcción del Parque La Aguada en la Región Metropolitana y el Colector Barrios Bajos de Valdivia, en la Región de Los Ríos.

Fotografía: Sector La Hondanada



Fuente: ONEMI

Punto M

Calle San Andrés con calle San Francisco:

Este punto se visualiza concretamente obras realizadas para disminuir y evitar los impactos por las precipitaciones, con la construcción de dos pozos de absorción. Esta zona no representa riesgo alto, concordando con clasificación realizada por el proyecto OTAS, en la cual le asignan un nivel bajo frente a la amenaza de inundación.

Fotografía: Calle San Andrés con San Francisco



Fuente: ONEMI

Conclusiones

El constante crecimiento del sector urbano conlleva la transformación sistemática de terrenos altamente permeables en terrenos cuya permeabilidad varía según el uso que se les asigne.

El relieve del área y la impermeabilidad de los terrenos urbanizados posibilitan la formación de zonas de inundación por escurrimiento o acumulación de las aguas que ingresan al sector urbano y no tienen la posibilidad de infiltrarse

Las quebradas en general drenan individualmente áreas de poca extensión. No obstante al ser cauces naturales respecto de los cuales no se ejerce ningún tipo de control, durante lluvias de importancia, muchas de ellas generan problemas de inundación aguas abajo, como en el caso del sector de Noviciado. Ello se debe a que no se cuenta con una red de evacuación de aguas lluvias, que canalice las aguas hasta los cauces mayores, como es el caso de los esteros Carén y Lampa.

Algunas de las intersecciones mencionadas como áreas de inundabilidad por deficiente infiltración de aguas lluvias, fueron visitadas por funcionarios de ONEMI y se observó una notable mejoría de la calidad de vida de los pobladores, gracias a obras viales realizadas, por lo tanto la cartografía del proyecto OTAS del año 2005, que señala niveles de riesgo de inundación ha variado considerablemente en la zona urbana.

Pese a estas soluciones, que permiten una evacuación eficiente de las aguas lluvias en sectores urbanizados, los sectores rurales de la comuna, aún se ven afectados permanentemente por inundaciones, ocasionadas por crecidas de los esteros y desborde de ríos aledaños, problema que se acrecenta debido a la falta de limpieza de los cauces, lo que de acuerdo a comunicación verbal con pobladores de Noviciado, se observa en acumulación de escombros en el Río Mapocho, cercano al cruce con la Ruta 68.

Bibliografía

- Departamento de Medio Ambiente de la Comuna de Pudahuel, SECPLAN (Secretaría de Planificación) de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, Santiago de Chile
- Carta Geológica Sernageomin
- Sitio web www.sinim.cl
- Informes técnicos y estadísticos de ONEMI.
- Informe Proyecto “Bases para El Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago” OTAS, Diciembre 2005.
- Riesgo Hidrometeorológico, Nivel 2, Módulo Medio, ONEMI.



ONEMI
www.onemi.cl