CERTIFICADO N°0140

Lo Barnechea, 30-09-2024

ETAPA ANTEPROYECTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA (EAE), ART. 43° LGUC,
ART. 2.1.10 y 2.1.11 OGUC

ACTUALIZACIÓN DE PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

LA SECRETARIO ABOGADO MUNICIPAL que suscribe, **CERTIFICA**, en cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 43º de la Ley General de Urbanismo y Construcciones; a los artículos 2.1.10 y 2.1.11 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones; y el Decreto Nº32 del Ministerio de Medio Ambiente, relativos al proceso de Consulta Pública del Anteproyecto y Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, que:

El siguiente documento corresponde al **Estudio de Riesgos** de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea y representa una copia fiel de lo expuesto entre las fechas 30 de noviembre de 2023 y 03 de febrero de 2024, en la Consulta y Audiencias Públicas del Anteproyecto y la Evaluación Ambiental Estratégica de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, a la cual se dio inicio mediante Decreto DAL Nº1535/2023 de fecha 21 de noviembre 2023.

Se extiende el presente certificado para ser presentado ante la Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo.

VIVIAN BARRA PEÑALOZA
SECRETARIO MUNICIPAL
MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA
Este documento incorpora Firma Electrónica Avanzada

ANTEPROYECTO

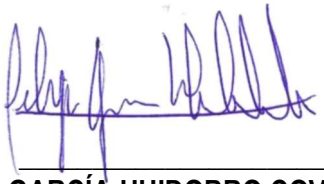
ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

“Proyecto Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”

Licitación Pública ID N° 2735-14-LR19

Versión: Octubre 2023





FELIPE GARCÍA-HUIDOBRO COVARRUBIAS
Profesional Responsable del Estudio de Riesgos Naturales

EQUIPO TÉCNICO ESPECIALISTA

Estudio de Riesgos Naturales

Cargo	Descripción del cargo	Nombre
Geólogo	Encargado del Estudio de Riesgos en IPT	Felipe García-Huidobro Covarrubias
Ingeniera Civil	Encargada de estudio hidrológico e hidráulico	Macarena Facuse Meléndez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN 9
1.1 Marco jurídico 9
1.2 Alcance y limitaciones 10
1.3 Objetivos 11
1.4 Ubicación del área de estudio 11
1.5 Metodología general del estudio 13
1.5.1 Recopilación y revisión de antecedentes 13
1.5.2 Elaboración de líneas de base 14
1.5.3 Catastro de peligros 14
1.5.4 Diagnóstico de peligros 14
1.5.5 Modelación de peligros 14
1.5.6 Elaboración de mapas de peligros 14
1.5.7 Definición de áreas de riesgo y recomendaciones 15
2 INUNDACIONES TERRESTRES 15
2.1 Catastro 15
2.2 Diagnóstico 22
2.3 Modelación 23
2.3.1 Quebrada Las Zorras 26
2.3.2 Quebrada Huallalolén 28
2.3.3 Estero Las Hualtatas 30
2.4 Susceptibilidad 36
3 REMOCIONES EN MASA 40
3.1 Catastro 40
3.2 Flujos de barro y/o detritos 47
3.2.1 Diagnóstico 47
3.2.2 Modelación 48
3.2.3 Susceptibilidad 58
3.3 Procesos de Ladera 61
3.3.1 Diagnóstico 61
3.3.2 Susceptibilidad 62
4 SISMICIDAD 65
4.1 Catastro 65
4.2 Diagnóstico 65
5 VOLCANISMO 66
5.1 Catastro 66
5.2 Diagnóstico 69
6 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 70
6.1 Zonificación de la susceptibilidad 70
6.2 Definición de las áreas de riesgo 71
6.3 Conclusiones y Recomendaciones Específicas 74
6.3.1 Inundaciones 75
6.3.2 Flujos de barro y/o detritos 76
6.3.3 Procesos de ladera 76
6.3.4 Sismicidad 76
6.3.5 Volcanismo 77
7 BIBLIOGRAFÍA 77
8 APÉNDICES 83
8.1 Definiciones de peligro y riesgo usadas en este estudio 83
8.2 Descripción de los peligros geológicos analizados 86

8.2.1 Procesos internos o endógenos de la Tierra 86
8.2.2 Procesos externos o exógenos de la Tierra..... 96
8.3 Línea de base de geología y geomorfología.....103
8.3.1 Metodología 103
8.3.2 Marco geodinámico.....104
8.3.3 Marco geomorfológico.....105
8.3.4 Marco geológico.....111
8.3.5 Línea Base de Hidrología.....116
8.3.6 Línea Base de Sismicidad.....163
8.4 Modelación numérica.....171
8.4.1 Modelos de inundación 171
8.4.2 Modelos de flujos de barro y/o detritos 193

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ubicación del área de estudio 12
Figura 1-2 Metodología general del estudio..... 13
Figura 2-1 Catastro de Inundaciones en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"..... 21
Figura 2-2 Sectores en que se construyeron modelos hidráulicos 25
Figura 2.3 Resultados modelo hidráulico de la Quebrada Las Zorras..... 27
Figura 2.4 Detalles de zonas de inundación: Sector Industrial/Paradero de Micros (izquierda) y alcantarilla confluencia cauces (derecha) 28
Figura 2.5 Perfil modelación Alcantarilla..... 28
Figura 2.6 Resultados modelo hidráulico de la Quebrada Huallalolén 29
Figura 2.7 Detalle zonas de inundación, descarga quebrada al estero Arrayán (izquierda) y zona de cruce de camino (derecha) 30
Figura 2-8 Resultados Modelo Hualtatas Norte, Sector Curva "S" 31
Figura 2-9 Altura de inundación según los modelos hidráulicos en el Estero Las Hualtatas..... 32
Figura 2-10 Velocidad de escurrimiento según los modelos hidráulicos en el Estero Las Hualtatas 33
Figura 2-11 Alturas de inundación en el sector de la Fundación CAZ..... 34
Figura 2-12 Alturas de inundación en el sector urbanizado – Modelo Hualtatas Sur 35
Figura 2-13 Alturas de inundación en el sector Parque Mampato..... 36
Figura 2-14 Mapa de susceptibilidad de inundación por desborde de cauces a escala representativa de 1:40.000 39
Figura 3-1 Catastro de remociones en masa levantado para el área de estudio..... 46
Figura 3-2 Quebradas Huallalolén y del Ñilhue 49
Figura 3-3 Ejemplo de resultado de máxima velocidad para el caso T = 100 años, Cv 40% de la quebrada Huallalolén 51
Figura 3-4 Ejemplo de resultado de máxima altura para el caso T = 100 años, Cv 40% de la quebrada Huallalolén 52
Figura 3-5 Ejemplo mapa de intensidad para la quebrada del Ñilhue en el caso T = 25 años y concentración volumétrica de sedimentos de 40% 54
Figura 3-6 Ejemplo de mapa de intensidad final para la quebrada del Ñilhue en el caso T = 25 años 55
Figura 3-7 Mapa de intensidad final para la quebrada Huallalolén..... 56
Figura 3-8 Mapa de intensidad final para la quebrada del Ñilhue..... 57
Figura 3-9 Mapa de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos a escala representativa de 1:40.000..... 60
Figura 3-10 Mapa de susceptibilidad de procesos de ladera a escala representativa de 1:40.000..... 64
Figura 5-1 Centros y depósitos volcánicos en contexto regional con el área de estudio..... 67
Figura 6-1 Esquema del daño provocado por eventos de inundación por desborde de cauces con diferente magnitud en zonas que presentan distinto grado de susceptibilidad..... 71

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1 Homologación de "áreas de riesgo" según el artículo 2.1.17 del OGUC. 10
Cuadro 1-2 Categorías en el análisis del nivel de amenaza y susceptibilidad comparable 15
Cuadro 2-1 Catastro de inundaciones en el área de estudio 17
Cuadro 2-2 Resultados Modelo HEC-RAS Quebrada Las Zorras 26
Cuadro 2-3 Resultados Modelo HEC-RAS Quebrada Huallalolén 29
Cuadro 3-1 Catastro de remociones en masa de procesos de ladera y eventos de flujos de barro y/o detritos 41
Cuadro 3-2 Resumen datos de entrada software RAMMS de las quebradas de Huallalolén y del Ñilhue 50
Cuadro 3-3 Categorías para intensidad de flujos de detritos 53
Cuadro 5-1 Volcanes activos de la Región Metropolitana 66
Cuadro 5-2 Historia Eruptiva Volcán Tupungatito 68
Cuadro 5-3 Historia Eruptiva Complejo Volcánico San José 68
Cuadro 5-4 Historia Eruptiva Volcán Maipo 68
Cuadro 6-1 Resumen de factores que condicionan y desencadenan cada peligro geológico y criterios de zonificación de la susceptibilidad 70
Cuadro 6-2 Criterios de definición de las áreas de riesgo en el área de estudio (escala 1:1.000) según el artículo 2.1.17 de la OGUC para cada peligro estudiado 73

1 INTRODUCCIÓN

Este documento corresponde al Estudio de Riesgos Naturales, que forma parte del Estudio de Riesgos y Protección Ambiental incluido dentro de los estudios especiales que dan fundamento a las proposiciones de la actualización de un Plan Regulador Comunal. Este estudio tiene por objetivo definir peligros reales o potenciales para el emplazamiento de asentamientos humanos (Artículo 1.1.2. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en adelante OGUC).

Los resultados de este trabajo corresponden a la identificación y zonificación de las áreas urbanas susceptibles a ser afectadas por un peligro natural, de acuerdo con las definiciones expuestas en el apéndice 8.1 "Definiciones de peligro y riesgo usadas en este estudio". La identificación y zonificación de las áreas susceptibles se presentan en mapas de riesgos y cuadros de resumen de acuerdo con la nomenclatura propuesta por OGUC[1], y sirven de base para definir las zonas de riesgo para la formulación de los respectivos instrumentos de planificación territorial (IPT).

1.1 MARCO JURÍDICO

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su apartado 2.1.17 "Disposiciones complementarias" indica que: "En los planes reguladores podrán definirse áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un riesgo potencial para los asentamientos humanos. Dichas áreas, se denominarán "zonas no edificables" o bien, "áreas de riesgo", según sea el caso, como se indica a continuación:

Por "zonas no edificables", se entenderán aquéllas que *por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En estas áreas sólo se aceptará la ubicación de actividades transitorias.*

Por "áreas de riesgo", se entenderán aquellos territorios en los cuales, *previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole, suficientes para subsanar o mitigar tales efectos.*

En el marco de este informe, las "áreas de riesgo" son definidas como las zonas susceptibles a ser afectadas por un peligro geológico, puesto que la zonificación fue realizada a partir de mapas de susceptibilidad y de factores condicionantes (ver las definiciones presentadas en el 8.1 "Definiciones de peligro y riesgo usadas en este estudio").

En el Cuadro 1-1 se presentan los peligros naturales definidos en el artículo 2.1.17 de la OGUC y la homologación con la nomenclatura internacional utilizada por este informe. A continuación, se presenta la definición de estos peligros geológicos y sus criterios de zonificación.

- Apartado 1 del artículo 2.1.17 de la OGUC: *Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.*

De acuerdo con las definiciones utilizadas en este informe, el Apartado 1 del artículo 2.1.17 de la OGUC corresponde a los peligros geológicos de inundaciones terrestres e inundaciones litorales. Dentro de inundaciones terrestres se incluyen las inundaciones por desborde de cauces e inundaciones por anegamientos. En relación con las inundaciones litorales, el territorio comunal no es susceptible de ser afectado por este peligro.

- Apartado 2 del artículo 2.1.17 de la OGUC: *Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas*.

El Apartado 2 del artículo 2.1.17 de la OGUC corresponde a los peligros geológicos de remociones en masa, analizados separadamente como: (1) flujos de barro y detritos, (2) procesos de ladera, entendidos como aquellos desplazamientos de masas de tierra o rocas que se encuentran en pendiente que ocurren debido a la inestabilidad de los materiales que forman la ladera (incluyendo caída de bloques, deslizamientos y retrocesos de laderas).

- Apartado 3 del artículo 2.1.17 de la OGUC: *Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas*.

Dentro de este apartado definido por la OGUC se analizan conceptualmente los procesos endógenos internos de la tierra, es decir, sismicidad y volcanismo.

Cuadro 1-1 Homologación de "áreas de riesgo" según el artículo 2.1.17 del OGUC.

"Áreas de riesgo" según artículo 2.1.17 de la OGUC	**Peligros Geológicos estudiados en este informe**		**Descripción conceptual**	**Análisis**
1. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos	Inundaciones terrestres	Por desborde de cauce	Apéndice a)	Capítulo 0
		Anegamiento		
2. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas	Remociones en masa	Flujos de barro y/o detritos.	Apéndice b)	Capítulo 3
		Procesos de ladera		
3. Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas	Sismicidad		Apéndice a)	Capítulo 4
	Volcanismo		Apéndice b)	Capítulo 5

Fuente: Elaboración propia en base a art. 2.1.17 de la OGUC (2021)

1.2 ALCANCE Y LIMITACIONES

En este estudio se precisa la definición de las áreas de riesgos definidas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (en adelante PRMS), especialmente en lo referido a inundación, según la metodología que se describe en la sección 1.3. De forma simplificada, esta metodología consiste en caracterizar el territorio y el clima de la comuna y construir un catastro de los peligros que han afectado a la comuna, para elaborar un diagnóstico de los peligros presentes a escala comunal. Con esta información se construye un diagnóstico de cada uno de los peligros reconocidos y se zonifican aquellos que sea posible.

Las principales limitaciones que tiene la metodología aplicada son:

1. No se pudo acceder a algunos sectores, principalmente por corresponder a terrenos privados y, en consecuencia, no fue posible reconocer en terreno la totalidad del territorio comunal.
2. Debido a la cantidad de estudios existentes, principalmente en los estudios fundados de riesgo elaborados por privados para desafectar áreas de riesgo, no fue posible incorporar al documento la totalidad de información.
3. No existe un registro sistemático de los peligros que han afectado a la comuna, pese a esto, se intentó construir un catastro lo más completo que la información permitía.

4. La información disponible no permite hacer un análisis riguroso de los períodos de retorno asociados a los diferentes procesos.
5. Se debe considerar que todos los modelos son una aproximación de la realidad, que incorporan supuestos y simplificaciones, y que, en caso de ocurrir el peligro estudiado, pueden ocurrir cosas diferentes a lo predicho.
6. Este estudio se elaboró a escala 1:1.000, lo que implica que no es posible analizar peligros resultantes de los procesos estudiados para sectores aproximados de 1 m o menores.

1.3 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es elaborar un Estudio de Riesgos de Origen Natural que forme parte del Estudio Fundado de Riesgos, relativo a los peligros de origen natural, que acompañe y entregue criterios para el desarrollo de la actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. De esta forma, se deben identificar y delimitar áreas de riesgos naturales (geológicos) a escala 1:10.000.

Asociado al objetivo propuesto, es necesario reconocer y delimitar las áreas de riesgos, de acuerdo con los peligros naturales identificados por el artículo 2.1.17 de la OGUC, que han de ser incorporadas y/o adecuadas en el desarrollo del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. Los peligros naturales identificados por el artículo 2.1.17 de la OGUC son:

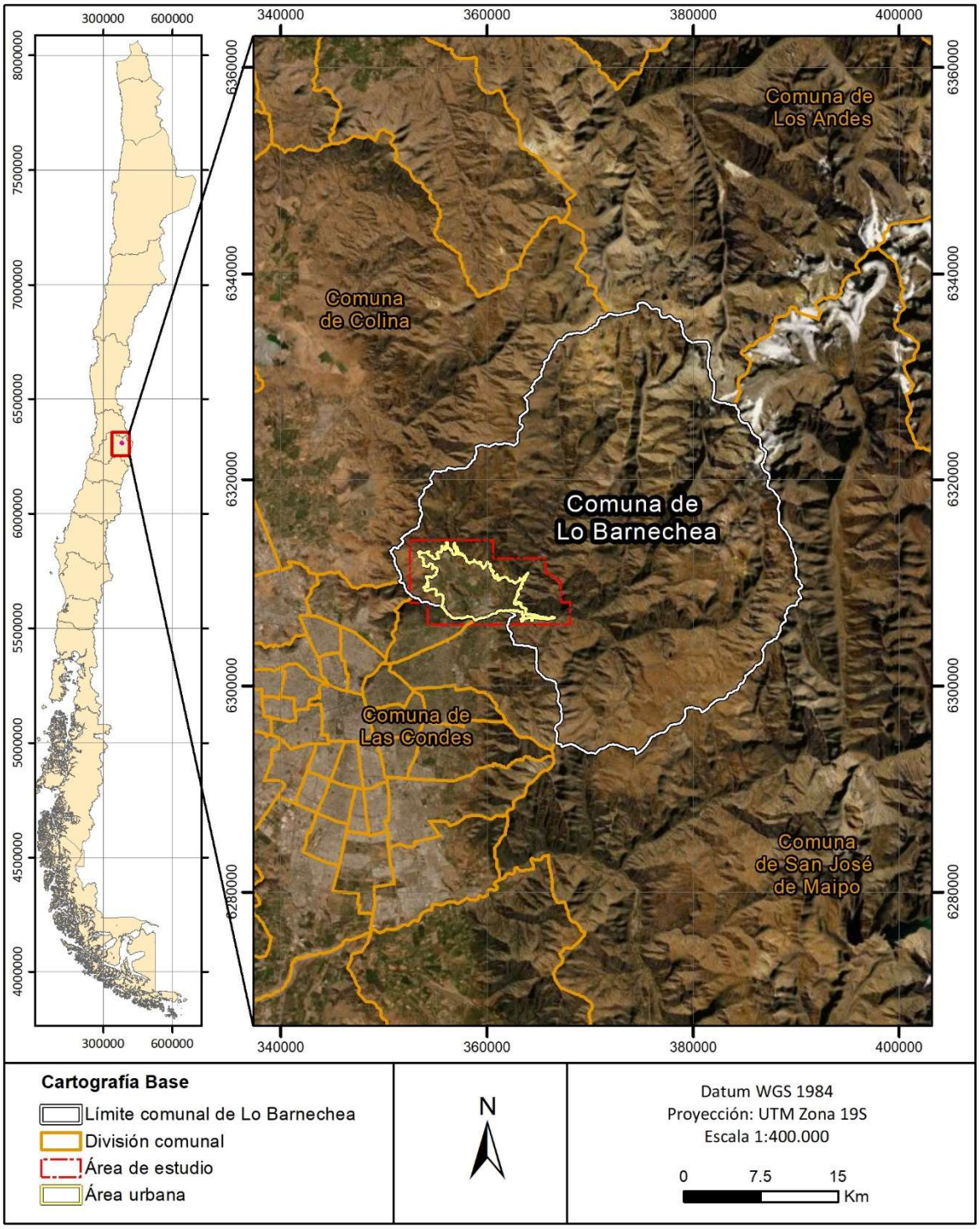
- Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
- Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas

1.4 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al área de restitución topográfica, que considera al “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea” de la comuna de Lo Barnechea, según la definición del PRC vigente y el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, además de otros sectores aledaños que se consideraron relevantes como parte de este estudio, ya sea por la Municipalidad de Lo Barnechea o por el Consultor.

La comuna de Lo Barnechea se encuentra en la Región Metropolitana, y limita al noroeste y oeste con la comuna de Colina, al sur con las comunas de Vitacura y Las Condes, al este con la comuna de San José de Maipo y al norte con la comuna de Los Andes, en la Región de Valparaíso (Figura 1-1).

Figura 1-1 Ubicación del área de estudio

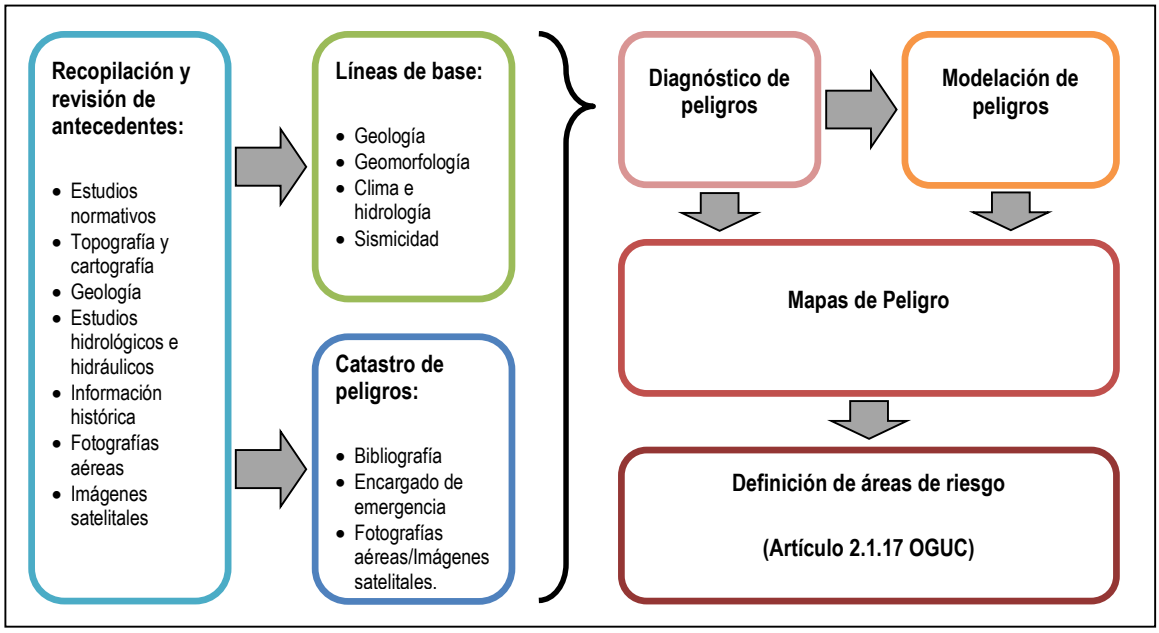


Fuente: Elaboración propia (2021)

1.5 METODOLOGÍA GENERAL DEL ESTUDIO

En función de los objetivos propuestos, la metodología de este estudio está orientada a identificar, caracterizar y delimitar las áreas que presenten peligro de origen natural que pudieran afectar a la población y/o infraestructura dentro del área de estudio. Además de aquellas áreas ocupadas por la población, se considerarán aquellas donde se puedan establecer nuevas poblaciones u obras de infraestructura, según corresponda, para definir las áreas de riesgo (Figura 1-2). A continuación, se describe de manera general la metodología de este estudio.

Figura 1-2 Metodología general del estudio



Fuente: Elaboración propia (2021)

1.5.1 Recopilación y revisión de antecedentes

Se recopilaron y revisaron los antecedentes entregados por la municipalidad, que fueron relevantes para la elaboración del estudio de riesgos de la comuna. Adicionalmente, se utilizó información disponible en instituciones públicas y privadas. La información recopilada corresponde a:

- Estudios de peligro con carácter normativo.
- Información topográfica y cartográfica, ya sea levantada para este estudio o en alguno anterior.
- Cartografía geológica de la comuna.
- Estudios hidrológicos e hidráulicos.
- Información histórica y estudios de carácter técnico relativos a peligros que han afectado a la comuna.
- Fotografías aéreas e imágenes satelitales.

Los antecedentes recopilados, son la base para el desarrollo de este trabajo, y se complementaron con información generada durante el estudio. Ellos se utilizaron para la elaboración de las líneas de base y para definir las metodologías más adecuadas al territorio comunal.

1.5.2 Elaboración de líneas de base

Se elaboraron líneas de base para caracterizar factores que se relacionan con la ocurrencia de los peligros que pueden afectar a la comuna, para identificar aquellos sectores que son más propensos a su ocurrencia y estimar, aunque sea de manera general, la recurrencia de estos peligros. De esta forma, la línea de base para el Estudio Fundado de Riesgos considera las siguientes componentes:

- Geología: En ella se identifica y caracteriza los materiales y estructuras presentes en el territorio estudiado.
- Geomorfología: Reconoce y describe las formas presentes en el área de estudio, y cuantifica sus parámetros morfométricos.
- Clima e hidrología: En ella se caracterizan las precipitaciones y las cuencas aportantes, junto con la red de drenaje. A partir de esto se cuantifican los caudales esperados para la comuna.
- Sismicidad: Identifica las distintas fuentes sísmicas que pueden afectar al territorio comunal.

1.5.3 Catastro de peligros

Se elaboraron cuadros con los eventos peligrosos que han afectado al área estudiada, que contendrán, en la medida que sea posible, tipo de peligro, fecha de ocurrencia, tipo y magnitud de evento gatillante, daños y fuentes de información utilizados. La información contenida en estos cuadros se utilizará para elaborar los diagnósticos de cada uno de los peligros estudiados y, en los casos que corresponda, para calibrar modelos que se utilicen. Las fuentes de información a utilizar serán:

- Fuentes bibliográficas.
- Reunión con el equipo encargado de emergencia comunal.
- Revisión de fotografías aéreas e imágenes satelitales.
- Visita a terreno.

1.5.4 Diagnóstico de peligros

La información recopilada y generada se sistematizó, para definir las áreas donde existen condiciones para que ese peligro las afecte. El resultado es un análisis de los factores condicionantes, que permiten identificar los sectores que presentan condiciones más favorables para la ocurrencia del peligro y desencadenantes, para así estimar la recurrencia de los eventos del peligro en cuestión, de cada uno de los peligros reconocidos a partir de la información disponible y las características físicas de los peligros estudiados. Además, a partir de este diagnóstico, se diferenciaron los peligros que se pueden zonificar a escala de la comuna de aquellos que no son zonificables.

1.5.5 Modelación de peligros

El diagnóstico permitió definir las áreas en donde se necesita contar con más información para definir las zonas con condiciones favorables para ser afectadas por los peligros. La modelación de peligros delimita las áreas afectadas por eventos de diferentes magnitudes y recurrencias, entendiendo que los eventos de mayor magnitud tienen una recurrencia menor. Los peligros modelados son remociones en masa e inundaciones.

1.5.6 Elaboración de mapas de peligros

A partir de los factores condicionantes reconocidos y, en los casos que correspondiera, de los modelos numéricos, se definieron criterios objetivos que permitieran asignar un nivel de susceptibilidad en el territorio.

En términos generales, se asignó un grado de susceptibilidad 'muy alta' a aquellas que muy probablemente serán afectadas en caso de ocurrir un evento del peligro analizado, una susceptibilidad 'alta' a aquellas afectadas por eventos extremos (en muchos casos son los más grandes de los que se tengan registros históricos) y susceptibilidad 'moderada' a las áreas afectadas por eventos excepcionales, de los que muchas veces no existen registros históricos, pero si otro tipo de evidencias, como evidencias geológicas o morfológicas. En el Cuadro 1-2 se comparan los grados de susceptibilidad anteriormente propuestos con las categorías establecidas por la SUBDERE. Estos criterios se representaron gráficamente mediante mapas de peligro que representan gráficamente los diferentes niveles de susceptibilidad.

Cuadro 1-2 Categorías en el análisis del nivel de amenaza y susceptibilidad comparable

Estratificación		Descripción	Probabilidad	Susceptibilidad comparable
Muy probable	5	Ocurre más de una vez por año	1,0	Muy alta
Bastante probable	4	Ocurre una vez entre 1 y 10 años	0,99 – 0,10	Muy alta
Probable	3	Ocurre una vez entre 10 y 50 años	0,10 – 0,02	Alta
Poco probable	2	Ocurre una vez entre 50 y 100 años	0,02 – 0,01	Alta o moderada
Improbable	1	Ocurre cada 100 y más años	<0,01	Moderada

Fuente: Modificado de "Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial" (SUBDERE, 2011)

1.5.7 Definición de áreas de riesgo y recomendaciones

Una vez que se tienen los mapas de susceptibilidad, se definen las "áreas de riesgo" de acuerdo a lo establecido en el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Para ello, se asignó esta categoría en función de los mapas de peligros generados anteriormente y de los criterios utilizados para asignar cada categoría. Adicionalmente, se establecieron recomendaciones de carácter general con respecto a los criterios de uso de suelo en el área estudiada, a partir del nivel de peligrosidad representada por los resultados de las modelaciones o, en su defecto, mediante los distintos niveles de susceptibilidad.

2 INUNDACIONES TERRESTRES

Este peligro se denomina inundaciones terrestres, en el sentido de que estas ocurren "tierra adentro": las aguas dulces anegan territorios al interior de los continentes. Dentro de las inundaciones terrestres estudiadas, se encuentran:

- **Inundaciones por desborde de cauces:** Este tipo de fenómeno ocurre cuando los cauces de ríos, esteros o quebradas desbordan su cauce natural.
- **Inundaciones por anegamiento:** Este tipo de inundaciones se producen en zonas deprimidas, de baja permeabilidad, con niveles freáticos someros y deficiente drenaje del terreno, frecuentemente inundadas debido a lluvias intensas y/o prolongadas.

2.1 CATASTRO

En el Cuadro 2-1 se presenta un catastro construido a partir de los antecedentes revisados durante el desarrollo de este trabajo para inundaciones que han afectado el área de estudio. Cabe mencionar que, en los archivos de prensa, sobre todo en los más antiguos, se utiliza un lenguaje impreciso, que no permite diferenciar los eventos de inundación por desborde de cauces con anegamientos, e incluso con flujos de barro y/o detritos. Por lo tanto, los eventos catastrados deben ser interpretados considerando dicha imprecisión.

Se destacan entre los eventos de inundación los años 1953, 1982, 1986 y 1987 que coinciden con años del Fenómeno del Niño. En estas ocasiones el río Mapocho sufrió grandes inundaciones que provocaron daños a

la infraestructura y a vidas humanas. Los eventos que pudieron ser ubicados geográficamente con mayor precisión se grafican en la Figura 2-1.

Cuadro 2-1 Catastro de inundaciones en el área de estudio

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC01	1544	Primavera	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC02	1574	Julio	Inundación	Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC03	1581	Junio	Inundación	Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC04	1597	Invierno	Inundación	Rio Mapocho		Desbordes del río Mapocho y en casi todos los ríos de la zona central de Chile	Petit-Breuilh (2004)
DC05	1607	Invierno	Inundación	Rio Mapocho	X	Lluvias torrenciales provocaron desbordes en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
DC06	1609	Marzo	Inundación	Rio Mapocho		Desborde del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC07	1618	¿?	Inundación	Rio Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC08	1620	Junio	Inundación	Rio Mapocho		Desborde del río Mapocho. Importantes pérdidas en infraestructura	Petit-Breuilh (2004)
DC09	1650	Junio-Julio	Inundación	Rio Mapocho	X	Desborde del río Mapocho. Daños en infraestructura y construcciones	Petit-Breuilh (2004)
DC10	1660	Agosto	Inundación	Rio Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC11	1687		Inundación	Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC12	1688		Inundación	Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC13	1694	Primavera	Inundación	Rio Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC14	1722	Invierno	Inundación	Rio Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC15	1744	¿?	Inundación y RM	Rio Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho y aluviones por lluvias torrenciales	Petit-Breuilh (2004)
DC16	1748	30 abril	Inundación	Rio Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho por lluvias torrenciales. Destrucción de puentes	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC17	1764	7 nov.	Inundación y RM	Rio Mapocho		Inundaciones y aluvión por el río Mapocho	Petit-Breuilh (2004)
DC18	1779	Otoño	Inundación y RM	Rio Mapocho		Aluviones en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
DC19	1783	16 junio	Inundación y RM	Rio Mapocho	X	Rotura en el cauce del río Mapocho. Inundación y derrumbes. Daños en viviendas cercanas al río	Petit-Breuilh (2004)
DC20	1827	Invierno	Inundación	Río Mapocho	X	El río Mapocho se desbordó afectando principalmente a los que vivían en sus riberas y dejando personas fallecidas	Petit-Breuilh (2004)

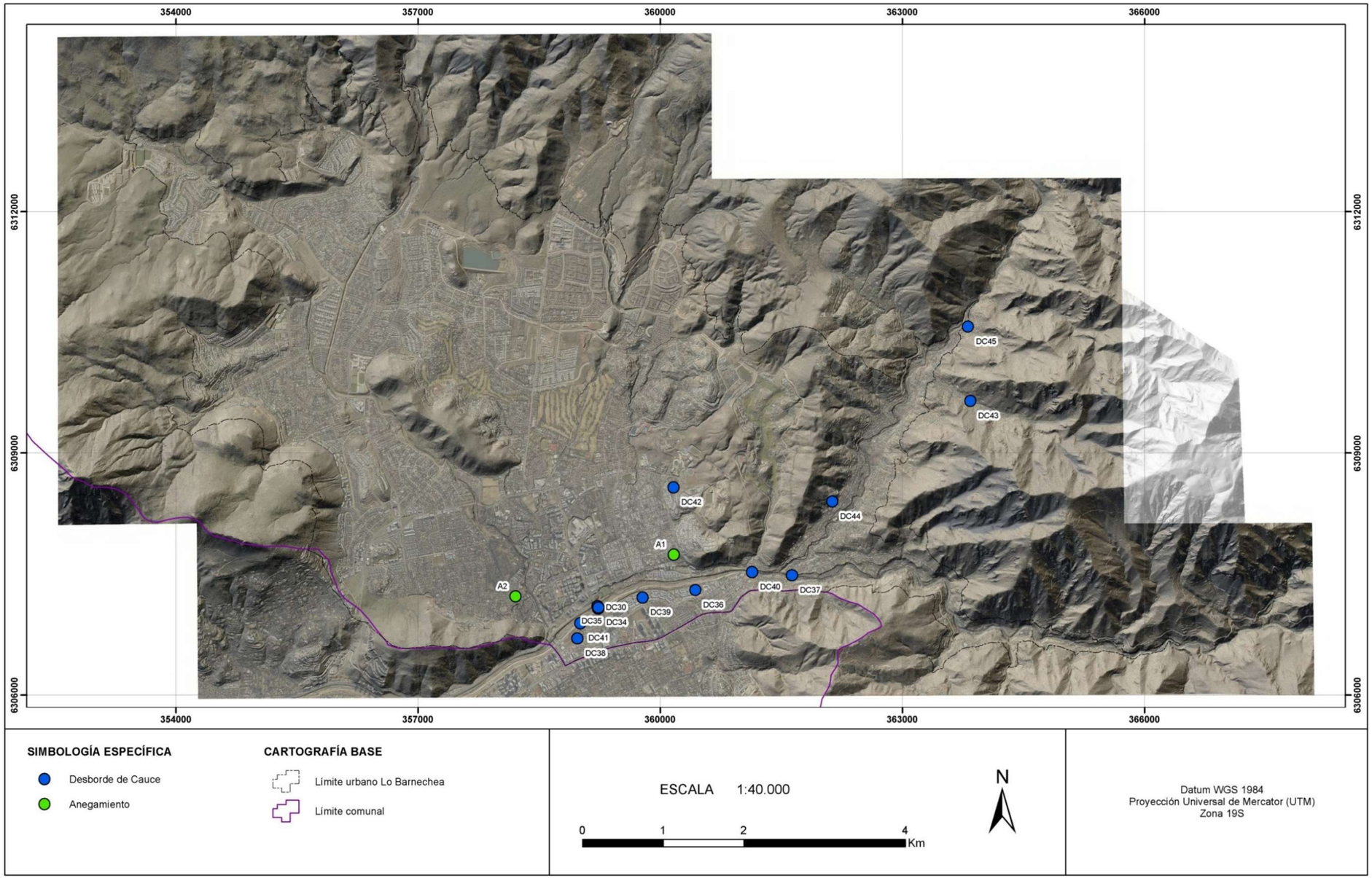
Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC21	1850	24 junio	Inundación	Río Mapocho	X	Destrucción de un puente por inundaciones en el río Mapocho deja alrededor de 9 personas fallecidas.	Petit-Breuilh (2004) y Urrutia y Lanza (1993)
DC22	1856	Marzo	Inundación	Río Mapocho		Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC23	1877	17 julio	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC24	1888	Agosto	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC25	1912	Junio	Inundación	Río Mapocho	X	Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC26	1934	Mayo-Junio	Inundación	Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC27	1941	Agosto	Inundación y RM	Camino a Farellones	X	Temporal dejó a esquiadores aislados en Farellones. Desbordes del río Mapocho. En el asentamiento minero Pérez Caldera un rodado mató a 8 personas	Urrutia y Lanza (1993)
DC28	1949	Mayo	Inundación	Río Mapocho		Desborde del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC29	1953	20 de agosto	Inundación	Río Mapocho	X	Desde el día 19 de Agosto un fuerte temporal afectó la zona central y en menor intensidad al sur de Chile. En Santiago hubo centenares de personas que fueron evacuadas desde poblaciones ribereñas debido a desbordes del río Mapocho, del canal San Carlos, y del Zanjón de la Aguada. Las lluvias comenzaron la madrugada del 19 de agosto y continuaron los siguientes dos días lo que provocó varios cortes de luz en comunas de la ciudad. En Lo Barnechea el primer día 200 personas fueron llevadas al Estadio Nacional y los días posteriores 14 familias también fueron evacuadas.	Urrutia y Lanza (1993). Diario El Ilustrado (1953)
DC30	1958	Junio	Inundación y RM	Río Mapocho en puente que unía Lo Barnechea con Las Condes	X	Destrucción del puente que unía Lo Barnechea con Las Condes dejó personas aisladas. Casas sólidas del sector alto se inundaron con las aguas del Mapocho, que rebasó las ventanas y dejó completamente inutilizados los automóviles dentro de las propiedades al ser tapados por agua y barro	Urrutia y Lanza (1993)
DC31	1969	Junio	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC32	1970	Julio	Inundación	Río Mapocho	X	Desbordes del río Mapocho	Urrutia y Lanza (1993)
DC33	1980	22 de feb.	Inundación	Sector del Arrayán		Vecinos del sector informaron que el río Mapocho experimentó una súbita crecida, que en El Arrayán alcanzó a un metro y medio, arrastrando piedras, árboles y tierra lo que podría dañar modestas viviendas del sector de Lo Barnechea. Hubo cuatro desaparecidos, quedaron aisladas 300 personas, y 8 vehículos fueron arrastrados.	El Mercurio

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
DC34	1982	27 de jun.	Inundación	Puente nuevo, antiguo acceso entre las comunas de Las Condes y Lo Barnechea	X	En la comuna de Las Condes, el Puente nuevo, que sirve de acceso a Lo Barnechea, fue dañado por el río, el cual además cubrió una población de tránsito habitada por más de 200 familias. Según relato de vecina del sector, el río se llevó 8 casas durante la crecida. Se cortaron el camino a Farellones y Ñilhue, y los puentes El Arrayan, La Pirámide, Lo Curro y La Dehesa. El evento fue de 96 horas de precipitaciones y 126,3 mm de agua caída.	El Mercurio https://www.memoriasdelsiglox x.cl/601/w3-article-3403.html Catálogo Desinventar (https://www.desinventar.org/e s/database)
DC35	1982	29 de jun.	Inundación	Calle Monseñor Escrivá de Balaguer. Puente La Dehesa	X	En el barrio alto, la zona más devastada por las inundaciones fue la comprendida por las calles Lo Arcaya, Monseñor Escrivá de Balaguer, Joaquín Cerda, Manquehue Norte y Espoz. En la comuna de Las Condes se registraron 370 damnificados. El Puente La Dehesa se quebró en dos partes, y tiene parte de su base destruida. Incluso uno de sus accesos está completamente inutilizado.	El Mercurio
DC36	1986	15 al 17 de Jun.	Inundación	Río Mapocho, sector Lo Barnechea.	X	Registro de viviendas destruidas en las riberas del Mapocho.	3w.memoriasdelsigloxx.cl (consulta: 2/08/2013)
DC37	1986	17 de jun.	Inundación	Sectores de las poblaciones Las Lomas, San Antonio y Quinchamalí. Puente San Enrique. Calle Monseñor Escrivá de Balaguer. El Arrayán.	X	1050 familias damnificadas a raíz del desborde del río Mapocho. Se registra un muerto al intentar cruzar el puente San Enrique. Las Personas afectadas fueron albergadas en distintos colegios de la comuna de Las Condes. El puente San Enrique fue destruido en la ribera norte. Se derrumbó el terraplén del puente "Pastor Fernández", ubicado en la calle Pastor Fernández con La Puntilla. En el Arrayán, a la altura del puente Ñilhue, un camino secundario resultó cortado.	El Mercurio
DC38	1986	18 de jun.	Inundación	Calle Monseñor Escrivá de Balaguer	X	Los habitantes de las casas ubicadas en la avenida Monseñor Escrivá debieron abandonar sus viviendas debido a la inundación y contratar equipos para bombear el agua que escurrió hacia los subterráneos y primeros pisos de sus hogares.	El Mercurio
DC39	1987	14-18 de julio	Inundación	Riberas del río Mapocho, poblaciones Las Lomas y San Antonio.	X	Desborde del Mapocho que afectó poblaciones ribereñas de Lo Barnechea. Inundaciones en viviendas pertenecientes a las poblaciones Las Lomas Uno y Dos, San Antonio y Quinchamalí. Desalojo de poblaciones ribereñas al Mapocho en Lo Barnechea (problemas en Lo Curro)	El Mercurio
DC40	1989	23 de ago.	Inundación	Puente San Enrique		Debido a desborde del río Mapocho se inundó la población San Antonio afectando el puente San Enrique.	Catálogo Desinventar (https://www.desinventar.org/e s/database)
	2003	Jul.	Inundación	Lo Barnechea		Doce viviendas resultaron con daños menores.	ONEMI

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
A1	2005	Ago.	Inundación	Villa Cerro 18 con pasaje Gómez.	X	Calles anegadas por precipitaciones ocurridas entre el 25 y 28 de agosto del 2005.	ONEMI
	2005	Sept.	Inundación	Lo Barnechea		Se reportaron 207 damnificados y albergados.	ONEMI
DC41	2009	Ago.	Inundación y RM	Río Mapocho, sector campamento Juan Pablo II, Lo Barnechea.	X	Desborde del río Mapocho produjo deslizamiento de tierra que afectó al campamento Juan Pablo II, en sector puente Las Hualtatas.	ONEMI
DC42	2009	6 de sept.	Inundación	Quebrada Nido de Águilas, pasajes El tiuque, El chuncho y calle Los zorzales	X	Inundación en los pasajes El tiuque, El Chuncho y calle Los zorzales, producto del afloramiento de aguas pertenecientes a las napas de la quebrada Nido de Águilas.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
DC43	2009	6 de sept. (Síntesis del evento)	Inundación	Quebrada Del Ñilhue, Quebrada Huallalolén, Quebrada Novillo Muerto, Quebrada seca, Quebrada Nido de Águilas.		Desborde de las cuencas asociadas al cerro Pochoco. Desborde de la Quebrada Del Ñilhue, con resultado de 2 viviendas destruidas y 2 personas fallecidas; Desborde de la quebrada Huallalolén, con resultado de 4 viviendas destruidas; Desborde de la quebrada Novillo Muerto, con resultado de 5 viviendas destruidas.	Entrevista Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
DC44	2010	6 de jun.	Inundación y RM	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza.		Se registraron doce casas anegadas, severos daños estructurales en el colegio Anglo American International School. Un muro de sustento del canal, que cruza de oriente a poniente el cerro La Poza, cedió con la presión del agua, arrastrando gran cantidad de lodo y piedras.	www.La tercera.cl (consulta: 1/08/2013)
DC45	2012	14 de abr.	Inundación	Camino El cajón nº 20.200, Quebrada El arrayán.		Una emergencia se produjo en la noche del viernes en una zona montañosa de Lo Barnechea alto, a causa del desborde de un río que dejó un total de 6 personas atrapadas. No se registraron daños a la propiedad ni heridos.	www.BioBiochile.cl (consulta: 1/08/2013)

Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 2-1 Catastro de Inundaciones en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



Fuente: Elaboración propia (2021)

2.2 DIAGNÓSTICO

Los antecedentes históricos contenidos en el catastro levantado, las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio (8.3), y la hidrología (8.3.5) son indicadores de que los cauces del área corresponden a zonas inundables o potencialmente inundables por eventos de desbordes de cauces, con distinta frecuencia y magnitud. Las principales diferencias radican en aspectos como: tipo de escorrentía del cauce (permanente o intermitente), evidencias de eventos ocurridos en el periodo catastrado, presencia de terrazas aledañas, y el tipo de depósito que rellena el cauce.

En consideración de lo anterior, los cauces mayores como el río Mapocho y el Estero El Arrayán son aquellos que han sufrido y continuarán siendo afectados por inundaciones, y desbordan sus cauces hacia las terrazas fluviales laterales. Por ello, el sector habitado de El Arrayán es una de las zonas del área de estudio más expuestas a la amenaza de inundaciones. De similar forma, el sector riberano del Mapocho representa una zona altamente expuesta a inundaciones, específicamente las terrazas sobre las que se ubican algunas poblaciones que ya han sido inundadas en los años de eventos extremos. Sin embargo, se hace notar que, con posterioridad a estas inundaciones, se han construido obras de mitigación para parte importante de estas terrazas. Otros cauces, como Las Hualtatas y Huallalolén, también presentan condiciones para que se generen desbordes que afecten a zonas de diferentes extensiones, como resultado de eventos meteorológicos extremos.

Casi la totalidad de los cauces del área urbanizada se encuentran intervenidos, con obras de contención, mejoramiento de las condiciones para el escurrimiento o recubrimiento de tramos de diferente extensión. Además, en muchos de los casos, los lugares por donde escurren los cauces han sido modificados, en algunos casos con pequeños ajustes del trazado y en otros, con modificaciones completas respecto de la condición natural, como son los casos de las quebradas Oscura y Los Guindos. En consecuencia, en caso de falla de las obras de escurrimiento, las zonas inundadas resultarán difíciles de predecir. En caso de que la falla ocurra en una zona recubierta, el más probable lugar de desborde corresponde a la zona donde esta comienza, por lo tanto, estos lugares son los más susceptibles a desbordarse. Esto es particularmente complejo en algunos cauces como la quebrada El Gabino, que intercala canales abiertos con canales cubiertos.

Las características ya descritas corresponden a los factores condicionantes de este tipo de amenaza, donde una morfología que permita el encauce de aguas ya sean ríos, esteros o quebradas, determina los sectores susceptibles a ser afectados por inundaciones por desborde de cauces. Esta aseveración es respaldada por el catastro, las observaciones de terreno y por la opinión de los encargados de seguridad de la comuna. Las terrazas fluviales adyacentes a los cauces también corresponden a zonas susceptibles debido a que se comportan como planicies de inundación, por lo que su identificación y sus características como altura y ubicación respecto al cauce principal, van a determinar su nivel de susceptibilidad.

Por otro lado, no existen datos concretos sobre inundaciones por anegamiento en el área de estudio. La morfología del área de estudio, caracterizada por altas pendientes, elevaciones, y desnivel no reúne las condiciones necesarias para que este peligro sea de relevancia en el área de estudio. Por ello, el peligro de inundaciones por anegamiento no se ha zonificado.

También se identificaron áreas que podrían ser afectadas por inundaciones asociadas a los tranques La Dehesa 1 y 2, La Poza y Embalse Larraín (también conocido como El Rodeo), así como al tranque Los Trapenses, actualmente drenado. En los tranques que se encuentran en operación, las obras cuentan con estudios que respaldan su construcción y operación y consideran los escenarios de eventos de precipitación, se definió como área de inundación la cota máxima que puede alcanzar cada uno de los tranques, definida a partir de la topografía del área.

Se ha considerado que el tranque drenado, asociado a la quebrada El Carrizo, no presentaría condiciones para inundarse, porque en la actualidad existen obras destinadas a encauzar la quebrada siguiendo un trazado similar al cauce original. Estas obras cuentan con estudios fundados que las respaldan, sin embargo, se ha considerado que no es posible descartar que, en algunas de las zonas más bajas ubicadas en el contorno del cauce, puedan ocurrir inundaciones en el caso de una crecida de magnitud extrema.

En el caso del tranque drenado, se consideró que la acumulación de sedimentos durante el período que estuvo operativo afectaría el escurrimiento en la quebrada El Carrizo.

Por último, la desembocadura de quebradas en zonas llanas también representa un área susceptible a inundaciones, lo que ocurre en varios sectores del área urbana en estudio.

Con respecto a los factores desencadenantes, la ocurrencia de lluvias intensas corresponde al principal desencadenante natural, que puede activar tanto una pequeña parte de la red, sin escorrentía, o aumentar el caudal normal de un cauce activo, tal como lo evidencia el catastro. Lo anterior, permite determinar que todos los cauces deben tener algún grado de susceptibilidad de inundaciones, independiente del tamaño o forma de la cuenca aportante.

Por último, el Reglamento de la Ley N° 21.202 (Decreto 15 del Ministerio del Medio Ambiente, 30 de julio de 2020), elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente, define como humedal urbano a *"todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano"*. Bajo esta definición, parte importante de las quebradas y todos los tranques que se encuentran en el Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea pueden ser catalogados como humedales urbanos. A la fecha de la elaboración de este informe, se han declarado los siguientes humedales urbanos:

- Humedal Urbano Tranque La Poza (Resolución Exenta N° 1267 del 11/11/2021 del Ministerio del Medio Ambiente)
- Humedal Urbano Embalse Larraín (Resolución Exenta N° 533 del 07/06/2021 del Ministerio del Medio Ambiente)
- Humedal Urbano Tranque La Dehesa 1 y 2 (Resolución Exenta N° 533 del 07/06/2021 del Ministerio del Medio Ambiente)
- Humedal Urbano Tranque Los Trapenses (Resolución Exenta N° 727 del 19/07/2021 del Ministerio del Medio Ambiente).
- Humedal Urbano Estero Las Gualtatas (Resolución Exenta N°962 del 17/10/2022 de Ministerio del Medio Ambiente).

2.3 MODELACIÓN

En función del diagnóstico, y de acuerdo con la metodología y desarrollo planteado en el Apéndice 8.4.1, se identificaron los sectores donde la información disponible no permite conocer con un grado de certeza adecuado la zona que presenta condiciones más favorables para inundarse, y para las cuales se cuenta con las características topográficas detalladas que permiten estable establecerlo mediante un modelo hidráulico.

Por otra parte, existen algunas quebradas ampliamente intervenidas, principalmente El Gabino y El Guindo, y en menor medida El Manzano y Las Rosas, en su última sección previo a la desembocadura, que requieren de un análisis específico mediante un levantamiento en terreno de las obras para establecer el grado de conexión entre las obras existentes, y con esto evaluar la posibilidad de desarrollar modelos hidráulicos. En el caso de

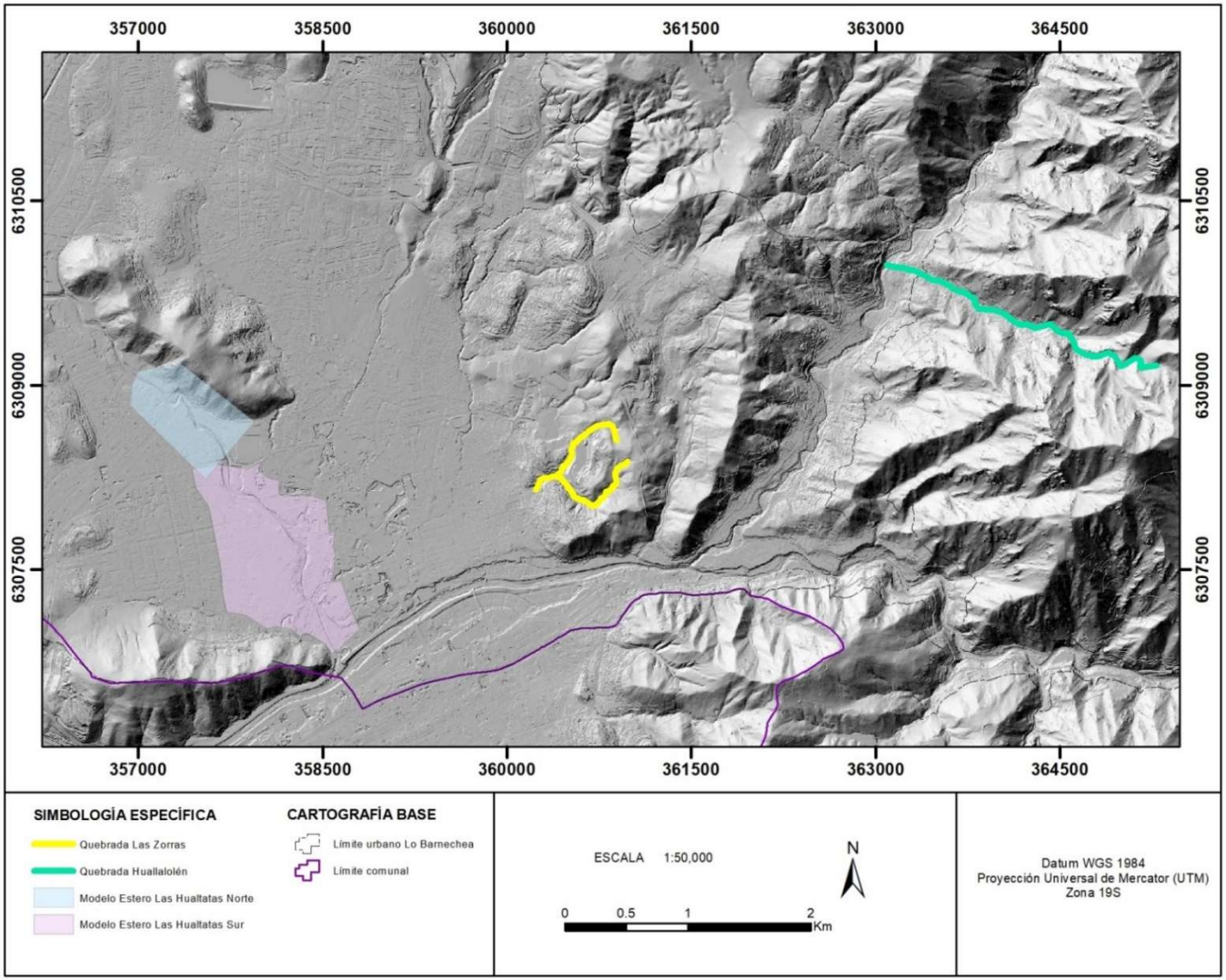
las obras de entubamiento en las quebradas Las Zorras, Los Chanchos, El Culén y La Carbonera, podrían estar subestimadas bajo las condiciones hidrológicas presentes, por lo que se requiere un análisis actualizado del estado de las obras, a partir de lo cual se podría realizar un análisis de capacidad hidráulica.

Adicionalmente, se recogieron inquietudes específicas de la contraparte técnica del estudio a partir de las cuales, se determinaron los sectores en donde se necesita ejecutar modelos numéricos:

- Quebrada Las Zorras: Esta quebrada se encuentra normada por el PRMS, con una franja de 50 m hacia cada lado del eje del cauce, que es una metodología adecuada a escala intercomunal, pero no a escala comunal. En esta zona, la división predial es más pequeña y la población más vulnerable, y por lo mismo, no existen estudios fundados para precisar la zona que se puede inundar.
- Quebrada Huallalolén: Esta quebrada es la que de manera más recurrente presenta problemas de inundaciones, debido a la morfología del cauce y a la proximidad de las viviendas. Además, esta quebrada presenta una gran cantidad de viviendas ubicadas sobre la cota 1.000 m.s.n.m.
- Estero Las Hualtatas Alto: El estero Las Hualtatas, en el tramo ubicado entre las calles La Manada (ribera derecha) y Camino de la Fragua (ribera izquierda) presenta una curva que puede tener condiciones muy favorables para que el agua se salga del cauce.
- Estero Las Hualtatas Bajo: Personal de la municipalidad de Lo Barnechea ha señalado que desconocen la forma en que escurre el agua en el sitio correspondiente a la Fundación Caz. Por esto, han solicitado estudios específicos.

Para resolver los problemas anteriores, en los primeros dos sectores se ejecutaron modelos hidráulicos 1D, en régimen permanente para períodos de retorno de 2, 10 y 100 años con el software HEC-RAS, mientras que los otros dos sectores asociados al Estero Las Hualtatas, se modelaron mediante el software Iber 2D para caudales asociados a un período de retorno de 100 años (Figura 2-2). La memoria de cálculo de los modelos se presenta en el Apéndice 8.4.1.

Figura 2-2 Sectores en que se construyeron modelos hidráulicos



Fuente: Elaboración propia (2021)

2.3.1 Quebrada Las Zorras

En el Cuadro 2-2 se presentan los principales resultados obtenidos desde el modelo de la Quebrada Las Zorras, para periodos de retorno de 10 y 100 años. Estos resultados incluyen rangos de alturas máximas, velocidades promedio y anchos superficiales por perfil. El régimen de escurrimiento corresponde mayoritariamente a torrente, exceptuando las zonas influenciadas por la existencia de alcantarillas, con alturas máximas que se encuentran en torno a los 3 m, valores que se observan al interior de las quebradas, velocidades máximas cercanas a 3 m/s y ancho superficial en torno a los 20 metros. Cabe destacar que el modelo entrega como resultado la velocidad media por perfil (acotada al sector de escurrimiento), y por ende este valor no representa necesariamente el valor máximo de velocidad en algún punto específico del perfil. En el Apéndice 8.4.1 se incluyen los resultados de estas variables por perfil, así como los perfiles longitudinales y transversales que entrega el modelo.

Cuadro 2-2 Resultados Modelo HEC-RAS Quebrada Las Zorras

Modelo	Altura Máxima (m)	Velocidad Media (m/s)	Ancho superficial (m)
T = 10 años	0,2 – 2,7	0,2 – 2,3	2,7 – 17,7
T= 100 Años	0,3 – 2,7	0,3 – 2,7	3,1 – 19,4

Fuente: Elaboración propia (2021)

En la Figura 2.3 se presentan los resultados del modelo para el periodo de retorno de 100 años, y la interpretación realizada, tomando en cuenta que la distancia entre los perfiles del modelo no permite una correcta representación de todas las singularidades del cauce, y por ende se requiere una interpretación que incorpore mayor detalle. Se destaca un mayor ancho de inundación en el cauce norte, producto de un menor grado de definición de la quebrada. Adicionalmente, la capacidad de la alcantarilla ubicada aguas abajo de la confluencia de los cauces norte y sur, se ve superada para un periodo de retorno de 100 años, provocando flujo por sobre la calle y un posible anegamiento en la zona de la confluencia de ambos cauces.

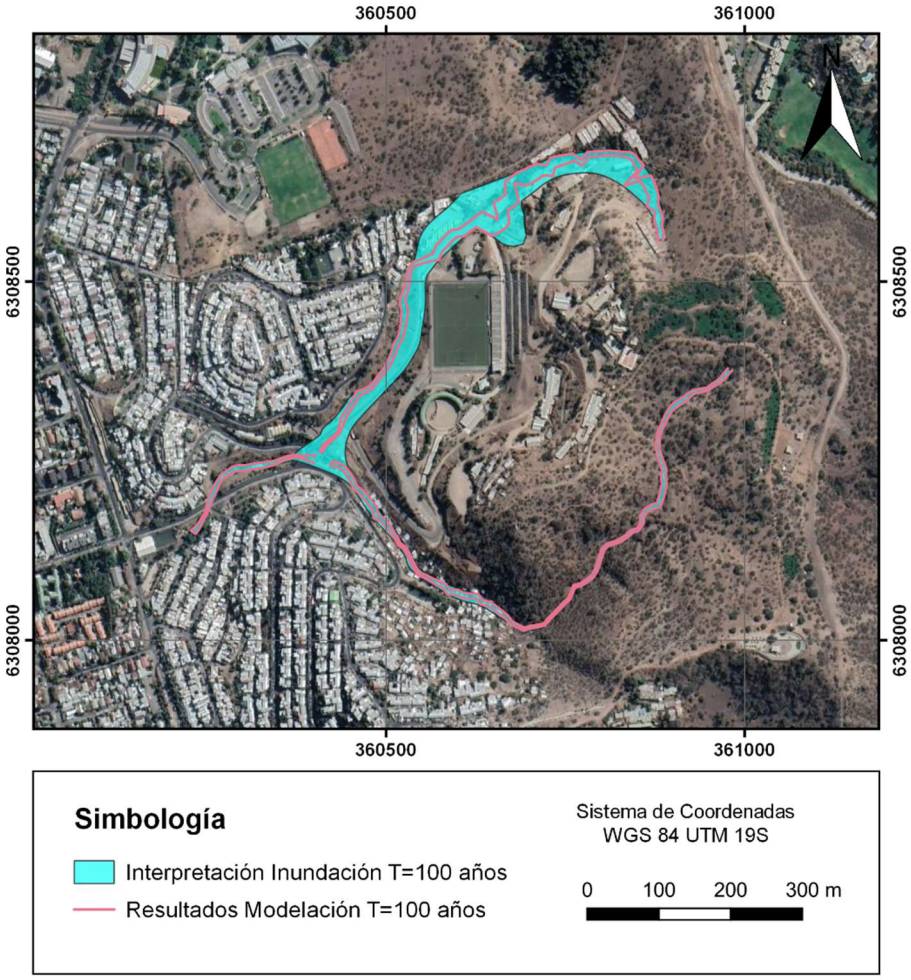
A partir de los resultados interpretados, se estima que en el cauce norte los anchos de inundación varíen entre los 20 y los 60 metros, mientras que en el cauce sur no superan los 15 metros, para el periodo de retorno de 100 años.

Si bien este modelo no muestra problemas de inundaciones en casas, si se observa una mayor susceptibilidad en el sector norte (Sector Comercial/Industrial o Terminal de Micros), de acuerdo con el detalle de la Figura 2.4 (izquierda) y una capacidad insuficiente en la alcantarilla ubicada aguas abajo de la confluencia de ambos brazos, de acuerdo con el detalle de la Figura 2.4 (derecha). En la

Figura 2.5 se presenta un perfil del modelo que representa la sección de la alcantarilla, en dónde se evidencia la falta de capacidad. Se destaca además que el modelo no representa correctamente la inundación en la zona del inicio del entubamiento (final del modelo).

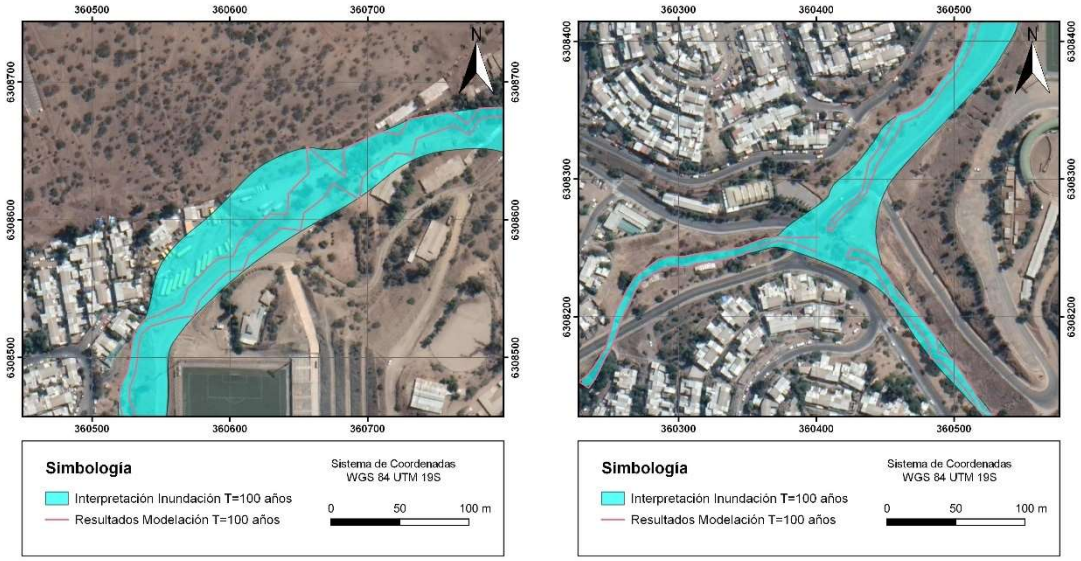
Para definir un área susceptible a inundación asociada a la zona de desborde de la Quebrada Las Zorras, se consideró que la inundación generada por la quebrada no arroja un caudal significativo. Debido a la diferencia de rugosidad que existe entre las zonas con construcciones (casas, edificios, etc.) y las calles, el agua escurriría lentamente en las primeras y más rápido en las segundas. De esta forma, se asumió que el agua genera inundación en las construcciones ubicadas aguas abajo del cauce, pero una vez que el agua alcanza una calle, se encauza y escurre rápidamente, por lo que no genera inundación.

Figura 2.3 Resultados modelo hidráulico de la Quebrada Las Zorras



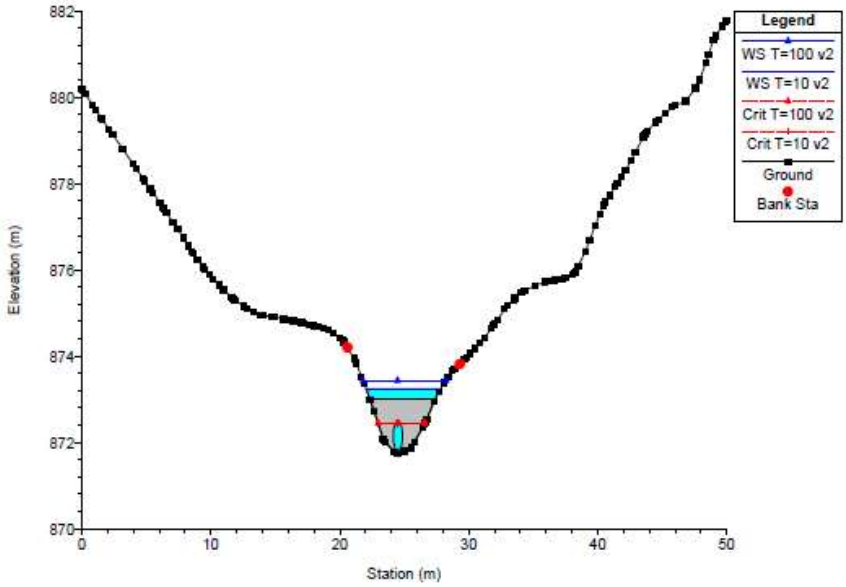
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 2.4 Detalles de zonas de inundación: Sector Industrial/Paradero de Micros (izquierda) y alcantarilla confluencia cauces (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 2.5 Perfil modelación Alcantarilla



Fuente: Elaboración propia (2021)

2.3.2 Quebrada Huallalolén

En el Cuadro 2-3 se presentan los principales resultados obtenidos desde el modelo de la Quebrada Huallalolén para periodos de retorno de 10 y 100 años, destacando que el comportamiento del flujo es del tipo torrente para toda la extensión. Estos resultados incluyen rangos de alturas máximas, velocidades promedio y anchos superficiales por perfil. De esta forma es posible ver que las alturas máximas se encuentran en torno a los 2 metros, velocidades máximas cercanas a 8-9 m/s y ancho superficial en torno a los 25 metros. Cabe destacar que el modelo entrega como resultado la velocidad media por perfil (acotada al sector de escurrimiento), y por ende este valor no representa necesariamente el valor máximo de velocidad en algún punto específico del perfil.

En el Apéndice 8.4.1 se incluyen los resultados de estas variables por perfil, así como los perfiles longitudinales y transversales que entrega el modelo.

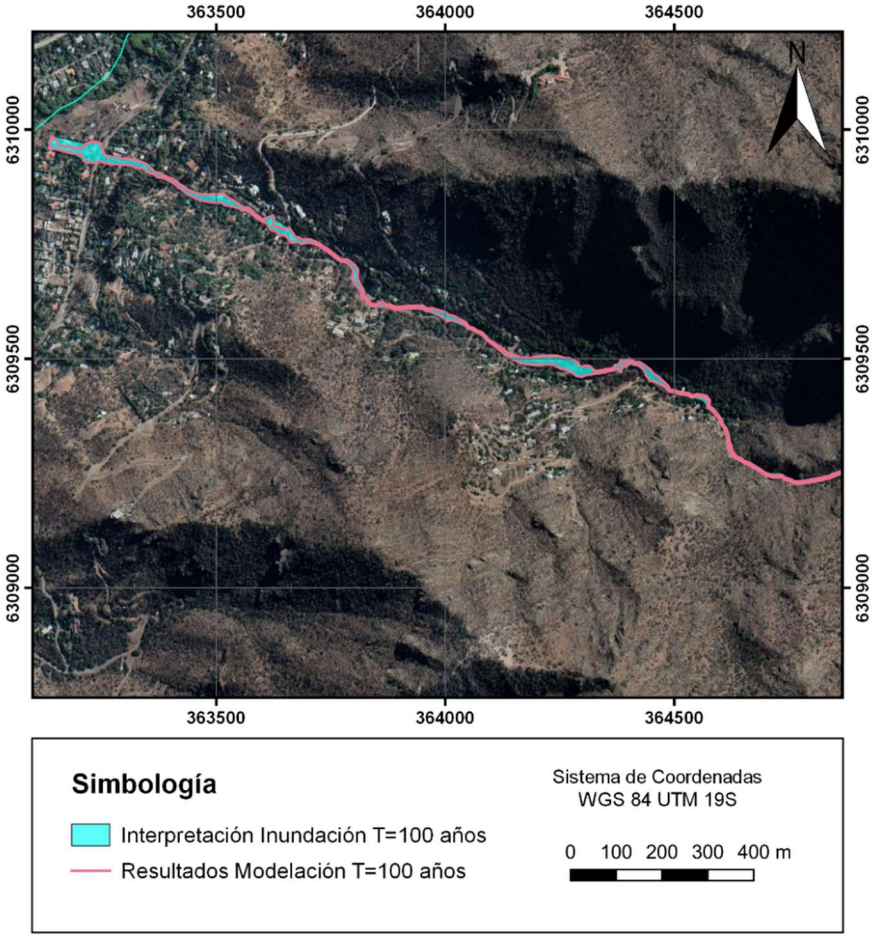
Cuadro 2-3 Resultados Modelo HEC-RAS Quebrada Huallalolén

Modelo	Altura Máxima (m)	Velocidad Media (m/s)	Ancho superficial (m)
T = 10 años	0,4 – 1,1	1,9 – 7,4	3,0 – 23,4
T= 100 Años	0,6 – 1,6	2,4 – 9,3	3,7 – 23,4

Fuente: Elaboración propia (2021)

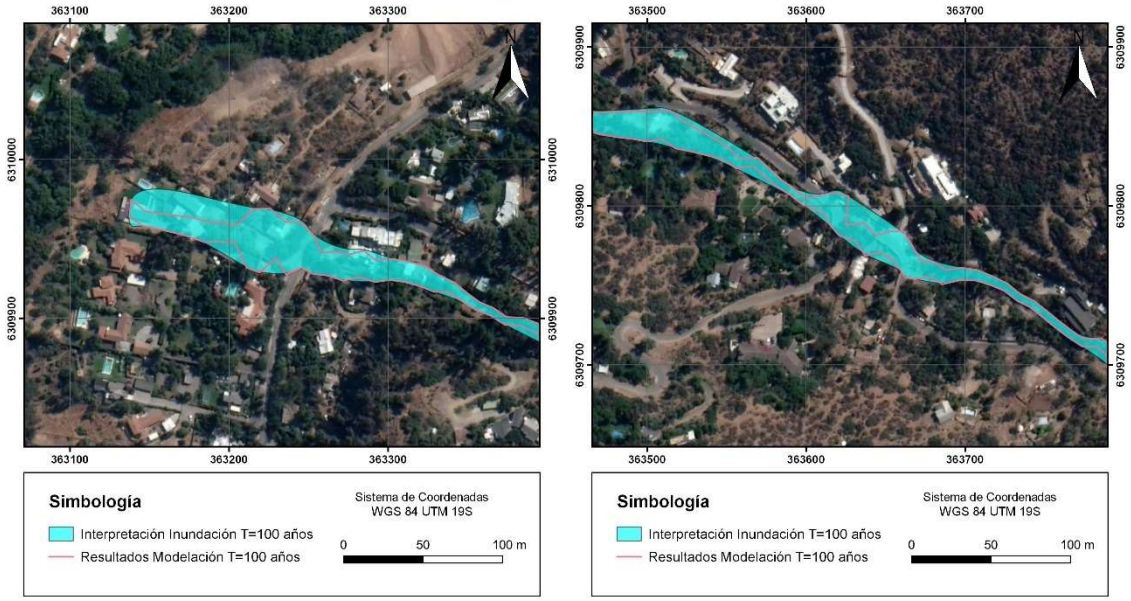
En la Figura 2.6 se presentan los resultados del modelo para el periodo de retorno de 100 años y la interpretación realizada. Tomando en cuenta que la distancia entre los perfiles del modelo no permite una correcta representación de todas las singularidades del cauce, se requiere una interpretación que incorpore mayor detalle. A partir de los resultados interpretados se estima que los anchos de inundación varían entre 10 y 40 metros, estos últimos en las zonas de cruces de caminos, de acuerdo a lo presentado en la Figura 2.7 (derecha) o en la confluencia con el Estero El Arrayán (Figura 2.7, izquierda), que no quedan bien representadas, debido a la falta de antecedentes topográficos (obras de atravieso o entubamiento en la parte más baja del cauce). Bajo estas condiciones, no ha sido posible delimitar con el nivel de certeza adecuado las áreas con problemas de inundación.

Figura 2.6 Resultados modelo hidráulico de la Quebrada Huallalolén



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 2.7 Detalle zonas de inundación, descarga quebrada al estero Arrayán (izquierda) y zona de cruce de camino (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2021)

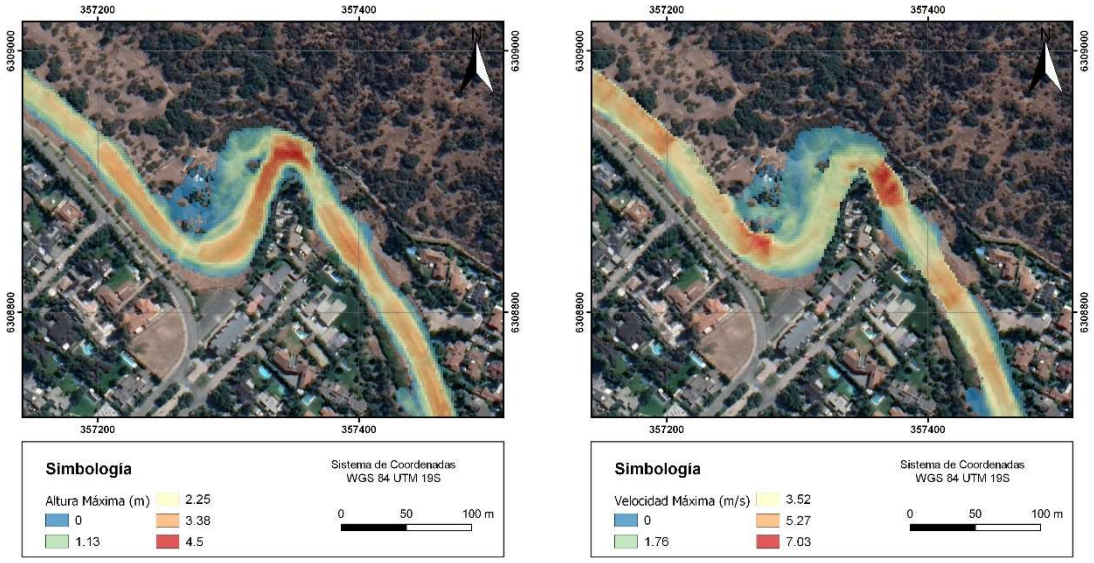
2.3.3 Estero Las Hualtatas

El modelo hidráulico Iber entrega como resultados valores de alturas y velocidad, entre otros, para cada paso de tiempo, de acuerdo con la discretización espacial y temporal definida. A partir de dicha información, genera archivos de tipo ráster que contienen la información de velocidad y alturas máximas. Dichos resultados, permiten identificar diversas zonas susceptibles de inundarse con alturas de inundación de hasta 1 m fuera del cauce principal. Los resultados completos de ambos modelos se presentan en la Figura 2-9 (alturas máximas) y Figura 2-10 (velocidades máximas). Se presentan a continuación los principales resultados obtenidos por zonas, mientras que mayores antecedentes respecto a los puntos de desborde se influyen en el Apéndice 8.4.1. Los resultados en formato ráster se incluyen en el Apéndice 8.4.1.

Los principales resultados del modelo Hualtatas Norte corresponden a:

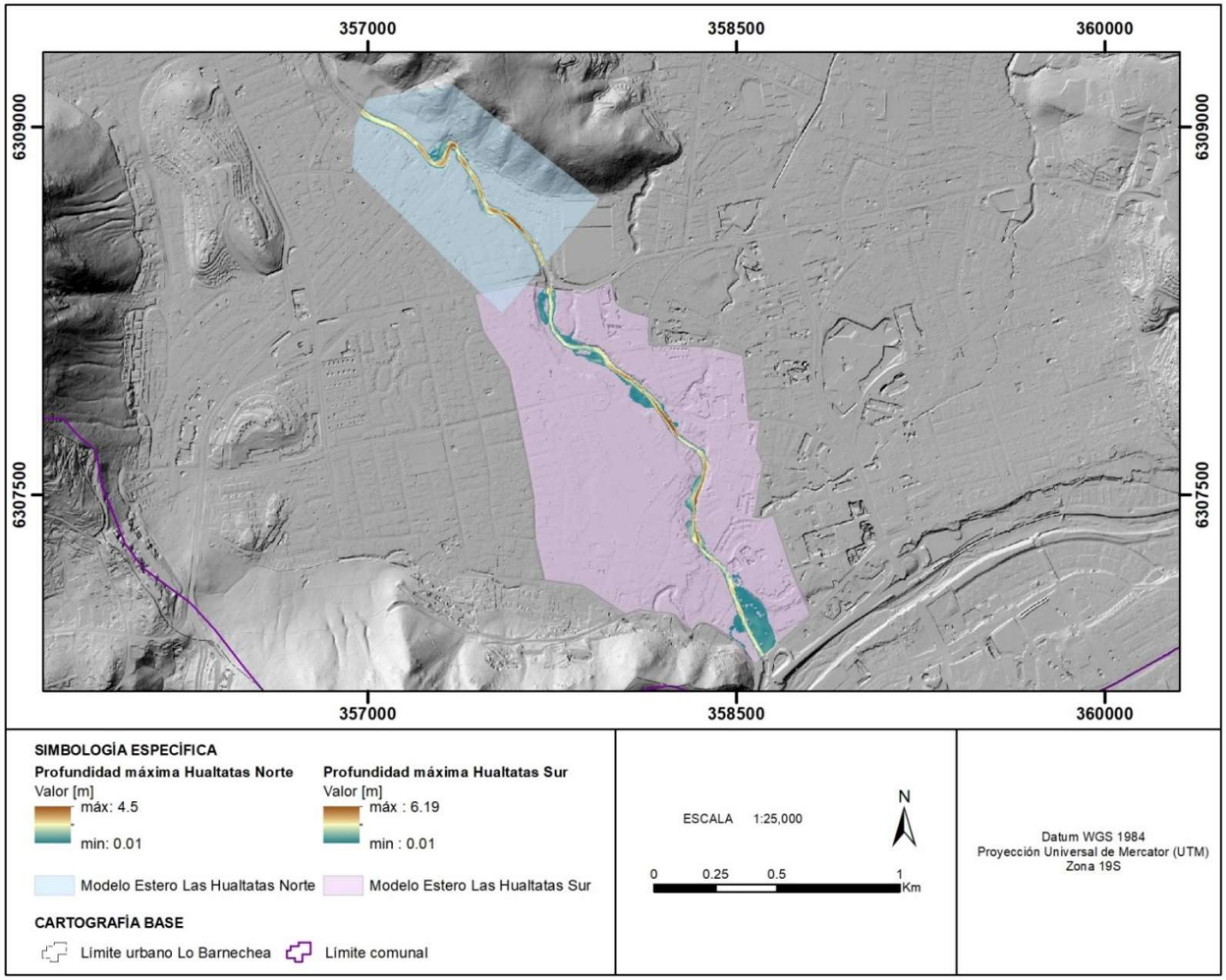
- Las alturas máximas alcanzan 4,5 metros en el cauce principal, mientras que fuera de él no superan 1 metro.
- Las velocidades máximas alcanzan los 7,0 m/s en el cauce principal, mientras que fuera de él no superan los 2 m/s
- Se identifica una única zona en la cual se produce inundación fuera del cauce principal, que corresponde al sector aguas arriba de la curva en “S” (ver Figura 2-8) que presenta el estero. En dicha zona las alturas no superan 1 metro y las velocidades son bajas.

Figura 2-8 Resultados Modelo Hualtatas Norte, Sector Curva "S"



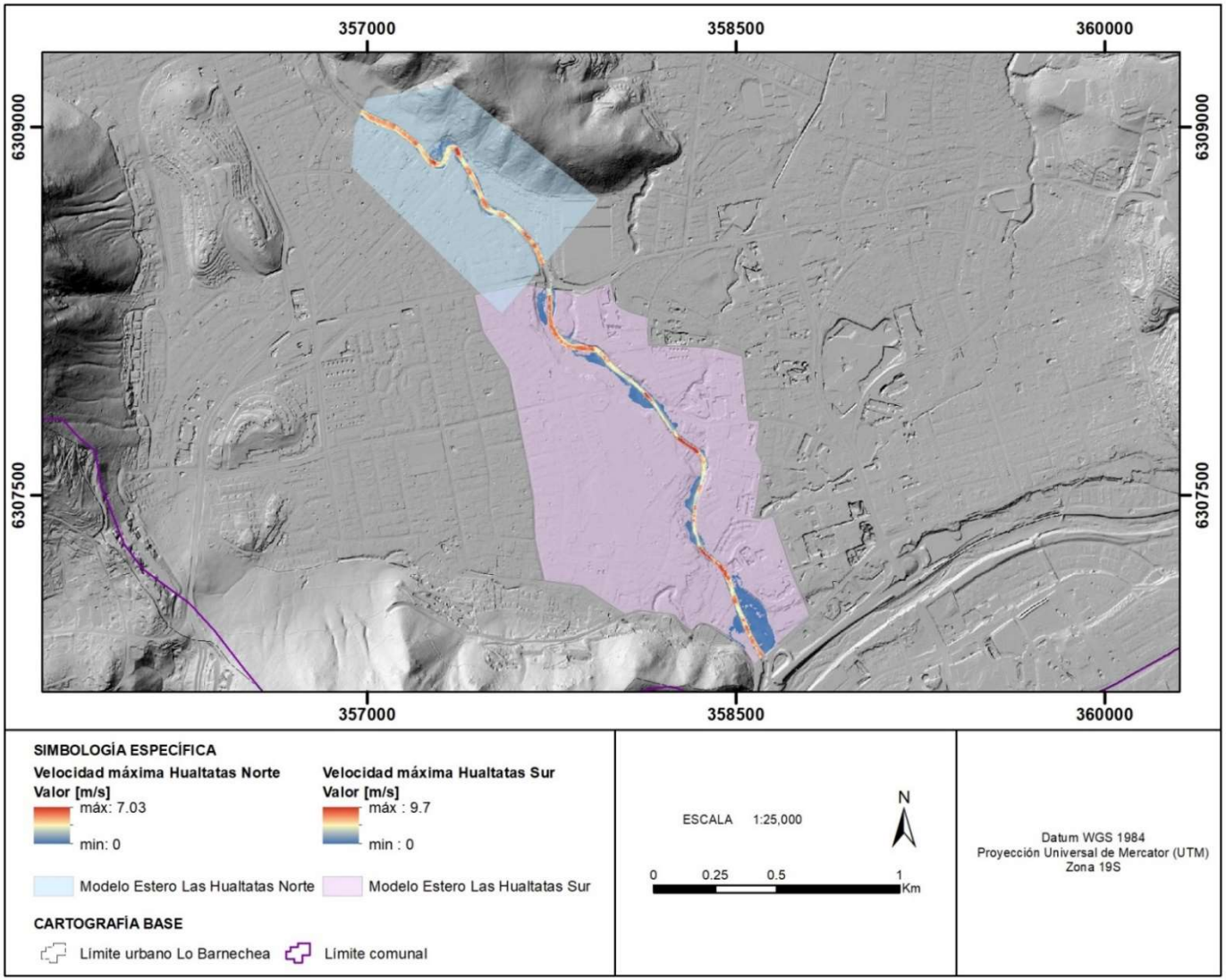
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 2-9 Altura de inundación según los modelos hidráulicos en el Estero Las Hualtatas



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 2-10 Velocidad de escurrimiento según los modelos hidráulicos en el Estero Las Hualtatas

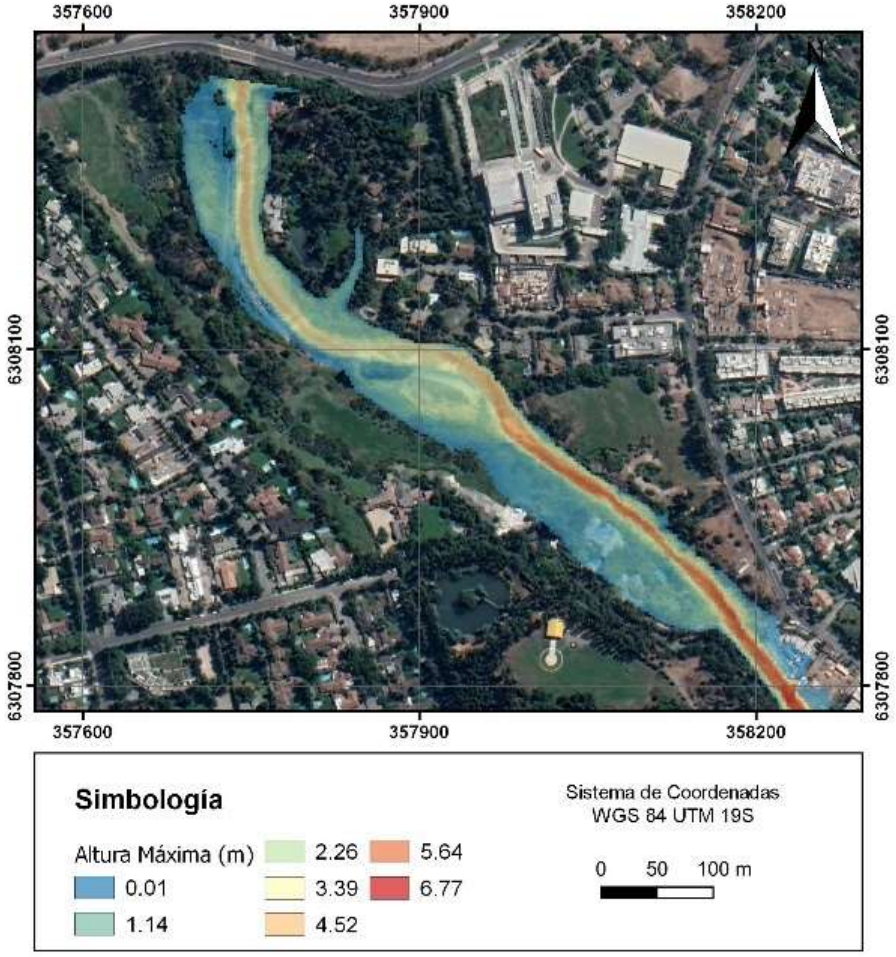


Fuente: Elaboración propia (2021)

El Modelo Hualtatas Sur se ejecutó con condiciones de rugosidad actuales, que consideran en algunos tramos vegetación abundante en el cauce o sus cercanías. Los principales resultados de este modelo bajo la condición actual se presentan a continuación:

Las alturas máximas superan los 6 metros en el sector del cauce principal, mientras que fuera del cauce superan los 2 metros en zonas no urbanizadas, y son menores a un metro en zonas más densas. Las velocidades máximas en el cauce principal superan los 5 m/s en el cauce principal, mientras que fuera de él son en general menores a 1 m/s. Se presentan zonas inundadas en el sector de la Fundación CAZ, en áreas que no presentan urbanización (Figura 2-11).

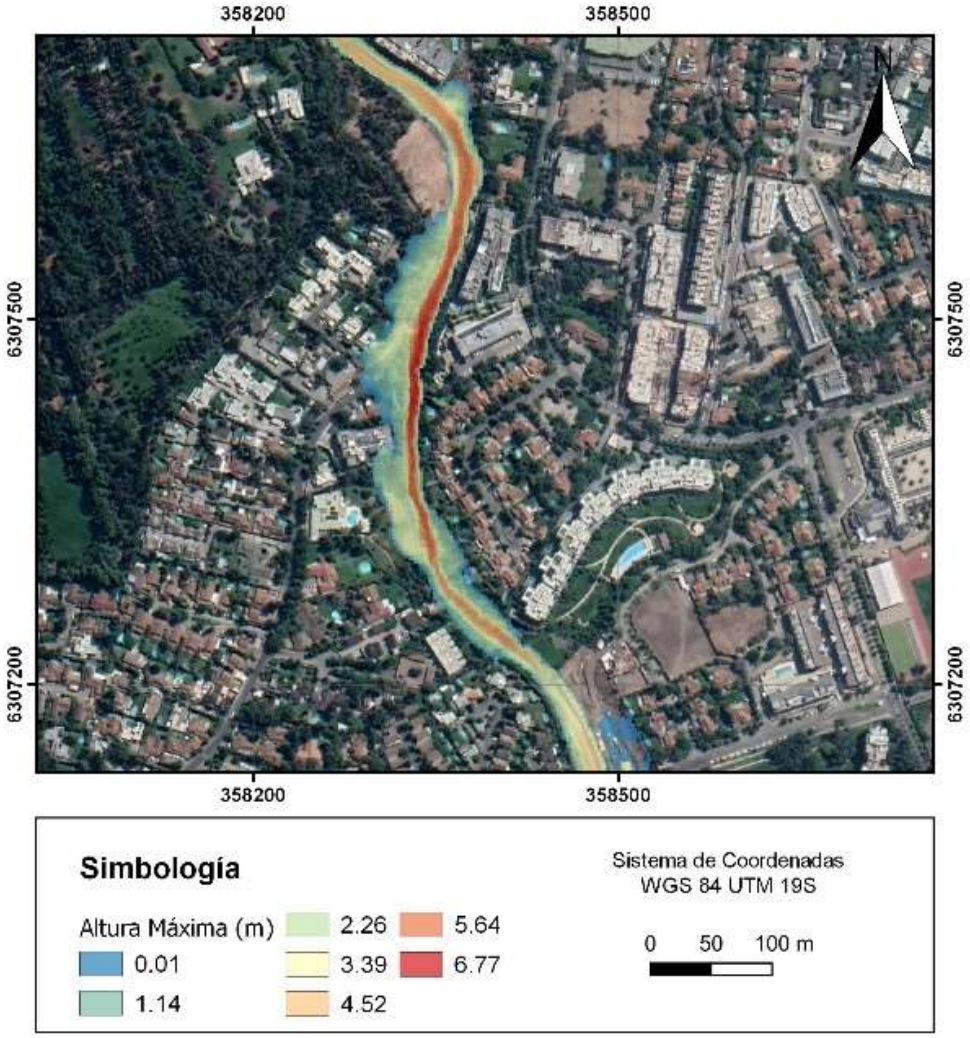
Figura 2-11 Alturas de inundación en el sector de la Fundación CAZ



Fuente: Elaboración propia (2021)

Al sur de la Fundación CAZ, en la zona de mayor densidad urbana, las inundaciones fuera del cauce se producen en general hacia áreas de parques o calles, con alturas que no superan 1m (ver Figura 2-12). La inundación alcanza el borde de las urbanizaciones en la intersección de la calle Av. El Tranque con Av. El Rodeo, y en la calle Camino de La Villa altura aproximada del N°1.107, dónde los valores pueden superar 1m bajo las condiciones de cobertura actual. Se destaca que el modelo fue construido en base a un Modelo de Elevación de Terreno que no considera árboles ni construcciones, por ende, no deben considerarse los valores de alturas observados sobre las construcciones.

Figura 2-12 Alturas de inundación en el sector urbanizado – Modelo Hualtatas Sur

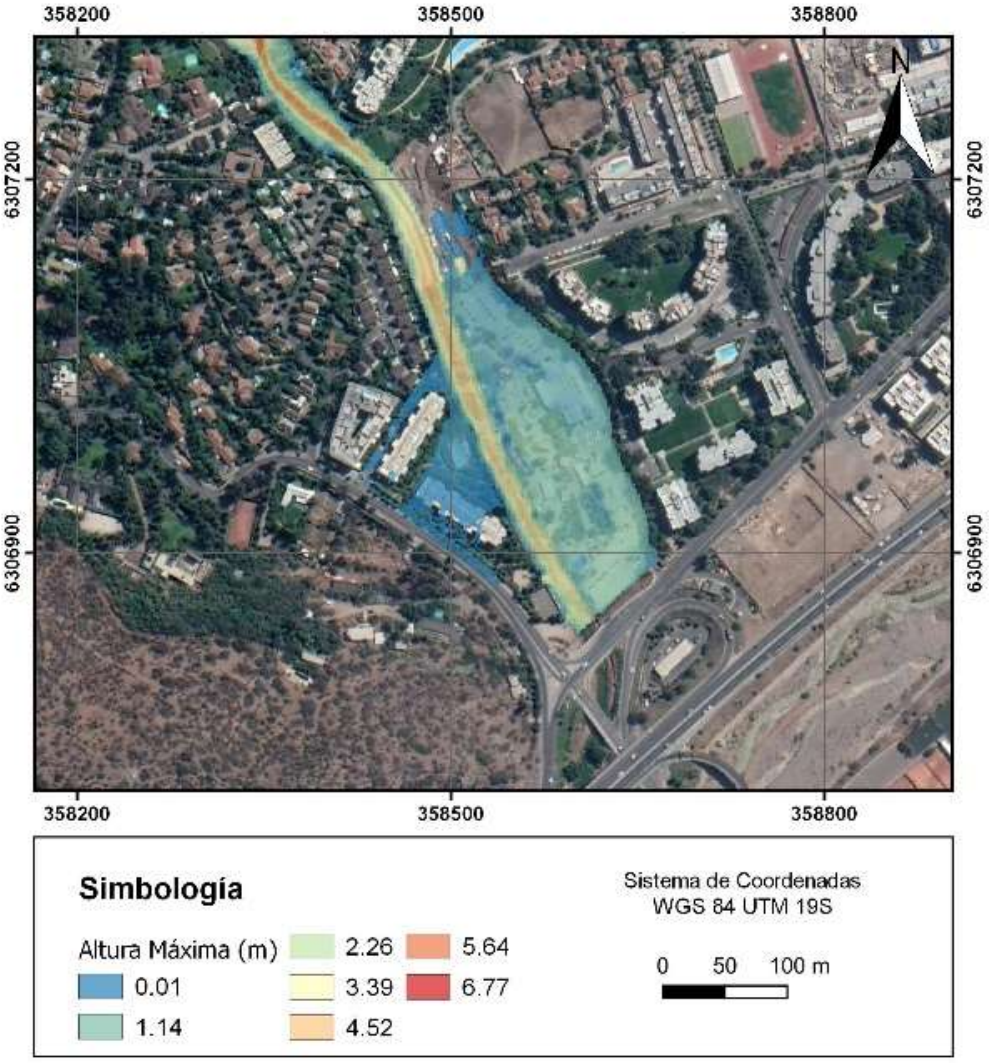


Fuente: Elaboración propia (2021)

Finalmente, en el sector previo a la desembocadura del Estero Las Hualtatas al río Mapocho (ver Figura 2 13) se observa una inundación hacia el sector del Parque Mampato, con alturas en torno a 1 m y por la calle Camino Turístico y construcciones aledañas, con alturas menores a 0,3m. Se destaca que la modelación no considera influencia de las obras de la Autopista Costanera Norte ni la posible influencia del río Mapocho.

En general, las condiciones de escurrimiento se pueden mejorar si es que se reduce la vegetación en los cauces. Esto se traduciría en menores alturas de inundación y zonas inundadas menos extensas.

Figura 2-13 Alturas de inundación en el sector Parque Mampato



Fuente: Elaboración propia (2021)

2.4 SUSCEPTIBILIDAD

La zonificación de la susceptibilidad de inundaciones por desborde de cauces considera los cauces activos e inactivos del área de estudio, además incorpora las características geomorfológicas obtenidas a partir del mapeo geológico del área, el catastro de eventos históricos y los resultados de los modelos construidos en este estudio. La metodología que se describe a continuación entrega resultados sobre áreas de referencia que se encuentran susceptibles a ser inundadas como respuesta a factores desencadenantes. Las áreas susceptibles graficadas en los mapas elaborados no consideran periodo de retorno, sin embargo, esta variable temporal es considerada dentro de la elaboración del modelo hidrológico de la sección anterior.

Se utilizaron cinco fuentes de información para definir los diferentes grados de susceptibilidad: (1) levantamiento topográfico utilizado para este estudio, (2) declaración de zonas inundables mediante ordinarios, (3) geología y geomorfología de la zona estudiada, (4) modelaciones numéricas de cauces, e (5) información de embalses artificiales.

Estos antecedentes se utilizaron para desarrollar la metodología empleada para asignar diferentes grados de susceptibilidad, siguiendo los siguientes pasos:

1. Se definió una zona inundable de susceptibilidad Alta a partir de los cauces delimitados como parte del levantamiento topográfico que se realizó en el contexto de la elaboración del plan regulador comunal. El ancho (en metros) de esta zona se definió en función de antecedentes históricos recopilados y depende del tamaño de la cuenca aportante y del orden de Strahler, según los criterios que se sintetizan en la siguiente tabla:

		Orden de Strahler			
		1	**2**	**3**	**4**
Superficie de la cuenca aportante (ha.)	**0 – 2**	0 m	7 m	15 m	20 m
	2 – 20	7 m	7 m	15 m	20 m
	20 – 80	15 m	15 m	15 m	20 m
	> 80	20 m	20 m	20 m	20 m

2. Se consideraron las declaraciones de zonas inundables mediante Ordinarios de la Dirección General de Aguas a través de documentos emitidos por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y la Dirección General de Aguas (DGA), además de la SEREMI Ministerio de Vivienda y Urbanismo de la Región Metropolitana. Estos documentos definieron fajas en 40 cauces diferentes. A dichas fajas se les asignó una susceptibilidad Muy Alta.
3. En las zonas asociadas a los cauces activos del río Mapocho y de los esteros Las Hualtatas y El Arrayán se asignó una susceptibilidad Muy Alta. Esta área se definió a partir de las unidades geológicas y formas relacionadas con cauces de ríos.
4. Adicionalmente, en el río Mapocho se definieron zonas de susceptibilidad Alta y Moderada a partir de la morfología de las zonas aledañas a los cauces.
5. Complementariamente, se elaboraron modelos numéricos de inundación en las quebradas Las Zorras y Huallalolén y en el estero Las Hualtatas. Estos resultados se utilizaron para ajustar las zonas de inundación en zonas específicas.
6. Varios de los cauces cuentan con tramos que se encuentran entubados. En el caso de estos tramos, se asignó un grado de susceptibilidad Moderada.
7. Por último, a los tranques artificiales ubicados en el Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea se les asignó una susceptibilidad Muy Alta correspondiente a la zona inundada en la imagen satelital, y susceptibilidad Alta en la zona que se delimita en función de la topografía.

Finalmente, se consideraron aspectos visualizados en imágenes satelitales, fotos aéreas y ortofoto para distinguir fronteras como calles y primera línea de casas que limitarían la inundación. Con todos estos factores, en conjunto con los antecedentes históricos recopilados en el catastro, se establecieron los siguientes criterios de susceptibilidad de inundaciones por desborde de cauces:

Susceptibilidad Muy Alta: corresponden a los cauces activos, y por tanto, geológicamente a los depósitos fluviales actuales del río Mapocho, Estero El Arrayán. y Estero Las Hualtatas, y a los depósitos fluvio-aluviales activos de la quebrada Huallalolén y quebrada Ñilhue (y los afluentes a sus cuencas). En la quebrada Huallalolén, la zona inundada se ajustó mediante el modelo numérico. También se incluyó en esta categoría aquellos cauces que han sido normados por la autoridad competente. Por último, en los tranques artificiales, corresponde a la zona inundada según las imágenes aéreas disponibles.

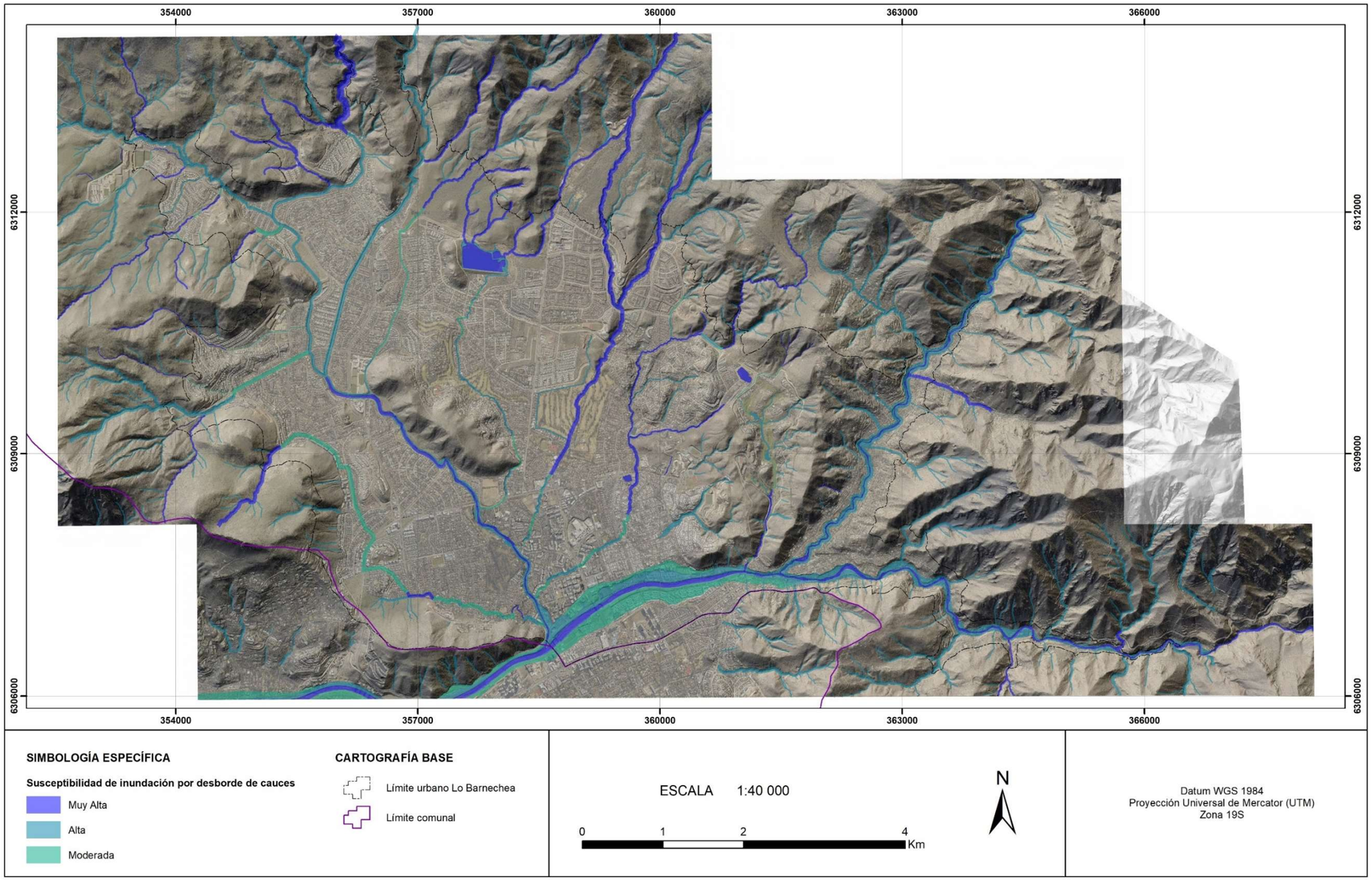
Susceptibilidad Alta: corresponden a cauces, tanto naturales como intervenidos que han sido canalizados y su cauce se encuentra abierto. El área asociada a estas se definió en función de fajas alrededor del eje de los cauces. En esta categoría, también se incluyen el primer nivel de terrazas fluviales de la ribera norte del río

Mapocho y el muro de contención de la ribera sur, el primer nivel terrazas del estero El Arrayán y parte de Las Hualtatas, cuyas áreas se definieron en función de fajas alrededor del eje de los cauces. En los tranques artificiales, esta cota está definida por la topografía en el entorno de los tranques, que define la cota máxima que podría alcanzar el agua.

Susceptibilidad Moderada: está constituido por depósitos aterrazados de origen fluvial ubicados a mayor altura que las áreas de susceptibilidad alta, la primera terraza de la ribera sur y parte más alta de la terraza de la ribera norte del río Mapocho y las terrazas más altas del estero El Arrayán y Las Hualtatas. También se incluye en esta categoría la extensión de las quebradas ubicadas en las laderas de los cerros que rodean al territorio estudiado, el resultado del modelo hidráulico de la quebrada Las Zorras para 100 años de período de retorno, el antiguo cauce de la quebrada Oscura, y los antiguos cauces en las zonas donde estos actualmente se encuentran abovedados.

La escala de trabajo para el mapeo de susceptibilidad de inundación por desborde de cauces fue de 1:1.000. En este informe se añaden figuras a una escala de representación gráfica de 1:40.000 (Figura 2-14).

Figura 2-14 Mapa de susceptibilidad de inundación por desborde de cauces a escala representativa de 1:40.000



Fuente: Elaboración propia (2021)

3 REMOCIONES EN MASA

El término “remoción en masa” incluye una amplia variedad de procesos que generan el movimiento aguas abajo de los materiales que constituyen las laderas, incluyendo roca, suelo, relleno artificial o una combinación de las anteriores. El movimiento de estos materiales puede ser por caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral o flujo (PMA-GCA, 2007). Para los fines de este informe, las remociones en masa se han separado en dos tipos principales: “Procesos de ladera” y “Flujos de barro y/o detritos”.

- **Procesos de ladera:** Este tipo de peligro se subdivide en dos categorías que afectarían al área de estudio: caída de rocas y deslizamientos. La caída de rocas corresponde a bloques de rocas o suelo que se desprenden a partir de laderas de altas pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, para luego desplazarse en caída libre, al menos en parte de su trayectoria (Hauser, 2000). Los deslizamientos corresponden a masas de suelo o roca que se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en su conjunto (Hauser, 2000).
- **Flujos de barro y/o detritos:** Los flujos de detritos, referidos comúnmente como “aluviones”, son un tipo de remociones en masa que ocurren cuando una masa de sedimentos con mala clasificación, agitados y saturados con agua, se movilizan pendiente abajo como flujos viscosos de sedimentos concentrados (Antinao, Fernández, Naranjo, & Villarroel, 2002).

3.1 CATASTRO

En el Cuadro 3-1 se presenta un catastro construido a partir de los antecedentes revisados durante el desarrollo de este trabajo para eventos de procesos de ladera y flujos de barro y/o detritos que han afectado el área de estudio, las cuales se ilustran en la Figura 3-1. Cabe mencionar que, en los archivos de prensa, sobre todo en los más antiguos, se utiliza un lenguaje impreciso que confunde los eventos de flujos de barro y/o detritos con eventos de inundación por desborde de cauces e incluso con anegamientos. Por lo tanto, los eventos catastrados deben ser interpretados considerando dicha imprecisión. Por otra parte, debido a esta imprecisión, se ha elaborado un único catastro para los diferentes tipos de remociones en masa.

En los eventos aluvionales catastrados el río Mapocho y las zonas cercanas a la quebrada El Arrayán sufrieron grandes inundaciones por flujos de barro y detritos que provocaron daños a la infraestructura y a vidas humanas.

Cuadro 3-1 Catastro de remociones en masa de procesos de ladera y eventos de flujos de barro y/o detritos

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
	1536		RM	Rio Mapocho		Después de algunos años de sequía se produjo un copioso aluvión por el cauce del río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
	1723	25-jun	RM	Rio Mapocho	X	Inundaciones en el río Mapocho y aluviones por lluvias torrenciales.	Petit-Breuilh (2004)
	1744		RM e Inundación	Rio Mapocho	X	Inundaciones y aluvión por el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
	1764	07-nov	RM e Inundación	Rio Mapocho		Aluviones en el río Mapocho.	Petit-Breuilh (2004)
	1779	Otoño	RM e Inundación	Rio Mapocho		Rotura en el cauce del río Mapocho. Inundación y derrumbes. Daños en viviendas cercanas al río	Petit-Breuilh (2004)
	1783	16-jun	RM e Inundación	Rio Mapocho	X	Temporal dejó a esquiadores aislados en Farellones. Desbordes del río Mapocho. En el asentamiento minero Pérez Caldera un rodado mató a 8 personas.	Urrutia y Lanza (1993)
	1941	Agosto	RM e Inundación	Camino a Farellones	X	Destrucción del puente que unía Lo Barnechea con Las Condes dejó personas aisladas. Casas sólidas del sector alto se inundaron con las aguas del Mapocho, que rebasó las ventanas y dejó completamente inutilizados los automóviles dentro de las propiedades al ser tapados por agua y barro.	Urrutia y Lanza (1993)
F08	1958	Junio	RM e Inundación	Río Mapocho en puente que unía Lo Barnechea con Las Condes	X	Tres precarias viviendas se cayeron al río. Sus habitantes ya habían sido evacuados.	Urrutia y Lanza (1993)
	1980	20 al 23 de Feb.	RM	Quebrada El arrayán.		Debido a lluvias se generaron deslizamientos en Farellones, cayeron 42.4 cm de nieve.	Catalogo Desinventar.org
	1992	30 de agosto	RM	Farellones		Se registra un deslizamiento en el kilómetro 3 de la ruta G-21.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
PL01	1997	SE	RM	Kilómetro 3, ruta G.21, camino a Farellones	X	Se produce un deslizamiento en el kilómetro 2 de la ruta G-21.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
PL02	2000	SE	RM	Kilómetro 2 de la ruta G-21		Un deslizamiento de 3 toneladas de tierra y piedras afectaron el camino El Cerro en el sector del Arrayán, el material fue removido por las lluvias.	Catalogo Desinventar.org
PL03	2004	14 de noviembre	RM	Camino El Cerro, El Arrayán.		En Lo Barnechea, el caudal del Mapocho socavó la orilla sur del curso de agua, lo que no acontece comúnmente, y afectó un campamento donde vivían cerca de 15 familias.	www.emol.cl (consulta: 1/08/2013)
PL04	2005	18 de ago.	RM	Ribera sur del río Mapocho, Lo Barnechea.		Se produce un deslizamiento en la calle Punta de Águila, a la altura del colegio Everest, el cual implicó la rotura del camino.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
PL05	2005	26 y 27 de agosto	RM	Ribera izquierda del río Mapocho, entre los puentes La Dehesa y San Francisco		Se socavó la base del relleno artificial sobre el cual está emplazado el campamento Juan Pablo II. A lo largo de aproximadamente 50 m, se produjeron colapsos parciales originando el retroceso del escarpe de 8 m de alto y Casi vertical, destruyendo algunas viviendas de material ligero.	
PL06	2005	26 y 27 de agosto	RM	Aguas arriba del puente San Enrique		La sección del caudal del río Mapocho se elevó hasta un máximo de 2 m en segmentos encajonados y hasta 1,5 m en segmentos más abiertos. Aguas arriba del puente San Enrique (La Querencia), el caudal fluvial transportó troncos de eucaliptos de hasta 20 m de largo y produjo un socavamiento de la base del corte vertical en gravas de relleno del lado izquierdo (sur). Como consecuencia de ello colapsaron algunas edificaciones de madera del sector.	Naranjo & Hauser (2005)

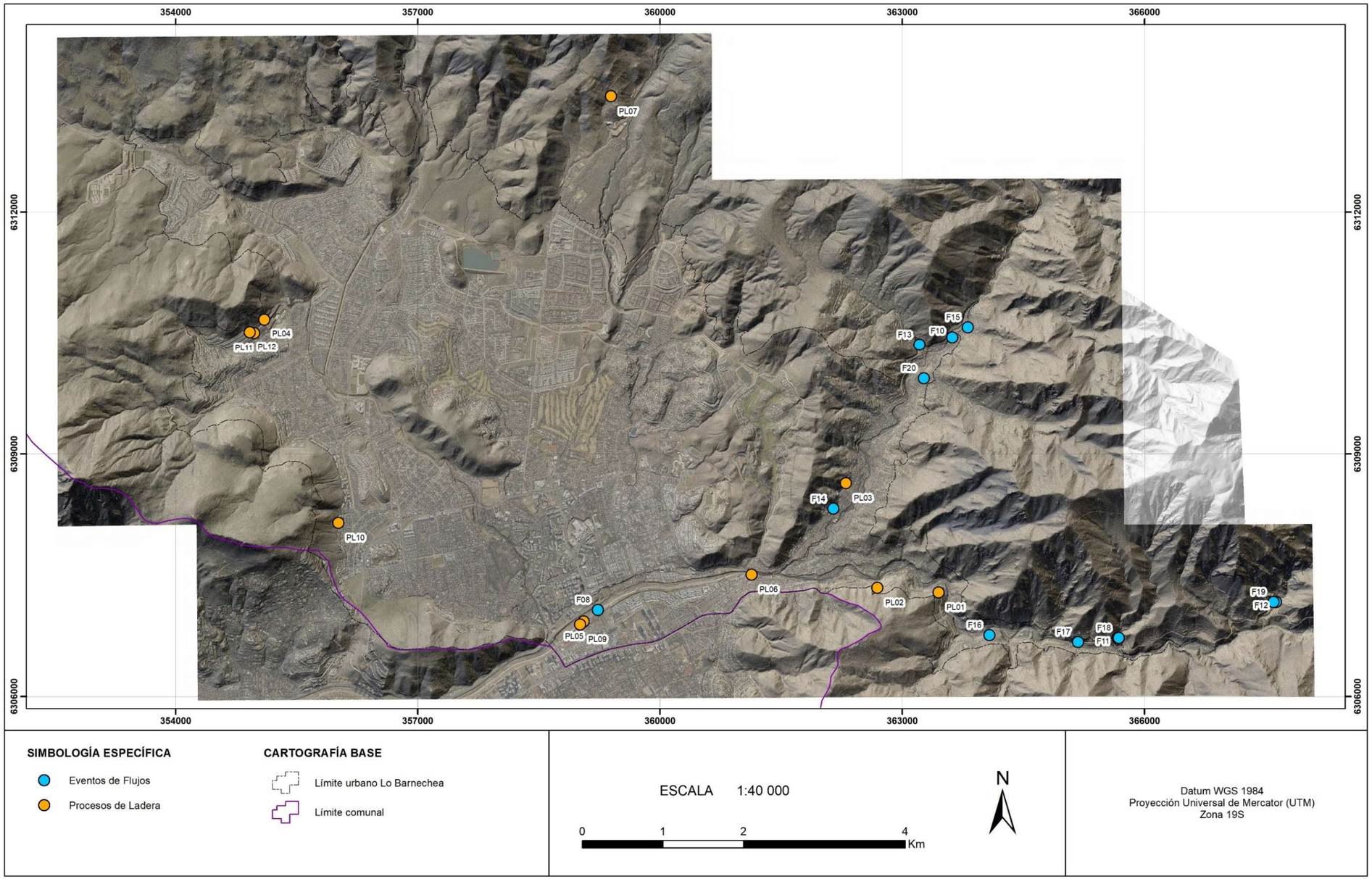
Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
F10	2007	10 de ago.	RM	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza, calle Las Higueras.		Agua, nieve, árboles y rocas arrasaron con todo lo que encontraron a su paso, cuenta Flavia Valentino, la principal damnificada del alud que la madrugada de ayer afectó a cuatro casas en la calle Las Higueras, en Lo Barnechea. Pasadas las 4:30 horas, un kilómetro más arriba, la caída de un árbol de 6 metros de altura rompía una de las paredes del canal La Poza, originando una avalancha.	www.EMOL.cl (consulta: 1/08/2013)
PL07	2007	agosto.	RM	Club Ecuestre Internacional		Deslizamiento rotacional, cárcavas y grietas relleno de camino.	Arenas (2007).
	2007	SE	RM	Cerro Blanco	_	Se produjeron deslizamientos menores.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
	2009	23 de julio	RM	El Colorado		Un alud se generó por malas condiciones climáticas afectado la zona del El Colorado.	Catalogo Desinventar.org
F11	2009	6 de sept.	RM	Kilómetros 6 (quebrada Ñilhue), 9 y 11 de la ruta G-21, camino a Farellones.	X	El desplazamiento del kilómetro seis habría arrastrado a varios vehículos y afectado a unas cinco casas del sector. Al momento de la edición de la noticia se registra 1 muerto y 3 desaparecidos. El alud tendría un ancho de 80 metros y se habría desplazado por la ladera de los cerros unos 150 metros abajo.	www.Elrancahuaso.cl (consulta: 1/08/2013)
F12	2009	6 de sept.	RM	Quebrada seca, altura del kilómetro 7	X	Un alud produjo el colapso de obras de arte.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
F13	2009	6 de sept.	RM	Quebrada Novillo muerto, Quebrada Huallalolén.	X	En la quebrada Novillo Muerto, el alud arrasó cuatro viviendas de cuidadores de parcela, donde hubo pérdida material y drama humanitario.	http://jdvelarrayan.blogspot.com/search?updated-max=2009-12-28T19:11:00-03:00&max-results=14&start=14&by-date=false (consulta: 1/09/2019)

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
PL09	2009	Ago.	RM e Inundación	Río Mapocho, sector campamento Juan Pablo II, Lo Barnechea.	X	Desborde del río Mapocho produjo deslizamiento de tierra que afectó al campamento Juan Pablo II, en sector puente Las Hualtatas.	ONEMI
PL10	2010	27-feb	RM	Calle Aguas Claras, ladera oriental cerro Manquehue		Caída de rocas gatillada por el terremoto que afectó a la zona centro sur del país. Se estima un peso aproximado de 3 toneladas para el bloque caído, el cual generó daños en un muro de contención y sobre la calzada de la calle interior del loteo Manquehue Oriente.	Fernández (2010)
F14	2010	6 de jun.	RM e Inundación	Camino El refugio del Arrayán, sector canal La poza.		Se registraron doce casas anegadas, severos daños estructurales en el colegio Anglo American International School. Un muro de sustento del canal, que cruza de oriente a poniente el cerro La Poza, cedió con la presión del agua, arrastrando gran cantidad de lodo y piedras.	www.la tercera.cl (consulta: 1/08/2013)
PL11	2010	19 de jun.	RM	Camino Punta de Águilas, ladera oriental cerro Manquehue		Se produjo caída de rocas luego de las intensas precipitaciones del día anterior (al menos 30 mm de agua acumulada), afectando a viviendas ubicadas en la ladera que no contaban con ningún tipo de protección. Los bloques cayeron desde el sector alto, rebotaron en la calle y golpearon la parte alta de la pared que separa las viviendas de la calle Camino Punta del Águila, cayendo al jardín de las mismas y a la piscina de una de ellas.	Fernández (2010)
F16	2012	17 de jun.	RM	Kilómetro 4,5 de la ruta G-21, camino a Farellones.		Cinco viviendas dañadas y 27 personas aisladas. Un camión quedó atrapado en la ruta. ONEMI decretó alerta amarilla para las comunas de Lo Barnechea y San José de Maipo por inestabilidad potencial en laderas de cerros y quebradas.	https://www.emol.com/noticias/nacional/2012/06/17/546036/alud-en-farellones.html

Código	Año	Fecha	Tipo de Evento	Sector	Año ENSO	Descripción	Referencia
PL12	2013	Mayo	RM	Calle punta de Águila, a la altura del colegio Everest.	–	Se observaron deslizamientos de hasta 4 metros de la calzada de camino Punta de Águila, a aprox. 200 m de los afloramientos de agua ocurridos en los años 2004 y 2005.	Sr. Gerardo Silva, Departamento de emergencias, municipalidad de Lo Barnechea
F17	2016	17 de abr.	RM	Kilómetro 5-6 de la Ruta G-21 camino a Farellones		Se registró un deslizamiento de barro que cortó el camino y dejó a 60 personas aisladas. En el sector también se suspendió el servicio de agua potable, lo que afecta a más de 800 personas.	https://www.emol.com/noticias/Nacional/2016/04/17/798387/Lluvias-en-zona-centro-dejan-deslizamientos-de-tierra-cortes-de-caminos-y-provoca-aumento-de-caudales-en-rios.html https://www.t13.cl/noticia/nacional/ltimo-balance-de-la-Onemi-Lluvias-dejan-284-personas-damnificadas-y-83-viviendas-con-dano-mayor
F18 F19 F20	2021	30 y 31 de enero	RM	Rutas G21 y G-245 y El Arrayán		Lluvia de verano en las comunas de Lo Barnechea y San José de Maipo provocó aluviones en las quebradas Ñilhue, Seca, La Ermita, La China, Huallalolén y otras quebradas menores, además del estero Manzanito (sector Puente Corral Quemado).	https://biblioteca.sernageomin.cl/opac/datafiles/15993.pdf

Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 3-1 Catastro de remociones en masa levantado para el área de estudio



Fuente: Elaboración propia (2021)

3.2 FLUJOS DE BARRO Y/O DETRITOS

Las remociones de tipo flujo son procesos gravitacionales controlados usualmente por condiciones meteorológicas anómalas en zonas susceptibles a la generación de procesos de ladera, como por ejemplo deslizamientos de suelo y/o roca que se pueden fluidizar canalizando el material hacia zonas urbanas a través del cauce de una quebrada.

Estos procesos son altamente peligrosos dadas las altas velocidades que pueden alcanzar y las largas distancias que pueden recorrer, generando uno de los riesgos más dañinos para la población circundante a quebradas con potencial de generación de este tipo de fenómenos.

3.2.1 Diagnóstico

Los eventos de tipo flujo se asocian a fenómenos meteorológicos intensos en zonas susceptibles a deslizamientos superficiales de suelo que puedan alcanzar cauces o donde existen depósitos de material que pueden fluidizarse como consecuencia de estas precipitaciones. También se asocian a cauces de alta pendiente, donde el material puede alcanzar gran energía y con ello desplazarse grandes volúmenes de material y/o distancias. Entre los factores geológicos/geomorfológicos que condicionan la ocurrencia de flujos de detritos y/o barro se consideran el tamaño de la cuenca aportante, la pendiente de las laderas adyacentes a cauces de quebradas y la disponibilidad de material para ser transportado, tanto como laderas con posibilidad de generación de deslizamientos superficiales o depósitos de remociones en masa no consolidados. Adicionalmente, la intensidad de los flujos de barro y/o detritos también se relaciona con la pendiente de los cauces por donde circulan, ya que esta determina la energía disponible para transportar materiales y, por lo tanto, la velocidad y facilidad con la que podría trasportar el material disponible en los cauces y/o laderas.

De esta forma, para determinar las zonas que pueden ser afectadas por este peligro, se han tomado en consideración los resultados de las líneas de base de geología y geomorfología (8.3) y de hidrología (8.3.5), y el catastro de remociones en masa, obtenido a partir de antecedentes bibliográficos, reuniones con el equipo encargado de emergencia comunal y observaciones realizadas en terreno.

Las zonas favorables para la generación de este peligro se asocian a pendientes altas, al oeste, norte y este del área estudiada. En la zona de estudio existen dos tendencias generales:

- En la zona nor-occidental las quebradas tienen cuencas aportantes de pequeñas dimensiones, con pendientes bajas asociadas a la existencia de remociones en masa antiguas en el sector y en el catastro no se cuenta con eventos de flujos. Estas quebradas, en caso de generar flujos, tenderían a depositar la mayor proporción de material detrítico en la misma cuenca y, en casos más desfavorables, el flujo puede continuar por el cauce en las zonas próximas al ápice del abanico aluvial.
- En la zona nor-oriental, las quebradas asociadas al cordón montañoso ubicado entre el río Mapocho y el estero de El Arrayán, poseen cuencas aportantes de grandes dimensiones, superiores a 1 km^2, con pendientes promedio superiores a 20° y suficiente material para ser removido en condiciones desencadenantes favorables, asimismo, se han registrado eventos aluvionales que afectaron a la población aledaña. Se debe considerar que los abanicos aluviales a los pies de una quebrada, en la zona central, usualmente son un buen indicador de lo activa o inactiva que es un área específica en relación a este tipo de fenómenos. Este parámetro no es indicativo en las quebradas más activas de la zona de estudio, puesto que la mayor parte de las quebradas que han sido afectadas por flujos de detritos confluyen directamente a esteros y/o ríos principales, por lo que la generación de abanicos aluviales es mínima, y el material acarreado por las quebradas se fluidiza y sigue desplazándose a través de estos cursos de agua.

Un fenómeno adicional a tener en cuenta es que un cauce pueda ser bloqueado por procesos de ladera (deslizamiento o caída de bloques). Este bloqueo natural puede represar temporalmente el cauce aguas arriba, y luego, al colapsar la represa, desencadenar en un flujo de mayores dimensiones aguas abajo.

En Chile, el principal factor desencadenante para los flujos de barro y/o detritos son eventos meteorológicos anómalos de alta intensidad, ya sea en forma de precipitaciones muy copiosas en un tiempo muy corto o precipitaciones moderadas a intensas en un tiempo muy largo, que afectan localmente a las quebradas y modifican las condiciones de saturación de las laderas, desestabilizando el material detrítico disponible en ellas, transportándolo aguas abajo.

Por otro lado, en nuestro país existen muy pocos estudios que relacionen las intensidades de precipitaciones y este tipo de fenómenos, debido, principalmente, a los escasos registros de intensidad de precipitaciones y de flujos de detritos históricos. Recientemente (durante las últimas décadas) se han instalados pluviógrafos que miden la intensidad instantánea u horaria de precipitaciones (mm por hora); de momento, solo se dispone de registros más sostenidos en el tiempo de precipitaciones diarias (mm en 24 horas). Esto dificulta los análisis que ponen en relación estas variables, ya que a veces basta una lluvia extremadamente intensa de corta duración, para generar un flujo de detritos de proporciones considerables, y alto poder destructivo.

Otro factor desencadenante corresponde a la altura de la línea de nieve, ya que condiciona la superficie que captará precipitaciones líquidas, aumentando la susceptibilidad de generación de procesos de laderas en la cuenca aportante. Este factor es particularmente importante en los meses de verano, cuando caen precipitaciones con altas temperaturas. En el actual escenario de cambio climático, las precipitaciones asociadas al fenómeno conocido como “invierno altiplánico” cada vez pueden llegar con mayor frecuencia hasta más al sur, y, por lo tanto, cada vez debieran ser más recurrentes las precipitaciones de verano en la comuna.

Es importante mencionar que los flujos de detritos y/o barro son fenómenos complejos, que dependen en gran medida de las condiciones de las cuencas aportantes al momento que éstos ocurren, y según distintos escenarios, las quebradas se pueden comportar de diferentes maneras. Los fenómenos tipo flujo pueden variar en la concentración de sólidos que transportan, el tipo de material (barro y/o detritos) y la magnitud del evento, dependiendo de los distintos escenarios posibles en la zona de estudio.

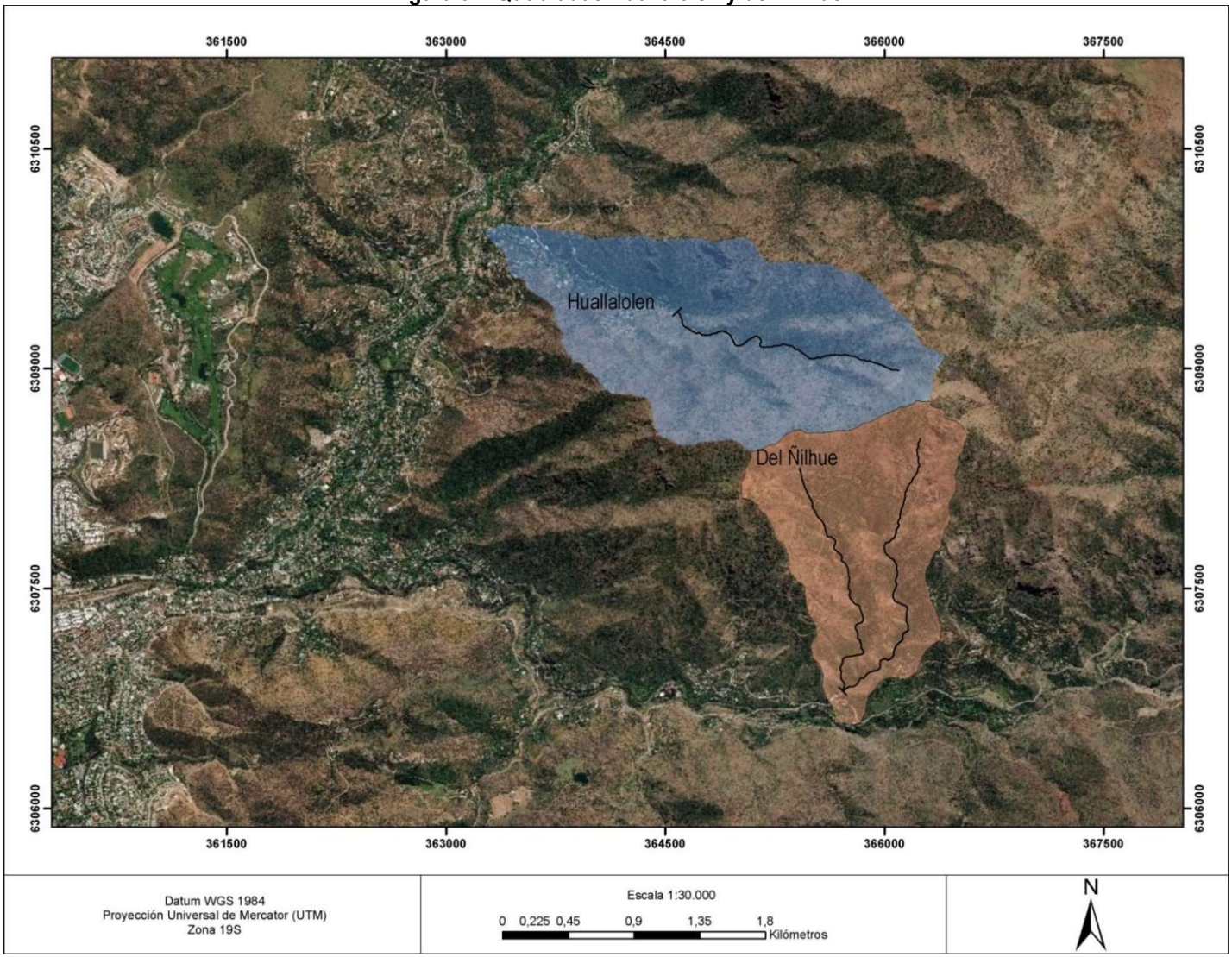
3.2.2 Modelación

Para la modelación de flujos de detritos se eligieron aquellas quebradas que poseen eventos catastrados tanto de eventos aluvionales como de inundaciones, dado que son las únicas que registran actividad reciente. En este caso las quebradas corresponden a Huallalolén y Ñilhue (Figura 3-2), con pendientes promedio de sus cauces de más de 20° y cuencas hidrográficas con una superficie superior a 1,5 km^2.

En el Cuadro 3-2 se presenta una tabla resumen de los datos ingresados al programa en cada uno de los escenarios simulados en el software RAMMS. Las características del modelo, los supuestos y parámetros utilizados, así como los resultados que se obtuvieron se encuentran en el Apéndice 8.4.2.

Los resultados de las simulaciones generadas por el Software RAMMS entregan información sobre la altura máxima y velocidad máxima alcanzada por el flujo en cada punto. En la Figura 3-3 se presenta un ejemplo de los resultados de velocidad y en la Figura 3-4 para los resultados de alturas máximas generados por el programa en la quebrada de Huallalolén para un periodo de retorno de 100 años y una concentración volumétrica de sedimentos de 40%.

Figura 3-2 Quebradas Huallalolén y del Ñilhue



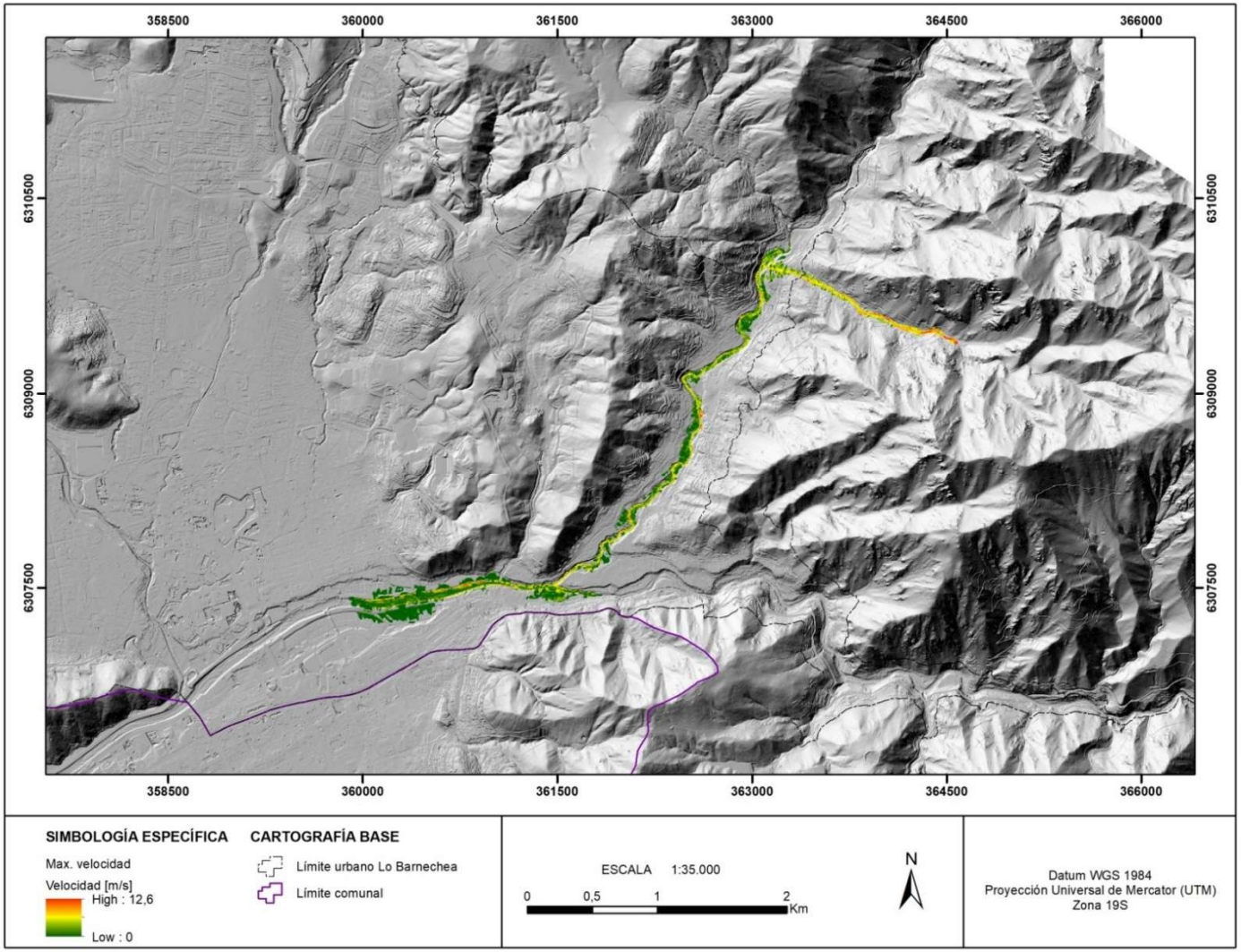
Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro 3-2 Resumen datos de entrada software RAMMS de las quebradas de Huallalolén y del Ñilhue

Quebrada	T [años]	Caudal Líquido Máximo (Q_w) [m^3/s]	Concentración volumétrica (C_v) [%]	Caudal Máximo Total (Q_p) [m^3/s]	Volumen (V) [m^3]	Velocidad (v) [m/s]	Densidad (ρ) [kg/m^3]	Coeficiente de fricción de Coulomb (μ)
Huallalolén	100	22,2	50	96,2	251.754,9	12,6	1.801,7	0,15
			40	57,7	139.005,6	12,6	1.644,7	0,05
			30	41,2	94.007,2	12,6	1487,7	0,01
			20	36,1	70.194,0	12,6	1330,7	0,001
	25	17,9	50	77,5	195.848,5	12,6	1.801,7	0,15
			40	46,5	108.143,5	12,6	1.644,7	0,05
			30	33,2	73.138,5	12,6	1487,7	0,01
			20	25,8	54.613,1	12,6	1330,7	0,001
Del Ñilhue	100	17,0	50	73,7	184.686,5	12,1	1.801,7	0,15
			40	44,2	101.981,5	12,1	1.644,7	0,05
			30	31,6	68.971,7	12,1	1487,7	0,01
			20	24,6	51.502,1	12,1	1330,7	0,001
	25	12,5	50	54,2	129.175,5	12,1	1.801,7	0,15
			40	32,5	71.335,0	12,1	1.644,7	0,05
			30	23,2	48.247,6	12,1	1487,7	0,01
			20	18,1	36.028,6	12,1	1330,7	0,001

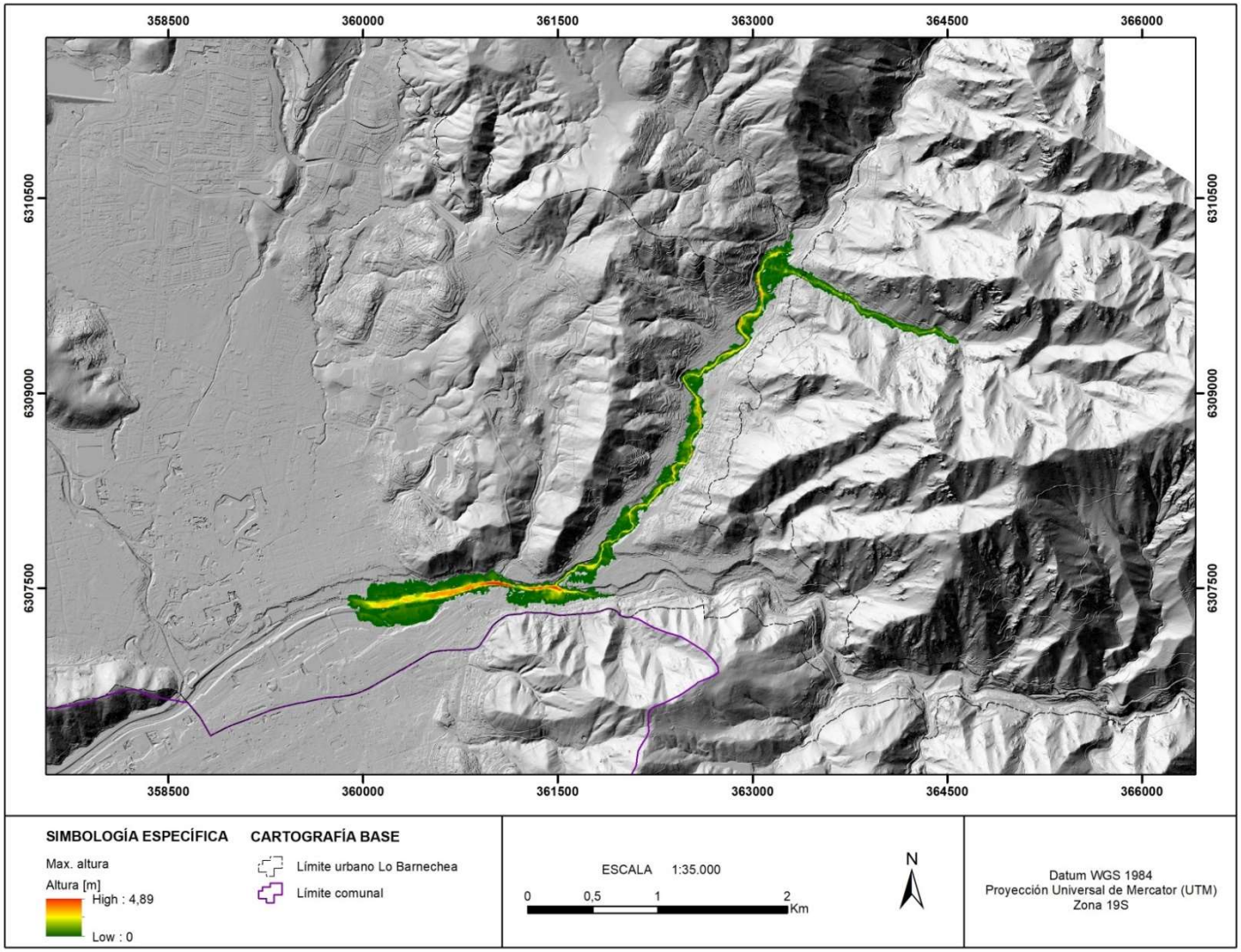
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 3-3 Ejemplo de resultado de máxima velocidad para el caso T = 100 años, Cv 40% de la quebrada Huallalolén



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 3-4 Ejemplo de resultado de máxima altura para el caso T = 100 años, Cv 40% de la quebrada Huallalolén



Fuente: Elaboración propia (2021)

Para definir la intensidad de los flujos, se modificó la pauta entregada por Rickenmann (2005), aumentando la categoría de intensidad en un grado, desde baja a alta, a la graduación desde moderada a muy alta, tal como se presenta en el Cuadro 3-3.

Cuadro 3-3 Categorías para intensidad de flujos de detritos

Intensidad	Altura [m]	y	Velocidad [m/s]
Muy Alta	≥ 1,0	y	≥ 1,5
Alta	0,4 ≤ h < 1,0	y/o	0,4 ≤ v < 1,5
Moderada	< 0,4	y	< 0,4

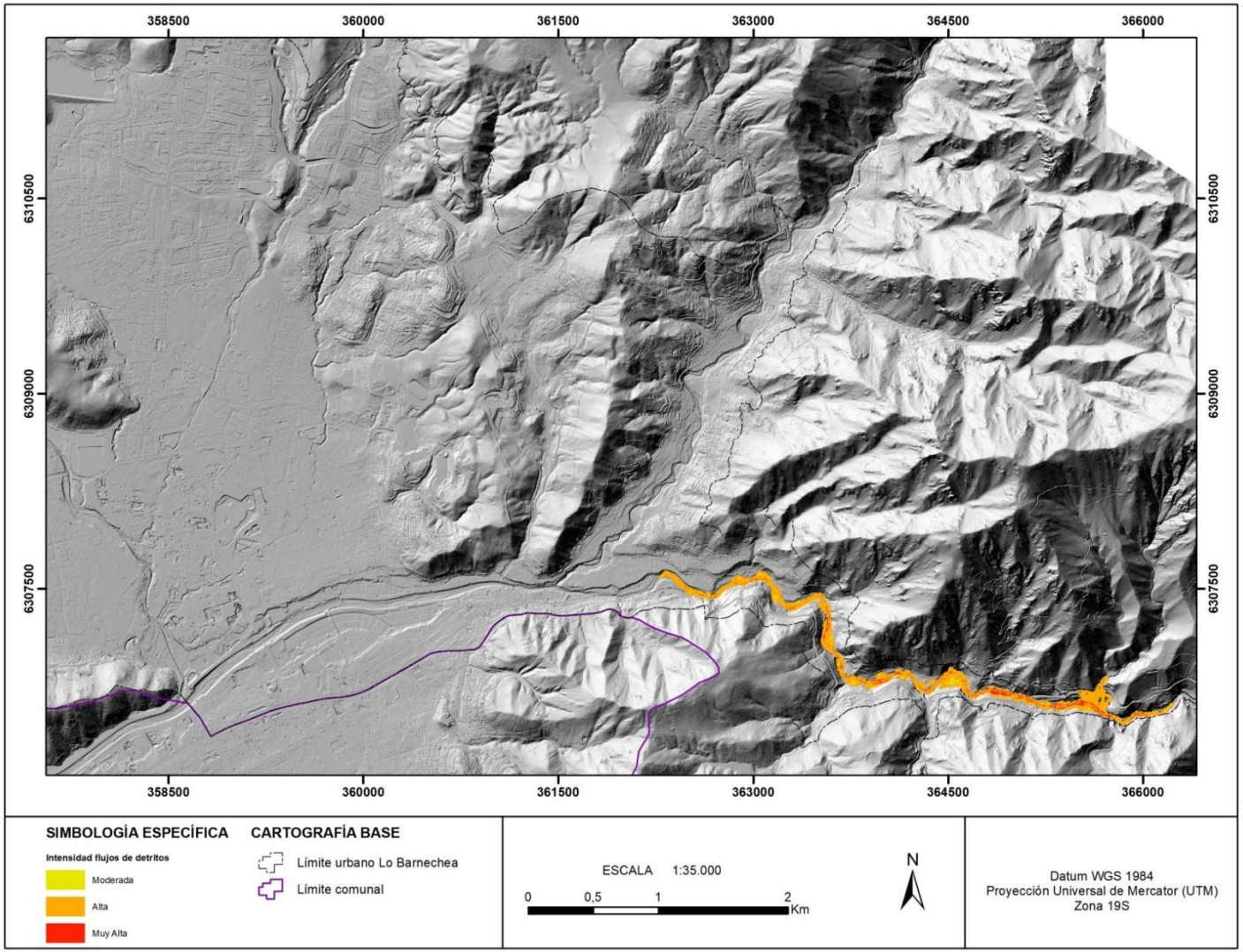
Fuente: Modificado de Rickenmann (2005)

Para generar las zonas con los distintos grados de intensidad se compararon los ráster generados por el programa de la altura y velocidad máxima alcanzada, de manera que cada condición fuera revisada para cada pixel y se gradúe de manera correcta la intensidad del flujo en cada punto de simulación. Este paso se repitió en cada una de las quebradas en los distintos escenarios asociados a los periodos de retorno de 25 y 100 años y sus respectivas concentraciones volumétricas de sólidos. Un ejemplo del resultado obtenido para la quebrada del Ñilhue en el periodo de retorno 25 años con una concentración volumétrica del 40% se presenta a continuación en la Figura 3-5. Los mapas de intensidad para cada escenario de simulación se presentan con mayor detalle en el Apéndice 8.4.2, letra 0.

Dado que las concentraciones volumétricas de sólidos más probables corresponden a los valores entre 30% y 40%, se compararon los mapas de intensidad para cada quebrada en cada periodo de retorno con aquellas concentraciones, manteniendo siempre los grados de mayor intensidad para obtener un mapa de intensidad representativo de cada periodo de retorno, para poder integrar flujos con mayor y menor contenido de agua en relación con los sedimentos disponibles. En la Figura 3-6 se puede observar para la quebrada del Ñilhue el mapa de intensidad final para un periodo de retorno de 25 años. Los mapas de intensidad de flujos de detritos finales para cada periodo de retorno se presentan en el Apéndice 8.4.2, letra 0.

Finalmente, se utilizaron los mapas de intensidad para los periodos de retorno de 25 y 100 años para delimitar de mejor manera la susceptibilidad de flujos de detritos en las quebradas de Huallalolén y del Ñilhue. Se presentan los mapas de intensidad final para cada quebrada en la Figura 3-7 y la Figura 3-8, respectivamente. Se complementa así la información de susceptibilidad obtenida desde la geomorfología y, por lo tanto, de la historia de los procesos geológicos y geomorfológicos ocurridos en la zona de estudio con la información obtenida mediante modelos numéricos en distintos escenarios para las cuencas hidrográficas seleccionadas.

Figura 3-5 Ejemplo mapa de intensidad para la quebrada del Ñilhue en el caso T = 25 años y concentración volumétrica de sedimentos de 40%



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 3-6 Ejemplo de mapa de intensidad final para la quebrada del Ñilhue en el caso T = 25 años

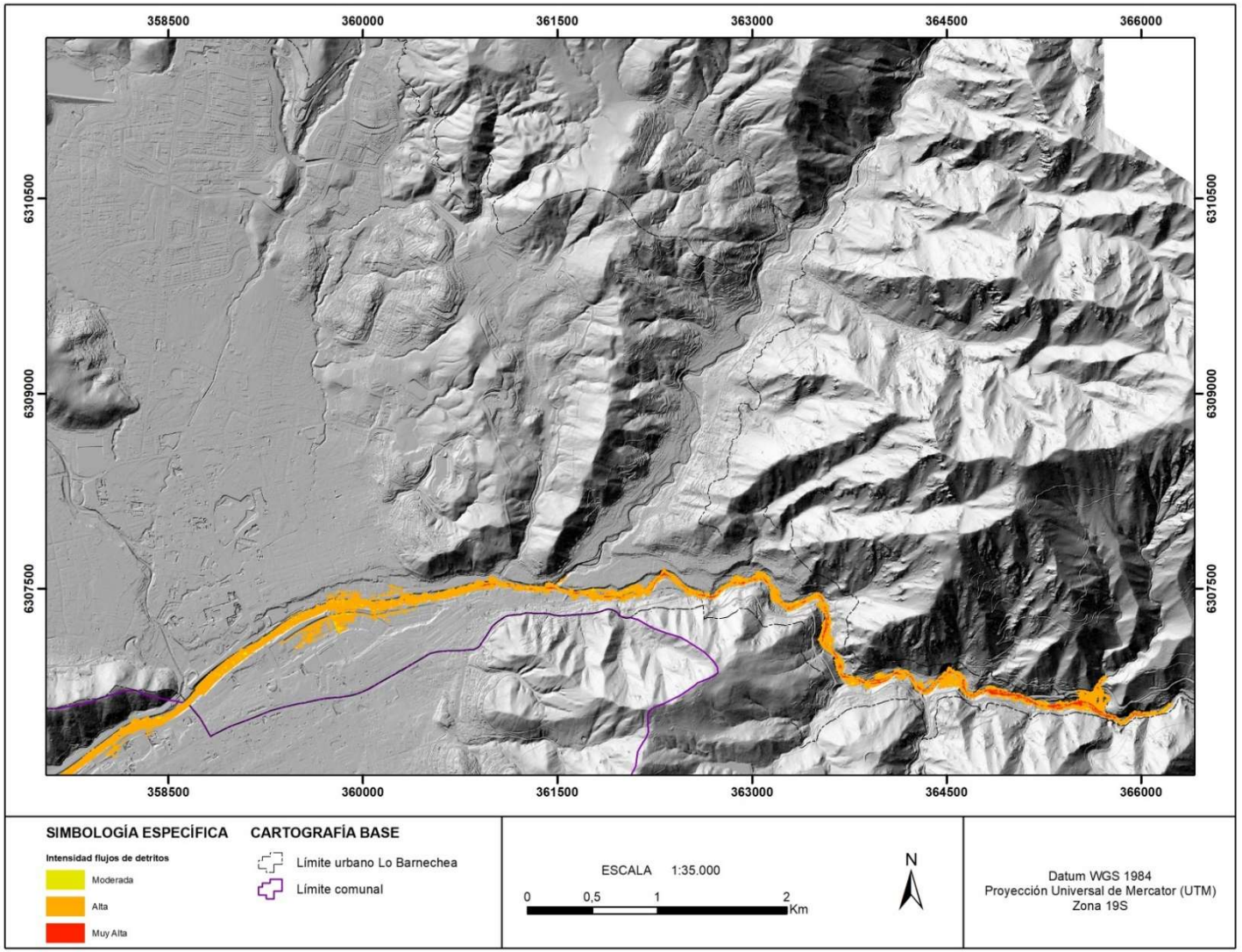
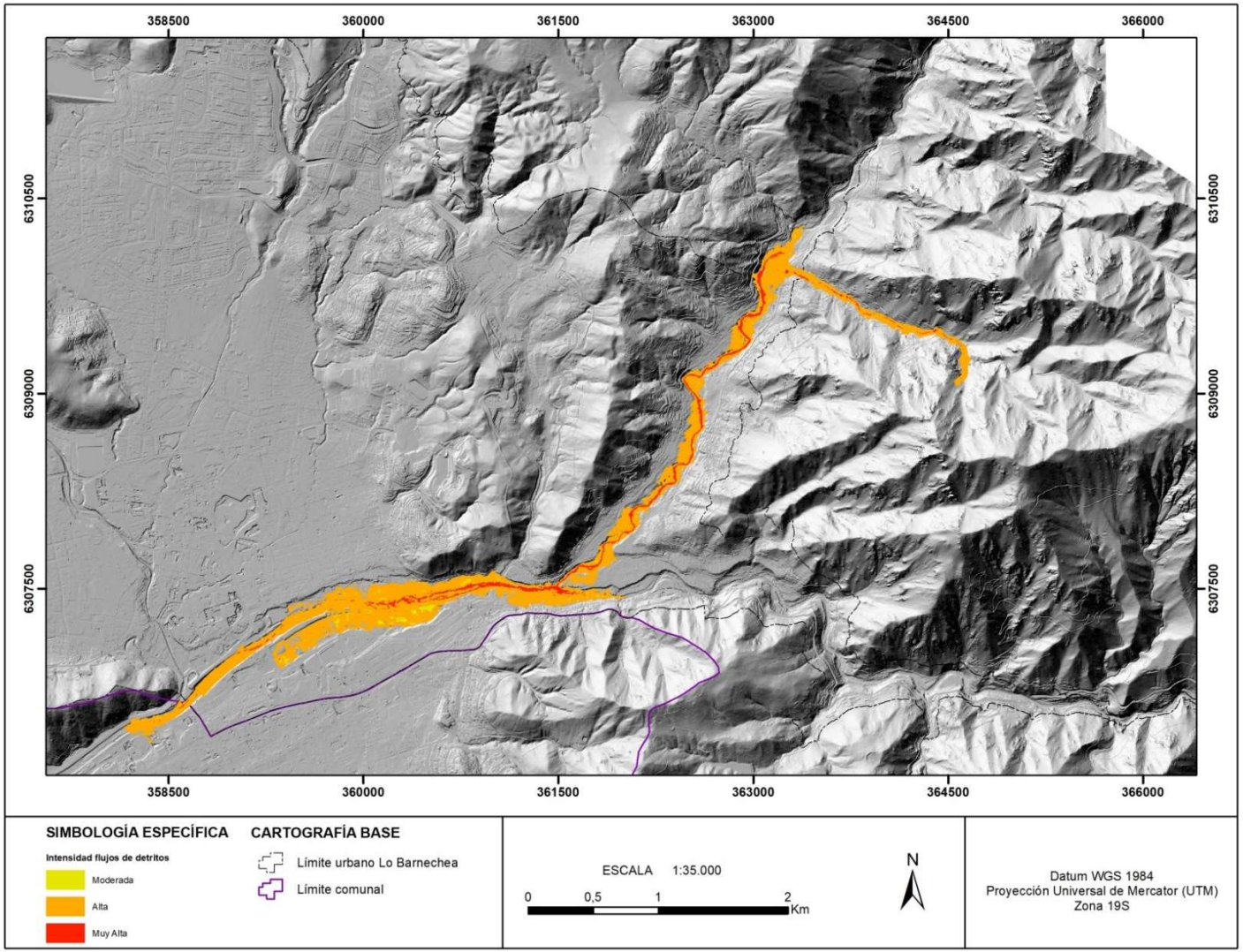
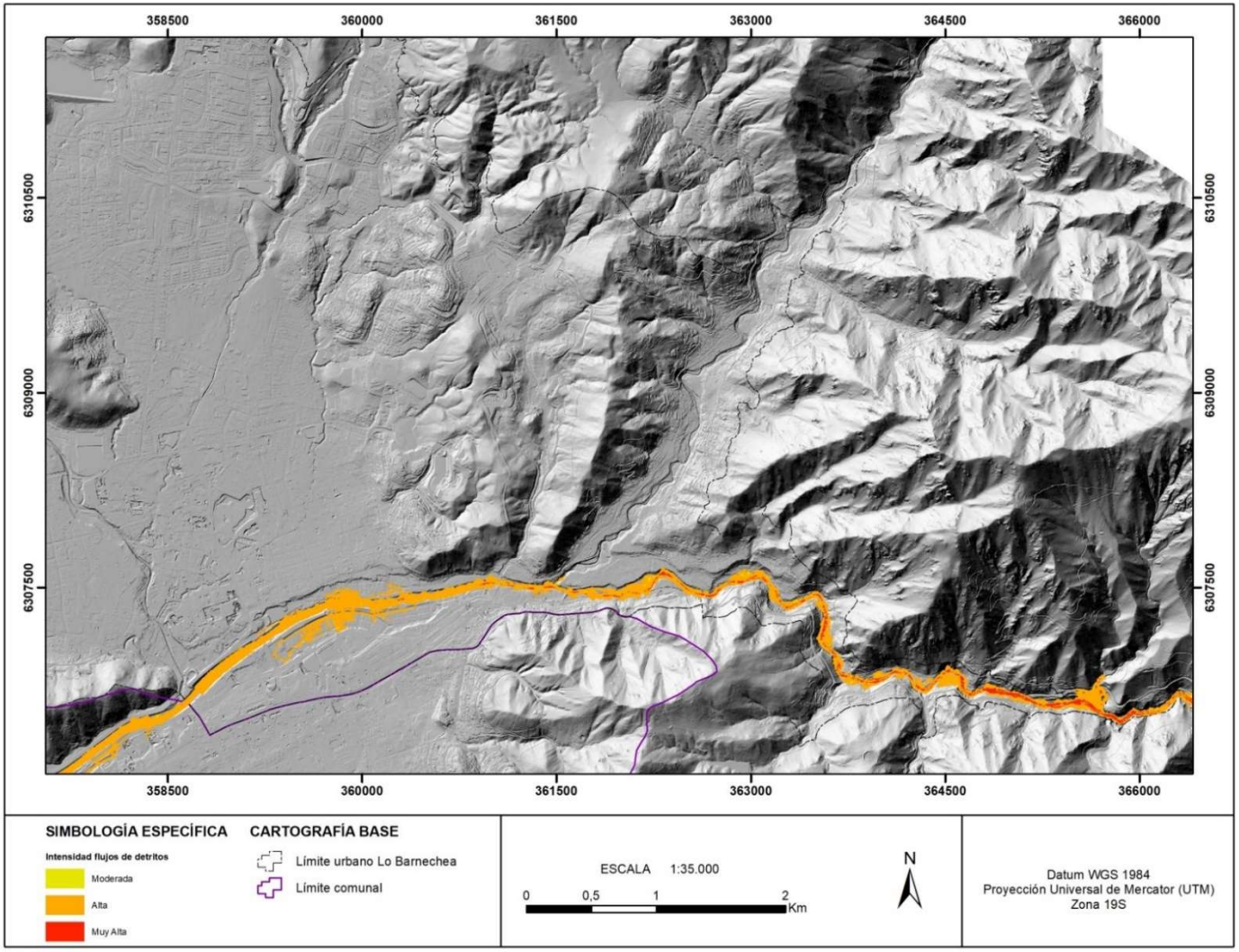


Figura 3-7 Mapa de intensidad final para la quebrada Huallalolén



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura 3-8 Mapa de intensidad final para la quebrada del Ñilhue



Fuente: Elaboración propia (2021)

3.2.3 Susceptibilidad

Los factores que ejercen mayor impacto sobre la generación de flujos de barro y/o detritos, y que al mismo tiempo pueden ser aplicados de manera adecuada a la escala de análisis de este estudio, corresponden a las pendientes, tanto de laderas como de los canales de las quebradas, el nivel de incisión de los cauces y el tamaño de las cuencas hidrográficas, además de la existencia de eventos catastrados en el área. Por ello, la base para la zonificación de estos procesos corresponde a dichos elementos condicionantes. Para el análisis de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos se consideró la siguiente metodología y criterios de zonificación:

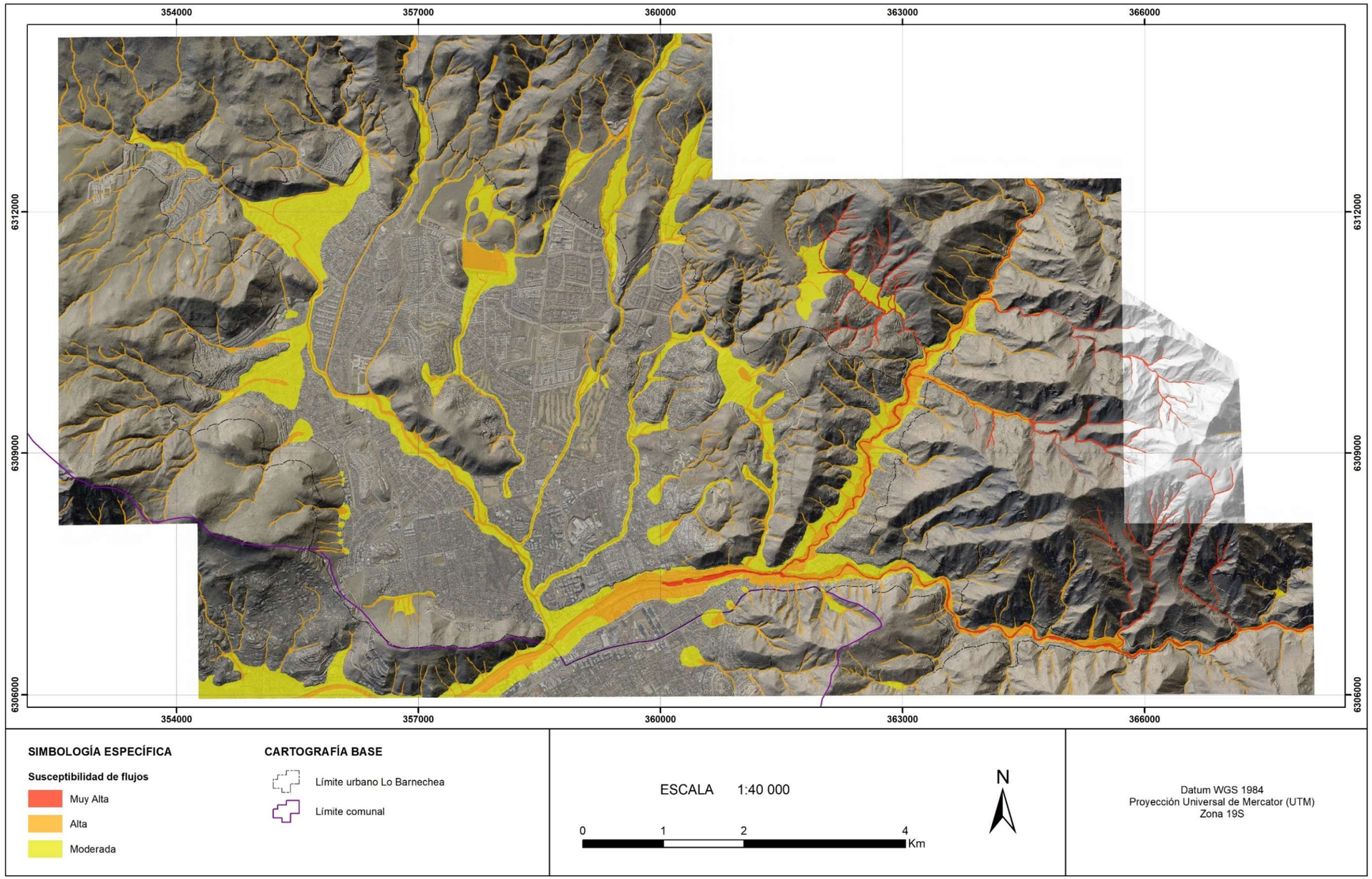
1. Se determinaron las áreas de generación a partir del geoprocesamiento del modelo de elevación digital en donde se delimitan las cuencas hidrográficas y se calculan las superficies de quebradas de la zona de estudio.
2. A los cauces principales, esteros y cauces de quebradas se atributan, preliminarmente, con un grado de susceptibilidad alta, asumiendo que todos los canales son susceptibles a transportar un flujo de detritos.
3. Abanicos aluviales y terrazas fluviales adyacentes se atributan con grados de susceptibilidad moderada.
4. Para quebradas que presenten catastro de eventos aluvionales y/o que posean cuencas hidrográficas de grandes dimensiones (superiores a 1,5 km^2) y pendientes superiores a 20° desde su nacimiento al ápice de su abanico aluvial, se aumentó su nivel de susceptibilidad en un grado, asimismo los abanicos y terrazas fluviales adyacentes a ellas.
5. Para las quebradas que poseen una muy alta susceptibilidad y poseen eventos catastrados se realizan simulaciones numéricas con el software RAMMS con el fin de generar mapas de intensidad de los flujos de barro y/o detritos para los periodos de retorno de 25 y 100 años.
6. Se utilizaron los mapas de intensidad para delimitar de con mayor detalle la susceptibilidad de flujos de detritos en las quebradas de Huallalolén y del Ñilhue junto con sus efectos en la quebrada El Arrayán y el Río Mapocho. Para ello, se consideró la intensidad de flujo más desfavorable que se obtuvo en cada pixel, considerando las modelaciones a 25 y 100 años. Complementando así la información de susceptibilidad obtenida desde un análisis geomorfológico y, por lo tanto, de la historia de los procesos geológicos ocurridos en la zona de estudio con la información obtenida mediante un modelo numérico en distintos escenarios posibles para las cuencas hidrográficas seleccionadas.
7. En zonas en las cuales un cauce con susceptibilidad alta de flujos se ubica en zonas urbanas y no posee una terraza de inundación, pero la profundidad del canal es menor a 2 - 3 m, se añade un *buffer* de 10 a 20 m de susceptibilidad moderada de flujos, debido a que estas zonas pueden ser inundadas por un flujo en un eventual desborde del canal.

Los procesos anteriores dan como resultado un producto vectorial que representa los diferentes grados de susceptibilidad muy alta, alta y moderada dando origen a las siguientes categorías de susceptibilidad:

8. **Susceptibilidad Muy Alta de flujos de barro y/o detritos:** corresponde a cauces de quebradas con pendientes promedio de más de 20º, cuencas hidrográficas de grandes dimensiones (más de 1,5 m^2) y/o eventos catastrados.
9. **Susceptibilidad Alta de flujos de barro y/o detritos:** corresponde a cauces de quebradas con potencial de generación de flujos, pero pendientes en su cauce entre 10º a 20º y sin eventos registrados en la zona, así como abanicos aluviales y terrazas fluviales aledañas a cauces con susceptibilidad muy alta de generación de flujos de barro y/o detritos.
10. **Susceptibilidad Moderada de flujos de barro y/o detritos:** corresponde a cauces en zonas con pendientes menores a 10º con baja potencialidad de generación de flujos, pero que pueden transportar eventos aluvionales. Además de terrazas fluviales y abanicos aluviales adyacentes a zonas con susceptibilidad alta de flujos de detritos.

El mapa de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos a escala 1:1.000 se presenta a modo referencial dentro del informe, a escala 1:40.000, en la Figura 3-9.

Figura 3-9 Mapa de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos a escala representativa de 1:40.000



Fuente: Elaboración propia (2021)

3.3 PROCESOS DE LADERA

3.3.1 Diagnóstico

La caída de bloques se asocia a la existencia de discontinuidades en la roca, con condiciones de inestabilidad favorables para que los fragmentos caigan a través de un talud. Entre los factores condicionantes se diferencian aquellos que determinan la probabilidad de ocurrencia de los que controlan el nivel de daño generado. Entre los primeros; se cuenta la existencia de afloramientos de rocas, la orientación y la frecuencia de discontinuidades, y la pendiente del talud formado por afloramientos de roca fresca en superficie. Dado que la escala de trabajo no permite realizar una caracterización geotécnica exhaustiva de las unidades geológicas que conforman el territorio comunal, los factores que pueden considerarse como determinantes para la ocurrencia de este peligro son la existencia de afloramientos y la pendiente. Entre los factores que controlan el nivel de daño se encuentra el tamaño de los bloques que caen y la distancia vertical recorrida por estos. En general, a mayores pendientes y relieve, las laderas presentan una mayor tendencia a la inestabilidad (y, por lo tanto, a la generación de caída de bloques) y los bloques desprendidos a alcanzar mayores distancias en sentido horizontal (mayor alcance).

Los deslizamientos pueden ocurrir de varias formas, dependiendo de las propiedades del material y las características geológicas y geomorfológicas del entorno, sin embargo, uno de los principales controles de este peligro corresponde a la pendiente del territorio. En el área de estudio, el alcance de los deslizamientos se encuentra fuertemente controlado por el relieve entre el punto de generación y el cauce al fondo de las cuencas: a mayor desnivel, mayor será la posibilidad de alcanzar mayores distancias.

Los colosales depósitos de megadeslizamientos reconocidos en el área de estudio dan cuenta de la acción erosiva a largo plazo de estos procesos, y que estos afectan las rocas de la Formación Abanico en diversos sectores distribuidos de manera relativamente homogénea en el área de estudio. Si bien la escala de trabajo no permite realizar una caracterización geotécnica exhaustiva de las unidades geológicas que conforman las zonas montañosas, es esperable que sean estos depósitos de megadeslizamientos los que presenten un comportamiento geotécnico más favorable para la ocurrencia de nuevos deslizamientos, de manera que puedan ser más susceptibles a reactivarse.

La caída de bloques y los deslizamientos pueden ser abordados de una manera conjunta, mediante el concepto de “proceso de laderas”, porque ambos peligros comparten en gran parte los factores condicionantes. Estos procesos dan cuenta de la dinámica propia de las laderas montañosas a escala de tiempo geológico, en el sentido de que la exposición continua a los agentes de meteorización propicia la erosión de los materiales superficiales (ya sea mediante la forma de caída de rocas o deslizamiento). En este sentido, la susceptibilidad asociada a procesos de ladera busca dar cuenta de todos los lugares que podrían verse afectados por la evolución dinámica natural de las laderas, y que al mismo tiempo sean representables a la escala de este estudio, según distintos grados o categorías. Por último, tal como se describió en las secciones anteriores, los procesos de ladera están determinados principalmente por las características geológicas del terreno, las pendientes y el relieve de las laderas.

En cuanto a los factores desencadenantes para los procesos de ladera, se identifican dos principales: los grandes sismos; y los eventos meteorológicos extremos, que disminuyen la cohesión de los materiales geológicos. En ambos casos, los sectores susceptibles ven acrecentados los factores que los hacen inestables, de tal manera que los materiales que componen las laderas pueden llegar a caer pendiente abajo.

En consecuencia, para determinar las zonas que pueden ser afectadas por este peligro, se tomaron en consideración los resultados de las líneas de base de geología y geomorfología (8.3) y de hidrología (8.3.5), el catastro de remociones en masa.

3.3.2 Susceptibilidad

Como se explicó anteriormente, los factores que ejercen mayor injerencia sobre la ocurrencia de los procesos de ladera, y que al mismo tiempo pueden ser aplicados de manera adecuada a la escala de análisis de este estudio, corresponden al tipo de unidad litológica, las pendientes y el relieve de las laderas. Por ello, la base para la zonificación de estos procesos corresponde a dichos elementos condicionantes.

Para el análisis de susceptibilidad de procesos de ladera, la metodología considera los siguientes pasos y criterios de zonificación:

1. Determinación de las áreas de generación a partir del geoprocesamiento digital del *raster* de pendientes derivado de la topografía levantada para este estudio. Este análisis contempló la clasificación de las pendientes considerando los intervalos propuestos por Esaki et al. (2005). Así, los intervalos de categorización de pendientes utilizados fueron: 0°-15°, 15°-25°, 25°-35° y >35°, a los que se denominaron como 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Posteriormente, a partir de una serie de algoritmos de geoprocesamiento se procedió a la suavización automatizada de las categorías de pendientes 1, 2, 3 y 4, a modo de disminuir el ruido propio de un *raster* de este tipo dada la resolución del modelo de elevación digital del cual se deriva.
2. A modo de incluir, en cierto modo, las variables geotécnicas y geométricas dadas por el tipo de unidad geológica y el relieve topográfico en el cual se exponen, se procedió con la ponderación en 1 de las categorías 1, 2, 3, si estas áreas yacían sobre las unidades geológicas de la Formación Abanico (OIMa) o de depósitos de remoción en masa (PlHrm), ambas unidades expuestas en paisajes montañosos con relieve topográfico importante y presentando, generalmente, calidad geotécnica regular (ver 8.3).
3. Para permitir una correcta aplicabilidad en planificación de la cobertura de susceptibilidad obtenida hasta este punto, se procedió a una edición final de carácter manual de aquellas zonas que, aun habiendo ejecutado los pasos anteriores, todavía presentaban ruido innecesario o anchos reducidos menores a 100 m (zonas con pequeños y persistentes polígonos aislados, bordes de polígonos irregulares o con embahiamientos estrechos, etc.).
4. Se consideró que los taludes artificiales destinados a obras viales constituyen un caso particular, porque cuentan con estudios y obras destinadas a mitigar las amenazas. Así, en aquellos taludes que de acuerdo con su pendiente correspondiera un grado de susceptibilidad alta o muy alta, se les asignó la susceptibilidad de la ladera de cerro ubicada sobre los taludes, considerando que, pese a las obras, es posible que se generen procesos de ladera de gran magnitud en ellas. En ningún caso a estos taludes se les asignó una susceptibilidad menor que moderada.
5. En el caso particular del Cerro 18, la topografía tiene una forma escalonada, lo que dificulta la asignación de un grado de susceptibilidad. En este caso, se utilizó el modelo digital de elevación SRTM, pese a ser más grueso, porque permite asignar en función de la pendiente media del cerro, que es relevante para la generación de grandes deslizamientos. Se hace notar que un DEM más grueso tiende a subestimar la pendiente, lo que podría llevar a subestimar la susceptibilidad.

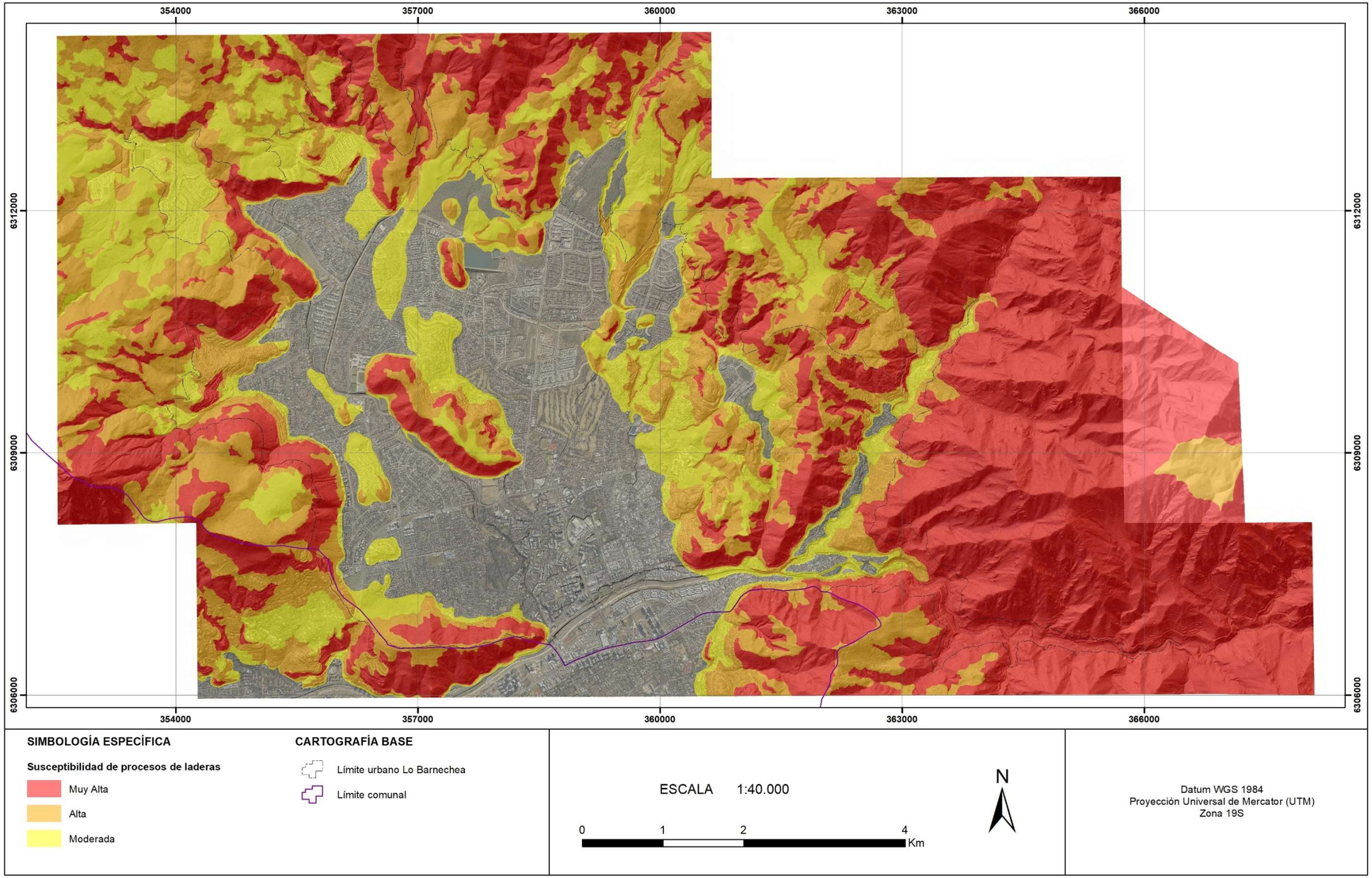
La consecución de los procesos anteriores da como resultado un producto vectorial que representa los diferentes grados de susceptibilidad muy alta, alta y moderada dando origen a las siguientes categorías de susceptibilidad:

- **Susceptibilidad Muy Alta de procesos de ladera:** corresponde a zonas con laderas naturales o taludes con pendientes por encima de 35°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 25° y 35°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.
- **Susceptibilidad Alta de procesos de ladera:** corresponde a zonas con laderas naturales o taludes cuyas pendientes en el intervalo entre 25°y 35°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 15°-25°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.

- **Susceptibilidad Moderada de procesos de ladera:** corresponde a zonas con laderas naturales o taludes con pendientes en el intervalo entre 15°y 25°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes inferiores a 15° que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.

El mapa de susceptibilidad de procesos de ladera a escala 1:1.000 se presenta a modo referencial dentro del informe, a escala 1:40.000, en Figura 3-10.

Figura 3-10 Mapa de susceptibilidad de procesos de ladera a escala representativa de 1:40.000



Fuente: Elaboración propia (2021)

4 SISMICIDAD

4.1 CATASTRO

En la línea de base de la sismicidad (8.3.5) se identifica una gran cantidad de sismos que han ocurrido en una zona que pueden sentirse o producir efectos en el área de estudio. Estos registros son el resultado de recopilaciones históricas y de registros instrumentales. De esta forma, la amenaza sísmica en la comuna de Lo Barnechea se asocia a tres tipos de sismos:

- Sismos de interplaca, ocurridos en el contacto entre las placas Sudamericana y Nazca, con altas intensidades como consecuencia de un terremoto de gran magnitud a una escala regional, donde destacan los terremotos que afectaron a la zona en 1730, 1906, 1985 y 2010.
- Sismos intraplaca de profundidad intermedia, con epicentro en la plaza de Nazca bajo la depresión intermedia, cuyos efectos pueden ser muy destructivos, como los ocurridos en 1965 y 1971.
- Sismos corticales, asociados a actividad que ocurre en el interior de la Placa Sudamericana, como resultado del movimiento a través de estructuras como fallas activas. De ellas, no se cuenta con registro histórico, pero si registro instrumental.

4.2 DIAGNÓSTICO

Las fuentes sismogénicas descritas anteriormente generan terremotos que afectan al territorio a una escala regional, en particular, los sismos interplaca que corresponden a los que ocurren con mayor frecuencia y magnitud y se encuentran considerados en la norma sísmica. Sin embargo, respecto a los intraplaca no se tiene suficiente información debido a que no han ocurrido muchos en el país. En este mismo sentido, la amenaza asociada a este tipo de sismos no se puede zonificar en el marco de este estudio.

Por último, se tienen los sismos corticales o generados por fallas activas, entre estas estructuras cordilleranas destaca la Falla San Ramón, cuya traza ha sido identificada y delimitada de forma detallada entre los ríos Mapocho y Maipo, por ende, no se ha reconocido en la comuna de Lo Barnechea.

Debe tenerse en consideración que la traza de la estructura solo se asocia al peligro de ruptura en superficie de la falla, pero áreas cercanas podrían verse afectadas por aceleraciones de gravedad que produzcan daños en infraestructura en casos de eventos de gran magnitud generados por la falla, lo que sí podría ocurrir dentro del área de estudio.

Finalmente, a pesar de que la Falla San Ramón no ha sido reconocida directamente dentro del área de estudio, existen investigaciones en curso que indicarían la existencia de estructuras tectónicamente similares, que podrían responder como esta estructura. De esta manera, se deben considerar que en estudios se ha reconocido la existencia de sismicidad activa asociada al plano de falla en profundidad de la Falla San Ramón, lo que indica que la falla es sísmicamente activa (Pérez et al., 2013).

En conclusión, el área de estudio se encuentra expuesta a la amenaza sísmica de tres fuentes sismogénicas. Sin embargo, en el caso de dos de las fuentes, el alcance de este estudio a escala de detalle de 1:1.000 no permite que se pueda zonificar esta amenaza a la escala urbana. Para la tercera, si bien podría zonificarse la amenaza a una escala adecuada, no existe información suficiente para hacerlo, y se requieren estudios específicos al respecto.

5 VOLCANISMO

Chile se dispone en la zona de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, en la costa occidental del Océano Pacífico, que se caracteriza por concentrar una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que abarca. En particular, el área de estudio se ubica en el extremo norte del segmento denominado Zona Volcánica Sur (ZVS) desarrollado a lo largo de 1400 km del margen andino, desde los 33,3°S (Volcán Tupungatito) hasta los 45,9°S (Volcán Hudson).

5.1 CATASTRO

El área de estudio abarca parte del sector cordillerano de la Región Metropolitana, por lo tanto, corresponde a una de las zonas urbanas relativamente cercanas a centros volcánicos del Gran Santiago. Existen tres volcanes considerados activos por el SERNAGEOMIN en la región, estos son: Volcán Tupungatito, Complejo Volcánico San José, y Volcán Maipo, de los cuales solo los dos primeros se encuentran monitoreados por la Red Nacional de Vigilancia Volcánica. Estos tres volcanes tienen las características que se resumen en el Cuadro 5-1.

Cuadro 5-1 Volcanes activos de la Región Metropolitana

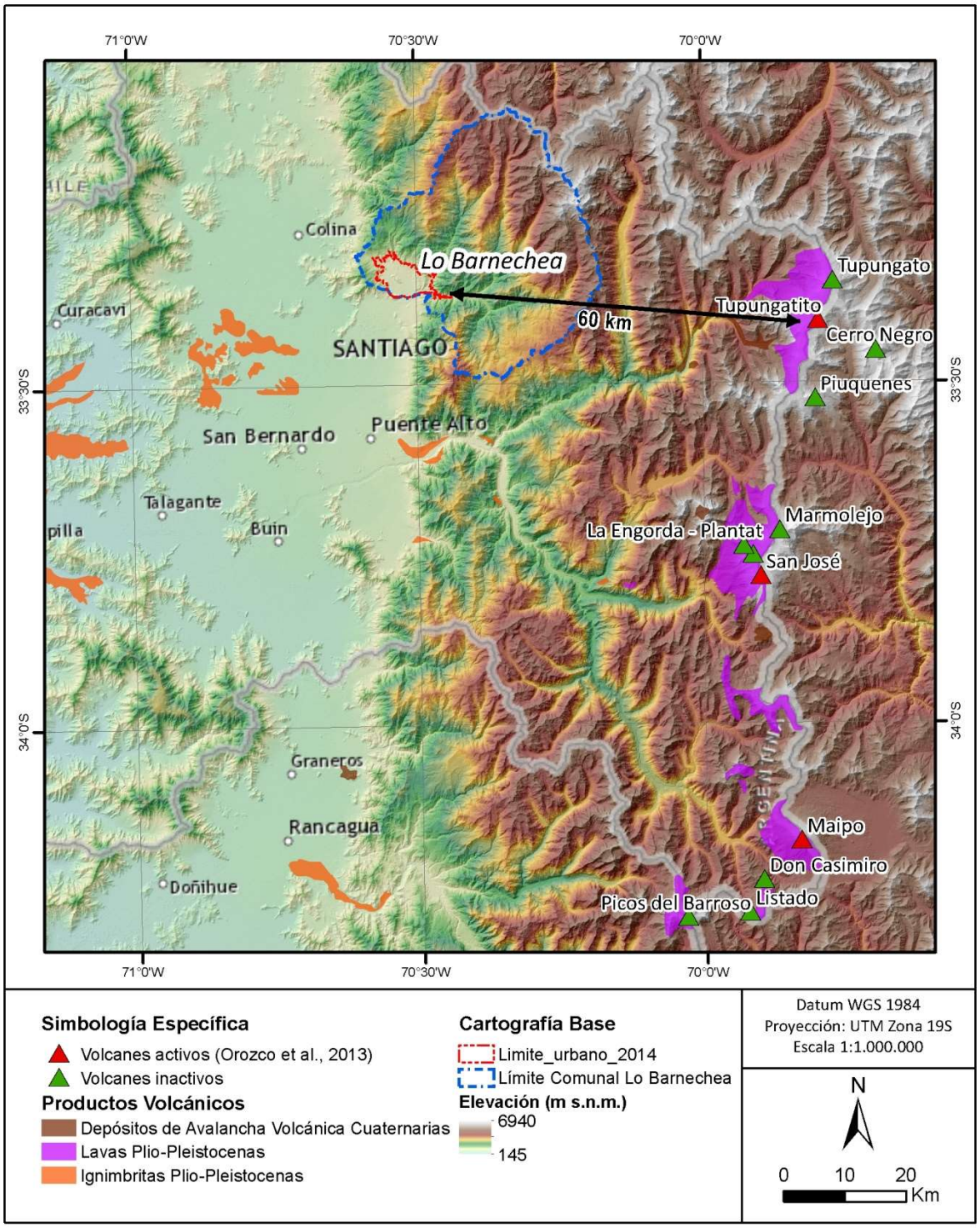
Volcán	Tipo de Volcán	Coordenadas		Ranking de Peligrosidad[1]	Distancia área de estudio
		Longitud	Latitud		
Tupungatito	Estratovolcán	-69.802	-33.401	22	60 Km
San José	Estratovolcán	-69.894	-33.790	21	68 Km
Maipo	Estratovolcán	-69.828	-34.166	47	106 Km

Fuente: Red Nacional de Vigilancia Volcánica (2015).

Además de estos tres centros volcánicos, existen otros inactivos (Tupungato, Cerro Negro, Piuquenes, Marmolejo, La Engorda), que se muestran en la Figura 5 1. Al norte de los 33° el segmento volcánico no presenta actividad volcánica reciente debido a su contexto geodinámico de subducción plana. La historia eruptiva del Volcán Tupungatito, del Complejo Volcánico San José y del Volcán Maipo se presenta en el Cuadro 5-2, el Cuadro 5-3 y el Cuadro 5-4, respectivamente.

[1] Considera la peligrosidad, relacionada con características del volcán y sus erupciones, y la vulnerabilidad, que se asocia a factores relacionados con la población y la infraestructura que podrían ser afectados.

Figura 5-1 Centros y depósitos volcánicos en contexto regional con el área de estudio



Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro 5-2 Historia Eruptiva Volcán Tupungatito

Fecha Inicio	Fecha Término	Certeza de la erupción	VEI	Evidencia
28/11/1987	30/11/1987	Confirmada	2	Observaciones históricas
20/01/1986	20/11/1986	Confirmada	1	Observaciones históricas
10/01/1980	11/01/1980	Confirmada	2	Observaciones históricas
02/07/1969 +- 182 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
03/08/1964	19/09/1964	Confirmada	2	Observaciones históricas
05/05/1961 +- 4 d	16/08/1961 +- 15 d	Confirmada	2	Observaciones históricas
15/07/1960 +- 5 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
16/10/1959	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
26/03/1959 +- 5 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
16/01/1958 +- 15 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1946	1947	Confirmada	2	Observaciones históricas
1925	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
15/02/1907	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
04/1901	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
01/1897	12/04/1897	Confirmada	2	Observaciones históricas
1889	1890	Confirmada	2	Observaciones históricas
1881	Desconocido	Incierta		Observaciones históricas
1861	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1835	Desconocido	Incierta	2	Observaciones históricas
1829	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas

Fuente: Instituto Smithsoniano, Global Volcanism Program

Cuadro 5-3 Historia Eruptiva Complejo Volcánico San José

Fecha Inicio	Fecha Término	Certeza de la erupción	VEI	Evidencia
02/07/1960 +- 182 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
02/07/1959 +- 182 d	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1895	1897	Confirmada	2	Observaciones históricas
1889	1890	Confirmada	2	Observaciones históricas
1881	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1838	Desconocido	Confirmada	1	Observaciones históricas
19/11/1822	1838	Confirmada	2	Observaciones históricas

Fuente: Instituto Smithsoniano, Global Volcanism Program

Cuadro 5-4 Historia Eruptiva Volcán Maipo

Fecha Inicio	Fecha Término	Certeza de la erupción	VEI	Evidencia
1912	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1908	Desconocido	Incierta	2	-
28/10/1905	30/10/1905	Confirmada	2	Observaciones históricas
1881	Desconocido	Incierta		-
24/08/1869	Desconocido	Incierta	2	-
1837	Desconocido	Incierta		-
1835	Desconocido	Incierta		-
1833	Desconocido	Incierta	2	-
16/02/1831	Desconocido	Incierta	2	-
26/09/1829	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
01/03/1826	Desconocido	Confirmada	2	Observaciones históricas
1822	Desconocido	Incierta		-
1788	Desconocido	Incierta		-

Fuente: Instituto Smithsoniano, Global Volcanism Program

5.2 DIAGNÓSTICO

La ausencia de material de origen volcánico que se aprecia en el mapa geológico y la Figura 5 1, y que se constató durante la visita a terreno, indican que el área de estudio no ha sido afectada por actividad volcánica en tiempos recientes. Por otra parte, la amenaza volcánica asociada a erupciones de carácter explosivo extremo, como la que generó la unidad geológica conocida como Ignimbrita Pudahuel (Stern, y otros, 1994), producida por el colapso de la caldera El Diamante, y cuyos depósitos se encuentran incluso en la Cordillera de la Costa, no son un peligros para la comuna, debido a que la mayor parte de los peligros relacionados con el volcanismo se expanden a través de los cauces, y los tres centros volcánicos más cercanos no tienen conexión hidráulica con el área estudiada.

De esta forma, el único peligro relacionado con volcanismo que realmente podría afectar al territorio estudiado es la caída de tefra. Con respecto a este peligro, debe tenerse en consideración que el viento en la zona de estudio tiene una dirección predominante hacia el noreste, lo que reduce la probabilidad de que la tefra se dirija hacia la zona estudiada, aunque no lo descarta, porque también existen épocas en que el viento se dirige hacia el suroeste y oeste. En consecuencia, aunque es posible que en caso de ocurrir una erupción caiga tefra sobre la comuna de Lo Barnechea, la cantidad de material que se puede acumular no debiera ser peligroso para las personas o infraestructura, por lo que a este peligro se le asigna una susceptibilidad moderada de manera homogénea en toda el área estudiada.

No es necesario construir mapas de zonificación para este peligro.

6 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Una vez identificados los peligros, definidos los grados de susceptibilidad y el alcance territorial de ellos, es necesario incorporar estos resultados en los instrumentos de planificación. Esto debe realizarse a través de la aplicación del artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y/o tomando otras medidas de planificación acordes a las atribuciones que otorga la LGUC y la OGUC a los Instrumentos de Planificación Territorial, como por ejemplo, la diferenciación de usos de suelo y regulación de la forma e intensidad de su ocupación.

6.1 ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD

Para definir los criterios que permitan incorporar los peligros naturales dentro de la zonificación urbana, es necesario tener claros los criterios utilizados en la definición de las diferentes categorías de susceptibilidad y la zonificación resultante. En este sentido, en el Cuadro 6-1 se resumen los factores que condicionan y desencadenan cada peligro geológico y los elementos metodológicos con los que se asignó la distribución espacial de la susceptibilidad, los que son descritos en detalle en los capítulos 2, 3, 4 y 5.

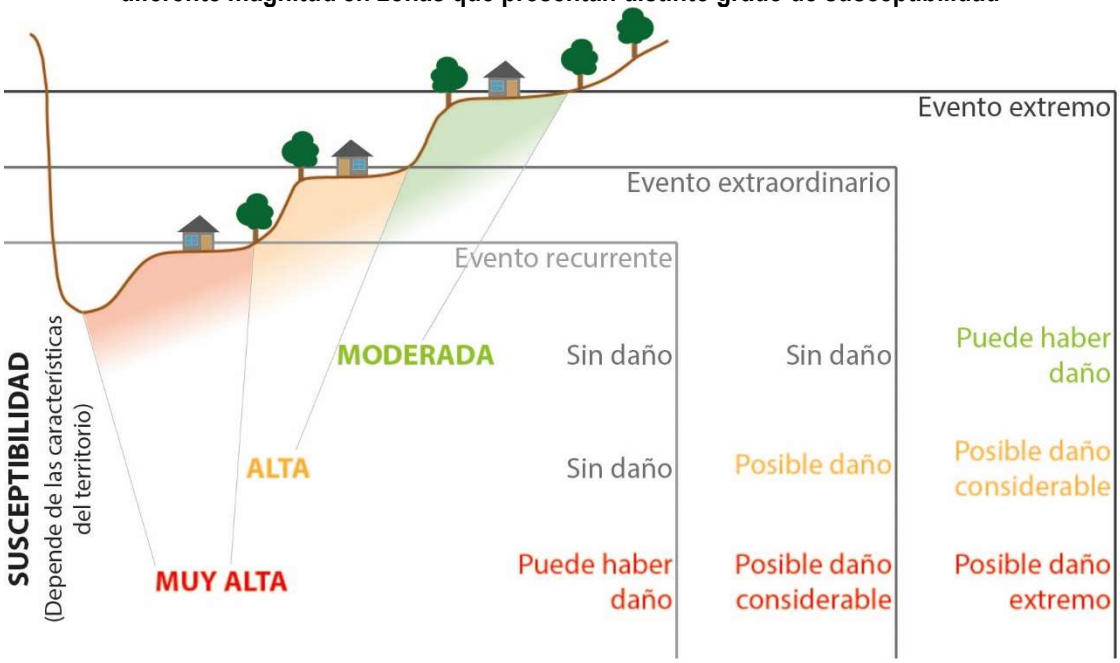
Cuadro 6-1 Resumen de factores que condicionan y desencadenan cada peligro geológico y criterios de zonificación de la susceptibilidad

Peligro	Factores condicionantes	Factores desencadenantes	Elementos de zonificación
Inundaciones por desborde de cauce	- Características morfológicas de la red de drenaje - Obras para mitigar el peligro	- Lluvias intensas	- Catastro de eventos de inundación - Unidades geológicas - Red de drenaje - Modelos hidráulicos - Observaciones de terreno
Flujos de barro y/o detritos	- Morfología de las quebradas y sus zonas de descarga. - Características de la cuenca aportante (tamaño, pendiente, altura, materiales).	- Lluvias intensas	- Observaciones de terreno - Catastro - Características morfológicas de la red de drenaje (pendiente, forma de los cauces) - Modelos de flujo
Procesos de ladera	- Pendientes - Material que compone la ladera (geología)	- Sismos - Lluvias intensas - Viento	- Pendiente del terreno - Catastro de remociones en masa - Unidades geológicas asociadas a procesos de ladera
Sismicidad	- Existencia de fallas activas - Características de los depósitos (efecto de sitio)	- Sismos	- No se zonificó a escala de comuna
Volcanismo (caída de ceniza)	- Distancia a los centros eruptivos - Morfología de la red hidrográfica - Dirección del viento	- Erupciones	- No se zonifica a escala de comuna

Fuente: Elaboración propia (2021)

Es muy relevante comprender que la categorización de susceptibilidad se relaciona con la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno dado en un área determinada, pero corresponde a una categorización cualitativa, de carácter relativo, y no cuantitativa. Pese a que el concepto de susceptibilidad no contempla la cuantificación de períodos de retorno, ni probabilidades de ocurrencia, sí estipula niveles que indican de manera relativa la frecuencia con que ocurre un cierto fenómeno. En este sentido, las zonas de 'muy alta' susceptibilidad son aquellas que muy probablemente serán afectadas en caso de ocurrir cualquier evento del peligro analizado, las zonas de 'alta' susceptibilidad serán aquellas afectadas por eventos extremos (en muchos casos son los más grandes de los que se tengan registros históricos) y las de 'moderada' susceptibilidad se asocian a eventos excepcionales, de los que muchas veces no existen registros históricos, pero si otro tipo de evidencias, como evidencias geológicas o morfológicas. Por otra parte, mientras la magnitud de un evento sea más intensa, se producirán daños mayores, y al mismo tiempo, los daños serán más importantes en la medida que mayor sea la susceptibilidad del territorio, de la forma que se ejemplifica en la Figura 6-1 para el caso de las inundaciones por desborde de cauce. En consecuencia, se recomienda que, mientras mayor sea la susceptibilidad de un área específica, mayores sean las restricciones y/o condicionantes para su utilización.

Figura 6-1 Esquema del daño provocado por eventos de inundación por desborde de cauces con diferente magnitud en zonas que presentan distinto grado de susceptibilidad



Fuente: Elaboración propia (2021)

6.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGO

Para los peligros que es posible zonificar a escala del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, desde la perspectiva de la relación entre la magnitud de un evento, su recurrencia y el daño generado, y con el fin de homologar las categorías de susceptibilidad al lenguaje de la OGUC, se propone aplicar el concepto de área de riesgo establecido en el artículo 2.1.17 a las zonas de 'muy alta' y 'alta' susceptibilidad de cada uno de los peligros, pero no a las zonas de susceptibilidad 'moderada' (Cuadro 6-2). Pese a esto, no se debe considerar que las zonas de susceptibilidad moderada no puedan ser afectadas por los peligros analizados.

Adicionalmente, se propone que los tramos entubados que se encuentran en los cauces de la comuna se definan como áreas de riesgo. Esto tiene por objetivo que la ubicación de dichos tramos sea considerada en edificaciones que pudieran afectar su funcionamiento e integridad estructural.

En cuanto a la sismicidad, aunque se le ha asignado una susceptibilidad 'alta' de manera homogénea, las normas chilenas NCh 433 ("Diseño sísmico de edificios") y la NCh 2369 ("Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales") definen las exigencias de diseño que deben cumplir diferentes tipos de edificaciones debido al peligro sísmico, con herramientas más eficientes que las que ofrece la OGUC. Por lo tanto, no se ha aplicado la definición de área de riesgo para este peligro.

Finalmente, se asignó susceptibilidad moderada de forma homogénea a los peligros relacionados con el volcanismo, por lo que, aplicando el mismo criterio que en el caso de los peligros que se pueden zonificar, no se aplicó la definición de área de riesgo.

Según los criterios anteriores, en el Plano N° ARDU-01 (fuera de texto, Láminas N° 01 a 04) se han definido las siguientes áreas de riesgo:

- AR1: Área de riesgo de inundación por desborde de cauces.
- AR2: Área de riesgo de remoción en masa por procesos de ladera o rodados.
- AR3: Área de riesgo de remoción en masa por flujos de barro y/o detritos.

Cuadro 6-2 Criterios de definición de las áreas de riesgo en el área de estudio (escala 1:1.000) según el artículo 2.1.17 de la OGUC para cada peligro estudiado

PELIGRO GEOLÓGICO ESTUDIADO EN ESTE TRABAJO	SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	"Áreas de riesgo" según el artículo 2.1.17 de la OGUC
Inundaciones por desborde de cauces	MUY ALTA	Cauces activos, y, por tanto, geológicamente a los depósitos fluviales actuales del río Mapocho, Estero El Arrayán y Estero Las Hualtatas, y a los depósitos fluvio-aluviales activos de la quebrada Huallalolén y quebrada Ñilhue (y los afluentes a sus cuencas). En la quebrada Huallalolén, la zona inundada se ajustó mediante el modelo numérico. También se incluyó en esta categoría aquellos cauces que han sido normados por la autoridad competente. Por último, en los tranques artificiales, corresponde a la zona inundada según las imágenes aéreas disponibles.	X
	ALTA	Cauces, tanto naturales como intervenidos que han sido canalizados y su cauce se encuentra abierto. El área asociada a estas se definió en función de fajas alrededor del eje de los cauces. En esta categoría, también se incluyen el primer nivel de terrazas fluviales de la ribera norte del río Mapocho y el muro de contención de la ribera sur, el primer nivel terrazas del estero El Arrayán y parte de Las Hualtatas, cuyas áreas se definieron en función de fajas alrededor del eje de los cauces. En los tranques artificiales, esta cota está definida por la topografía en el entorno de los tranques, que define la cota máxima que podría alcanzar el agua.	X
	MODERADA	Depósitos aterrazados de origen fluvial de ubicados a mayor altura que las áreas de susceptibilidad alta, la primera terraza de la ribera sur y parte más alta de la terraza de la ribera norte del río Mapocho y las terrazas más altas del estero El Arrayán y Las Hualtatas. También se incluye en esta categoría la extensión de las quebradas ubicadas en las laderas de los cerros que rodean al territorio estudiado, el resultado del modelo hidráulico de la quebrada Las Zorras para 100 años de período de retorno, el antiguo cauce de la quebrada Oscura, y los antiguos cauces, en las zonas donde estos actualmente se encuentran abovedados.	Tramos entubados
Flujos de barro y/o detritos	MUY ALTA	Cauces de quebradas con pendientes promedio de más de 20º, cuencas hidrográficas de grandes dimensiones (más de 1,5 m2) y/o eventos catastrados.	X
	ALTA	Cauces de quebradas con potencial de generación de flujos, pero pendientes en su cauce entre 10º a 20º y sin eventos registrados en la zona, así como abanicos aluviales y terrazas fluviales aledañas a cauces con susceptibilidad muy alta de generación de flujos de barro y/o detritos.	X
	MODERADA	Cauces en zonas con pendientes menores a 10º con baja potencialidad de generación de flujos, pero que pueden transportar eventos aluvionales. Además de terrazas fluviales y abanicos aluviales adyacentes a zonas con susceptibilidad alta de flujos de detritos.	

PELIGRO GEOLÓGICO ESTUDIADO EN ESTE TRABAJO	SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	"Áreas de riesgo" según el artículo 2.1.17 de la OGUC
Procesos de ladera	MUY ALTA	Zonas con laderas naturales o taludes con pendientes por encima de 35° y sus alcances modelados para un ángulo de fricción de 35°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 25° y 35°y sus alcances modelados para un ángulo de fricción de 32,5°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.	X
	ALTA	Zonas con laderas naturales o taludes cuyas pendientes en el intervalo entre 25°y 35° y sus alcances modelados para un ángulo de fricción de 32,5°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 15°-25° y sus alcances modelados para un ángulo de fricción de 30°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.	X
	MODERADA	Zonas con laderas naturales o taludes con pendientes en el intervalo entre 15°y 25° y sus alcances modelados para un ángulo de fricción de 30°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes inferiores a 15° que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.	
Sismicidad	ALTA	De acuerdo con el nivel de conocimiento actual, el territorio de la comuna se encuentra expuesto de manera homogénea a este peligro.	
Volcanismo	MODERADA	La susceptibilidad asociada a este proceso es moderada en toda el área estudiada.	

Fuente: Elaboración propia (2021)

6.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS

La comuna de Lo Barnechea, por el hecho de estar ubicada en el borde de una zona montañosa, se encuentra expuesta a la ocurrencia de muchos peligros en prácticamente la totalidad de su territorio. Por esta razón, la extensión del territorio urbano debe ocurrir de manera controlada, para evitar que estos peligros afecten a la población.

En este escenario, el Plan Regulador Comunal considera tres medidas destinadas a gestionar el riesgo en el área normada:

a. **Restricción al desarrollo urbano:** corresponden a aquellas áreas en que se restringe la urbanización y/o construcción en el territorio. Las disposiciones normativas del Plan pueden consolidar áreas verdes o usos complementarios al área verde.
b. **Desarrollo urbano controlado:** corresponden a acciones destinadas a controlar, mediante las disposiciones normativas del Plan relativas a la intensidad de uso y construcción del territorio, sin perjuicio de las acciones complementarias de mitigación que deban desarrollar los particulares.
c. **Habilitación condicionada:** se orienta a los sectores que permiten su habilitación, condicionada solamente a la ejecución de obras de mitigación por parte de los particulares – urbanizadores, en cumplimiento con lo establecido en el artículo 2.1.17 de la OGUC.

Aunque en este estudio no se hace una verificación al respecto, se hace notar que para que las obras de mitigación funcionen adecuadamente se necesita que cuenten con las mantenciones que ellas requieren.

En un escenario de cambio climático, el análisis de los peligros que pueden afectar a la comuna se hace en condiciones de incertidumbre. Aunque en este trabajo no se hace un análisis detallado al respecto, algunos factores que pueden afectar el análisis son la incertidumbre respecto a la cantidad de precipitaciones, la ubicación del límite entre la zona de precipitaciones líquidas y sólidas, y el estado de conservación de la vegetación.

6.3.1 Inundaciones

En el Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea hay una gran cantidad de cauces de origen natural, pero de ellos, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) define áreas de riesgo para 15 cauces, incluido el río Mapocho y el Estero El Arrayán. Los cauces ubicados en el área urbana en estudio, tanto los que se encuentran normados por el PRMS como los que no, mayoritariamente, han sido intervenidos, ya sea para modificar sus trazados, entubarlos o construir obras destinadas a contenerlos durante las crecidas. Estas obras modifican, mediante Documentos Ordinarios, la delimitación de las áreas de restricción y autorizan las construcciones en un área específica, que puede relacionarse con proyectos grandes (como un loteo o edificio) o con un único Rol. En el primer caso, las medidas de mitigación se han incluido en este estudio, mientras que los estudios relacionados a un único Rol no se han podido incluir, debido a que esta información se encuentra repartida en una cantidad muy grande de estudios.

Las modificaciones de las áreas de restricción se han generado de manera fraccionada en la comuna, y por ende no constituyen necesariamente una franja continua. Adicionalmente, existen dificultades en la interpretación de la franja, que en algunos casos corresponde a una distancia desde el centro del cauce y en otros desde el límite de obras que no se conoce su ubicación georreferenciada.

En este estudio, más que incorporar esta información directamente en la delimitación de susceptibilidad, se han analizado aquellos cauces en los cuales la delimitación de susceptibilidad por inundación se traslapa con propiedades con las autorizaciones. Lo anterior se observa preliminarmente para las quebradas El Gabino, La Carbonera, El Manzano y Las Rosas, y para el Estero El Arrayán. De esta forma se recomienda tomar en cuenta la información del catastro realizado por el Departamento de Documentación Técnica y Catastro, de la Municipalidad de Lo Barnechea, base de datos de las modificaciones de franjas de protección realizadas, asociadas a los distintos cauces, incluyendo el Rol de las propiedades, y los Ordinarios con las modificaciones respectivas, para la delimitación o clasificación de áreas del instrumento de planificación en los sectores correspondientes.

En los cauces normados por el PRMS, existe un interés de los particulares por mejorar la definición del área de riesgo, mientras que, en los cauces no normados, los particulares no tienen incentivos para hacer estudios relativos a este tema. Así, mientras los cauces incluidos en el PRMS cuentan con medidas de mitigación que hacen que poca infraestructura se encuentre en zonas inundables, los cauces no incluidos en la normativa, por lo general, no cuentan con estudios fundados para mitigar el riesgo.

Como la mayor parte de la red de drenaje ha sido modificada, ya sea mediante obras de contención en el mismo lugar o por modificaciones del trazado, en caso de que la cantidad de agua supere la capacidad de los cauces, el excedente no necesariamente seguirá los cauces y existirá un nivel de incertidumbre importante respecto de las zonas por donde escurriría el agua.

En este estudio se elaboró un modelo numérico de inundación en la quebrada Las Zorras, que en su entorno está habitada por parte de la población más vulnerable de la comuna, lo que impide que la población pueda hacer estudios específicos para acotar las áreas de riesgo.

Las pendientes relativamente altas que se encuentran en la mayor parte del territorio favorecen el escurrimiento a través de la superficie e impiden que se formen zonas de acumulación de agua.

Este estudio sólo incorpora las obras terminadas a la fecha en que se realizó. En particular, las obras de contención relacionadas con la extensión de la Costanera Norte hacia el oriente (hasta la Av. Padre Alfredo Arteaga Barros) no se han incorporado.

6.3.2 Flujos de barro y/o detritos

Los flujos o aluviones son procesos diferentes de las inundaciones, y ambos peligros no se comportan de igual manera. En este sentido, aunque las obras de mitigación reducen el riesgo asociado a este peligro, no han sido diseñadas para esto, y, en caso de ocurrir un flujo, podrían ser superadas. Según los modelos numéricos, esto podría ocurrir en algunos sectores, ubicados en las terrazas del río Mapocho, donde los flujos pueden superar las medidas de contención diseñadas para inundaciones. Una consecuencia de esta situación es que las medidas de mitigación podrían generar una falsa sensación de seguridad respecto de los peligros.

En los sectores en donde se han modificado los cauces, en caso de ocurrir un flujo, el escurrimiento tendería a buscar las zonas más deprimidas, donde originalmente se encontraban los cauces. Los casos donde esto ocurre de manera más evidente son las quebradas Oscura y Los Guindos.

En este estudio se modelaron dos quebradas: Huallalolén y Ñilhue. Se eligieron estas quebradas por ser las que han presentado más problemas de flujos en el último tiempo. Sin embargo, también merecen especial atención la quebrada Novillo Muerto y varias que se encuentran en la zona montañosa ubicada entre el estero El Arrayán y el río Mapocho. Posiblemente, en el futuro se debieran desarrollar nuevos modelos para ellas.

Pese a lo anterior, debe tenerse en consideración que los modelos buscan representar los fenómenos, considerando simplificaciones y supuestos, de manera que sólo son una aproximación del peligro modelado. En una situación real, pueden ocurrir cosas diferentes, no predichas por los modelos.

6.3.3 Procesos de ladera

Los factores considerados para definir la susceptibilidad asociada a este peligro fueron la pendiente del terreno, la presencia de afloramientos de roca y la existencia de unidades geológicas de mala calidad geotécnica (Formación Abanico) o asociadas a grandes remociones en masa (megadeslizamientos) ocurridas en el pasado.

Las zonas susceptibles a estos peligros se concentran mayoritariamente en las laderas de las zonas montañosas y de los cerros isla, aunque también se pueden encontrar en algunos cauces.

En general, el territorio estudiado se encuentra más expuesto a caídas de rocas que a deslizamientos.

6.3.4 Sismicidad

En el área de estudio, existen tres mecanismos sísmicos:

- Sismos interplaca. A ellos se orienta la normativa sísmica.
- Sismos interplaca de profundidad intermedia.
- Sismos corticales. En la comuna se han reconocido sismos corticales que se asocian a las estructuras del frente cordillerano occidental como, por ejemplo, la falla de San Ramón. A partir de los insumos y de los antecedentes disponibles no ha sido posible delimitar la traza de las fallas corticales en el área de la comuna con una precisión adecuadas para establecer restricciones en el marco del PRC, por lo tanto, se recomienda hacer estudios específicos para delimitar su traza con mayor precisión o incorporar restricciones intercomunales que puedan emitirse en el marco de una modificación del PRMS

6.3.5 Volcanismo

No existe conexión hidráulica entre el territorio estudiado y algún volcán, de manera que el peligro volcánico no es relevante para el territorio comunal.

7 BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, L. (1960). *Geología de los Andes de Chile Central.* Santiago: Instituto de Investigaciones Geológicas.

Anderson, M., Alvarado, P., Zandt, G., & Beck, S. (2007). Geometry and brittle deformation of the subducting Nazca Plate, Central Chile and Argentina. *Geophisical Journal International*, https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2007.03483.x.

Antinao, J., Fernández, J., Naranjo, J., & Villarroel, P. (2002). *Peligro de Remociones en Masa e Inundaciones en la Cuenca de Santiago.* Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental, No. 2, 1 mapa escala 1:100.000.

Arenas, M. (2007). *Peligro de remociones en masa asociado a un relleno no autorizado en un sector del Club Ecuestre Internacional comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana de Santiago.* Santiago: SERNAGEOMIN.

Armanini, A., & Gregoretti, C. (2000). Triggering of debris-flow by overland flow: A comparison between theoretical and experimental results. *Debris-flow hazards mitigation: mechanics, prediction and assessment*, 117-124.

Armijo, R., Rauld, R., Thiele, R., Vargas, G., Campos, J., Lacassin, R., & Kausel, E. (2010). The West Andean Thrust, the San Ramón Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile. *Tectonics*, 29(2).

Bovis, M. J., & Jakob, M. (1999). The role of debris supply conditions in predicting debris flow. *Earth Surface Processes and Landforms, 24(11)*, 1039–1054.

CADE Consultores en Ingeniería. (2001). *Plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Santiago.* Santiago: DOH-MOP.

Cahill, T., & Isacks, B. (1992). Seismicity and shape of the subducted Nazca Plate. *Journal of Geophysical Research*, https://doi.org/10.1029/92JB00493.

Celis, C. (2018). Susceptibilidad de remociones en masa y peligro de flujos en el frente cordillerano de Santiago, Región Metropolitana. *Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Mención Geología. Memoria para optar al Título de Geóloga. Departamento de Geología, Universidad de Chile*.

Centeno, J., Fraile, M., Otero, M., & Pividal, A. (1994). *Geomorfología Práctica. Ejercicios de fotointerpretación y planificación geoambiental.* Madrid: Ed. Rueda.

Cisternas, M. (2012). El terremoto de 1647 de Chile central como un evento intraplaca: ¿otra amenaza para Chile metropolitano? *Revista de Geografía del Norte Grande, 53*, 23-33.

Coloma, F., Valin, X., Oliveros, V., Vásquez, P., Creixell, C., Salazar , E., & N. Ducea, M. (Mayo de 2017). Geochemistry of Permian to Triassic igneous rocks from northern Chile (28º-30º15'S): Implications on the dynamics of the proto-Andean margin. *Andean Geology, 44*(2), 147-178.

Costa, J. (1984). Physical geomorphology of debris flows. In Developments and Applications of Geomorphology. En J. E. Costa, & P. J. Fleisher (Edits.), *Developments and Applications of Geomorphology* (págs. 268-317). Berlin: Springer-Verlag.

Cruden, D., & Varnes, D. (1996). *Landslide types and processes.* Washington D.C.: Special Report 247: Landslides: Investigation and Mitigation, Transportation Research Board.

DeMets, C., Gordon, R., Argus, D., & Stein, S. (1994). Effects of recents revisions of the geomagnetic reversal time scale on estimates on current plate motion. *Geophysical Research Letters, 21(20)*, pp.2191-2194.

Deubelbeiss, Y., & Graf, C. (2013). Two different starting conditions in numerical debris flow models–Case study at Dorfbach, Randa (Valais, Switzerland). *Mattertal–ein Tal in Bewegung. Publikation zur Jahrestagung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft, 29*, 125–138.

DGA-MOP. (1991). *Precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días.* Santiago.

DGA-MOP. (1995). *Manual de cálculo de crecidas y caudales mínimos en cuencas sin información flouviométrica.* Santiago: Cenmtro de Información de REcursos Hídricos.

Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L., & Lloremte-Isidro, M. (2008). *Mapas de Peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración.* Madrid: nstituto Geológico y Minero de España. Serie Riesgos Geológicos/Geotecnia No. 1, 190 pág.

Esaki, T., Thapa, P., Mitani, Y., & Ikemi, H. (2005). Landslide and debris flow characteristics and hazard mapping in mountain hillslope terrain using GIS, Central Nepal. Vancouver: En: Eberhardt, E., Hungr, O., Fell, R., Couture, E. (eds), Proceedings, International Conference on Landslide Risk Managment, p. 657-669.

Fernández, J. (2010). *Caída de Rocas, Comuna de Lo Barnechea, Región Metropolitana.* Santiago: SERNAGEOMIN.

Gonzalez de Vallejo, L., Ferre, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica* (Segunda ed.). Madrid: Pearson Educación.

González-Ferrán, O. (1995). *Volcanes de Chile.* Santiago: Instituto Geográfico Militar, 410 pág.

Hasanzadeh Nafari, R., Ngo, T., & Mendis, P. (2016). An assessment of the effectiveness of tree-based models for multi-variate flood damage assessment in Australia. *Water, v. 8*(n. 282), p. 1-18.

Hauser, A. (1985). Flujos aluvionales de 1870 y 1896 ocurridos en la ladera norte del volcán Yates, X Región: su implicancia en la evaluación de riesgos naturales. *Revista Geológica de Chile, 25-26*, 125-133.

Hauser, A. (2000). *Remociones en masa en Chile* (2da ed.). Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 59, versión actualizada, 89 pág.

Hayes, G., Wald, D., & Johnson, R. (2012). Slab1.0: A three-dimensional model of global subduction zone geometries. *Journal of Geopysical Research*.

Hungr, O., & Evans, S. (1996). Rock avalanche runout prediction using a dynamic model. *Proceedings of the 7th International Symposium on Landslides, Trondheim, Norway, 11*, 233–238.

Hussin, H., Luna, B. Q., van Westen, C. J., Christen, M., Malet, J. P., & van Asch, T. (2012). Parameterization of a numerical 2-D debris flow model with entrainment : a case study of the Faucon catchment , Southern French Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences, 12*, 3075–3090.

INFRACON. (2014). *Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.* Santiago.

ISRM. (1981). Rock characterization, testing and monitorin. En E. Brown, *ISRM suggested method* (págs. pp. 75-105). Oxford, OK: Pergamon Press.

Jitousono, T., Shimokawa, E., & Tsuchiya, S. (1996). Debris flow following the 1994 eruption with pyroclastic flows in Merapi volcano, Indonesia. *J. Jap. Soc. Erosion Control Engng., 48*, 109–116.

JTC-1. (2008). Guidelines for Landslide Susceptibility, Hazard and Risk Zoning for land use planning. *Engineering Geology, 102*(3-4), 85-98.

Kausel, E., & Ramírez, D. (1992). Relaciones entre parámetros focales y macrosísmicos de grandes terremotos chilenos. *Revista Geofísica, Volumen 37, pp. 36 - 194., 37*, 36-194.

Keefer, D. (1984). Landslides cuased by earthquakes. *Geological Society of América Bulletin, 95*(4), 406-421.

Keller, E., & Blodgett, R. (2004). *Riesgos Naturales.* Madrid: Pearson Education S.A., 448 pág.

Kreibich, H., Piroth, K., Seifert, I., Maiwald, H., Kunert, U., Schwartz, J., . . . Thieken, H. (2009). Is flow velocity a significant parameter in flood damage modelling? *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*(n. 9), p. 1679-1692.

Manea, V., Pérez-Gussinye, M., & Manea, M. (2012). Chilean flat slab subduction controlled by overriding plate thickness and trench rollback. *Geology, V.40*(N° 1), pp.35-38.

Martin, G., & Lew, M. (1999). *Recommended Procedures for Implementation of DMG Special Publication 117: Guidelines for Analyzing and Mitigating Liquefaction Hazards in California.* Los Angeles: Southern California Earthquake Center, University of Southern California, 63 pág.

Merz, B., Kreibich, H., & Lall, U. (2013). Multi-vatiate flood damage assessment: a tree-bases data mining approach. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci., v. 13*, p. 53-64.

MINVU. (1996). *Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos. Guía de Diseño.* Santiago.

Mizuyama, T., Kobachi, S., & Ou, G. (1992). Prediction of debris flow peak discharge. *Proc. Int. Symp. Interpraevent, Bern, Switzerland, Bd. 4*, 99–108.

MOP. (2018). *Manual de Carreteras.* Santiago.

Mpodozis, C., & Ramos, V. A. (1989). *The Andes of Chile and Argentina In: Ericksen, G. E.; Cañas, M. T.; Reinemund, J. A. (eds) Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Energy Resources. Circum-PAcific Council for Energy and Hydrothermal Resources, American Association of Pet* (11 ed.). Houston, Texas: Earth Science Series.

Myers, B., & Brantley, S. (1995). *Hazardous phenomena at volcanoes.* Vancouver, Washington.: USGS Open File Report, pág. 95-231.

Naranjo, J. A., & Hauser, A. (2005). *Informe geológico sobre efectos de las lluvias torrenciales del 26 y 27 de agosto de 2005 en el sector oriente d eSantiago.* Subdirección Nacional de Geología. Santiago, Chile: SERNAGEOMIN.

Naranjo, J., & Varela, J. (1996). *Debris and mud flows that affected the eastern area of Santiago on May 3, 1993.* Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín No. 47, 42 pág.

ONU/EIRD. (2004). *Vivir con el Riesgo, Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, Versión en español 2004.* Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.

Pain, C. (1986). *Scarp Retreat and Slope Development Near Picton, New South Wales, Australia.* Braunschewig.

Pérez et al. (2013). Improving seismotectonics and seismic hazard assessment along the San Ramón Fault at the eastern border of Santiago city, Chile. *Natural Hazards, V.69*, Available at: http://link.springer.com/article/10.1007/s11069-013-0908-3/f.

Petit-Breuilh, M. E. (2004). *Desastres naturales y ocupación del territorio en Hispanoamérica (siglos XVI al XX).* España: Universidad de Huelva.

Pierson, T., & Scott, K. (1985). Downstream dilution of Lahar: transition from debris flow to hyperconcentrated streamflow. *Water Research, 21*(10), 1511-1524.

PMA-GCA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas.* Santiago: Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p.

PWRI. (1988). Technical standard for measures against debris flow (draft). *Technical Memorandum of PWRI, No. 2632, Ministry of Construction, Japan*.

Rauld, R. (2002). *Análisis morfoestructural del frente cordillerano: Santiago oriente entre el río Mapocho y Quebrada de Macul, Memoria para optar al título de Geólogo.* Santiago: Departamento de Geología, Universidad de Chile.

Rauld, R. (2011). *Deformación cortical y peligros sísmico asociado a la Falla San Ramón en el frente cordillerano de Santiago, Chile Central (33° S), tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias mención Geología.* Santiago: Departamento de Geología, Universidad de Chile.

Rickenmann, D. (1999). Empirical relationships for debris flows. *Natural Hazards, 19(1)*, 47–77.

Salm, B. (1993). Flow, flow transition and runout distances of flowing avalanches. *Ann. Glaciol.*(18), p.221-226.

Salm, B., Burkard, A., & Gubler, H. (1990). Berechnung von Fliesslawinen, eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen. *Mitteilungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee und Lawinenforschung*, No. 47.

Sancho, C. (1997). Los mapas de riesgos. En J. Peña (Ed.), *Cartografía geomorfológica básica y aplicada* (págs. 181-200). Zaragoza: Geomorfa.

Scheuner, T., Schwab, S., & McArdell, B. W. (2011). Application of a two-dimensional numerical model in risk and hazard assessment in Switzerland. *GEOTEST AG, Zollikofen, Switzerland. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Birmensdorf, Switzerland*.

Schneider, D., Huggel, C., Cochachin, A., Guillén, S., & García, J. (2014). Mapping hazards from glacier lake outburst floods based on modelling of process cascades at Lake 513, Carhuaz, Peru. *Advances in Geosciences, 35*, 145–155.

Scholz, C. (1990). *The Mechanics of Earthquakes and Faulting.* Cambridge: Cambridge University Press, 439 pág.

Schraml, K., Thomschitz, B., Mcardell, B. W., Graf, C., & Kaitna, R. (2015). Modeling debris-flow runout patterns on two alpine fans with different dynamic simulation models. *Natural Hazards and Earth System Sciences, 15(7)*, 1483-1492.

Sepúlveda, S. (1998). Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañosos: Aplicación en la Quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana. *Memoria para optar al Título de Geólogo. Departamento de Geología, Universidad de Chile*.

Sepúlveda, S., Murphy, W., Jibson, R., & Petley, D. (2005). Seismically-induced Rock Slope Failures Resulting from Topographic Amplification of Strong Ground Motions: The Case of Pacoima Canyon, California. *Engineering Geology, 80*, 336-348.

Sepúlveda, S., Serey, A., Lara, M., Pavez, A., & Rebolledo, S. (2010). Landslides induced by the April 2007 Aysén Fjord earthquake, Chilean Patagonia. *Landslides*, doi: 10.1007/s1034VI-010-0203-2.

SERNAGEOMIN. (2003). *Mapa Geológico de Chile: Versión Digital. Publicación Geológica Digital, Nº4.* Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería.

Somoza, R. (1998). Updated Nazca (Farallon)- South America relative motions during the last 40 My: implication for mountain building in the central Andean region. *Journal of Soth American Earth Sciences*(11), 211-215.

Sruoga, P. (2002). *El volcanismo reciente y riesgo asociado en la Provincia de Mendoza.* Mendoza: IANIGLA, 30 Años de Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Ambientales, pág. 255-259.

Stern, C., Amini, H., Charrier, R., Godoy, E., Hervé, F., & Varela, J. (1994). Petrochemistry and age of rhyolithic pyroclastic flows which ocurr along the drainage valleys of the río Maipo and río Cachapoal (Chile)and río Yaucha and río Papagayos (Argentina). *Revista Geológica de Chile*, Issue 23, pp.39-52.

SUBDERE. (2011). *Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial.* Santiago: Subsecretaría de Desarrollo Regional.

Tichelaar, B. W., & Ruff., L. J. (1993). *Depth of seismic coupling along subduction zones, Jour. Geoph. Res., 98, pp. 2017-2037.*

Urrutia, R., & Lanza, C. (1993). *Catástrofes de Chile 1542-1992.*

USGS. (2008). *The landslide handbook—A guide to understanding landslides.* Reston, Virginia: U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p.

Varnes, D. (1978). *Slope movement types and processes.* Washington, D.C.: Special report 17VI: Landslides: Analysis and Control, Transportation Research Board.

Varnes, D. (1984). Hazard Zonation: A Review of Principal and Practice. Commission of Landslide of IAEG, UNESCO. *Natural Hazards, 3*, 1-61.

Voellmy, A. (1955). *On the destructive force of avalanches.* Davos, Suiza: SLF.

Wall, R., Sellés, D., & Gana, P. (1999). *Hoja Tiltil-Santiago, Región Metropolitana. Escala 1:100.000.* Santiago: SERNAGEOMIN.

WSL. (2017). Rapid mass movements simulation (RAMMS): User Manual v1.7 Debris Flow. *Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Swiss Federal Institutes of Technology.*

Yañez, G., Ranero, C., von Heune, R., & Díaz, J. (2001). Magnetic anomaly interpretation across the southern central Andes (32°–34°S): The role of the Juan Fernández Ridge in the late Tertiary evolution of the margin. *Journal of Geophysical Research*, https://doi.org/10.1029/2000JB900337.

8 APÉNDICES

8.1 DEFINICIONES DE PELIGRO Y RIESGO USADAS EN ESTE ESTUDIO

Los procesos geodinámicos producen modificaciones de diversas magnitudes en la superficie terrestre que constituyen peligros geológicos que afectan de forma directa o indirecta las actividades humanas. Se entiende como **Peligro Natural** a cualquier fenómeno de origen natural que puede tener efectos negativos en el territorio (personas, infraestructura, medio ambiente, etc.). Los peligros naturales pueden subdividirse en distintas categorías: geológicos, hidrológicos, climáticos, incendios, etc.

Asociados a los peligros naturales se reconocen cuatro conceptos principales: **susceptibilidad**, **vulnerabilidad**, **amenaza** o peligrosidad (hazard) y **riesgo** (risk).

La **susceptibilidad** corresponde a una estimación cualitativa o cuantitativa de la distribución espacial de un fenómeno dado que existe o que potencialmente podría ocurrir en un área. Aunque se espera que un cierto fenómeno peligroso ocurra con mayor frecuencia en las áreas de mayor susceptibilidad, debe tenerse en cuenta que el análisis de susceptibilidad no considera el período de retorno de los eventos, es decir, el factor tiempo (JTC-1, 2008). La susceptibilidad depende directamente de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos, como la geomorfología o factores intrínsecos de los materiales geológicos, y de factores externos que pueden actuar como desencadenantes (por ejemplo, precipitaciones intensas, sismos, etc.). Para la construcción de mapas de susceptibilidad se utilizan los mapas de catastro, en los que se identifican las áreas que han sido afectadas por determinados procesos, y mapas de factores condicionantes que favorecen o entorpecen el desarrollo de estos procesos. Además, los mapas de susceptibilidad apuntan a cubrir el peor escenario posible en el área de estudio.

El concepto de **amenaza** o **peligrosidad** (hazard*) corresponde a la probabilidad de ocurrencia de un proceso, con una magnitud determinada dentro de cierto período de tiempo y en un área específica (Varnes, 1984). La estimación de la amenaza o peligrosidad implica necesariamente una consideración de la variable temporal, es decir, el período de recurrencia de un evento (período de retorno). Por otro lado, la amenaza para períodos de retorno infinitos tiende a ser similar que la susceptibilidad. Por lo anterior, cuando no se cuenta con datos suficientes para estimar períodos de retorno, resultan útiles los mapas de susceptibilidad, que consideran solo las variables intrínsecas del material para la zonificación de peligros geológicos.

Los **elementos expuestos** pueden ser personas, bienes, propiedades, infraestructuras, servicios, actividades económicas, etc., que pueden sufrir las consecuencias directas o indirectas de un proceso geológico en una determinada zona (Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002).

La **vulnerabilidad** corresponde al grado de pérdidas o daños potenciales de un elemento o conjunto de elementos dados, como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de magnitud determinada. Se expresa en una escala de 0 (sin daños) a 1 (pérdida o destrucción total del elemento) o entre 0% y 100% de daños (Varnes, 1984; Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002; JTC-1, 2008).

Por otro lado, el concepto de **riesgo** (risk) incorpora consideraciones socio-económicas, y se define como las potenciales pérdidas debidas a un fenómeno natural determinado, por ejemplo, vidas humanas, pérdidas

* La traducción literal corresponde a peligro, pero de acuerdo a la ONEMI y al proyecto Multinacional de Geociencias Andino (MAP-GAC) para evitar confusiones se utiliza Amenaza o Peligrosidad

económicas directas o indirectas, daños en infraestructura, etc. (Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002).

Según Varnes (1984), se denomina riesgo específico al grado de pérdidas esperado durante un período de tiempo dado, como consecuencia de la ocurrencia de un determinado proceso, expresado en términos de probabilidad. Puede ser expresado como el producto A x V, donde A corresponde a la amenaza y V a la vulnerabilidad. En este caso no es posible obtener una evaluación cuantitativa de las pérdidas (Gonzalez de Vallejo, Ferre, Ortuño, & Oteo, 2002).

De acuerdo a las definiciones de la UNESCO (Varnes, 1984) el riesgo total corresponde al número esperado de vidas, personas heridas, daños a la propiedad, o a las actividades económicas debido a un fenómeno natural específico y se expresa como el producto del riesgo específico y los elementos expuestos, esto es:

$$R_t = R_e \times E = A \times V \times E$$

Donde R_t corresponde al riesgo total, R_e al riesgo específico y E a los elementos expuestos considerados. La Figura N° 8.1—1 muestra la relación entre el conocimiento y la estimación de la susceptibilidad, amenaza y riesgo.

La definición de riesgo, o áreas de riesgo, utilizadas internacionalmente difieren a la nomenclatura propuesta por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción en su artículo 2.1.17. En la OGUC, el concepto utilizado de riesgo corresponde a la definición de “Peligro Natural” definida internacionalmente.

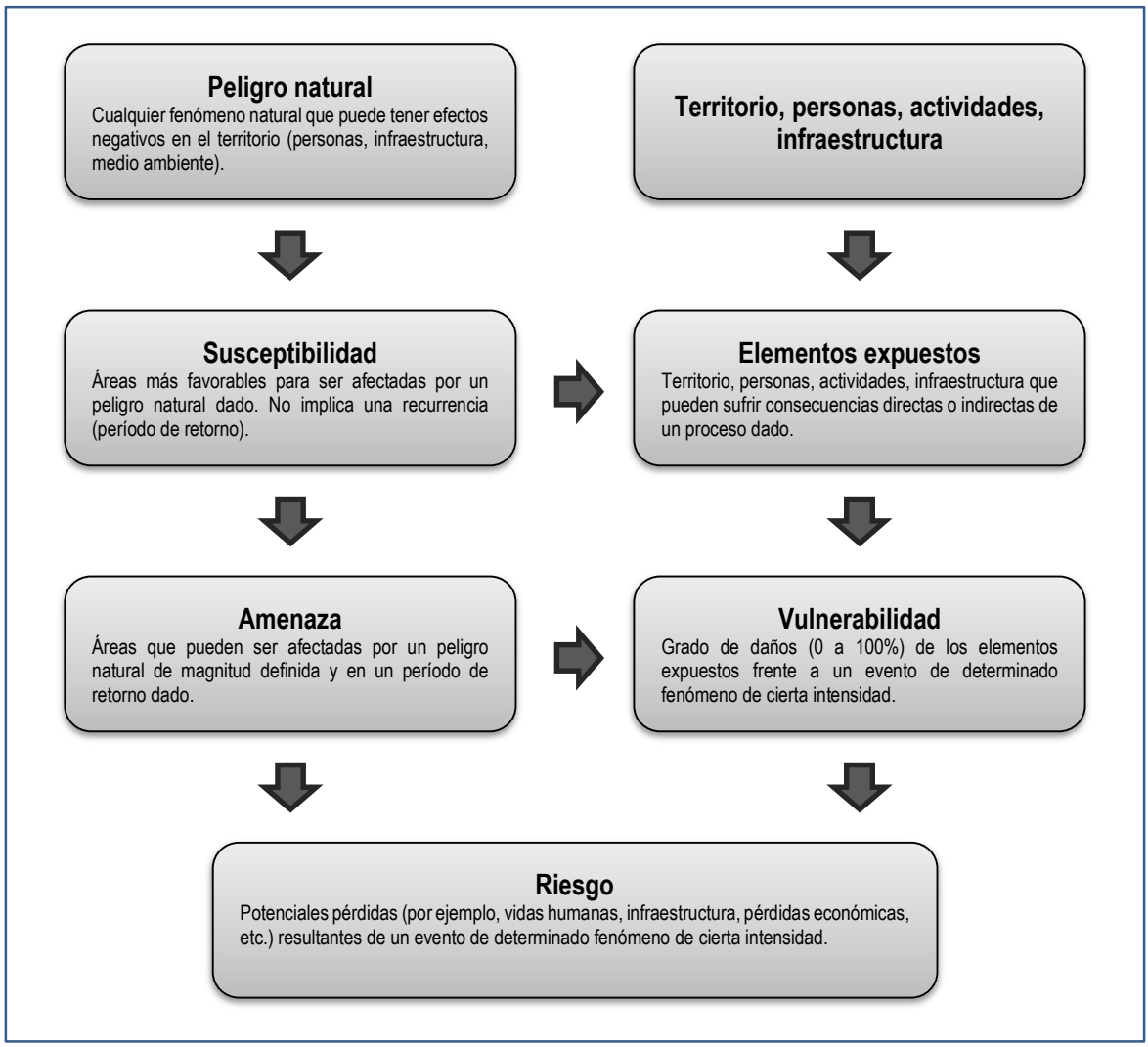
En resumen, los peligros geológicos pueden analizarse desde el punto de vista de las condiciones intrínsecas del material (estudios de susceptibilidad o determinísticos) y desde el punto de vista de los factores desencadenantes de un fenómeno (estudios de amenaza o probabilísticos). Considerando que para un estudio probabilístico es necesario contar con set de datos históricos de los procesos desencadenantes, los que normalmente no se encuentran registrados de manera adecuada, y que para períodos de retornos infinitos los mapas de amenaza tienden a ser similares a los mapas susceptibilidad, se considera que los mapas de susceptibilidad corresponden al escenario más conservador y adecuado para ser aplicado en la Planificación Territorial.

Finalmente, la reducción y mitigación de los riesgos vinculados a los diversos peligros geológicos presenta igual o mayor importancia que el manejo de las emergencias y la respuesta posterior al evento catastrófico. El desarrollo sustentable de la urbanización está directamente asociado a la reducción y mitigación de estos riesgos. La generación de conciencia a partir del conocimiento de los peligros y riesgos geológicos es fundamental para reducir y mitigar las consecuencias de estos eventos sobre la población (ONU/EIRD, 2004).

Es importante destacar que las definiciones previamente presentadas corresponden a una terminología aceptada y utilizada a nivel internacional, tanto en el ámbito científico (ver por ejemplo JTC-1, (2008)) como en instituciones públicas de diversos países. Estas definiciones son usadas por la Estrategia Internacional para la reducción de Desastres de la ONU (ONU/EIRD, 2004), por UNESCO (ver por ejemplo Varnes, (1984)) y por los servicios geológicos de diversos países (ver por ejemplo USGS, (2008) y PMA-GCA (2007)). A nivel nacional, estas definiciones han sido adoptadas por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo en la “Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial” (SUBDERE, 2011) y por el Servicio Nacional de Geología y Minería (ver por ejemplo PMA-GCA (2007)).

Se recomienda incorporar esta terminología en el ejercicio de los instrumentos de planificación territorial, lo que permitirá que exista concordancia en la terminología y las metodologías adoptadas, tanto a nivel nacional, entre los diferentes servicios públicos relacionados, como a nivel internacional.

Figura N° 8.1—1: Etapas de evaluación de un evento geológico peligroso.



Fuente: Elaboración propia basado en Varnes (1984).

8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS ANALIZADOS

En este capítulo se detallan los peligros geológicos que potencialmente podrían afectar o han afectado al área de estudio, constituyendo un riesgo de catástrofe permanente o potencial, amenazando el emplazamiento de población.

Para cada peligro, se describe en qué consiste, cuáles son sus factores condicionantes, y los principales efectos para la población y sus actividades. El análisis se realiza dividiendo los peligros geológicos en dos grupos, procesos internos o endógenos de la tierra (peligro sísmico y volcánico), y los procesos externos o exógenos (remociones en masa, inundaciones).

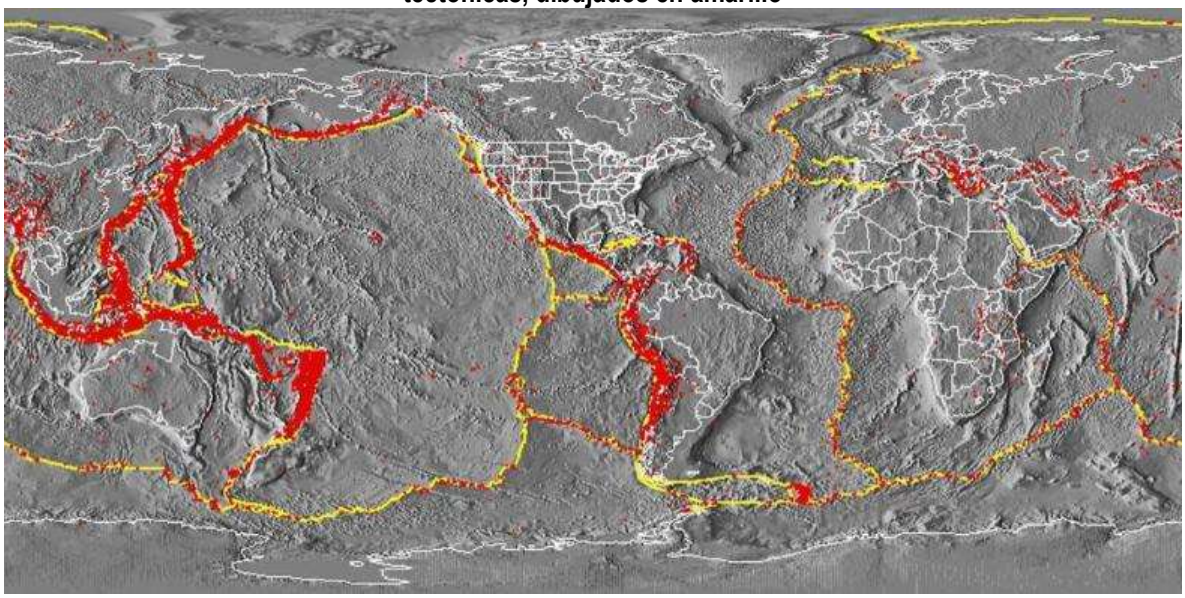
8.2.1 Procesos internos o endógenos de la Tierra

a) Sismicidad

i) Tipos de sismos en Chile

La costa Oeste de Sudamérica está delineada por el borde occidental de la placa Sudamericana y se caracteriza por una intensa sismicidad debido a su convergencia con la placa de Nazca. En planta se aprecia una banda sísmica activa muy angosta (100-150 km) y de profundidad variable (~5-200 km) entre el cordón montañoso de los Andes y la fosa Perú-Chile. La Figura N° 8.2—1 ilustra la sismicidad mundial que resalta los márgenes de las placas tectónicas y muestra, además, cómo Chile se encuentra en un ambiente de gran producción sísmica.

Figura N° 8.2—1: Sismicidad mundial entre los años 1980 y 1990, se representan en puntos rojos los epicentros con magnitud mayor que 5. Nótese cómo la sismicidad "ilumina" los límites de las placas tectónicas, dibujados en amarillo

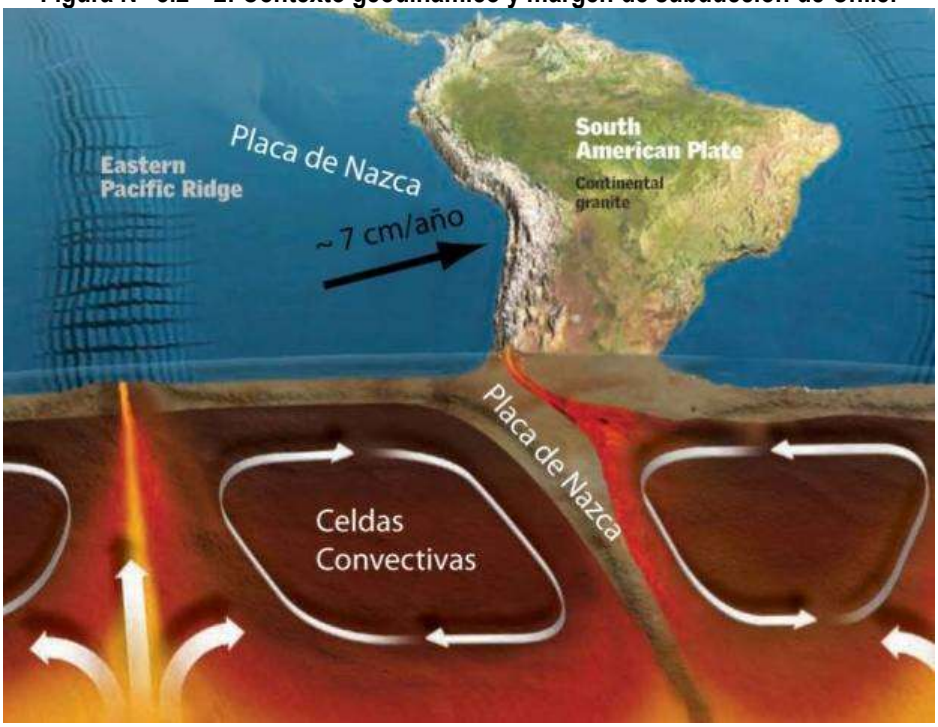


Fuente: Western Washington University (2011).

El margen de subducción donde se ubica Chile está caracterizado por una convergencia del orden de 8 cm/año (DeMets, Gordon, Argus, & Stein, Effects of recents revisions of the geomagnetic reversal time scale on estimates on current plate motion, 1994). Una serie de fuerzas actúan sobre la Placa de Nazca, como por ejemplo el flujo convectivo de material del manto, que "mueve" a la placa en dirección al este generando la convergencia, o el mismo peso de la placa oceánica que "tira hacia abajo" esta placa, favoreciendo la subducción (Figura N° 8.2—2). Debido a sus distintas composiciones, la placa oceánica que es comparativamente más densa (de composición basáltica) tiende a introducirse bajo la corteza continental

menos densa (de composición granítica). Las fuerzas que actúan sobre la interface entre ambas placas así como las de interacción entre las placas y el manto generan el llamado acoplamiento sísmico interplaca, el que puede entenderse como la resistencia al deslizamiento en la zona de contacto entre ambas. A mayor acoplamiento interplaca la capacidad de generar terremotos de gran magnitud aumenta (Scholz, 1990).

Figura N° 8.2—2: Contexto geodinámico y margen de subducción de Chile.



Fuente: Modificado de Enciclopedia Britannica (2008).

El sistema de subducción, además de acumular energía que se libera por sismos de interplaca, genera campos de esfuerzos en la placa continental, en la oceánica y en la zona de acople entre ambas. El método para descargar la energía acumulada es a través de diferentes tipos de sismos, ejemplificados en la Figura N° 8.2—3, que corresponde a:

Zona A: Sismos "Costa afuera", que se producen por los esfuerzos extensivos por abombamiento en la placa subductante antes de la zona de contacto. A pesar de llegar a tener magnitudes cercanas a M_W = 6, prácticamente no causan efectos significativos en áreas pobladas debido a su ocurrencia en zonas mar adentro.

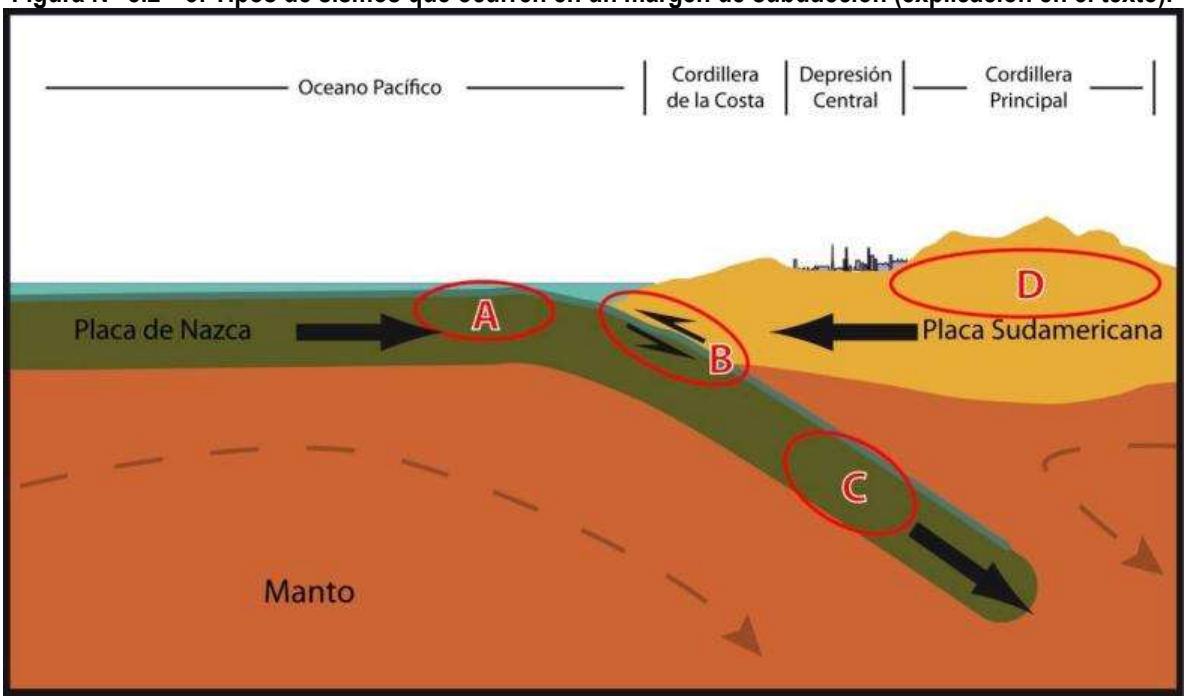
Zona B: Sismos asociados al contacto interplaca, como los ocurridos en Antofagasta 1995, Chile Central 1985, Mejillones 2005 y Constitución-Concepción en el 2010. Estos son producto de la liberación de energía acumulada por la convergencia de placas.

Zona C: Sismos intraplaca de profundidad intermedia, como los sismos de Punitaqui 1997, Copiapó 2002, Calama 1950, Tarapacá 2005 y Chillán 1939. Se producen por el fracturamiento tensional de la placa de Nazca (la placa se quiebra por su propio peso).

Zona D: Sismos superficiales intraplaca, cómo los sismos de Las Melosas en 1958, Aroma en 2001, Curicó en 2004 y Aysén, 2007. Son producto del esfuerzo intraplaca inducido por la subducción, que a la vez contribuye a la generación de relieve. En general, los sismos superficiales intraplaca se encuentran asociados a fallas

superficiales que pueden tener movimientos normales, inversos y de rumbo, que responden a campos de esfuerzos compresivos o extensivos.

Figura N° 8.2—3: Tipos de sismos que ocurren en un margen de subducción (explicación en el texto).



Fuente: Elaboración propia (2021)

ii) Mecanismos de daños asociados a los sismos

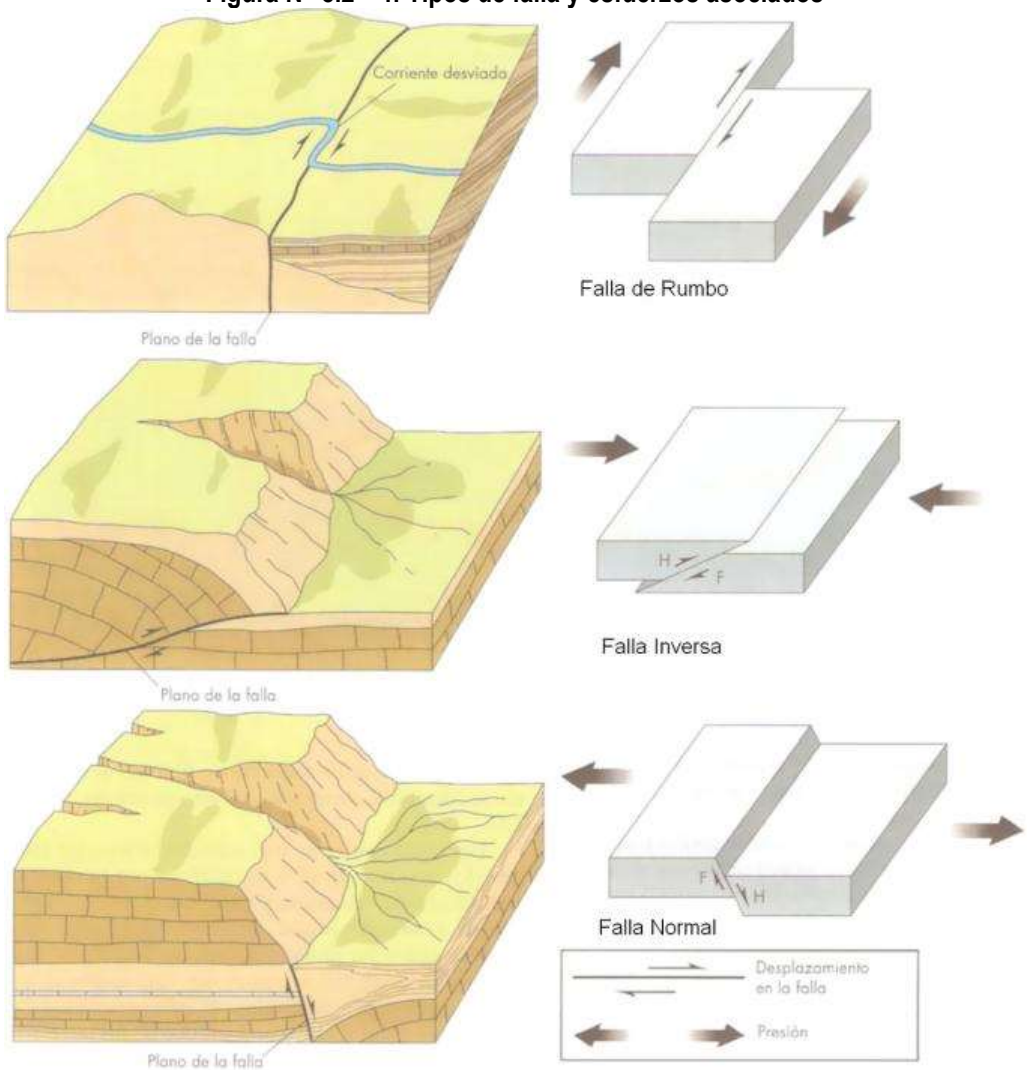
Independientemente de la ubicación particular de uno u otro sismo, todos ellos corresponden a un desplazamiento violento paralelo al plano de falla que libera la energía acumulada en la interfaz. La energía que se acumula producto de la convergencia de placas, tanto en el contacto interplaca como en la corteza, en algún momento supera la resistencia de las rocas. En dicho instante se produce una ruptura que se propaga a través de un plano de falla, el que, de acuerdo con su geometría, generará diferentes tipos de movimientos (Figura N° 8.2—4). A su vez, esta ruptura conlleva una liberación de energía que se propaga por medio de ondas sísmicas.

Las ondas que transmiten la energía sísmica se agrupan en dos tipos principales: ondas de cuerpo y ondas de superficie. Las primeras se dividen en ondas P (compresivas) y ondas S (ondas de corte o de cizalle), mientras que las segundas se dividen en ondas Rayleigh y Love (Figura N° 8.2—5). En las ondas P el movimiento de partículas se produce en forma paralela al de la propagación de la onda y en las ondas S es en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Las ondas Rayleigh tienen un movimiento oscilatorio elíptico y las ondas Love tienen un movimiento oscilatorio horizontal. Con respecto a su impacto en superficie, debido a que las ondas S transportan la mayor cantidad de energía y a que las ondas superficiales tienden a tener movimientos de mayor frecuencia, ambos tipos corresponden a los de carácter más destructivo del movimiento sísmico. Aun así, a medida que las ondas se alejan de la fuente van perdiendo o disipando energía, siendo cada vez menos destructivas, fenómeno que se conoce como atenuación.

Para medir los sismos se utilizan, principalmente, dos escalas: *magnitud* e *intensidad*. La *magnitud* es una medida única y objetiva, que normalmente se relaciona con la escala de RICHTER (M_S). Actualmente para grandes sismos se utiliza la escala de magnitud de momento (M_W) que se calcula a partir del tamaño de la zona

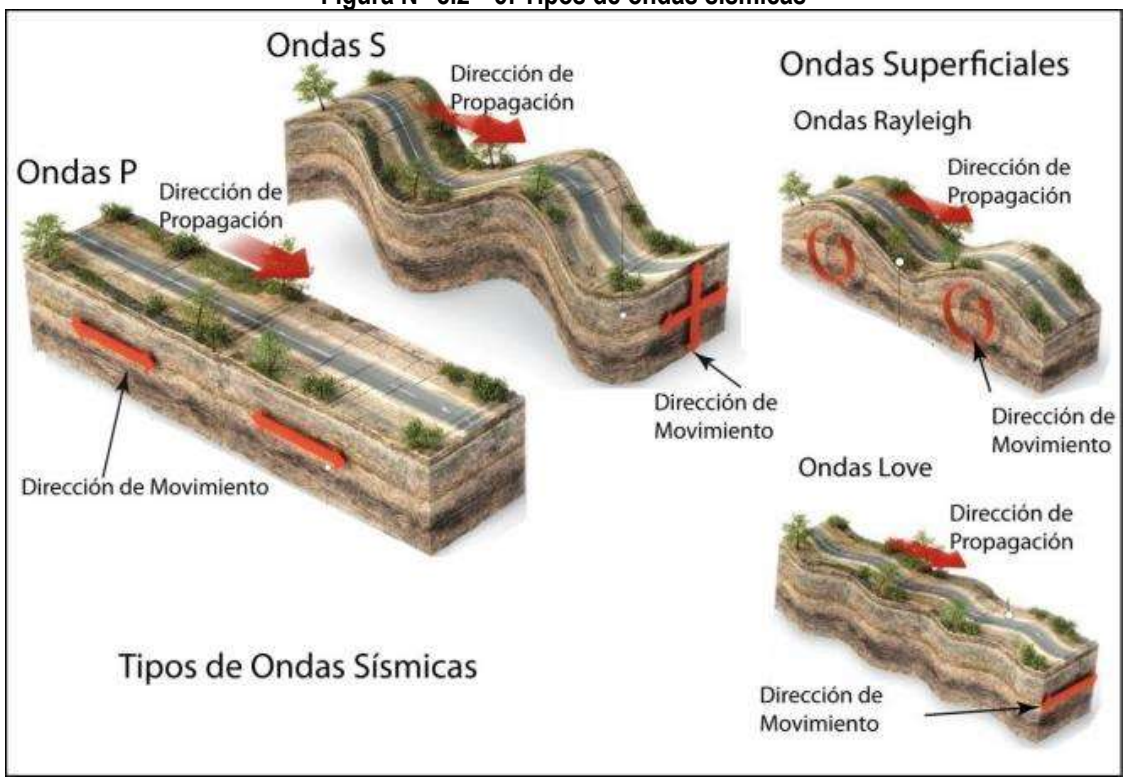
de ruptura y el desplazamiento medido para un sismo ocurrido, y da cuenta de la energía total liberada por el evento. La *intensidad* es una medida subjetiva del impacto de un sismo sobre la población, en términos de percepción humana del evento y sus efectos en la infraestructura. Este parámetro se mide en la escala de MERCALLI-CANCANI, denominada también como Modificada de Mercalli (M.M.).

Figura N° 8.2—4: Tipos de falla y esfuerzos asociados



Fuente: Keller y Blodgett (2004).

Figura N° 8.2—5: Tipos de ondas sísmicas

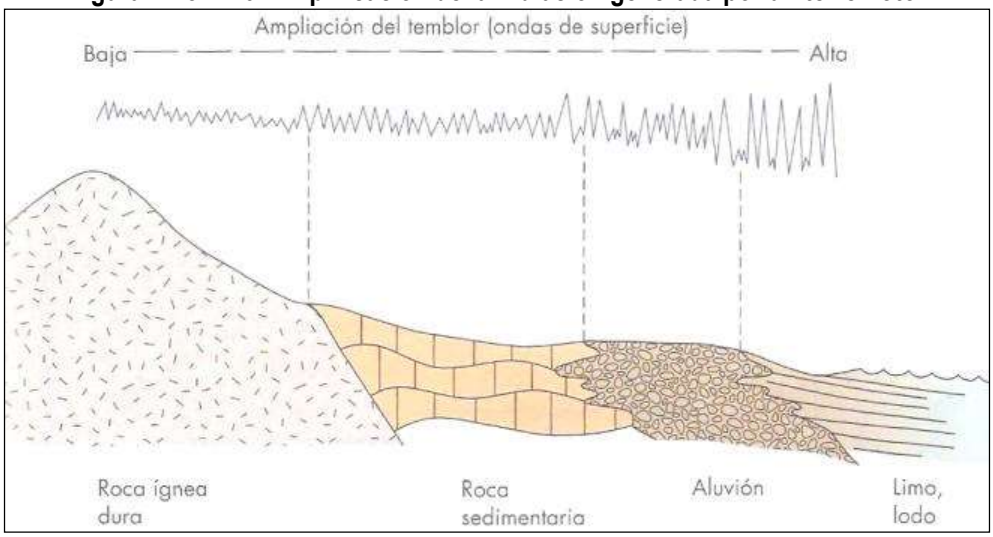


Fuente: Modificado de Enciclopedia Britannica (2008).

Finalmente, debe destacarse el llamado “efecto sitio”, que indica un condicionamiento de carácter local bajo el cual para un mismo terremoto y dependiendo del tipo de terreno donde uno se encuentra ubicado, las ondas sísmicas pueden amplificarse durante el desarrollo del terremoto (Figura N° 8.2—6).

El principal efecto asociado a la ocurrencia de sismos son fuertes movimientos del terreno, que originan un peligro directo sobre las estructuras y sobre las personas, debido a las fuertes aceleraciones generadas por las ondas sísmicas. Sumado a lo anterior, la ocurrencia de estos fenómenos es generalmente sin previo aviso, por lo que la única manera de mitigar el riesgo es con campañas de educación y estrictas normas de construcción. Muchos de estos fenómenos son acompañados por asentamientos en las superficies, normalmente irregulares, dañando construcciones, infraestructura y cañerías. Esto implica en una alta vulnerabilidad estructural, económica y social. Particularmente con respecto a esta última se deben mencionar las potenciales pérdidas de vidas humanas y heridos por el derrumbe de estructuras, además de la vulnerabilidad a enfermedades gastrointestinales y epidemias por el colapso de los sistemas sanitarios y de conectividad, entre los innumerables efectos adversos para la sociedad que provocan este tipo de fenómenos.

Figura N° 8.2—6: Amplificación de la vibración generada por un terremoto.



Fuente: Keller y Blodgett (2004).

Más allá de los efectos directos mencionados anteriormente, los sismos pueden también inducir la ocurrencia de otros fenómenos, como es el caso de procesos de remoción en masa (caídas de bloques y deslizamientos), maremotos y licuefacción.

Los deslizamientos y derrumbes se dan en diversos tipos de suelos y bajo variadas condiciones sismotectónicas, incluso se han detectado en sismos de grado Mw = 4.0. La cantidad y severidad de estos están en directa relación con la cercanía al epicentro y la magnitud del evento causante (Keefer, 1984; Sepúlveda, Murphy, Jibson, & Petley, 2005; Sepúlveda, Serey, Lara, Pavez, & Rebolledo, 2010). Sea cual sea su origen, los deslizamientos y derrumbes están asociados principalmente a tres factores: las pendientes del terreno, la resistencia mecánica de los materiales involucrados y antecedentes de eventos anteriores (Centeno, Fraile, Otero, & Pividal, 1994; Sancho, 1997). Para más detalle acerca de estos procesos ver el Apéndice 8.2.2, letra b) “Procesos de remociones en masa”.

Los maremotos o tsunamis corresponden a una ola o un grupo de olas de gran energía y tamaño que se producen cuando algún fenómeno extraordinario desplaza verticalmente una gran masa de agua y en aproximadamente un 90% de los casos, estos fenómenos son provocados por terremotos. La energía de un maremoto depende de su altura (amplitud de la onda) y de su velocidad, y estará asociada a la magnitud del evento que lo generó.

Otro proceso que se asocia comúnmente a la actividad sísmica es la licuefacción del terreno, que corresponde al fenómeno donde un material sólido saturado en agua se comporta como líquido a causa de la intensa vibración. Las ondas sísmicas hacen aumentar la presión de agua presente en el sedimento, de forma que los granos de arena o limo pierden el contacto entre ellos causando una pérdida de resistencia del sólido y permitiendo que el depósito pueda fluir. Bajo estas condiciones, el suelo puede perder su capacidad de soporte de estructuras, producir deslizamientos (incluso en superficies con muy bajas pendientes) y formar volcanes de arena. Muchos de estos fenómenos son acompañados por asentamientos en las superficies, normalmente irregulares, dañando construcciones, infraestructura y cañerías.

Para la ocurrencia de licuefacción se requiere de tres factores (Martin & Lew, 1999):

- Depósitos o suelos, granulares poco consolidados (sueltos y no cementados) de tamaño fino a medio (limo a arena, aunque en algunos casos se ha presentado en arcillas y en gravas). Típicamente pueden

ser rellenos artificiales, especialmente aquellos creados por relleno hidráulico (ej. puertos y tranques de relaves), depósitos eólicos (dunas), depósitos de playas o de cursos de agua lo suficientemente jóvenes para estar sueltos. Los suelos con partículas de diferentes tamaños son menos propensos a sufrir licuefacción, debido a que las partículas menores tienden a rellenar los espacios entre las mayores, reduciendo así la tendencia a densificación del suelo y evitando los efectos del aumento de presión de agua. También influye la forma de las partículas que conforman el suelo, siendo un depósito de partículas redondeadas más susceptible de sufrir licuefacción.

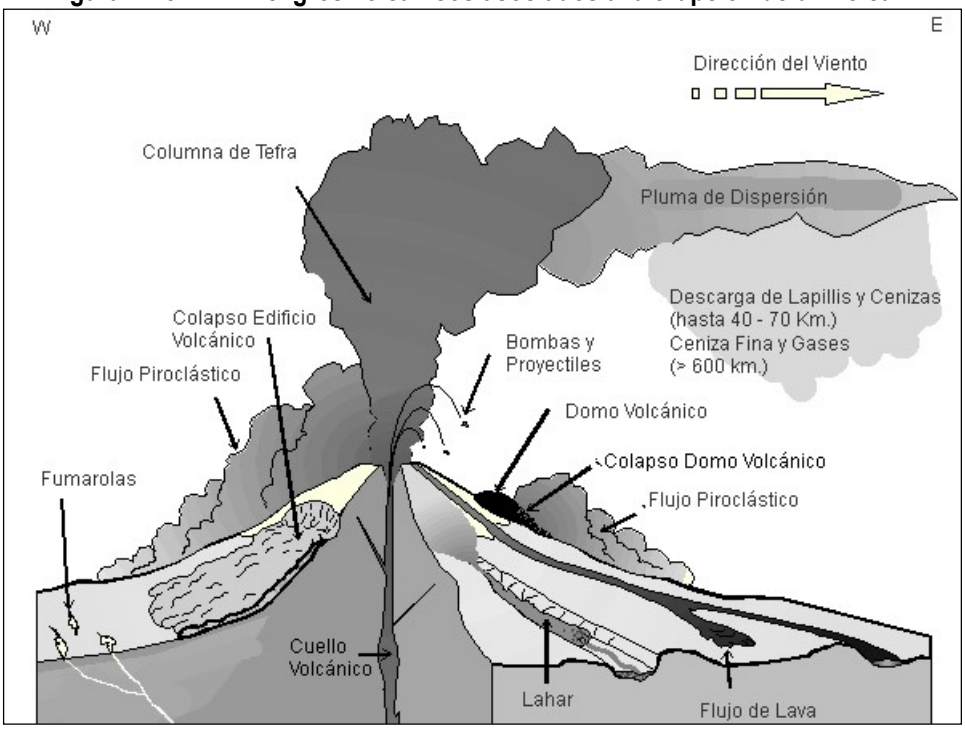
- Saturación de los depósitos por aguas subterráneas, el agua debe rellenar los espacios entre los granos de limo o arena. Puede producirse en zonas donde el nivel de agua subterránea es somero como en desembocadura de cursos de agua, humedales, pantanos, vegas y zonas costeras.
- Fuertes movimientos sísmicos, durante los cuales las ondas sísmicas aumentan la presión del agua contenida en los depósitos. Cabe destacar, que todo Chile, en especial desde la península de Taitao al norte, tiene el potencial de ser afectado por grandes terremotos.

b) Volcanismo

El peligro volcánico deriva de los procesos asociados a la erupción de un volcán. En Chile el volcanismo activo se distribuye a lo largo de la Cordillera de los Andes, pero de forma discontinua. En la zona entre los 18º y 27ºS y aquella al sur de los 33ºS se ubica el volcanismo activo, mientras que entre los 27º-33ºS está ausente. Los principales peligros asociados a una erupción volcánica se resumen en la Figura N° 8.2—7 y en el Cuadro N° 8.2-1.

La lluvia de ceniza y tefra se produce durante erupciones explosivas en las que una gran cantidad de material volcánico se inyecta en la atmósfera a gran altura, generando columnas de tefra, compuestas por piroclastos y gases. Estas columnas, ascienden velozmente alcanzando en pocos minutos alturas estratosféricas, siendo dispersadas por el viento y esparcidas las cenizas y piroclastos alrededor de una gran área. En caso de colapso de esta columna se producen flujos y oleadas piroclásticas que pueden alcanzar centenares de kilómetros, en función de la altura de la columna de tefra (energía potencial transformada en energía cinética) y la dirección del viento, generando grandes depósitos de ceniza y piroclastos incandescentes. Adicionalmente, es común que se produzca contaminación de aguas superficiales en todo el sector afectado por la caída de cenizas, así como también de los acuíferos en los alrededores del volcán por la inyección de aguas hidrotermales, además del envenenamiento por dispersión de gases tóxicos hacía la atmósfera.

Figura N° 8.2—7: Peligros volcánicos asociados a la erupción de un volcán.



Fuente: Myers y Brantley (Myers & Brantley, 1995).

Los flujos de lava se producen cuando material magmático se desplaza aguas abajo del centro de emisión. El alcance que tendrán estos flujos está determinado por la tasa de efusión (emisión del centro volcánico), la pendiente del terreno sobre el cual la lava escurre y la viscosidad de la lava. Además, en las cercanías del centro de emisión se producen comúnmente temblores de magnitud inferior a 6 en la escala de Richter (M_W), pero a poca profundidad (entre 1 y 20 km), los que están asociados a intensidades mayores a VI en las cercanías del epicentro. Estos sismos provienen de diversos procesos, tales como ascenso del magma y fracturamiento de la corteza, explosiones volcánicas y esfuerzos tectónicos compresivos y expansivos asociados al ciclo eruptivo (González-Ferrán, 1995).

Los procesos de remoción en masa asociados a una erupción volcánica se pueden clasificar en tres grandes grupos: lahares, colapso parcial o total del edificio volcánico y deslizamientos de laderas (González-Ferrán, 1995). Los lahares se producen por el brusco derretimiento de hielos y nieve durante una erupción volcánica. Corresponden a una mezcla de rocas fragmentadas preexistentes en las laderas de un volcán con materiales efusivos frescos y una gran cantidad de agua. Esta mezcla desciende aguas abajo a altas velocidades y de manera turbulenta, arrasando e incorporando a su flujo todo lo que encuentra en su trayecto (árboles, casas, etc.). Reportes históricos describen que las velocidades que alcanzan estos flujos van desde los 1,3 m/s hasta los 40 m/s, recorriendo decenas de kilómetros aguas abajo del valle, y en casos en que la velocidad sea mayor a 150 Km/h pueden remontar barreras topográficas.

El colapso, total o parcial, del edificio volcánico puede producirse como consecuencia de una gran cantidad de energía liberada durante la erupción. Este proceso puede provocar tsunamis si ocurre en la cercanía de lagos o embalses, ya que puede producir el desplazamiento de volúmenes importantes de agua en pocos minutos generando olas destructivas de gran energía. Finalmente, asociado a la sismicidad producida por la erupción, pueden generarse deslizamientos de terreno en la cercanía del centro eruptivo, lo que puede dar paso a flujos de barro y/o detritos aguas abajo.

El impacto en la población y sus actividades es muy alto en las cercanías de los centros volcánicos, ya que los procesos asociados a una erupción (caída de ceniza, flujos piroclásticos, contaminación de aguas superficiales), pueden generar grandes catástrofes en la vida diaria e infraestructura de las comunidades. Los efectos más directos para la población, aunque la erupción se encuentre a distancia, son:

11. Pérdida de tierras cultivables
12. Colapso de techos y obras civiles
13. Pérdidas de vidas humanas y forraje
14. Contaminación de aguas y problemas sanitarios derivados.

Se debe destacar que, la duración de una catástrofe por actividad volcánica puede ser considerable dado que un ciclo eruptivo puede extenderse por meses o años (por ejemplo, el ciclo eruptivo del volcán Chaitén), y pueden afectar grandes áreas de terreno, como por ejemplo la erupción del volcán Quizapú en el año 1932, cuya pluma de ceniza alcanzó la ciudad de Johannesburgo, Sudáfrica o la erupción del Complejo Volcánico Puyehue-Cordón Caulle, cuya pluma de ceniza dio la vuelta al mundo.

Cuadro N° 8.2-1: Peligros asociados al volcanismo

Peligro	Factores de Peligro	Tipo de Daño	Alcance	Condicionantes
Lluvia de Tefra y Proyectiles Balísticos	Proyección de Bombas y Escorias Incandescentes	Daños por impacto, incendios.	Alrededores del volcán (<10 km)	Tamaño de proyectiles. Mayor tamaño, menor alcance; menor tamaño, mayor alcance
	Caída de Piroclastos y Dispersión de Cenizas	Recubrimiento de cenizas, colapso de estructuras, daños a la agricultura, daños a instalaciones industriales y viviendas, problemas de tráfico aéreo, falta de visibilidad, contaminación de aguas.	Centenares de kilómetros	Dirección del viento
	Flujos y Oleadas Piroclásticas	Daños a estructuras, incendios, recubrimiento por cenizas.	Decenas a centenares de kilómetros*	Dirección del viento y hacia donde colapsa la columna de tefra
	Gases	Envenenamiento, contaminación aire y agua.	Decenas a centenares de kilómetros	Dirección del viento y hacia donde colapsa la columna de tefra
	Inyección de Aerosoles a la Estratósfera	Impacto en el clima, efecto a largo plazo y/o a distancia.		Dirección del viento
Lavas y Edificio Volcánico	Lavas y Domos	Daño a estructuras, incendios, recubrimiento por lavas.	Alrededores del volcán (<10 km)	
	Deformación del Terreno	Fallas, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	
	Terremotos y Temblores Volcánicos	Colapso del edificio volcánico, remociones en masa, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología
Remociones en masa	Lahares	Daños a estructuras, arrastres de materiales, recubrimiento por barros.	Decenas a centenares de kilómetros	Red de drenaje
	Colapso Parcial o Total del Edificio volcánico	Daños estructuras, recubrimiento por detritos, avalanchas, tsunami inducido.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología y cuerpos de agua cercanos
	Deslizamiento de Laderas	Arrastre de materiales, recubrimiento por detritos, daños a estructuras.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Geomorfología y cuerpos de agua cercanos
Otros	Ondas de Choque	Rotura de cristales y paneles.	Decenas de kilómetros	Dirección del viento y geomorfología
	Variaciones en el Sistema Geotérmico de Acuíferos	Cambios de temperatura y calidad del agua.	Alrededores del volcán (<10 km), puede ser de cientos de kilómetros	Red de drenaje

Fuente: Elaboración propia a partir de González-Ferrán (1995), Myers y Brantley (1995) y Sruoga (2002). (*) El peligro de Flujos y Oleadas Piroclásticas, si bien presenta un alcance de hasta centenares de kilómetros, este se restringe únicamente a las hoyas hidrográficas que drenan cada aparato volcánico.

8.2.2 Procesos externos o exógenos de la Tierra

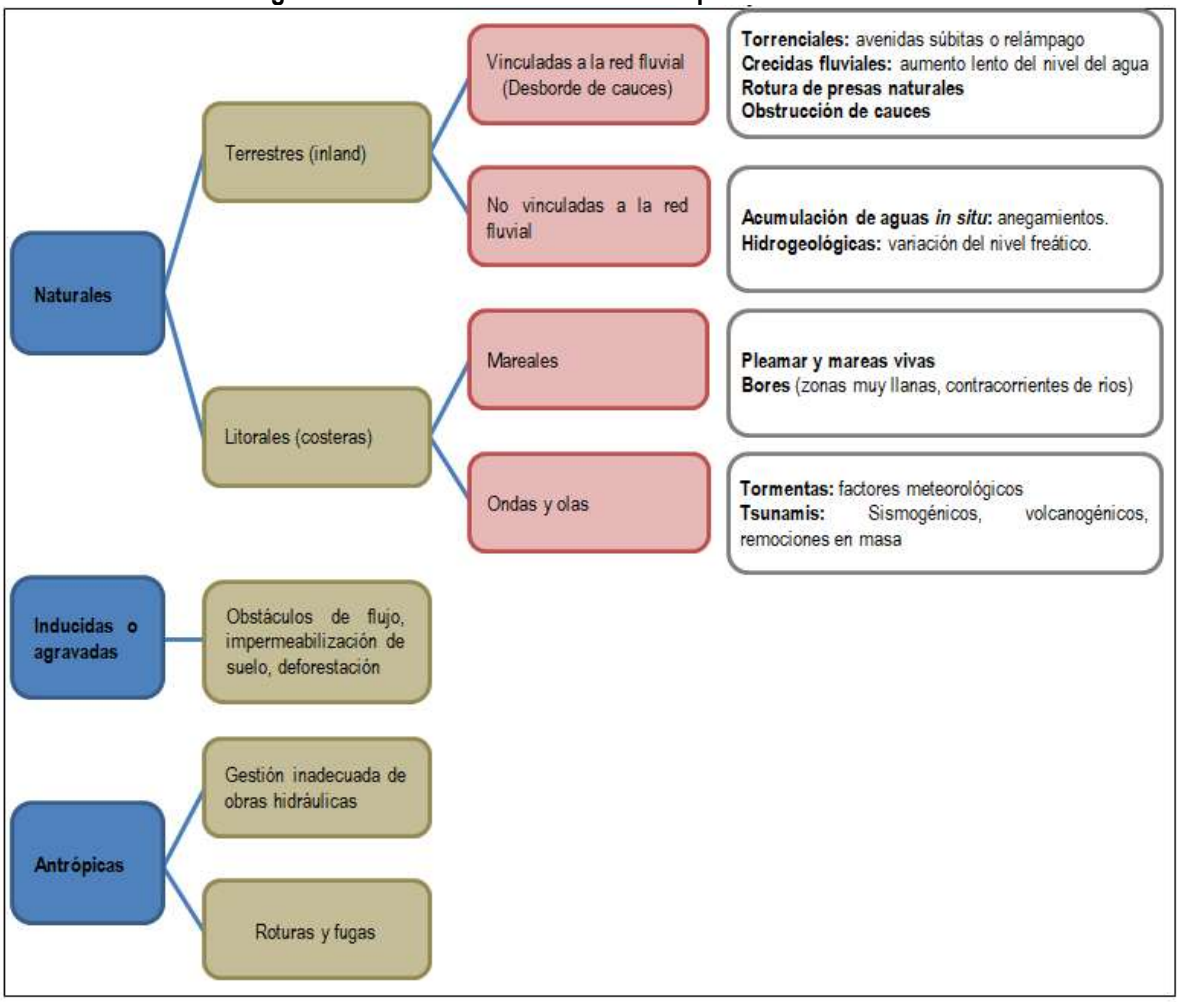
a) Inundaciones terrestres y litorales

Las inundaciones, sin considerar aquellas generadas por causas antrópicas, pueden ser de dos tipos (Figura N° 8.2—8): (1) terrestres, en el sentido de "tierra adentro", en las que aguas dulces anegan territorios al interior de los continentes, y (2) litorales o costeras, en las que aguas marinas o lacustres-palustres invaden los sectores limítrofes con el dominio terrestre (por las características de la comuna, éstas no se analizan). Los procesos de inundación pueden originarse por varios factores, tales como lluvias intensas durante temporales, pero también pueden originarse por colapso o desbordamiento de represas y canales, marejadas en zonas costeras, o como afloramiento de aguas subterráneas en zonas pantanosas.

Cabe notar que existe una estrecha relación entre los fenómenos pluviométricos estacionales y los fenómenos de avalanchas, rodados, aluviones o erosiones. Los últimos se ven acentuados por el aumento de la capacidad de arrastre de material, por inundación y por desborde de cauces, todos ellos asociados a la activación de quebradas por lluvias ocasionales y que ponen en riesgo a la población en los alrededores.

A continuación, se presenta una breve descripción de los distintos tipos de inundaciones.

Figura N° 8.2—8: Clasificación de los tipos de inundación.



Fuente: Modificado de Diez Herrero et al. (2008).

i) Inundaciones por desborde de cauces

Como su nombre lo indica, estos tipos de fenómenos ocurren cuando ríos o esteros desbordan su cauce natural anegando las terrazas fluviales laterales o adyacentes, debido a la ocurrencia de caudales extremos. Estos fenómenos se producen generalmente debido a eventos de precipitaciones líquidas intensas y/o prolongadas en el tiempo. Los valores que pueden alcanzar los caudales, así como el tamaño del cauce, dependen también de otros factores como del área de la cuenca correspondiente, su forma, la diferencia de cota, la presencia de rocas o sedimentos permeables, etc.

Para este tipo de inundaciones, se pueden identificar dos tipos principales de cauces:

- Perennes: ríos o esteros con cuencas que abarcan grandes áreas y que tienen sus cabeceras en zonas cordilleranas. Aunque no presenten necesariamente una escorrentía superficial continua, se consideran como perennes dado que la mayoría del flujo escurre en el acuífero ubicado bajo la superficie. Estos presentan cauces de gran extensión, bien definidos, con diferentes niveles de terrazas fluviales, y fácilmente identificables a partir del análisis estereoscópico de fotos aéreas. Las terrazas más altas generalmente están ocupadas por actividades agrícolas o asentamientos humanos.
- Intermitentes: Esteros y quebradas de escurrimiento temporal como consecuencia directa de precipitaciones intensas. En general, algunas de estas quebradas pueden presentar amenaza por fenómenos de remociones en masa del tipo flujos de detritos, existiendo una estrecha relación entre estos fenómenos e inundaciones por escorrentía torrencial de gran velocidad. Como se explicará posteriormente, los flujos de detritos, al perder su carga sólida, van transformándose paulatinamente en inundaciones torrenciales. Normalmente no existen estaciones fluviométricas en estos cauces, por lo que la estimación de caudales máximos se debe hacer con modelos matemáticos y estadísticas de precipitaciones máximas de gran intensidad.

Los efectos que se pueden generar como consecuencia de una inundación estarán dados por varios factores. Naturalmente, los efectos dependen de la intensidad de la inundación, sin embargo, se deben diferenciar los efectos sobre los edificios, que se correlacionan mejor con la altura de inundación, de la afectación a la infraestructura vial, que se correlaciona mejor con la velocidad de escurrimiento (Kreibich, y otros, 2009), aunque, se debe tener en consideración que existe una buena correlación entre ambas variables. Por otra parte, existen otras variables que inciden en el nivel de daño que generan las inundaciones (Merz, Kreibich, & Lall, 2013; Hasanzadeh Nafari, Ngo, & Mendis, 2016):

- Superficie de las construcciones (que se correlaciona con la densidad de población y con el nivel socioeconómico de los habitantes), valor de las propiedades y calidad de la construcción.
- Medidas preventivas, asociadas a la construcción.

ii) Inundación por acumulación de aguas lluvia en zonas llanas o anegamiento

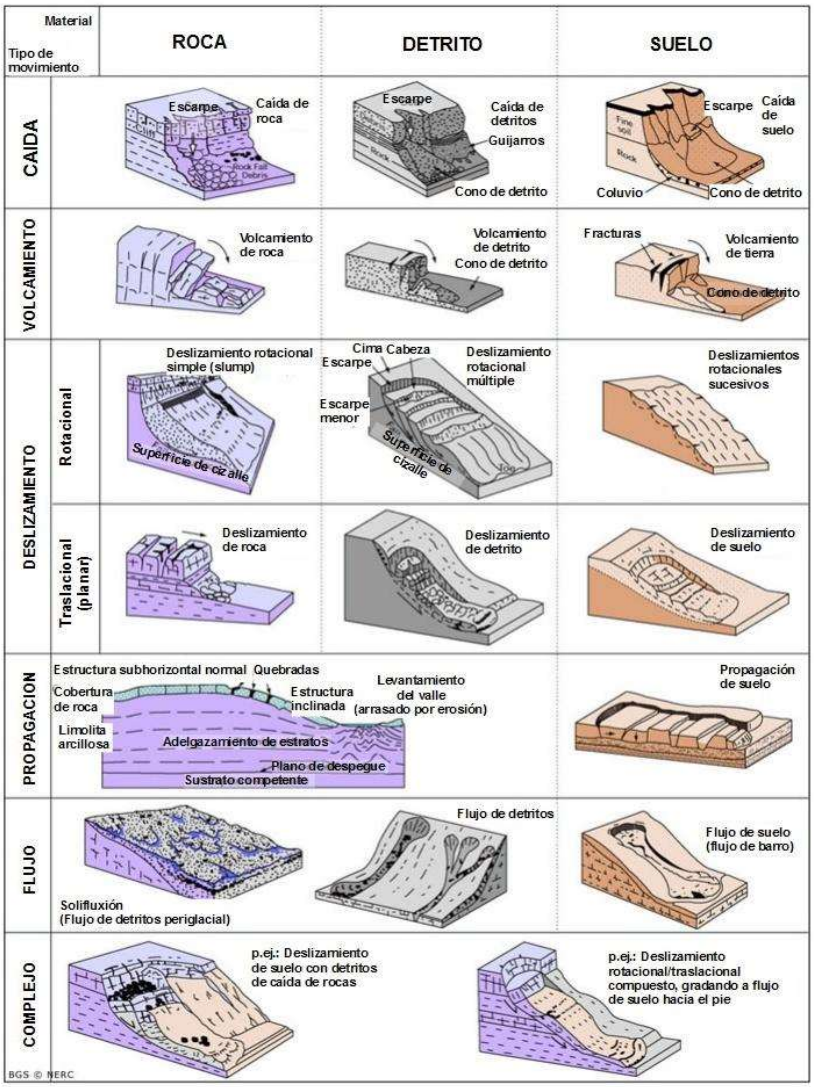
Este tipo de inundaciones se producen en zonas deprimidas, de baja permeabilidad, con niveles freáticos someros y deficiente drenaje del terreno, frecuentemente inundadas debido a lluvias intensas y/o prolongadas. Este tipo de inundaciones se asocia a la zona de desembocadura de algunas quebradas, las que son “embalsadas” por caminos y obstrucciones antrópicas. Estas barreras no permiten que el río escurra fácilmente hacia el mar, sino solo de forma subterránea, provocando el ascenso de los niveles freáticos y la formación de zonas pantanosas y humedales. Solo en eventos de pluviosidades extremas, el caudal transportado por las quebradas tiene la suficiente fuerza para romper esta barrera, atravesándola y provocando inundaciones por desborde de cauces.

En las zonas urbanas consolidadas, las acumulaciones de aguas lluvia ocurren especialmente en cruces viales, donde la evacuación de las aguas lluvias es insuficiente, ya sea por el colapso de los sistemas de colección, acumulación de basuras que obstruyen los desagües, la no existencia de redes de evacuación y vialidad pavimentada, por la diferencia de nivel de las carpetas de rodado en las intersecciones de las calles existentes, o por diseñar las obras de mitigación para un período de retorno no adecuado.

b) Procesos de remociones en masa

El término "remoción en masa" incluye una amplia variedad de procesos que generan el movimiento aguas abajo de los materiales que constituyen las laderas, incluyendo roca, suelo, relleno artificial o una combinación de las anteriores (Figura N° 8.2—9). El movimiento de estos materiales puede ser por caída, volcamiento, deslizamiento, propagación lateral o flujo (PMA-GCA, 2007).

Figura N° 8.2—9: Clasificación de tipos de remociones en masa en relación al movimiento que lo origina y el tipo de material constituyente de la ladera



Fuente: Clasificación utilizada por el British Geological Service, modificada de Varnes (1978) y Cruden & Varnes, (1996). Disponible en: http://www.bgs.ac.uk/landslides/how_does_BGS_classify_landslides.html

i) Flujos de detritos y barro

Los flujos de detritos, referidos comúnmente como 'aluviones', son remociones en masa que ocurren cuando una masa de sedimentos con mala clasificación, agitados y saturados con agua, se movilizan pendiente abajo como flujos viscosos de sedimentos concentrados (Antinao, Fernández, Naranjo, & Villarroel, 2002). Los flujos de detritos usualmente son descritos como fluidos no-newtonianos o plásticos de Bingham, donde la fracción sólida varía generalmente entre 50 a 90% en volumen (Costa, 1984). En los casos en que la granulometría del material transportado sea predominantemente fina estos flujos se conocen como flujos de barro.

Las partículas sueltas que cubren pendientes denudadas y otros depósitos detríticos no consolidados, disponibles dentro de la cuenca de recepción, son transportadas hacia el cauce principal donde continúa su movimiento. Se remueven así depósitos de gravas y arenas sueltas del lecho, hasta alcanzar el área de depositación, que corresponde al sitio de salida de dichas quebradas a zonas más llanas donde se forman abanicos aluviales. Con la disminución de la pendiente, a medida que aumenta la distancia desde su fuente, los flujos van perdiendo su carga sólida de mayor granulometría, por lo que van pasando paulatinamente a flujos de barro y finalmente a inundaciones o flujos hiperconcentrados donde la fracción sólida varía generalmente entre 1 a 25% en volumen (Pierson & Scott, 1985).

Para la ocurrencia de flujos de detritos es necesario que exista una cuenca donde se colecten los aportes de lluvia y una zona de acumulación de material donde los detritos se acopien para ser posteriormente transportados en el caso de que se cumpla alguna condición desencadenante.

En Chile, el factor desencadenante más común de flujos de detritos son las lluvias esporádicas, de corta duración y de intensidad excepcional. Por otro lado, en nuestro país existen muy pocos estudios que relacionen las intensidades de precipitaciones y este tipo de fenómenos, debido, principalmente, a los escasos registros de intensidad de precipitaciones y de flujos de detritos históricos. Solo durante las últimas décadas se han instalados pluviógrafos que miden la intensidad instantánea u horaria de precipitaciones (mm por hora). Solo se disponen de registros más sostenidos en el tiempo de precipitaciones diarias (mm en 24 horas). Esto dificulta los análisis de relación a estas variables ya que a veces basta una lluvia "corta" pero extremadamente intensa para generar un flujo de detritos.

Los flujos o "aluviones" del 18 de junio de 1991 en Antofagasta y del 3 de mayo de 1993 en la Quebrada de Macul en Santiago Oriente son ejemplos de eventos que han suscitado el interés nacional tanto por el alto grado de daños materiales como el costo de vidas humanas. Estos eventos han sido, por otra parte, un aporte para el conocimiento de los umbrales de intensidad de precipitaciones mínimas para la generación de flujos de detritos en Chile. En el caso de Antofagasta, en una de las zonas más secas del país, se estimaron precipitaciones mínimas de 30 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1997). En el caso de Santiago Oriente, se contó con datos pluviográficos más precisos, donde se registraron casi 10 mm en una sola hora (1996). Anteriormente, para la Región Metropolitana se estimó un mínimo de 60 mm en 24 horas para la generación de flujos de detritos (Hauser, 1985).

Si bien los casos anteriores se encuentran fuera del área de estudio, cabe destacar que corresponden a los pocos eventos donde se ha relacionado cuantitativamente la ocurrencia de estos fenómenos y la intensidad de precipitaciones. Sin embargo, estos constituyen datos valiosos en cuanto a los umbrales de intensidad de precipitaciones en las que se podrían generar flujos de características catastróficas.

El grado de daño producido por un flujo dependerá de varios factores:

- Tiempo de aviso: Los sistemas de emergencia y alerta a la población disminuyen considerablemente la vulnerabilidad social. Si se tienen mediciones continuas de la intensidad de precipitación, será

posible alertar a la población de que existe la posibilidad de que se genere un flujo, entregando quizás minutos valiosos que podrían salvar vidas.

- Distancia al origen del fenómeno: Mientras más alejado sea el origen, y si se cuenta con sistemas de emergencia y alerta a la población, se puede disminuir la vulnerabilidad social.
- La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno (tamaño del flujo): Un flujo de mayor tamaño y rápido tiene mayor capacidad de afectar a una población que uno más pequeño y lento.
- Densidad de población en la zona susceptible a ser afectada: En caso de que la población se encuentre directamente en el cauce del flujo, los daños pueden ser catastróficos, ya que pueden producirse muertes, heridos, enfermedades, daños estructurales mayores, etc., tal como ocurrió en los casos de Antofagasta (1991) y Quebrada de Macul (1993). Si el cauce no afecta directamente a la población, pueden producirse cortes de caminos y daños a la infraestructura sanitaria (por ejemplo, destrucción de captaciones de agua para el consumo humano), lo que se traduce en un costo económico en reparaciones y medidas de mitigación.

Este peligro geológico será tratado en conjunto con el peligro de inundación por desborde de cauce, ya que estos dos fenómenos comparten una serie de características comunes que permiten estudiarlos como un mismo proceso.

ii) Desprendimientos o caídas de rocas

Los desprendimientos o caída de rocas son remociones en masa en las cuales bloques de rocas o suelo se desprenden a partir de laderas de altas pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, para luego desplazarse en caída libre, al menos en parte de su trayectoria (Hauser, 2000). Estos ocurren cuando existe una discontinuidad en la roca (por ejemplo, fracturas, planos de estratificación u otras estructuras propias de las características de la roca) cuya inclinación es superior a su ángulo de fricción interna, con proyección libre a la cara del talud. Entre las zonas susceptibles a sufrir desprendimientos o caídas de rocas destacan los flancos de quebradas profundas, labradas en secuencias estratificadas con niveles más duros hacia el techo, expuestas a erosión fluvial, o acantilados costeros expuestos a erosión marina.

La gravedad es el principal motor del peligro de caída de rocas. Como este es un proceso gravitacional depende de leyes de fricción y es, por consiguiente, caótico. Dentro de los factores desencadenantes destacan los grandes sismos que pueden generar numerosos desprendimientos a partir de laderas con fuerte inclinación y con condiciones geológicas y estructurales favorables.

La caída de bloques o desprendimientos, puede producir una serie de efectos en personas, desde contusiones menores hasta la muerte, dependiendo del tamaño del bloque y la fuerza con que este cae. En el caso de estructuras, por lo general los daños son casi nulos, pero puede producirse la rotura de vidrios o daños a muros en función del tamaño del bloque y la distancia recorrida por este. Además, al caer un bloque en el camino puede producirse un accidente debido a maniobras de conducción para evitarlo.

En general, este peligro presenta una vulnerabilidad social, económica y estructural menor que otros peligros geológicos. Además, afecta a escala local, pero tiene una mayor incidencia debido a que su recurrencia es alta. En este peligro, el tiempo de aviso es mínimo, pero se puede mitigar indicando que la zona es susceptible a ser afectada por caída de bloques.

iii) Deslizamientos

Los deslizamientos son remociones en masa en las cuales las masas de suelo o roca se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material

en su conjunto (Hauser, 2000). Los volúmenes incluidos en estas remociones varían desde algunas decenas hasta varios millones de metros cúbicos y pueden adquirir magnitud catastrófica.

Estos fenómenos pueden ocurrir de varias formas dependiendo de las propiedades del material y las características geológicas y geomorfológicas del entorno, siendo principalmente divididos en rotacionales y traslacionales (Figura N° 8.2—10). Esto implica que las superficies de ruptura son ya sea curvas y cóncavas o a lo largo de un plano o superficie ondulada, respectivamente.

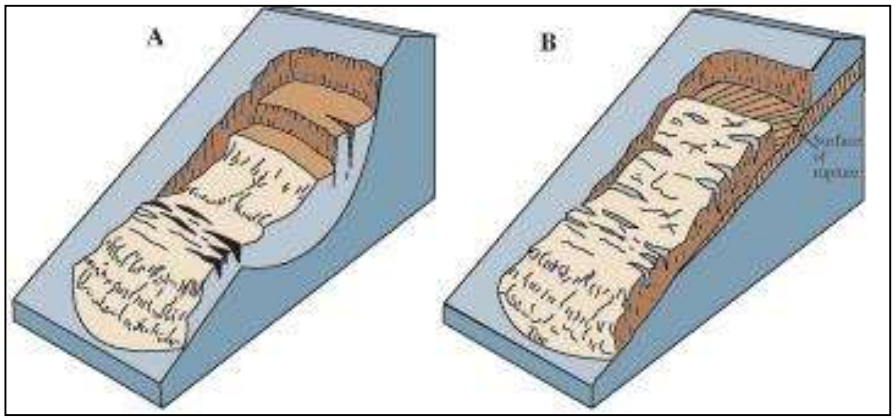
Adicionalmente, los deslizamientos que ocurren en escarpes de terrazas fluviales producto de la erosión fluvial, o el retroceso de acantilados costeros por erosión marina basal, se les denomina como "Retroceso de laderas", que corresponde a la retirada del escarpe en dirección aguas arriba, sin que este sufra cambios en sus rasgos geométricos, es decir, con posterioridad al movimiento de material, la forma del escarpe permanece constante (Pain, 1986).

Los factores condicionantes de un deslizamiento corresponden principalmente a: los factores intrínsecos del suelo y la roca, las características geológicas (litología, estructuras, grado de alteración y meteorización, etc.), los factores geomorfológicos (pendiente, aspecto, curvatura, elevación, entre otros), la cantidad y tipo de vegetación y el grado de humedad y posición del agua subterránea.

Por otro lado, estos fenómenos pueden ser generados por factores externos, denominados factores desencadenantes o gatillantes, tales como eventos hidrometeorológicos, sísmicos y actividad antrópica (excavaciones para caminos, canales, terraplenes, etc.).

Los daños en el medio antrópico producto de un deslizamiento que afecta a un área determinada, estarán dados por el volumen de material desplazado durante el proceso y la velocidad con la que se produce el deslizamiento.

Figura N° 8.2—10: Ejemplos de deslizamientos. A Deslizamiento rotacional. B Deslizamiento traslacional.



Fuente: Modificado de Landslide Types and Process, USGS. Fact Sheet 2004-3072.
Disponible en: http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/images/Fig3grouping-2LG.jpg

El grado en que un deslizamiento afecta a la población depende de:

- Distancia al origen del fenómeno: Por lo general, los deslizamientos son procesos que afectan un área limitada (radios menores a 1 km., incluso menores a 500 m). Hay que considerar que este punto depende directamente del tamaño de volumen desplazado.
- La intensidad y velocidad con que ocurre el fenómeno: En general, dado que estos procesos son de alta velocidad los daños potenciales son altos.

- Densidad de población: A mayor densidad de población y área expuesta susceptible de ser afectada, mayores serán los daños esperados. Si la población se encuentra directamente en el área de alcance de un deslizamiento, la vulnerabilidad, estructural y económica es muy alta ya que la pérdida de vidas, viviendas y productividad son efectos típicos de este peligro geológico. Por otro lado, si un deslizamiento afecta a caminos, acueductos o líneas eléctricas puede producir aislamiento, enfermedades gastrointestinales y pérdidas económicas en general para la población.
- Tiempo de aviso: Sin estudios de detalle no hay forma de predecir este tipo de procesos. Si se realizan estudios específicos, es posible conocer el o los factores gatillantes de las remociones en masa en un área determinada. Si estos factores gatillantes pueden ser monitoreados, es posible generar sistemas de alerta. Por ejemplo, si el factor gatillante son las precipitaciones sobre un cierto nivel umbral de intensidad, es posible generar sistemas de alerta que se activen cuando se sobrepasa dicho umbral.

8.3 LÍNEA DE BASE DE GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

8.3.1 Metodología

Las líneas de base de geología y geomorfología forman parte de la caracterización del territorio y, por lo tanto, un insumo fundamental para el análisis de los peligros.

a) Geología

La caracterización de la geología considera la identificación y caracterización de los diversos materiales geológicos que componen el territorio estudiado, junto a las estructuras que los caracterizan. Estos materiales, que en forma inicial se clasifican en rocas y depósitos no consolidados pueden también estar cubiertos por una capa de espesor variable de suelo, que corresponde al resultado de la degradación de estos.

Se identificaron las unidades de roca consolidada y los depósitos sedimentarios presentes en la zona analizada, según la información disponible en los antecedentes bibliográficos:

- Wall et al., 1999. Hoja Tiltil-Santiago, Región Metropolitana. Escala 1:100.000. SERNAGEOMIN.
- SERNAGEOMIN, 2003. Mapa geológico de Chile. Versión Digital. Publicación digital N°4. Escala 1:1.000.000.
- Aguirre, 1960. Geología de los Andes de Chile central. IIG.

Como se observa, los antecedentes utilizados se encuentran a escalas 1:100.000 o superior, por lo que el mapa debe ajustarse a una escala adecuada para el instrumento de planificación territorial. Este ajuste se realizó utilizando otras tres fuentes de información: (1) topografía de resolución adecuada para el estudio, que permite ajustar los contactos entre las diferentes unidades reconocidas en la cartografía existente, (2) imágenes satelitales de catálogos públicos (Google Earth), que entrega información relevante para el ajuste de la topografía y ayuda a identificar cuerpos de unidades litológicas que no se pudieron reconocer en la topografía de mayor escala, y (3) información recopilada durante visitas a terreno, que permite confirmar los ajustes anteriores y observar otros aspectos que se hubieran omitido, ya sea por escala o por falta de otros antecedentes.

Complementariamente, se caracterizaron las rocas según tipos litológicos y los depósitos no consolidados según el proceso que los generó. Las unidades de roca se diferenciaron por litología y edad, según la información disponible en los antecedentes recopilados. Las unidades de depósitos no consolidados se diferenciaron y caracterizaron según litología, edad y procesos que les dan origen, diferenciando depósitos fluviales, aluviales, glaciares, coluviales o lacustres.

Por otra parte, se revisó la información de las estructuras geológicas reconocidas (identificación de fallas activas, potencialmente activas e inactivas, pliegues y zonas dañadas por fallas), aunque no se identificó ninguna.

El producto es un mapa geológico del territorio a planificar y de aquellas zonas que estuvieran fuera de este territorio pero que pudieran ser relevantes para el desarrollo de los peligros geológicos en el área estudiada.

La caracterización geológica resulta relevante para el estudio de peligros geológicos, ya que las características de las unidades de roca (litología, grado de meteorización, fracturamiento, etc.) influyen en la ocurrencia de remociones en masa, una de las amenazas a estudiar dentro del estudio de riesgos. Por otro lado, a partir de la caracterización de las unidades de roca y depósitos no consolidados es posible identificar unidades asociadas

a peligros geológicos, como, por ejemplo, depósitos producto de procesos de remoción en masa e inundaciones, depósitos aluviales activos e inactivos, depósitos fluviales activos e inactivos, depósitos coluviales, y las zonas de generación de coluvio, y depósitos volcánicos recientes.

b) Geomorfología

La caracterización de la geomorfología considera el análisis de parámetros morfométricos y la morfología descriptiva.

La morfometría consiste en la descripción y evaluación cuantitativa de las características de la superficie del territorio, como elevaciones, pendiente, aspecto, curvaturas, red de drenaje, densidad de drenaje, entre otros. Estas características pueden tener injerencia en la generación de amenazas o aumentan la susceptibilidad del área estudiada a generar o ser afectada por ciertos procesos.

Para el análisis morfométrico se construyó un modelo digital de elevaciones (DEM por sus siglas en inglés), que se utilizó para calcular los restantes parámetros. A partir de estos parámetros, se construyeron mapas, que se presentan como figuras en el informe.

La morfología descriptiva pretende identificar, delimitar y caracterizar las formas y elementos presentes en el territorio, que pueden ser el resultado de diferentes procesos geológicos, y que se traducen en erosión, transporte y depositación de materiales. Esto puede ser indicativo de las áreas que presentan condiciones para ser afectadas por la ocurrencia de procesos exógenos que pueden generar amenazas.

Los elementos morfológicos presentes en el área estudiada se delimitaron utilizando varios antecedentes, como el DEM del área de estudio, la geología, imágenes satelitales y observaciones realizadas durante la visita a terreno. Como resultado, se reconocieron formas como escarpes, terrazas fluviales, abanicos aluviales, cuencas de drenaje, entre otras.

8.3.2 Marco geodinámico

Chile se ubica en un margen convergente activo de placas oceánica-continental (Figura N° 8.3—1), en donde la placa oceánica Nazca subducta bajo el margen occidental de la placa continental Sudamericana dando origen a los Andes Centrales. Este proceso de subducción se reconoce activo, al menos, desde el Jurásico Temprano (Mpodozis & Ramos, 1989), o inclusive podría persistir desde el Pérmico (Coloma, y otros, 2017). A partir del Eoceno, la tasa de convergencia ha variado entre 5 y 15 cm/año (Somoza, 1998), siendo actualmente de 7,5 cm/año (DeMets, Gordon, Argus, & Stein, 1994).

El segmento ubicado entre los 33°S y los 46°S corresponde, dentro del esquema de segmentación andina de Mpodozis y Ramos (1989), a una zona de subducción tipo chilena caracterizada por un ángulo de subducción entre las placas Nazca y Sudamericana de ~30°. Este segmento de subducción se ubica al sur del segmento Pampeano de subducción plana, desarrollado entre los 27°S y los 33°S, en donde la loza oceánica se deflecta proyectándose con 10° de inclinación bajo la Placa Sudamericana (Cahill & Isacks, 1992; Anderson, Alvarado, Zandt, & Beck, 2007). El desarrollo del segmento Pampeano de subducción plana se ha asociado con (1) la subducción de la Dorsal de Juan Fernández, cuyo punto de colisión contra el continente permanece fijo hace ~10 Ma (Yañez, Ranero, von Heune, & Díaz, 2001; Anderson, Alvarado, Zandt, & Beck, 2007); y con (2) el espesor de la placa superior y el rollback de la fosa (Manea, Pérez-Gussinye, & Manea, 2012). Si se comparan ambos segmentos, se destacan las siguientes características:

1. La costa oeste de la Placa Sudamericana tiene un rumbo aproximado norte-sur en el tramo de subducción plana, mientras que al sur de los 33°, la costa posee un rumbo aproximado N20°E.
2. Mientras que la configuración morfoestructural del antearco, al sur de los 33°S, se compone de oeste a este por la Cordillera de la Costa, Depresión Central y Cordillera Principal. Al norte, sobre el segmento Pampeano de subducción plana, la ausencia de Depresión Central configura un paisaje montañoso continuo, denominado como Valles Transversales.
3. Sobre el segmento Pampeano de subducción plana no existe registro de volcanismo Holoceno, mientras que al sur de los ~33°S, el arco volcánico Holoceno se encuentra plenamente desarrollado.

La acumulación y posterior relajación de los esfuerzos producto de la convergencia del régimen de subducción es la causa de que todo Chile hasta la península de Taitao, sea afectado frecuentemente por terremotos. La gran mayoría de estos sismos y los eventos de gran magnitud se originan en la zona del contacto entre placas y surgen de la liberación súbita de gran parte de la energía acumulada durante el proceso de convergencia de placas (Ej. Sismos del 6 de abril de 1943 que afectó a la Región de Coquimbo, 3 de marzo de 1985 en la Región de Valparaíso, sismos de mayo de 1960 en Valdivia). Los esfuerzos acumulados por la subducción también se propagan hacia el interior de la placa continental, y se liberan mediante sismos superficiales, normalmente de magnitud menor pero más destructivos localmente (Ej. Sismo de Las Melosas de 1958, sismo de Chizmisa de 2001). Otros sismos son provocados por la relajación de esfuerzos de la Placa de Nazca una vez subductada, estos sismos pueden ser muy destructivos a pesar de no tener las mayores magnitudes (Ej. Sismo de Chillán de 1939, sismo de Punitaqui de 1997 y sismo de Tarapacá de 2005).

Figura N° 8.3—1: Marco geodinámico representado en 3D



Nota: La Dorsal de Juan Fernández es subductada a los 33°S. La línea verde señala la fosa, lugar donde subducta la Placa Nazca bajo la Placa Sudamericana, y las flechas muestran direcciones y velocidades de convergencia entre ambas.
Fuente: Elaboración propia (2021)

8.3.3 Marco geomorfológico

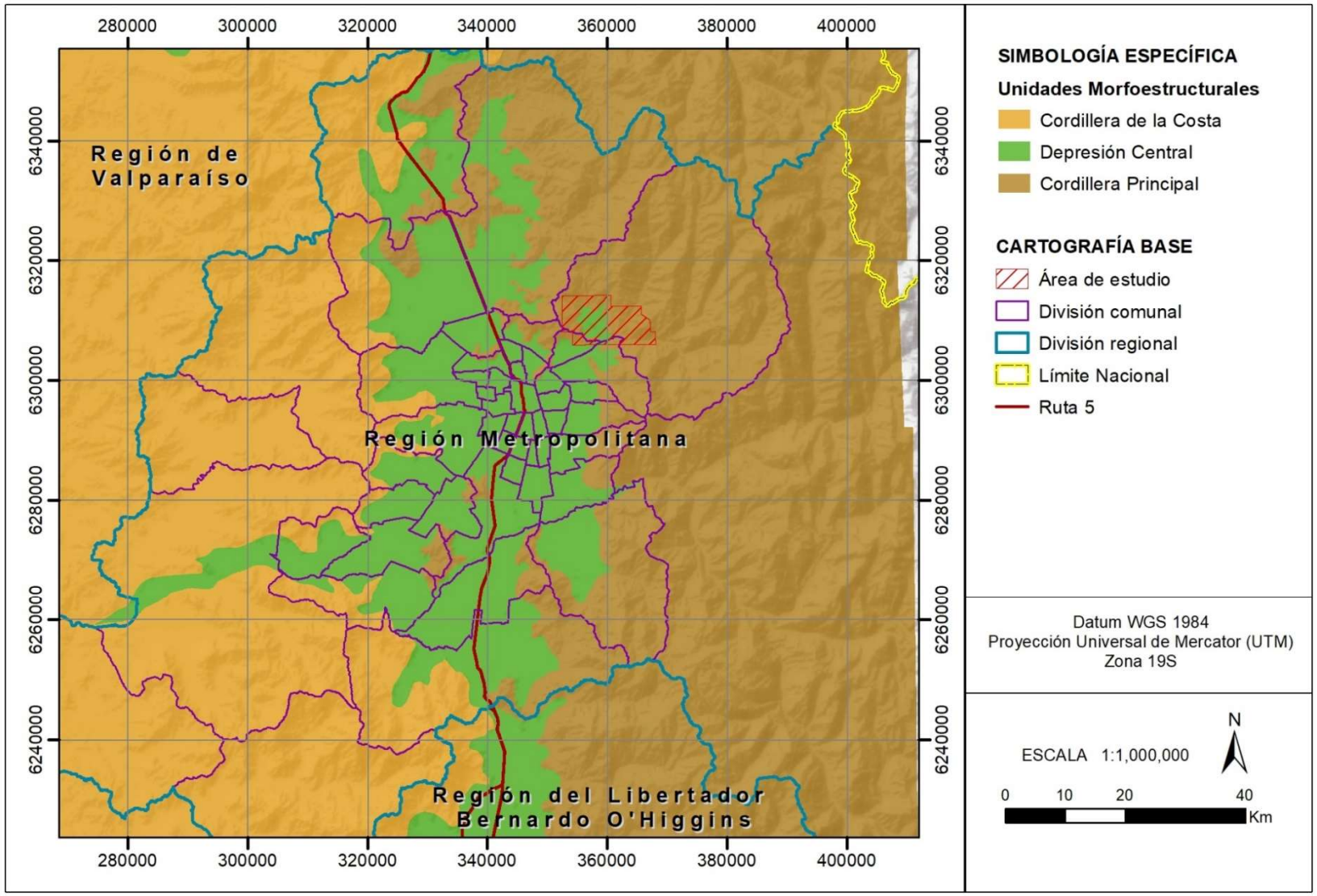
a) Unidades morfoestructurales

El segmento andino chileno ubicado al sur de los 33°S exhibe tres unidades morfoestructurales de primer orden dispuestas en franjas de orientación norte-sur. De oeste a este: Cordillera de la Costa, Depresión Central y Cordillera Principal (que comparten Chile y Argentina). La comuna de Lo Barnechea se ubica en la zona precordillerana de la Región Metropolitana, que corresponde a la transición entre la Depresión Central y la Cordillera Principal (Figura N° 8.3—2).

En el área de estudio, la Depresión Central se presenta como una franja alargada en dirección norte-sur, la cual corresponde a una extensa llanura levemente inclinada hacia oeste, la cual se ve afectada ocasionalmente interrumpida por zonas donde se une la Cordillera de la Costa con la Cordillera Principal (angostura) y por

algunos cerros islas, cuyas alturas no superan los 250 m con respecto a la Depresión Central (Ej. Cerro del Medio).

Figura N° 8.3—2: Unidades Morfoestructurales a escala regional 1:1.000.000



Fuente: Elaboración propia (2021)

b) Aspectos morfológicos relevantes

El área de estudio se ubica en la transición del valle de Santiago y la zona cordillera, por lo que las principales geoformas a escala local tienen directa relación con las unidades geológicas más recientes.

Las terrazas de origen fluvial generadas por la erosión del cauce del Mapocho destacan entre el relieve montañoso, lo mismo ocurre con las terrazas generadas por el Estero Arrayan. Se identificaron cuatro niveles de terrazas fluviales numerados con respecto al nivel base del río Mapocho que se ubican a distintas alturas, la terraza 1 (T1) presenta alturas entre 3 y 8 m sobre el cauce del estero Las Hualtatas y del río Mapocho. Por su parte, la terraza 2 (T2) posee alturas entre 9 y 18 m, la terraza 3 (T3) tiene alturas entre 19 y 23 m y la terraza 4 (T4) presenta alturas entre 18 y 26 m sobre el cauce del estero El Arrayán y del río Mapocho.

Además, se distinguen depósitos aluviales asociados al río Mapocho, cuya morfología en el área de estudio corresponde al ápice del abanico, el cual se extiende en la cuenca de Santiago. Abanicos aluviales menores se disponen sobre este gran depósito.

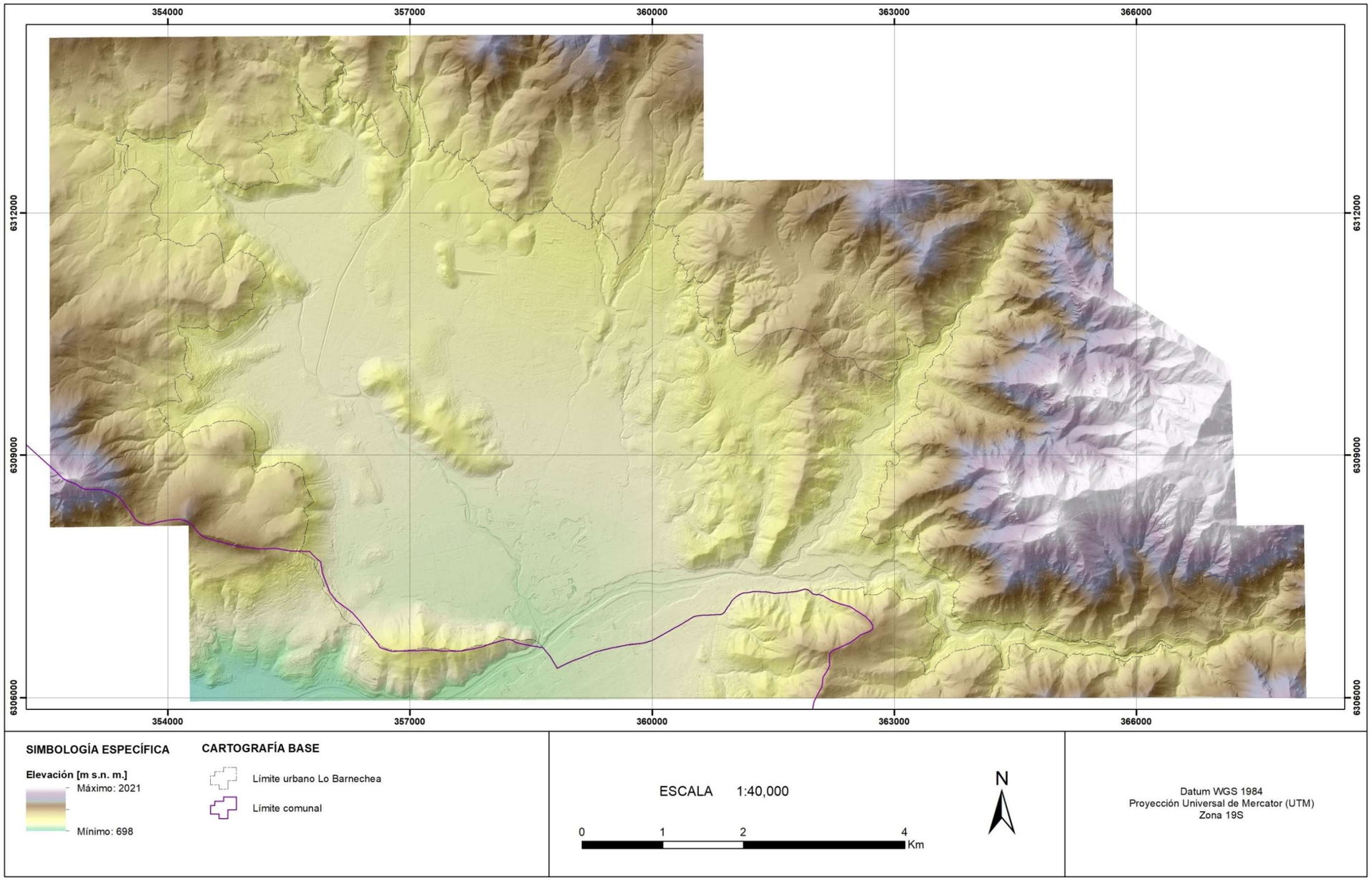
Las remociones en masa destacan en esta zona, las cuales han sido catastradas en la literatura. Su naturaleza corresponde generalmente a avalanchas de roca de gran magnitud, las cuales desplazan grandes cantidades de material. Las morfologías son lobulares y alargadas y sus zonas de generación se ubican fuera del área de estudio, sin embargo, debido a su tamaño alcanzan el área estudiada en algunos sectores.

c) Parámetros Morfométricos

En el área de estudio las elevaciones varían entre los 698 y los 2021 m s. n. m. (Figura N° 8.3—3), las mayores alturas se ubican hacia el área cordillerana y en el sector del cerro Manquehue. Por otro lado, las partes más bajas se ubican en el sector sur-poniente del área de estudio.

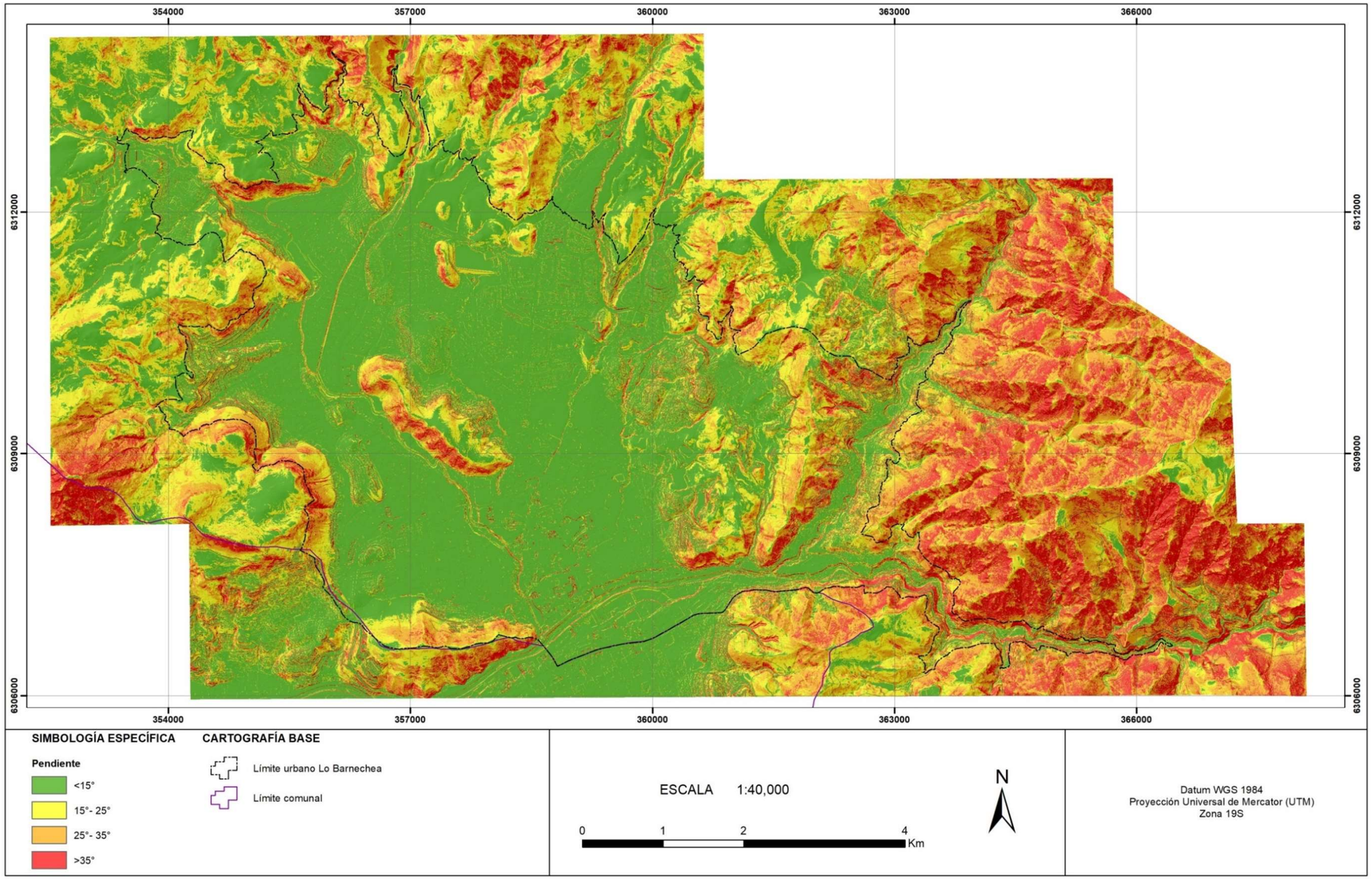
En cuanto a las pendientes, el sector de la dehesa y donde se concentra la mayor parte de la urbanización se emplaza sobre pendientes menores a 15°, estos sectores topográficamente más bajos se conforman geológicamente por depósitos aluviales, fluviales y fluvio-aluviales distales (Figura N° 8.3—4). Con respectos a aquellas pendientes mayores a 15° se encuentran en las laderas de los cerros, como en el cerro del Medio, cerro Alvarado y hacia el sector montañoso entorno del Estero El Arrayan, del río Mapocho y las laderas aledañas a sus quebradas afluentes. Geológicamente estas zonas de altas pendientes se encuentran caracterizadas por la Formación Abanico, donde las máximas pendientes superan los 80°.

Figura N° 8.3—3: Carta morfométrica de elevaciones del área de estudio a escala 1:40.000



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.3—4: Carta morfométrica de pendientes del área de estudio a escala 1:40.000.



Fuente: Elaboración propia (2021)

8.3.4 Marco geológico

La geología de la comuna de Lo Barnechea está constituida esencialmente por rocas volcánicas con algunas intercalaciones sedimentarias de edad Eoceno-Mioceno, las que presentan diversos grados de meteorización. Estas rocas se encuentran cubiertas por distintos tipos de depósitos no consolidados, los que son producto de procesos fluviales, aluviales, coluviales y de remoción en masa. Cada una de estas unidades geológicas se describe a continuación. El mapa geológico levantado a escala 1:1.000 se representa en la Figura N° 8.3—9 a una escala de 1:40,000.

a) Depósitos no consolidados

i) Depósitos fluviales activos de ríos y esteros (Holoceno) (Hf)

Sedimentos genéticamente relacionados con los cursos fluviales activos del río Mapocho, el estero Arrayán y, la parte distal del estero Las Hualtatas. Están constituidos por ripios, gravas, gravas arenosas clastosoportadas, con clastos redondeados y en parte imbricados (Figura N° 8.3—5).

Figura N° 8.3—5: Vista de los depósitos fluviales activos del río Mapocho. Se distingue la diversidad granulométrica de los clastos redondeados que involucran desde bolones métricos a gravas arenosas.



Fuente: Elaboración propia (2021)

ii) Depósitos fluvio-aluviales activos de quebradas y esteros (Holoceno) (Hfa)

Corresponden al conjunto de bloques, gravas y arenas que se encuentran rellenando los cauces de quebradas y esteros actuales en sus partes proximales y medias. Estos depósitos se encuentran al fondo de los canales confinados propios de regiones montañosas, como cuando estos se proyectan sobre las fracciones apicales y medias de los abanicos aluviales (Figura N° 8.3—6). Frecuentemente, en las quebradas es posible observar bloques de tamaños métricos yaciendo en el cauce.

Figura N° 8.3—6: Vista de los cauces de las quebradas Los Chanchos (izquierda) y la quebrada Huallalolén. Se reconocen abundantes bloques en los cauces, así como en las zonas ribereñas.



Fuente: Elaboración propia (2021)

iii) Depósitos lacustres activos y cuerpos de agua (Holoceno) (Hl)

Corresponden a los sedimentos que se depositan en el fondo de los cuerpos de agua (naturales y artificiales) compuestos principalmente por limos y arcillas.

iv) Depósitos fluvio-aluviales de quebradas y esteros (PlHfa)

Sedimentos constituidos por bloques, gravas, arenas y limos que se encuentran ocasionalmente en torno a los cauces activos de quebradas y esteros, en algunos casos formando niveles aterrazados en sus márgenes o abanicos aluviales pequeños en las regiones de desconfinamiento de los cauces. Estos depósitos se asocian a grandes flujos de barro y detritos que sobrepasaron el cauce activo de las quebradas y esteros.

v) Depósitos fluviales aterrazados (PlHf_Tn)

Sedimentos compuestos por ripios, gravas, gravas arenosas, arenas y limos, que se distribuyen en torno de los principales cauces fluviales formando un total de cuatro terrazas principales. Como ya fue mencionado, la terraza 1 (T1,Figura N° 8.3—7) presenta alturas entre 3 y 8 m sobre el cauce del estero Las Hualtatas y del río Mapocho. Por su parte, la terraza 2 (T2) posee alturas entre 9 y 18 m, la terraza 3 (T3) tiene alturas entre 19 y 23 m y la terraza 4 (T4) presenta alturas entre 18 y 26 m sobre el cauce del estero El Arrayán y del río Mapocho.

Figura N° 8.3—7: Vista en corte de los depósitos fluviales aterrazados T1 en la ribera del estero Las Hualtatas.



Notas: Es posible distinguir diferentes paquetes de sedimentos que gradan de base a techo desde arenas gravosas a ripios de bolones

Fuente: Elaboración propia (2021)

vi) Depósitos antiguos de remociones en masa (Pleistoceno-Holoceno) (Wall, Sellés, & Gana, 1999) (PlHrm)

Depósitos originados por flujos de detritos, flujos de barro, deslizamientos, avalanchas de roca, desprendimiento de bloques, reptación y hundimiento. En el área de estudio se exponen en diversos sectores, destacando los depósitos en el área del portezuelo Lo Curro, en el extremo suroccidental de la comuna, o sobre la ladera norte del valle del río Mapocho camino a Farellones (Figura N° 8.3—8). Estos sedimentos incorporan bloques de hasta 10 m de diámetro, que forman parte de sendos depósitos de colapso gravitacional originados desde los cerros Manquehue y Loma de Vaca, respectivamente.

Figura N° 8.3—8: Vista en corte de los depósitos antiguos de remociones en masa en el kilómetro 10 del Camino a Farellones



Nota: Es posible distinguir bloques métricos polimícticos embebidos en un arreglo caótico de rocas fragmentadas y angulosas de granulometrías diversas.
Fuente: Elaboración propia (2021)

vii) Depósitos aluviales (Pleistoceno Medio-Pleistoceno Superior) (Wall, Sellés, & Gana, 1999) (PlHa)

Unidad conformada por extensos abanicos aluviales coalescentes, de baja pendiente (<5°) y en declive hacia el sur-suroeste, que nacen cuando los drenajes de las principales hoyas hidrográficas abandonan las regiones montañosas confinadas aguas arriba. Sus depósitos están formados por gravas y arenas, con sedimentos finos en menos proporción. Aprovechándose de la vasta extensión de terreno llano que configura esta unidad, sobre ella se desarrolla gran parte de la urbanización de la comuna.

b) Unidades de Roca

i) Rocas Intrusivas del Cerro Manquehue (Mioceno)

Corresponden a stocks andesíticos y dacíticos que intruyen a la Formación Abanico y que forman parte de un conjunto de intrusivos hipabisales que Wall et al. (1999) dataron en 20-19 Ma. Son rocas leucocráticas, porfídicas, con fenocristales de plagioclasa, hornblenda y en menos proporción piroxeno, parcial o totalmente

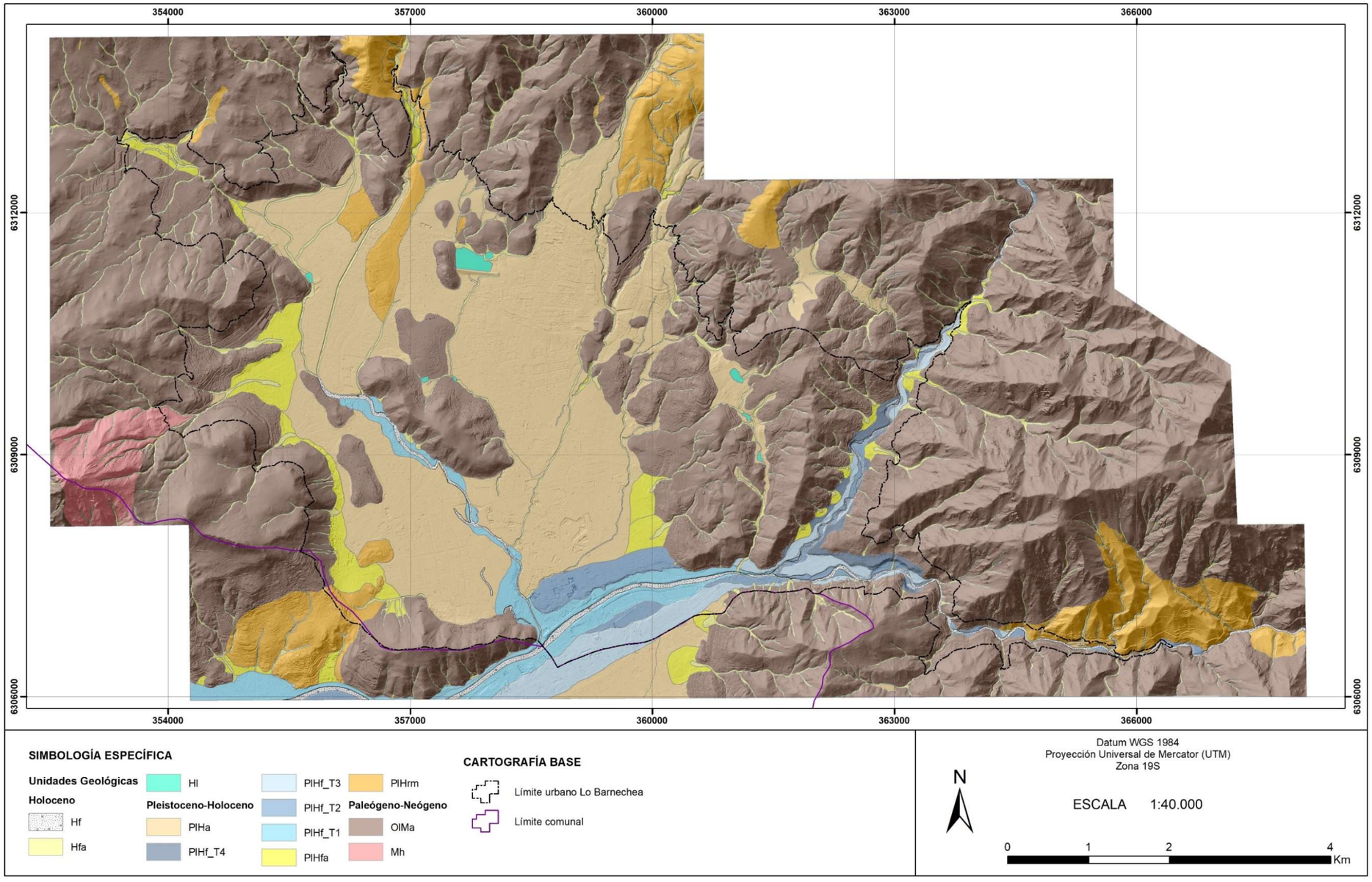
transformado en anfíbola, los que se encuentran inmersos en una masa fundamental compuesta por plagioclasa, cuarzo y escasa magnetita. Los stocks del cerro Manquehue presentan enclaves máficos microgranulares de anfíbola y plagioclasa (Wall, Sellés, & Gana, 1999).

ii) Formación Abanico (Eoceno Superior-Mioceno Inferior) (Aguirre, 1960)

Secuencia principalmente volcánica andesítica a basáltica, con intercalaciones piroclásticas y sedimentarias continentales, con espesor expuesto de ~2000 m. Aflora en todos los sectores montañosos del área urbana de la comuna, incluyendo a los cerros islas, como por ejemplo al cerro del Medio. Su techo no está expuesto y está intruida por stocks y diques datados entre 34 y 19 Ma. Dataciones radiométricas efectuadas en la región Metropolitana se ubican entre 28-20 Ma. Wall et al. (1999) reconocen dos niveles estratigráficos dentro de la Formación Abanico. En el nivel superior predominan rocas piroclásitcas y volcanoclásticas, mientras que, en el nivel inferior, que es el que aflora en el área urbana, predominan las rocas volcánicas de composición andesíticas a basálticas, con algunas intercalaciones de rocas piroclásticas (tobas brechosas, tobas soldadas) y sedimentarias continentales (limolitas y areniscas tobáceas; conglomerados fluviales y tobas de depositación subacuática, portadoras de restos vegetales).

En el área urbana de la comuna de Lo Barnechea, las rocas de la Formación Abanico presentan abundantes diaclasas y en gran parte de los afloramientos se observa un alto grado de meteorización (IV a VI de acuerdo con la clasificación sugerida por la International Society for Rock Mechanics (ISRM, 1981)), lo que genera laderas inestables con una gran cantidad de suelo residual.

Figura N° 8.3—9: Mapa de unidades geológicas del área de estudio representado a escala 1:40,000.



Fuente: Elaboración propia (2021)

8.3.5 Línea Base de Hidrología

a) Clima

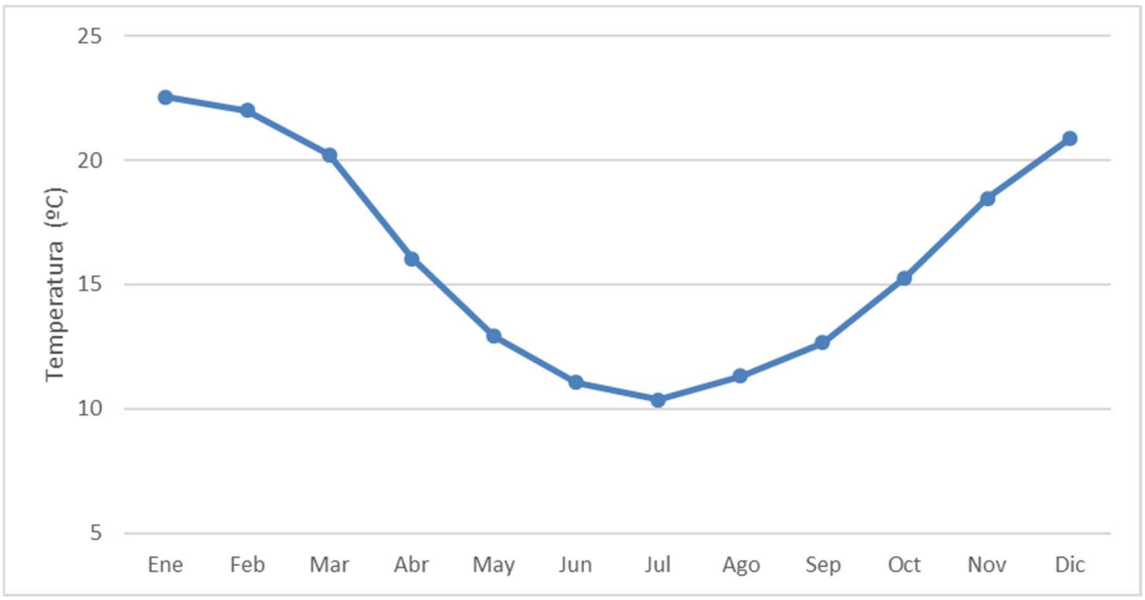
El área de estudio presenta un clima mediterráneo, con precipitaciones moderadas que se concentran en invierno, y con una estación seca prolongada de 7 a 8 meses. La temperatura media anual oscila en torno a los 16ºC, con valores medios mensuales cercanos a los 10ºC en invierno y 23ºC en verano, según se presenta en el Cuadro N° 8.3-1 y en la Figura N° 8.3—10, en la estación meteorológica de la DGA Cerro Calán, cercana al área de estudio (ver Figura N° 8.3—12).

Cuadro N° 8.3-1: Temperaturas medias mensuales (ºC), estación Cerro Calán

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
22,5	22,0	20,2	16,0	12,9	11,1	10,4	11,3	12,7	15,3	18,5	20,9	16,0

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Figura N° 8.3—10: Variación temperatura media mensual, estación Cerro Calán



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

b) Revisión de antecedentes

Se revisaron antecedentes que aportan información relacionada con la determinación de eventos máximos, presentándose a continuación los resultados más relevantes.

i) Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). MINVU, 1994, y sus actualizaciones.

El PRMS define como áreas de alto riesgo a los territorios en los cuales el emplazamiento de asentamientos humanos se debe restringir en forma parcial o total, en consideración a las características que presentan. En esta tipología se establecen dos categorías con sus correspondientes subcategorías:

1.- De Riesgo de Origen Natural

a. Áreas de Alto Riesgo Natural por Inundación.

b. Lugares críticos de concentración de Aguas.

c. Cauces Artificiales.

d. Suelos de Mal Drenaje.

2.- De Riesgo por Actividades Peligrosas

Para este estudio es de importancia la categoría 1.a que a su vez presenta una subcategoría de Áreas de Alto Riesgo Natural por Inundación de Cauces Naturales, que comprenden el cauce y fajas adyacentes. Donde se permite sólo las instalaciones mínimas complementarias a las actividades al aire libre, por lo cual se prohíbe expresamente todo tipo de edificaciones y construcciones que impliquen la presencia prolongada de personas o la concentración de ellas sin posibilidad de evacuación expedita y/o que interfieran el libre curso de las aguas.

Los proyectos de urbanización, edificación y/o destinados al acondicionamiento y explotación de los terrenos emplazados en estas áreas, cualquiera sea su finalidad, deberán ser aprobados además por el Ministerio de Obras Públicas, en forma previa a su ejecución o iniciación. Los propietarios de terrenos afectados por estas normas, podrán desarrollar estudios y proyectos específicos, debidamente aprobados por el Ministerio de Obras Públicas, en los cuales se determinen en detalle los límites del área inundable que afecte a su predio, como, asimismo, las obras que deben realizarse para protegerlo. Si como consecuencia de estudios específicos, resultaran anchos de restricción menores que los establecidos en los cuadros siguientes, se deberá respetar en cada caso el ancho mínimo de área verde fijado para los "Parques Quebradas".

A continuación, se presenta la tabla que define las fajas de restricción para las quebradas de la comuna de Lo Barnechea. Estas franjas de restricción adyacentes a cada borde del cauce están referidas al plano, por lo tanto, en pendiente, el distanciamiento mínimo corresponderá a la faja resultante de la proyección de estos.

Cuadro N° 8.3-2: Franjas de restricción para las quebradas de la comuna de lo Barnechea (PRMS)

Nombre Quebrada	Código	Tramo Normado	Ancho Mín. Fa ja Restr. a c/ borde
Agua de Aranda	N-1	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40m
El Ají	N-2	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40m
Las Zorras	N-3	Desde su nacimiento hasta el Canal de La Dehesa	40m
El Gabino o Del Garín	N-4	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Loros y brazo secundario	N-5	Desde cota 2.300 1.800 m.s.n.m., respectivamente, hasta confluencia quebrada El Manzano.	40m
El Manzano	N-5	Desde intersección quebrada Los Loros, hasta estero Las Hualtatas	40m
El Quisco	N-6	Desde cota 1.100 m.s.n.m., hasta estero Las Hualtatas	40m
El Maqui y brazos secundarios 1,2 y 3	N-7	Desde cota 1.900, 1.800 y 1.700 m.s.n.m., respecti-vamente, hasta confluencia estero Las Hualtatas	40m
Estero Las Hualtatas	N-7	Desde inte4sección quebrada El Maqui, hasta el Río Mapocho	40m
El Carrizo	N-8	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Chanchos	N-9	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
Los Carboneros	N-10	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
El Guindo	N-11	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40m
El Padre	N-12	Desde Límite Extensión Urbana hasta El Canal Conchalíí	40m
El Abuelo	N-13	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Metropolitano Desde canal Metropolitano hasta Canal Conchalí	40m 25m
Agua del Palo	N-14	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Metropolitano Desde canal Metropolitano hasta canal Conchalí	40m 25m
La Ermita-La Totora	N-15	Desde Límite Extensión Urbana hasta Límite Urbano	40m
Del Cerro Gordo	N-16	Desde Límite Extensión Urbana hasta Límite Urbano	40m
Los Pozos	N-17	Desde Límite Extensión Urbana hasta Límite Urbano	40m
El Sauce	N-18	Desde Límite Extensión Urbana hasta Camino de Cintura	40m
La Mina-Los Maitenes	N-19	Desde Límite Extensión Urbana hasta Camino de cintura	40m
El Mal Paso	N-20	Desde Límite Extensión Urbana hasta camino de Cintura	40m

Fuente: Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). MINVU, 1994, y sus actualizaciones.

ii) Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores, 2014.

Estudio Fundado de Riesgos en los cauces de 31 quebradas no reguladas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Los resultados corresponden a la identificación y zonificación de las áreas urbanas susceptibles a ser afectadas por un peligro natural de acuerdo con los criterios y definiciones expuestos en el artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

Debido a que las subcuencas en estudio no cuentan con registros fluviométricos, la estimación de los caudales máximos puntuales se realizó mediante modelos de precipitación-escorrentía, considerando las recomendaciones de la DGA para la estimación de caudales máximos en cuencas sin información fluviométrica (DGA-MOP, 1995), los criterios de diseño del Manual de Carreteras (MOP, 2018) y la Guía de Diseño de Técnica Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos (MINVU, 1996). Los resultados consisten en mapas de inundación para crecidas de 100 años de período de retorno. En el Cuadro N° 8.3-3, se presentan los parámetros geomorfológicos para las cuencas del estudio.

Los valores de la precipitación diaria de diez años de periodo de retorno para cada una de las subcuencas fueron obtenidos a partir del mapa de isoyetas del Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias para el Gran Santiago.

Cuadro N° 8.3-3: Parámetros morfométricos de las cuencas

Quebrada	A (km²)	Lc (km)	Sm (%)	Hmín(m)	Hm (m)	Hmáx (m)
Afluente Oscura I	0,104	0,421	38,76	902,2	988,3	1070,0
Afluente Oscura II	0,130	0,584	39,85	905,7	1006,1	1082,5
Afluente Oscura III	0,148	0,750	39,38	909,0	1015,3	1140,0
Chorro de la Vieja	0,379	1,172	33,90	826,0	1067,1	1240,0
Del Ñinhue	1,978	2,390	56,58	971,7	1494,8	1950,0
El Parrón	3,599	3,838	57,01	935,9	1411,1	1859,5
Huallalolén	2,980	3,611	65,11	951,9	1489,3	1950,0
La Carbonera I	2,095	3,093	38,18	935,6	1255,4	1630,0
La Laguna	0,425	1,375	22,68	859,7	922,2	1020,0
Las Lechuzas	2,539	3,987	26,67	926,0	1153,3	1550,0
Quebrada Grande/Las Nipas	0,546	1,414	23,98	844,6	929,3	1022,0
Las Varas	3,522	3,937	44,41	917,0	1206,9	1630,0
Los Clarines	0,606	1,986	29,02	887,1	1087,3	1290,0
Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,389	1,221	22,74	853,4	925,0	1020,0
Los Quillayes	2,408	3,197	41,39	965,4	1172,9	1440,0
Oscura	4,377	6,061	28,05	915,9	1320,3	1700,0
Q2	0,458	1,636	26,89	925,7	1024,7	1190,0
Q3	0,188	0,883	29,24	924,0	987,7	1114,5
Q7	0,418	1,130	38,91	969,9	1093,2	1222,0
Q9	0,168	0,633	47,02	910,9	1022,9	1126,5
Q10	0,267	1,250	47,56	922,2	1055,1	1168,0
Q11	0,305	0,889	47,70	935,9	1085,1	1204,2
Q12	0,495	1,323	61,91	990,0	1343,8	1702,3
Q13	0,500	1,610	61,87	909,9	1184,0	1540,0
Q14	0,483	0,941	69,72	901,0	1259,3	1618,3
Q15	0,726	1,379	66,49	947,9	1364,6	1719,1
Q16	0,945	1,760	56,78	974,0	1364,8	1708,0
Q17	0,202	0,657	65,46	970,4	1246,1	1469,3
Q18	0,143	0,500	62,58	976,8	1160,7	1365,0
Q19	0,443	0,837	55,92	867,9	1061,8	1220,0
Q21	0,397	1,362	29,92	883,2	1047,0	1170,0

Fuente: Elaboración propia (2021)

En el Cuadro N° 8.3-4, se presentan los resultados de caudales máximos instantáneos de 100 años de periodo de retorno. Estos caudales fueron estimados con el método racional el cual entregó los caudales más conservadores para todas las cuencas.

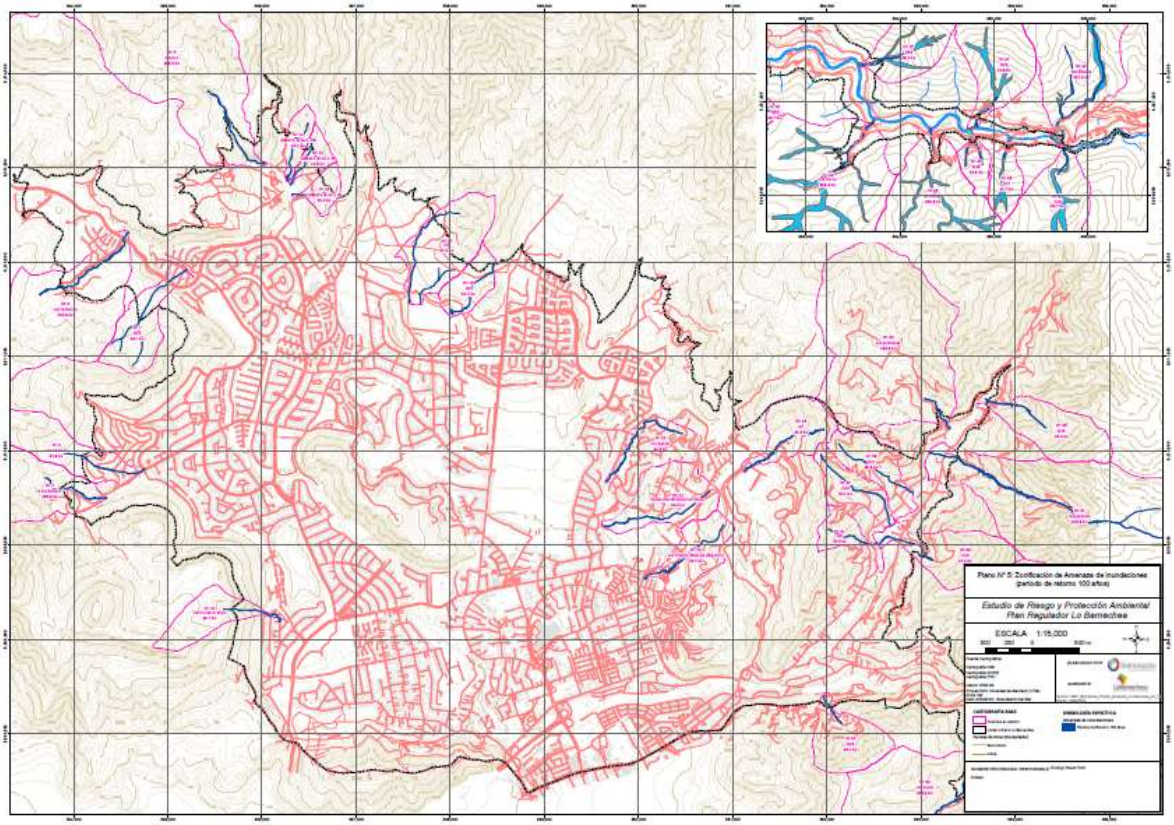
Cuadro N° 8.3-4: Caudal instantáneo de 100 años de periodo de retorno estimadas por el Método Racional.

Quebrada	Ap (km²)	PDT (mm)	i (mm/hr)	C	Qi (m³/s)
Afluente Oscura I	0,10	16,63	16,63	0,36	0,17
Afluente Oscura II	0,13	16,63	16,63	0,38	0,23
Afluente Oscura III	0,15	16,63	16,63	0,37	0,26
Chorro de la Vieja	0,38	16,63	16,63	0,35	0,62
Del Ñinhue	1,98	20,33	20,33	0,35	3,91
El Parrón	3,60	19,40	19,40	0,35	6,79
Huallalolén	2,98	20,10	20,10	0,35	5,84
La Carbonera I	2,09	16,63	16,63	0,35	3,42
La Laguna	0,42	17,79	17,79	0,55	1,15
Las Lechuzas	2,54	16,63	16,63	0,36	4,24
Quebrada Grande/Las Nipas	0,55	17,79	17,79	0,48	1,30
Las Varas	3,52	18,94	18,94	0,35	6,52
Los Clarines	0,61	16,63	16,63	0,39	1,10
Los Pitufos (Nido de águilas)	0,39	17,79	17,79	0,41	0,79
Los Quillayes	2,41	19,17	19,17	0,38	4,90
Oscura	4,38	16,63	16,63	0,35	7,08
Q2	0,46	17,09	17,09	0,35	0,77
Q3	0,19	17,09	17,09	0,35	0,31
Q7	0,42	18,25	18,25	0,38	0,80
Q9	0,17	18,48	18,48	0,37	0,32
Q10	0,27	18,71	18,71	0,40	0,55
Q11	0,30	18,71	18,71	0,42	0,66
Q12	0,50	20,10	20,10	0,35	0,97
Q13	0,50	19,17	19,17	0,35	0,94
Q14	0,48	19,40	19,40	0,35	0,91
Q15	0,73	19,87	19,87	0,35	1,40
Q16	0,95	20,10	20,10	0,35	1,85
Q17	0,20	19,87	19,87	0,35	0,39
Q18	0,14	19,64	19,64	0,35	0,27
Q19	0,44	18,25	18,25	0,36	0,82
Q21	0,40	16,63	16,63	0,35	0,65

Fuente: Elaboración propia (2021)

Finalmente, en base a los caudales máximos instantáneos para un periodo de retorno de 100 años se realiza la modelación hidráulica de las quebradas mediante el software HEC RAS entregando los resultados que se presentan en la Figura N° 8.3—11.

Figura N° 8.3—11: Resultados del modelo de inundación para un periodo de retorno de 100 años.



Fuente: Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores, 2014.

iii) Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago (PM-01). Dirección de Obras Hidráulicas, MOP, elaborado por CADE-IDEPE, 2001.

En el capítulo IV.5 de este informe, se realiza el catastro y capacidad hidráulica de los cauces naturales en zonas urbanas donde las cuencas aportantes de escorrentía a sectores urbanos se han clasificado en nueve grandes grupos. Los grupos que contienen a las zonas estudiadas corresponden a:

- El segundo grupo (Grupo II): Corresponde a la cuenca del río Mapocho antes de ingresar al área urbana, destacándose dentro de la hoya los ríos San Francisco y Molina, de la unión de los cuales nace el río Mapocho, y el estero Arrayán afluente a este último en su sector de ingreso al área urbana.
- El tercer grupo (Grupo III): Comprende todas las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea por el oriente, norte y poniente, extendiéndose como un gran anfiteatro, al sur del cual se encuentra el río Mapocho, el cual es el receptor final de las aguas. Estas quebradas han sido canalizadas en diversos tramos al cruzar el área urbana.

En ambos casos se analizaron los grandes cauces naturales que atraviesan el área urbana y aquellas quebradas que ingresan al área urbana con un cauce definido. Para las demás quebradas se consideró que concluyen al llegar a las urbanizaciones y actúan como aportantes de escorrentía hacia éstas.

Para el grupo II de la cuenca del río Mapocho, se realizó el análisis de la capacidad hidráulica del río Mapocho basado principalmente en el "Estudio de Antecedentes para la Proposición de Deslindes en el Río Mapocho. Sector Puente San Enrique - Américo Vespucio Poniente", realizado por Luis Arrau del Canto para el

Departamento de Obras Fluviales de Vialidad, del Ministerio de Obras Públicas en 1996. El objetivo básico de dicho estudio fue proporcionar antecedentes para la fijación de deslindes del río Mapocho. Para esto, se efectuó un estudio del eje hidráulico a lo largo de un tramo de 32 km, comprendido entre los puentes San Enrique y Américo Vespucio Poniente.

En el Cuadro N° 8.3-5 se presentan los caudales de crecida adoptados en el rio Mapocho, y en el

Cuadro N° 8.3-6, la capacidad hidráulica de los puentes.

Cuadro N° 8.3-5: Caudales de crecidas rio Mapocho

Tramo	Kilómetro		Período de Retorno T (años)						
	Final	Inicial	2	5	10	25	50	100	200
8	32.315	29.516	250	470	640	850	1.000	1.100	1.300
7	29.516	25.073	310	530	700	920	1.080	1.250	1.420
6	25.073	19.982	310	530	700	920	1.080	1.250	1.420

Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro N° 8.3-6: Capacidad hidráulica de los puentes del rio Mapocho

Kilometraje	Puente	T (años)	Q (m^3/s)
32,051	San Enrique	> 200	> 1.300
30,805	Pasarela Quinchamalí	> 200	> 1.300
29,411	Tubería en Puente Nuevo	> 200	> 1.300
29,366	Nuevo La Dehesa	> 200	> 1.300
24,388	Lo Curro	> 200	> 1.420
21,274	Centenario	> 200	> 1.420

Fuente: Elaboración propia (2021)

Las conclusiones del estudio para el rio Mapocho son que el río entre el Puente San Enrique y A. Vespucio, está en condiciones de conducir caudales de períodos de retorno altos, entre 100 y 200 años, excepto en la zona poniente, la cual presenta situación de desbordes para períodos de retorno menores, con problemas en algunos puentes. En la zona canalizada y en la zona oriente, se observan problemas sólo para algunos puentes y desbordes puntuales para las crecidas indicadas.

Para el grupo III de las quebradas que rodean la zona urbana de la comuna de Lo Barnechea, la información recopilada permitió determinar la capacidad de los cauces para evacuar crecidas de distintos periodos de retorno, sobre la base del análisis de tramos y sectores críticos y los antecedentes de los respectivos estudios hidrológicos.

En el Cuadro N° 8.3-7 se presentan los caudales de crecida considerando una línea de nieve a 2000 msnm para las cuencas del grupo III y sus afluentes. En el

Cuadro N° 8.3-8 se presenta el estudio de la capacidad de los cauces en base a las singularidades que presento cada quebrada.

Cuadro N° 8.3-7: Caudales de crecida (m^3/s)

Cuenca	Periodo de Retorno (años)		
	2	10	100
Q. El Ají	0,91	1,45	2,66
Q. El Gabino	2,08	4,20	7,99
Q. Las Rosas	3,72	7,48	13,94
Q. El Manzano	1,06	2,21	4,24
Q. El Culén	1,50	3,10	4,17
Q. Las Hualtatas	16,74	30,39	55,68
Q. El Carrizo Bajo	9,80	18,02	32,98
Q. Oscura	13,87	25,83	48,37
Q. La Carbonera	2,75	5,25	9,62
Q. Los Chanchos	1,27	2,04	3,75
El Guindo	2,75	5,22	9,54
E. Arrayán	60,84	102,20	173,11

Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro N° 8.3-8: Capacidad de los cauces del Grupo II

Quebrada	Capacidad
Q. El Ají	Entubada en algunos cruces con capacidad Q = 2,5 m^3/s.
Q. El Gabino	Entubada en algunos tramos lo que reduce su capacidad a Q < 1 m^3/s.
Q. Las Rosas	Amplia capacidad de porteo, incluso para Tr = 100 años (Q= 14 m^3/s).
Q. El Manzano	Capacidad suficiente para Tr = 100 años (Q = 4,6 m^3/s)
Q. El Culén	Capacidad amplia inclusive para Tr = 100 años (4,2 m^3/s)
Q. Las Hualtatas	Capacidad suficiente para Tr = 100 años
Q. El Carrizo Bajo	Se encuentra canalizado con capacidad para Tr > 100 años.
El Guindo	Capacidad suficiente para Tr > 100 años
E. Arrayán	Canalización del sector camino El Cajón tiene una capacidad Q = 69,1 m^3/s insuficiente para Tr = 5 años.

Fuente: Elaboración propia (2021)

iv) "Diagnóstico y Proposición Plan Maestro de Manejo de Cauces Naturales, Cuenca del Río Mapocho Hasta Estero Las Hualtatas, Región Metropolitana" (DOH, EIC Ingenieros Consultores; 2004).

Este estudio incorpora una caracterización y modelación hidráulica para la definición de zonas de inundación de un conjunto de cuencas en la comuna de Lo Barnechea. Se incluye a continuación lo resumido con respecto a los principales problemas identificados en cada una de ellas:

- Río Mapocho

El tipo de escurrimiento en crecidas presenta velocidades muy altas a todo lo largo del tramo analizado, con un claro régimen de torrente, aun cuando en algunos sectores singulares se generan pequeños tramos en crisis o río cercano a la crisis. Esta situación es clásica en ríos precordilleranos, donde el flujo escurre entre bloques de gran tamaño, produciéndose situaciones de gran pérdida de carga, al punto que el flujo puede llegar a resaltar en forma puntual.

Los problemas de desborde se generan prácticamente sólo en el tramo definido como "a) Cajón Cordillerano" ubicado entre los kms 7+500 y 2+650. Todos los problemas detectados corresponden a sectores de menor pendiente lateral, planicies ribereñas y brazos secundarios, todos ubicados en zonas en que el cajón tiene un mayor ancho. Estos sectores de riesgo, dependiendo de su uso, significan problemas de mayor o menos gravedad.

- Estero Arrayán

El estero corresponde a un típico cauce precordillerano confinado por ambos costados. Así, los sectores críticos siempre se presentan en tramos donde las pendientes laterales de los cerros se suavizan, dando pie a un acercamiento de la actividad urbana.

El cálculo del eje hidráulico permite también corroborar que el tipo de escurrimiento que se desarrolla en este estero es de torrente, aunque con intermitencia de sectores en crisis o con régimen de río, producidas por la presencia de bloques que generan pérdidas de carga importantes. Aun así, las velocidades de escurrimiento aguas arriba del km 2,0 son en general muy elevadas. La mayor presencia de tramos en crisis o de río alternados con tramos en torrente se da mucho más hacia la desembocadura, entre los km 2,0 y 0,0.

- Estero El Gabino

En este caso el cálculo del eje hidráulico aporta antecedentes relevantes en cuanto a la influencia de las múltiples alcantarillas presentes a lo largo del cauce. El análisis previo a la modelación describe en forma general el tipo de escurrimiento que se da en este estero, agregando que sus problemas están asociados principalmente a la deficiente red de obras de arte para cruces de calles. También se presentan problemas en tramos analizados de sección insuficiente, lo cual se ve confirmado por los resultados de la modelación.

En definitiva, el escurrimiento no puede desarrollarse preferentemente en régimen supercrítico, debido a que las condiciones de mayor energía que impone cada cruce o sección estrecha obligan a resaltar al flujo. Esto genera serios problemas de inundación, sobre todo en la Zona Baja definida en la sectorización geomorfológica. En esta misma zona existen sectores en que si bien las defensas o peraltes de borde del estero evitan desbordes para períodos de retorno intermedios, las aguas lluvias locales no tienen posibilidad de ingresar al cauce debido a que las cotas de coronamiento de los bordes del cauce superan a los terrenos aledaños.

- Estero Las Rosas

Los resultados del comportamiento hidráulico durante crecidas de este cauce muestran que en general ha sido bien trabajado. En efecto, hasta el shopping de La Dehesa, los desbordes que presenta son siempre locales, ya sea inundando una planicie intermedia, más baja que los terrenos urbanizados, o bien terrenos que son parte de los clubes ahí presentes, sin generar mayores daños. Hacia aguas abajo de Av. El Rodeo los desbordes se generan para períodos de retorno algo menores, aunque aún aceptables. Aun así, pequeñas modificaciones al sistema de entrada de las bóvedas o alcantarillas permitirían evitar cualquier riesgo.

- Quebrada El Manzano

Este cauce ha sido muy intervenido por las urbanizaciones, y actualmente los puntos de riesgos obedecen a obras de arte de cruce de calles o abovedamientos subdimensionados. Obviamente la seguridad de este cauce se fundamenta en la limpieza de sus obras de arte y de su lecho, a fin de que elementos de dimensiones mayores no sean arrastrados y puedan bloquear las alcantarillas. Adicionalmente, los dos tranques del Club de Golf Lomas de La Dehesa deberán mejorar sus vertederos, a fin de soportar crecidas mayores.

- Estero Las Hualtatas

Los resultados del cálculo del eje hidráulico de este estero son coherentes en su totalidad con el diagnóstico ya realizado. En el tramo de precordillera, las planicies ribereñas tienden a inundarse, de modo que al momento en que se proyecten calles y urbanizaciones en esa zona, deberán considerarse estos resultados. En cuanto al fujo, se trata de un régimen de torrente, cuya canalización ha aumentado las velocidades de escurrimiento, principalmente entre los km 7,4 y 4,9, lo que obliga a mantener un adecuado control del estado de las defensas y de las gradas reductoras de pendiente. Hacia aguas abajo los riesgos de erosión, sobre todo por la ribera izquierda son altos y deberán proponerse soluciones para cada caso.

Los problemas, principales se dan en el tramo final previo a la desembocadura, donde el cauce actual es demasiado estrecho en relación al caudal y carga sólida en crecidas. Esto acarrea serios riesgos de erosión lateral, razón por la que cualquier solución pasará por definir acordar qué ancho darle al cauce.

- Quebrada Oscura

El escurrimiento en esta quebrada resulta bastante estable, debido a que se trata de un encauzamiento artificial de sección y pendiente adecuada.

En los primeros 1.200 m la canalización fue desarrollada con una pendiente en torno al 2,2%, la que se reduce en forma algo brusca a 0,31% en los últimos 550 m previos a su descarga al estero El Carrizo. Esto genera una disminución de velocidades, e incluso una zona de desborde en torno al km 0 + 350 (a 350 m de la confluencia con El Carrizo), aunque para crecidas extremas. Debe hacerse presente, sin embargo, que la capacidad de arrastre se reducirá en forma brusca en la zona del cambio de pendiente, lo que va a significar que los niveles teóricos de escurrimiento serán aún mayores. Esto significa que los desbordes se generarán para períodos de retorno algo menores a los que aquí se plantean.

En cuanto a la mitigación del problema de pérdidas de arrastre, la canalización existente cuenta con gradas reductoras de pendiente, las que en algo van a ayudar a retener sólidos antes del cambio de pendiente del km 0 + 550. Finalmente, las velocidades del tramo de fuerte pendiente ameritan una revisión periódica del estado de las barreras transversales, ya que éstas son gravitantes en la estabilidad de la canalización.

- Estero El Carrizo

El estero El Carrizo está canalizado con gaviones desde los últimos 600 m ubicados dentro del cajón cordillerano, antes de su confluencia con quebrada Oscura. Se trata de un flujo en régimen de torrente, excepto en el tramo influenciado por la cubeta del antiguo Tranque Los Trapenses, en que, dependiendo del caudal, será más o menos su influencia (debe destacarse que el muro del embalse fue rebajado, sin embargo, se mantiene una gran explanada que ensancha la sección de escurrimiento y reduce las velocidades).

Se presentan dos sectores críticos, los que se ubican aguas abajo de la confluencia con quebrada Oscura, inicialmente en la cercanía a la calle local y luego en la zona donde el cauce vira para desviarse hacia la cubeta del embalse.

- Quebrada El Guindo

Los resultados de los cálculos hidráulicos muestran que, en el sector canalizado (últimos 2 km antes de la confluencia con el estero Las Hualtatas), los problemas son bastante puntuales y se generan principalmente debido a la existencia de cruces de calles de sección insuficiente, especialmente debido a falta de mantención y limpieza. Sin embargo, en otros cruces se da que las revanchas para períodos de retorno mayores son bastante pequeñas, lo que podría ocasionar problemas en caso de que el cauce no tenga una adecuada mantención o algún elemento pueda bloquear las alcantarillas.

v) "Diagnóstico Cauces Naturales Sector Pie Andino, Región Metropolitana" (DOH, AC Ingenieros Consultores Ltda.; 2008).

Como parte de este estudio se incluyen 3 quebradas pertenecientes a la comuna de Lo Barnechea: Quebrada Agua de Aranda, Quebrada El Ají y Quebrada Las Zorras.

- Quebrada Agua de Aranda (N-1)

Esta quebrada se encuentra caracterizada aguas arriba del cruce con el camino San Alfonso hasta la descarga en el río Mapocho, a unos 60 m del cruce con el camino El Bajo, mediante un conjunto de 7 perfiles transversales, los cuales permiten representar la quebrada en una longitud de 202 m.

Los resultados del estudio hidráulico muestran que es posible señalar que la capacidad hidráulica de esta quebrada se encuentra limitada a un valor de 2,6 m^3/s, lo cual corresponde a un período de retorno de alrededor de 2 años. Dicho valor corresponde al máximo caudal de conducción del cauce sin presentar desbordes, considerando como límite una revancha nula. El punto de desborde identificado se ubica 13 m aguas arriba del río Mapocho, razón por la que no genera gran impacto desde el punto de vista de los desbordes. Un segundo punto crítico se ubica en la alcantarilla del Camino El Bajo, la cual cuenta con una capacidad hidráulica asociada a 10 años de período de retorno. Cabe comentar, además, que este punto presenta revanchas de menos de 0,2 m para la crecida de 5 años de período de retorno. El resto de la quebrada presenta una capacidad hidráulica al menos equivalente a la crecida de 100 años de período de retorno con valores de revancha por sobre 0.5 m.

- Quebrada El Ají (N-2)

Esta quebrada fue caracterizada por un conjunto de 36 perfiles transversales, los cuales permiten representar la quebrada en una longitud de 2786 m, cuya extensión principal se ubica al interior del condominio Valle Escondido, para luego proseguir paralela al Camino Los Refugios, hasta su descarga en el río Mapocho a unos 30 m del cruce del cauce con la calle Raúl Labbé.

La modelación hidráulica muestra que la capacidad hidráulica de esta quebrada es de 1,9 m^3/s, valor al cual le corresponde a un período de retorno menor a 2 años. Dicho valor corresponde al valor de caudal máximo de conducción del cauce sin presentar desbordes, considerando que la revancha es nula. El punto de menor capacidad hidráulica se presenta en la ribera izquierda, ubicándose a alrededor de 20 m. aguas arriba del cruce con el canal El Bollo y a 54 m del cruce con la Avda. Raúl Labbé.

Se identificaron además otros 2 puntos críticos respecto de la posibilidad de rebase, pero asociados a 50 años de período de retorno. Estos se ubican a 192 m y 22 m aguas arriba del cruce con la Avda. Raúl Labbé. Además, cabe comentar que el punto de desborde ubicado más aguas arriba, presenta revanchas bajo los 0,2 m para crecidas iguales o superiores a 10 años de periodo de retorno, lo cual le hace especialmente crítico para esta magnitud de caudales. El resto de la quebrada presenta una capacidad hidráulica superior a 100 años de período de retorno.

- Quebrada Las Zorras (N-3)

Esta quebrada se ubica a los pies del Cerro 18, presentando un cauce abovedado a partir del cruce con la calle Los Quincheros y luego bajo la calle Cuatro Vientos, descargando finalmente en el estero El Gabino. Su cauce en la zona abierta se encuentra caracterizado por un conjunto de 57 perfiles transversales, de los cuales 26 corresponden al brazo norte de la quebrada, 19 al brazo sur de la misma y 12 al tramo de aguas abajo de la confluencia de los brazos señalados, los cuales permiten representar una longitud de quebrada de 775 m, 934 m y 275 m respectivamente.

Los resultados de la modelación hidráulica indican que es posible señalar que la capacidad hidráulica de esta quebrada es superior a la crecida de 100 años de período de retorno en el brazo sur y tramo de aguas abajo de la confluencia de los brazos norte y sur. El brazo norte, sin embargo, como producto de la intervención que se ha realizado en una zona de rellenos, presenta una capacidad hidráulica de 2 años de período de retorno, presentando además una zona de alrededor de 100 m con revanchas bajas, que no permiten asegurar la inexistencia de desbordes como producto de las turbulencias propias del flujo. El borde crítico tanto desde el punto de vista del desborde como de la posibilidad de ser sobrepasada por ondas, se ubican en la ribera izquierda de la quebrada.

vi) "Proyecto Defensas Fluviales Río Mapocho – Sector Oriente Concesión Sistema Oriente Poniente Autopista Costanera Norte" (Asistecsa Ingenieros Consultores – EIC Ingenieros Consultores Ltda. & R. Astaburuaga; 2002).

Se cuenta con información del ORD. 1997-12 de diciembre de 2003, el cual haciendo referencia ORD. N°6070 (adjunto) del 02-12-2003, indica que se aprueba el proyecto de Ingeniería de Detalle de las Defensas fluviales del río Mapocho sector Oriente, específicamente entre el Puente San Enrique y el Puente Los Saldes. El ORD. N°6070 se basa en la Minuta Técnica elaborada por el Departamento de Obras Fluviales. Los principales contenidos de esta minuta hacen referencia a las obras proyectadas, los criterios de diseño, comentarios y conclusiones que llevan a generar la aprobación de las obras, bajo ciertas condiciones que se detallarán a continuación.

Las obras proyectadas corresponden a:

- Mejoramiento de los gaviones existentes, mediante la construcción de una zarpa de fundación, en mampostería reforzada, peraltamiento puntual con gaviones y una capa de shotcrete de 2,5 0 5 cm, en la cara que enfrenta al río, para el sector medio y bajo de la defensa, respectivamente.
- Mejoramiento del enrocado existente, mediante un refuerzo de su fundación y peralte puntual de ambos con roca de tamaño compatible al existente.

- Construcción de defensa nueva en base a mampostería reforzada

Como único criterio de diseño se toma la cota de coronamiento de las obras, que corresponde a adoptar como revancha sobre el eje hidráulico asociado a una crecida con periodo de retorno 100 años, el valor obtenido entre la altura del río conjugado del torrente y la altura del torrente, con un mínimo de 1,0 m.

Las cotas de fundación se definieron según el nivel de socavación, medido desde la rasante de fondo proyectada. De acuerdo a los resultados del proyecto, la profundidad de socavación no supera los 2,5 m. De acuerdo al informe, y en línea con la aprobación del proyecto, existe incertidumbre en relación a la estimación de socavación debido a las características del cauce. Pese a lo anterior, se entrega la aprobación al proyecto bajo la condición que considere medidas adicionales para control de socavación, correspondientes a estructuras transversales al cauce llamadas de "control de fondo", a ser ubicadas en zonas estratégicas del río.

vii) Estudios disponibles de puente Padre Arteaga y solución de aguas lluvias.

Como parte del proyecto "Prolongación Eje Costanera de Sistema Oriente-Poniente: Desde puente La Dehesa a Av. Padre Alfredo Arteaga" se incluye el Volumen Nº2, correspondiente al proyecto definitivo de saneamiento de la "Modificación Colector Padre Arteaga". Este colector responde a la evacuación de los caudales de aguas lluvias que caerán sobre las nuevas vías, evitando de esta forma algún daño prematuro de la vialidad. El proyecto contempla un periodo de retorno de 10 años para las obras de colectores y 25 años para el diseño de las plantas elevadoras. Se trata por tanto de una situación local no relacionada con el flujo a través de quebradas.

viii) Estudio sobre el Estado del Cauce del Río Mapocho y de Conservación de Las defensas Fluviales, licitación Pública ID:2735-71-LE20

A través del ORD. DOH – RMS N°377, del 09 de abril de 2021, se tuvo acceso a los principales resultados del estudio señalado. En resumen, se puede señalar que el estudio considera un levantamiento topográfico del río Mapocho, abarcando un tramo de 1.500 m, medidos a partir de 500 m aguas arriba del puente La Dehesa, cubriendo el frente total del terreno de emplazamiento del proyecto habitacional Juan Pablo II. La topografía considera curvas de nivel cada 0,5 m, incluyendo las singularidades e infraestructura que influencian el escurrimiento hidráulico del río Mapocho. El estudio considera un caudal únicamente líquido, con un caudal máximo de 100 años de periodo de retorno de 710 m^3/s aguas arriba de la confluencia con el Estero Las Hualtatas, y de 880 m^3/s, aguas abajo de dicho punto. El análisis hidráulico se realiza para la condición existente, así como para una condición futura (cauce limpio), cuyos principales resultados indican:

- Los resultados de las simulaciones hidráulicas realizadas, muestran que los niveles de aguas para crecidas de T=100 años, están por debajo del borde superior de la ribera sur a lo largo de toda la extensión del estudio (revancha mayor o igual a 5 m en el sector del río Mapocho frente al terreno del proyecto habitacional Juan Pablo II).
- Las revanchas medidas con respecto al nivel de coronamiento de las defensas, en algunos sectores de los enrocados y al inicio de la mampostería de piedra son menores a 1 m, superándose el coronamiento de la defensa a 46 m aguas abajo del puente La Dehesa.

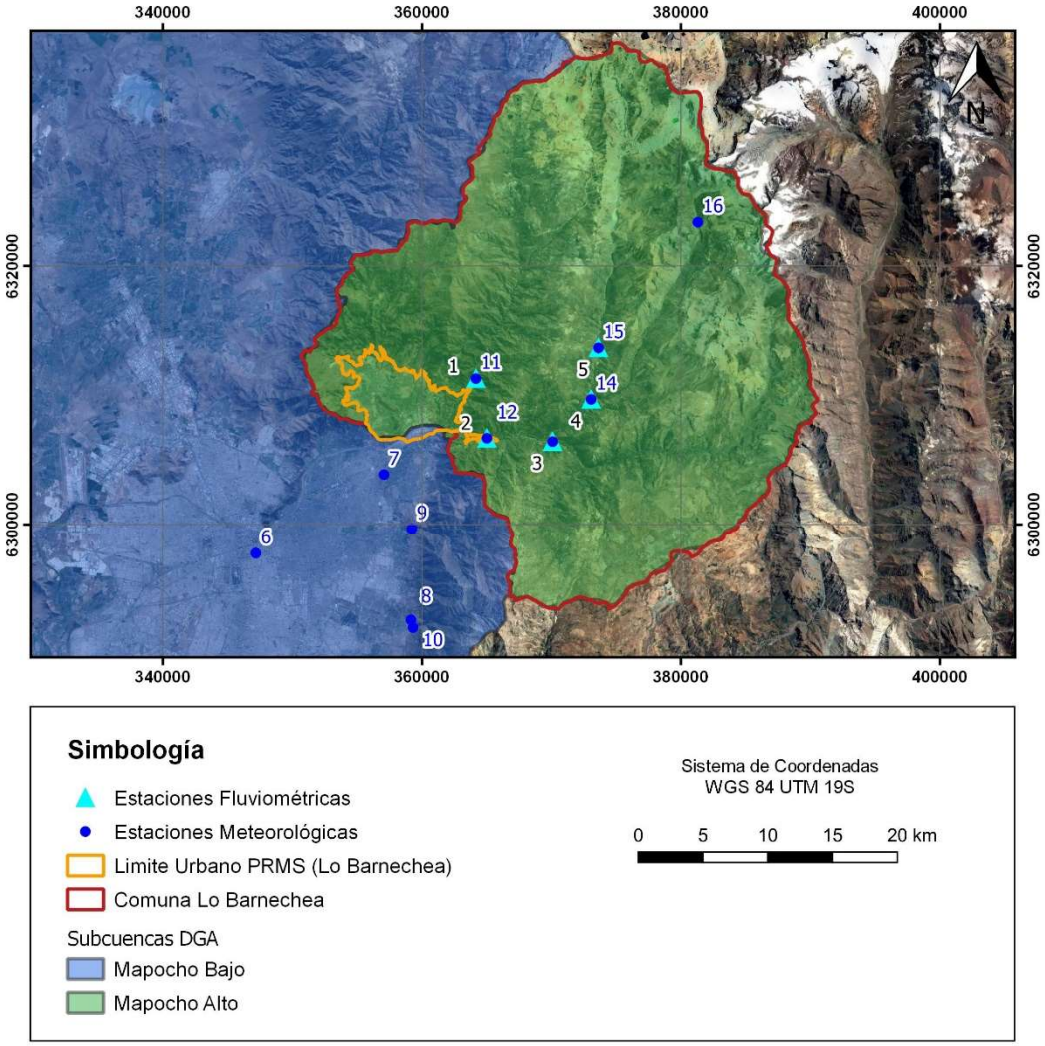
En cuanto a las socavaciones, se determina, mediante el método de Neill, que para la condición de socavación máxima, las cotas del lecho socavado quedan por sobre el sello de fundación en la zona en estudio, tanto para la situación actual del cauce como para la situación futura (cauce limpio).

El documento finaliza su análisis del estudio incorporando algunas recomendaciones para mejorar obras existentes, e indicando que el estudio cumple con los objetivos solicitados mediante el ORD DOH Nº1504, no existiendo inconvenientes técnicos de índole fluvial para otorgar el V°B° al proyecto presentado.

ix) Información Hidrometeorológica

La información hidrometeorológica disponible en la red de estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA) corresponde a estaciones meteorológicas y fluviométricas. Las primeras entregan información relacionada a precipitaciones (y otros parámetros climáticos), mientras que las segundas entregan información de caudales. Para el análisis se han considerado las estaciones fluviométricas en la subcuenca Mapocho Alto de acuerdo a la delimitación de cuencas de la DGA, que contiene en su delimitación a la comuna de Lo Barnechea, y estaciones meteorológicas que se ubican igualmente en la subcuenca Mapocho Alto y al poniente, en la subcuenca Mapocho Bajo, de acuerdo al detalle presentado en la Figura N° 8.3—12.

Figura N° 8.3—12: Estaciones meteorológicas y fluviométricas DGA



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

En el Cuadro N° 8.3-9 se presenta el detalle de las estaciones fluviométricas, mientras que en el Cuadro N° 8.3-10 se entrega la información correspondiente a las estaciones meteorológicas. Complementando lo anterior

se entrega en el Cuadro N° 8.3-11 (estaciones fluviométricas) y en el Cuadro N° 8.3-12 (estaciones meteorológicas) la extensión de la información disponible para descarga en el sitio web de la DGA (http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes), considerando los meses con más de 20 datos como meses completos. Es posible notar que a nivel fluviométrico las estaciones con un registro más largo corresponden a Río Mapocho en Los Almendros y Estero El Arrayán en La Montosa, mientras que a nivel meteorológico son Terrazas oficinas centrales DGA, Antupirén y Cerro Calán.

Cuadro N° 8.3-9: Estaciones Fluviométricas DGA

N°	Cod. BNA	Estación	Coordenadas UTM WGS84 19S		Altitud	Fecha Inicio	Estado
			Este	Norte			
1	05722001-5	Estero Arrayan en La Montosa	364.171	6.311.298	880	01/08/1980	Vigente
2	05722002-3	Río Mapocho en Los Almendros	365.020	6.306.679	966	01/01/1986	Vigente
3	05720001-4	Río Molina antes junta San Francisco	370.094	6.306.419	1.158	01/09/1974	Vigente
4	05721001-K	Estero Yerba Loca antes junta San Francisco	373.072	6.309.689	1.350	01/09/9174	Vigente
5	05721016-8	Río San Francisco antes junta Estero Yerba Loca	373.641	6.313.676	1.550	01/05/2009	Vigente

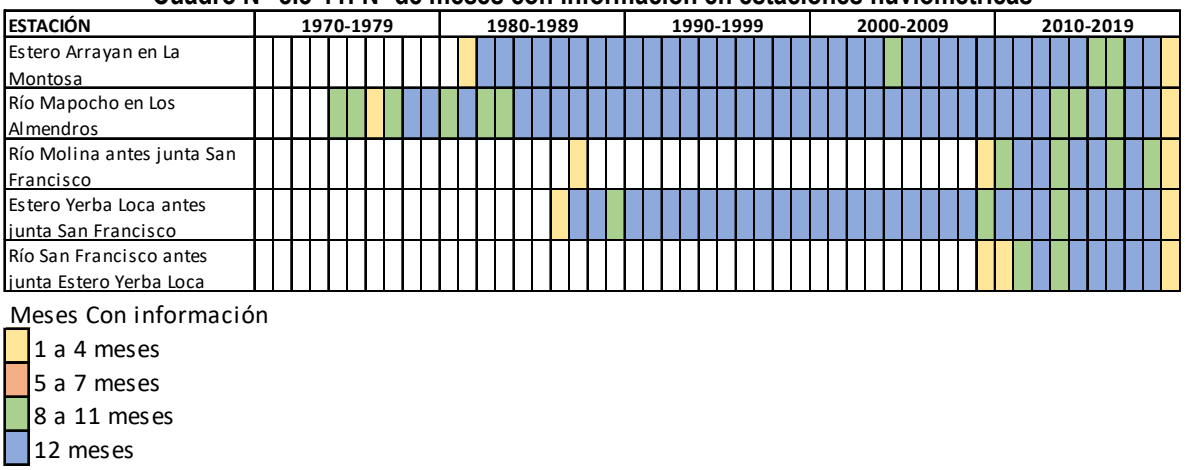
Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Cuadro N° 8.3-10: Estaciones Meteorológicas DGA

N°	Cod. BNA	Estación	Coordenadas UTM WGS84 19S		Altitud	Fecha Inicio	Estado
			Este	Norte			
6	05730016-7	Terraza oficinas centrales DGA	347.173	6.297.768	560	01/01/1960	Vigente
7	05730012-4	Cerro Calán	357.078	6.303.869	848	01/06/1975	Vigente
8	05730013-2	Antupirén	359.149	6.292.612	904	01/06/1975	Vigente
9	05730008-6	Quebrada Ramon en recinto EMOS	359.226	6.299.663	845	01/07/1996	Vigente
10	05730039-6	Quebrada de Macul	359.320	6.292.012	950	29/04/2003	Vigente
11	05722001-5	Estero Arrayan en La Montosa	364.171	6.311.298	880	01/08/1980	Vigente
12	05722002-3	Río Mapocho en Los Almendros	365.020	6.306.679	966	01/01/1986	Vigente
13	05720001-4	Río Molina antes junta San Francisco	370.094	6.306.419	1.158	01/09/1974	Vigente
14	05721001-K	Estero Yerba Loca antes junta San Francisco	373.072	6.309.689	1.350	01/09/1974	Vigente
15	05721016-8	Río San Francisco antes junta Estero Yerba Loca	373.641	6.313.676	1.550	01/05/2009	Vigente
16	05721017-6	Estero Yerba Loca en Piedra Carvajal	381.313	6.323.390	3.250	21/04/2011	Vigente

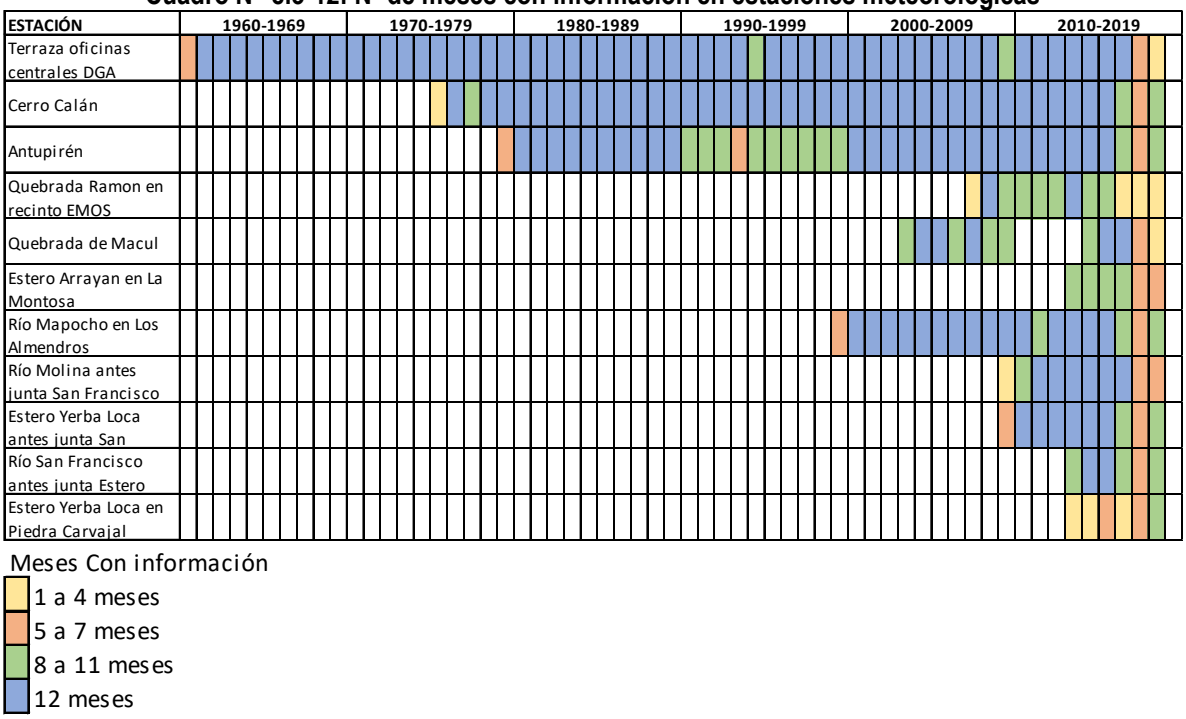
Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Cuadro N° 8.3-11: Nº de meses con información en estaciones fluviométricas



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Cuadro N° 8.3-12: Nº de meses con información en estaciones meteorológicas



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

c) Delimitación y caracterización de cuencas

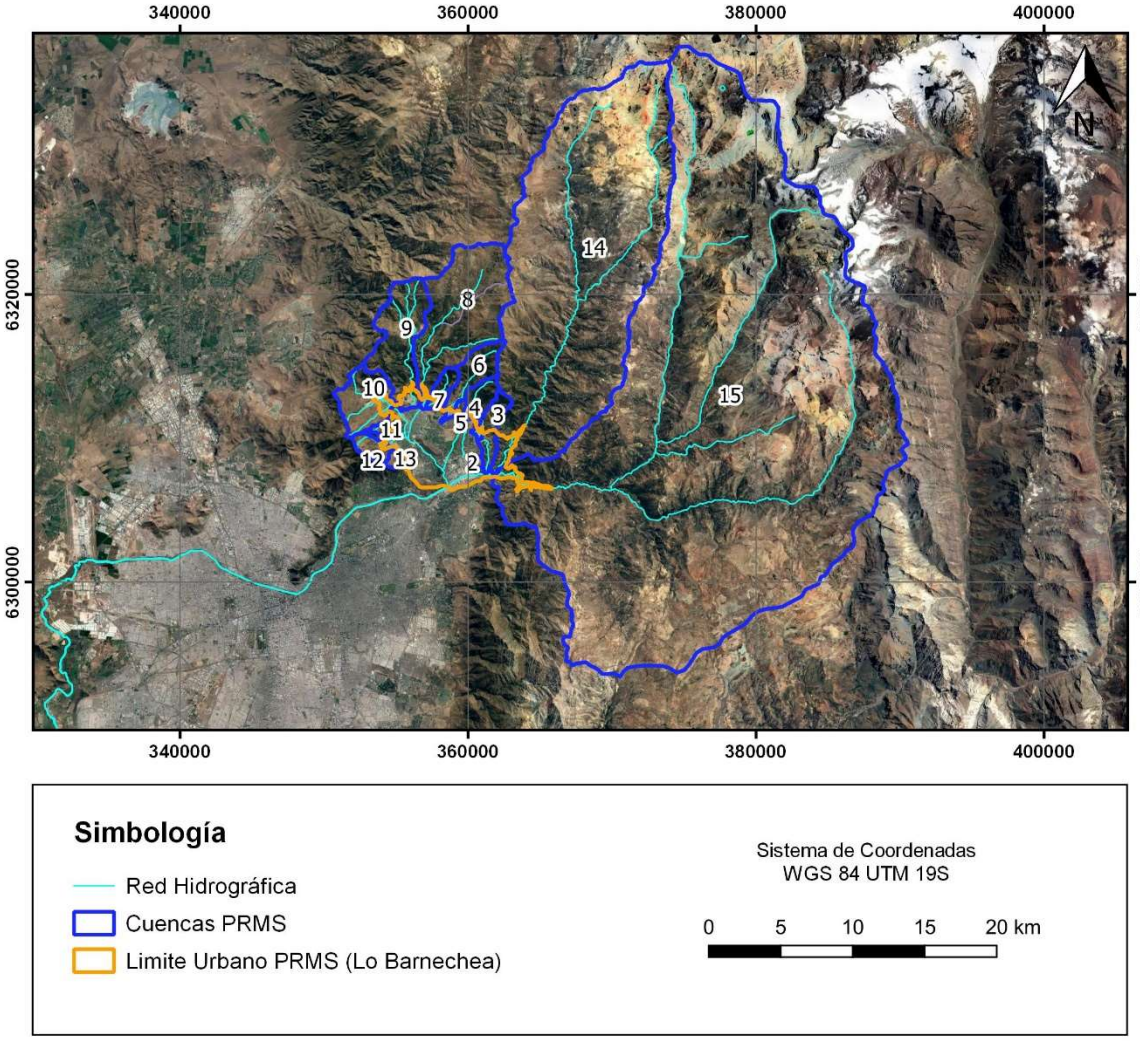
La caracterización hidrológica se ha realizado para dos grupos de cuencas, de acuerdo a los objetivos del presente estudio con respecto a la definición de áreas de inundación. El primer grupo corresponde a las cuencas reguladas por el PRMS, y el segundo a cuencas de menor tamaño en la comuna de Lo Barnechea, de acuerdo a la priorización realizada en el estudio de INFRACON (2014).

En la Figura N° 8.3—13 se presentan las cuencas del primer grupo (detalle en la Figura N° 8.3—14). Los parámetros morfométricos de dichas cuencas se presentan en el Cuadro N° 8.3-13. Se destacan entre estas cuencas las correspondientes al río Mapocho, estero El Arrayán y estero Hualtatas, las cuales presentan flujo de manera continua, de acuerdo con los antecedentes analizados y a lo observado en terreno, mientras que el

flujo en las otras quebradas es más bien intermitente, observándose únicamente durante algunos periodos del año.

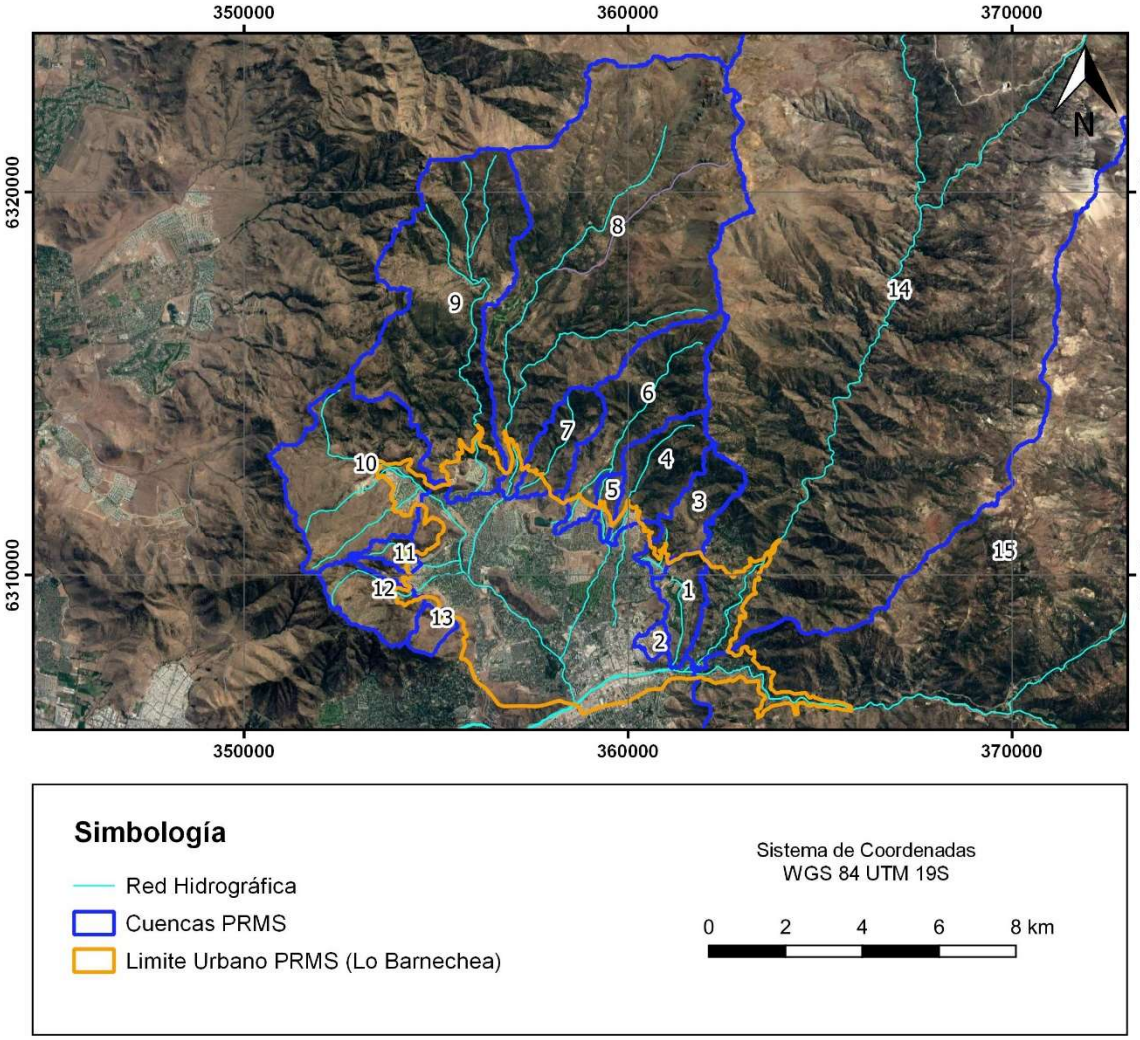
Considerando que la línea de nieve se presenta para estas cuencas a una altura de 2.000 msnm, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas Sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995), se estimaron las áreas aportantes pluviales de aquellas cuencas que presentan elevaciones sobre este valor. Se descarta para este análisis las cuencas de la Qda. El Manzano y Qda. Oscura, dado que el área de ambas por sobre los 2.000 msnm es menor al 5% del área total. De esta forma, se presentan las curvas hipsométricas de las cuencas del estero Arrayán (Figura N° 8.3—15), estero Las Hualtatas (Figura N° 8.3—16) y río Mapocho (Figura N° 8.3—17), las cuales indican que el área pluvial en cada cuenca corresponde a un 32%, 60% y 22%, respectivamente.

Figura N° 8.3—13: Cuencas bajo regulación PRMS



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.3—14: Cuencas bajo regulación PRMS (Detalle)



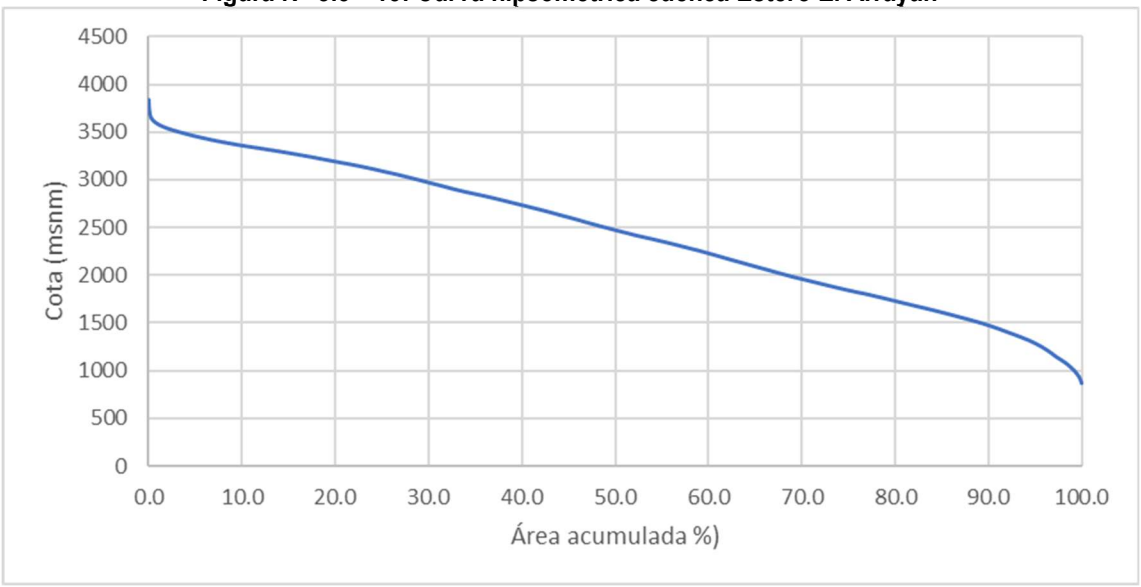
Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro N° 8.3-13: Parámetros morfométricos cuencas reguladas por el PRMS

N°	Cuenca	Área (km^2)	Área Pluvial (km^2)	Altura media (msnm)	Altura mínima (msnm)	Altura máxima (msnm)	Pendiente media (%)	Longitud cauce (m)
1	Qda. El Ají	2,6	2,6	1.008	854	1.224	26,0	2,7
2	Qda. Las Zorras	0,5	0,5	927	844	987	32,8	1,2
3	Qda. El Gabino	3,7	3,7	1.200	921	1.697	30,3	4,3
4	Qda. El Peumo	4,8	4,8	1.234	933	1.721	30,9	4,1
5	Qda. Las Rosas	0,8	0,8	1.023	937	1.099	13,6	1,8
6	Qda. El Manzano	8,8	8,8	1.443	930	2.322	40,6	6,7
7	Qda. El Culén	3,4	3,4	1.220	948	1.699	34,2	3,3
8	Estero Hualtatas	44,1	26,5	1.875	926	2.887	34,63	12,9
9	Qda. Oscura	23,6	23,6	1.417	883	2.111	28,9	10,5
10	Qda. Carrizo	13,3	13,3	1.157	909	1.534	22,9	4,9
11	Qda. Los Chanchos	0,9	0,9	1.102	912	1.290	30,8	1,8
12	Qda. La Carbonera	3,6	3,6	1.222	939	1.626	37,1	3,0
13	Qda. El Guindo	1,0	1,0	1.113	886	1.318	34,5	1,1
14	Estero Arrayan	230,8	73,0	2.443	869	3.834	45,3	34,9
15	Río Mapocho	651,0	142,7	2.753	864	5.373	46,4	40,0

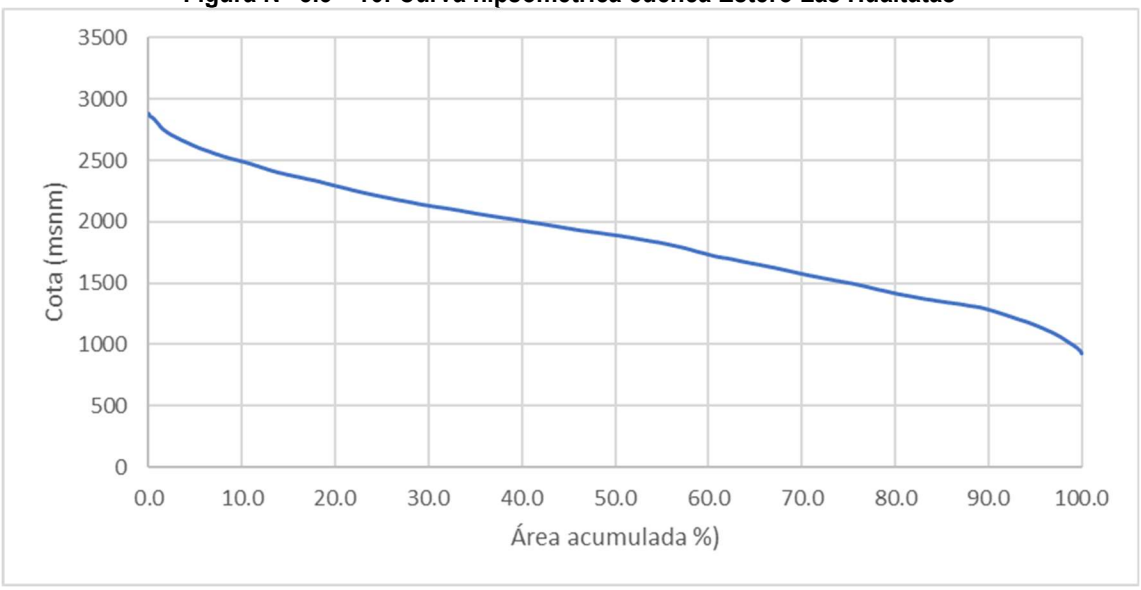
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.3—15: Curva hipsométrica cuenca Estero El Arrayán



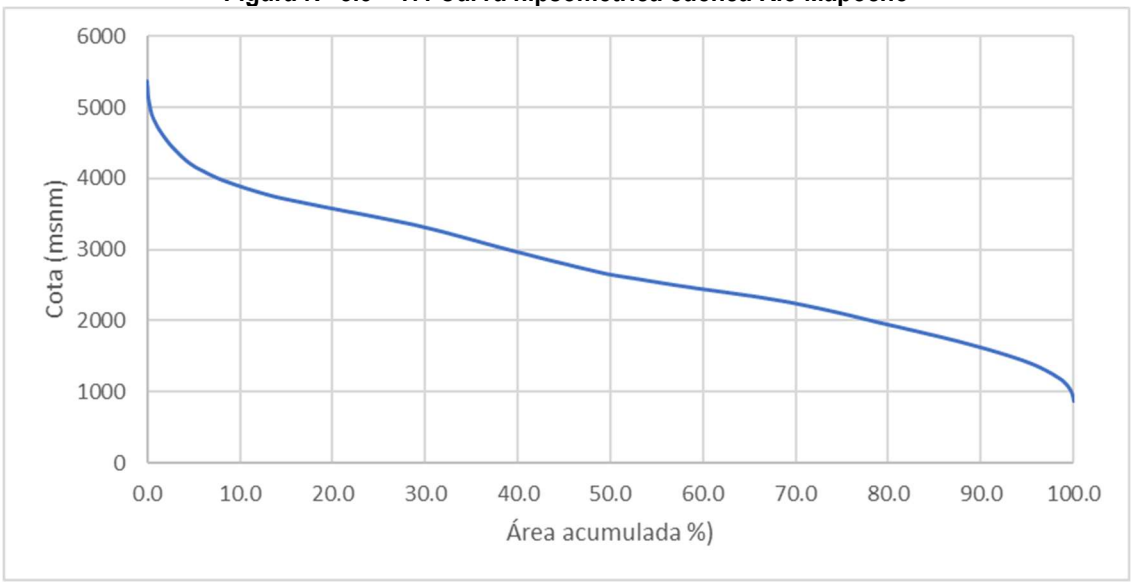
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.3—16: Curva hipsométrica cuenca Estero Las Hualtatas



Fuente: Elaboración propia (2021)

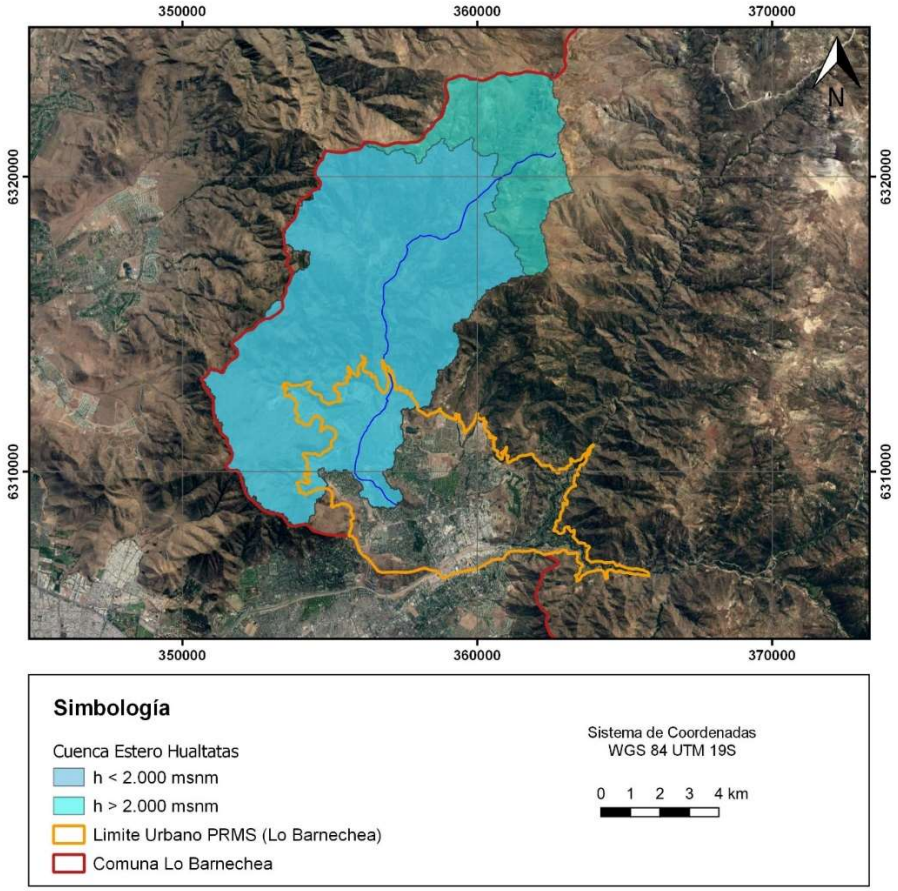
Figura N° 8.3—17: Curva hipsométrica cuenca Río Mapocho



Fuente: Elaboración propia (2021)

Adicionalmente, se analizó la cuenca del estero Hualtatas (Estero Las Hualtatas 2) considerando el área aportante definida en la Figura N° 8.3—18. Lo anterior, por cuanto, de acuerdo a lo observado en terreno y a una solicitud realizada por parte de la Autoridad, aguas abajo de este punto el trazado del cauce presenta singularidades que han sido interesantes de analizar por medio de un modelo hidráulico, según se detallará en el Capítulo 2.3 Modelación, motivo por el cual se delimitó la cuenca cerrándola en el punto mencionado con el objeto de estimar los caudales asociados, para posteriormente evaluar el área de inundación correspondiente.

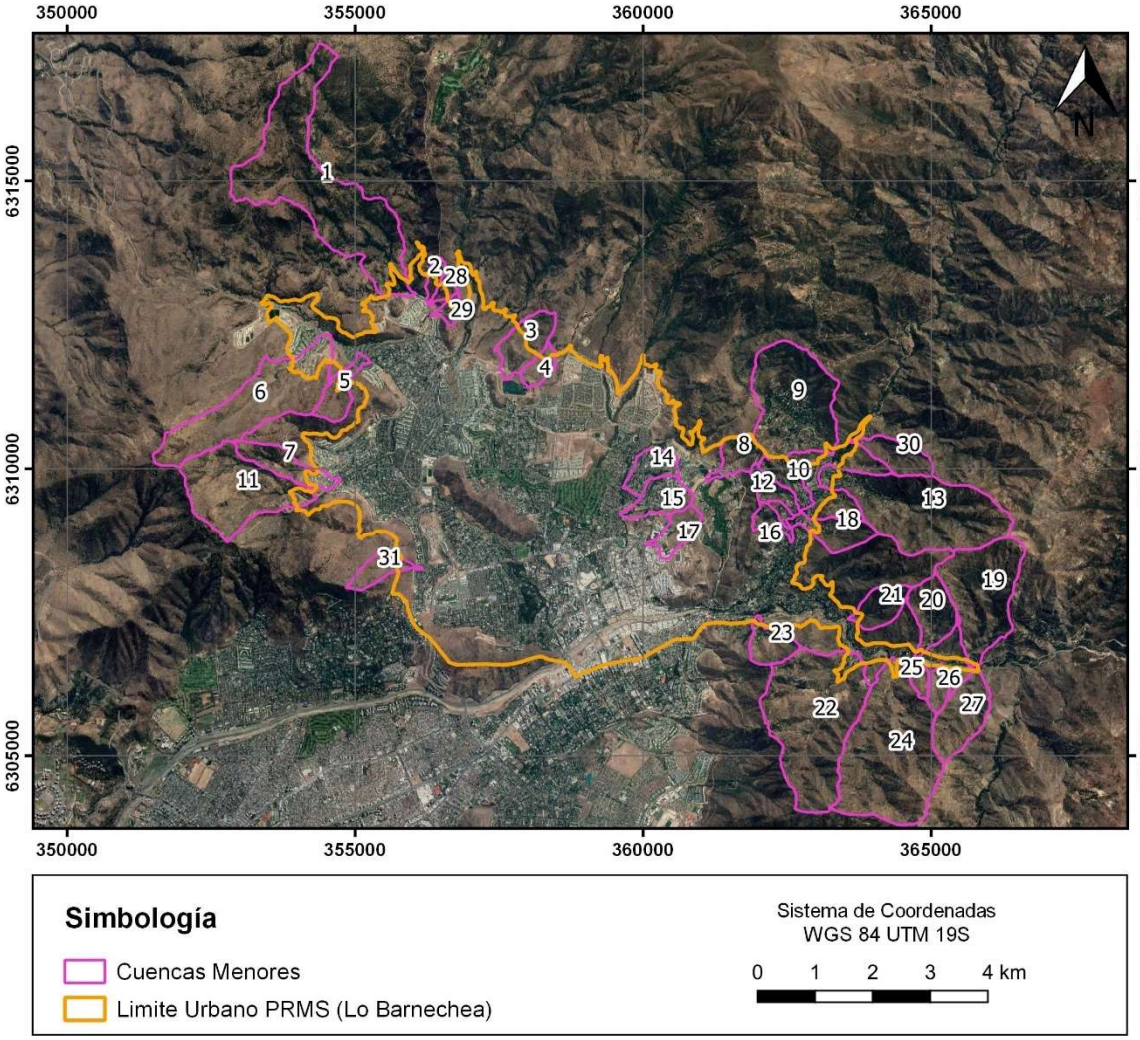
Figura N° 8.3—18: Cuenca Estero Las Hualtatas (extensión hacia el área urbana)



Fuente: Elaboración propia (2021)

Por otra parte, las cuencas menores analizadas (INFRACON, 2014) se presentan en la Figura N° 8.3—19, mientras que sus parámetros morfométricos se incluyen en el Cuadro N° 8.3-14. Es posible notar que la Qda. N°1 forma parte de la Qda. Oscura, y la Qda. N°11 corresponde a la Qda. Las Carboneras. Cabe destacar que, dado que las alturas máximas no superan los 2.000 msnm no es necesario realizar un análisis particular de áreas aportantes pluviales.

Figura N° 8.3—19: Cuencas menores Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro N° 8.3-14: Parámetros morfométricos cuencas menores Lo Barnechea

N°	Cuenca	Área (km^2)	Altura media (msnm)	Altura mínima (msnm)	Altura máxima (msnm)	Pendiente Media (%)	Longitud cauce (m)
1	Oscura	4,4	1.326	933	1.724	25,2	4,9
2	Afluente Oscura III	0,1	1.017	916	1.138	41,9	0,6
3	Q2	0,7	1.019	932	1.193	27,6	1,4
4	Q3	0,3	984	932	1.092	27,9	0,6
5	Q21	0,4	1.043	887	1.172	32,5	1,0
6	Las Lechuzas	2,5	1.157	950	1.540	24,0	3,2
7	Los Clarines	0,6	1.097	900	1.265	30,8	1,6
8	Q7	0,4	1.098	977	1.224	39,9	0,8
9	Los Quillayes	2,4	1.178	984	1.443	33,6	2,1
10	Q11	0,4	1.060	942	1.193	44,2	1,1
11	La Carbonera I	2,1	1.255	952	1.626	33,2	2,0
12	Q10	0,3	1.051	936	1.166	46,5	1,0
13	Huallalolén	3,1	1.473	966	1.968	57,1	2,9
14	La Laguna	0,4	928	878	1.018	26,4	0,9
15	Quebrada Grande/Las Nipas	0,5	935	860	1.021	26,3	1,2
16	Q9	0,2	1.013	914	1.118	43,9	0,7
17	Los Pitufos (Nido de águilas)	0,4	931	864	1.023	24,3	0,7
18	Q13	0,6	1.157	930	1.527	59,9	1,3
19	Del Ñilhue	2,0	1.482	993	1.971	54,4	2,0
20	Q15	0,7	1.363	970	1.723	76,1	1,0
21	Q14	0,5	1.259	920	1.607	72,6	0,6
22	Las Varas	3,5	1.211	943	1.632	36,6	2,8
23	Q19	0,4	1.065	873	1.218	58,3	0,8
24	El Parrón	3,6	1.416	966	1.871	50,2	3,1
25	Q18	0,2	1.157	973	1.343	65,3	0,4
26	Q17	0,2	1.240	997	1.483	62,4	0,6
27	Q16	0,9	1.366	1006	1.705	54,1	1,6
28	Afluente Oscura II	0,1	1.009	915	1.082	41,8	0,5
29	Afluente Oscura I	0,1	994	910	1.067	37,2	0,4
30	Q12	0,5	1.325	997	1.677	59,4	1,1
31	Chorro de la Vieja	0,4	1.087	833	1.242	34,9	0,8

Fuente: Elaboración propia (2021)

d) Metodologías utilizadas para la definición de caudales de crecidas en cuencas sin control fluviométrico

Para definir los caudales de crecidas en el caso de las cuencas sin control fluviométrico, se utilizaron relaciones de precipitación escorrentía, a partir de las precipitaciones máximas en 24 horas, de acuerdo a la distribución espacial de las estaciones en la cuenca. Para ello se estimaron las precipitaciones máximas en 24 horas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años mediante análisis de frecuencia. Posteriormente, se aplicaron las metodologías definidas en el "Manual de Cálculo y Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin información fluviométrica" (DGA-MOP, 1995), en que se plantea básicamente la aplicación de tres fórmulas empíricas para el cálculo de crecidas en cuencas pluviales a partir de la información pluviométrica y las

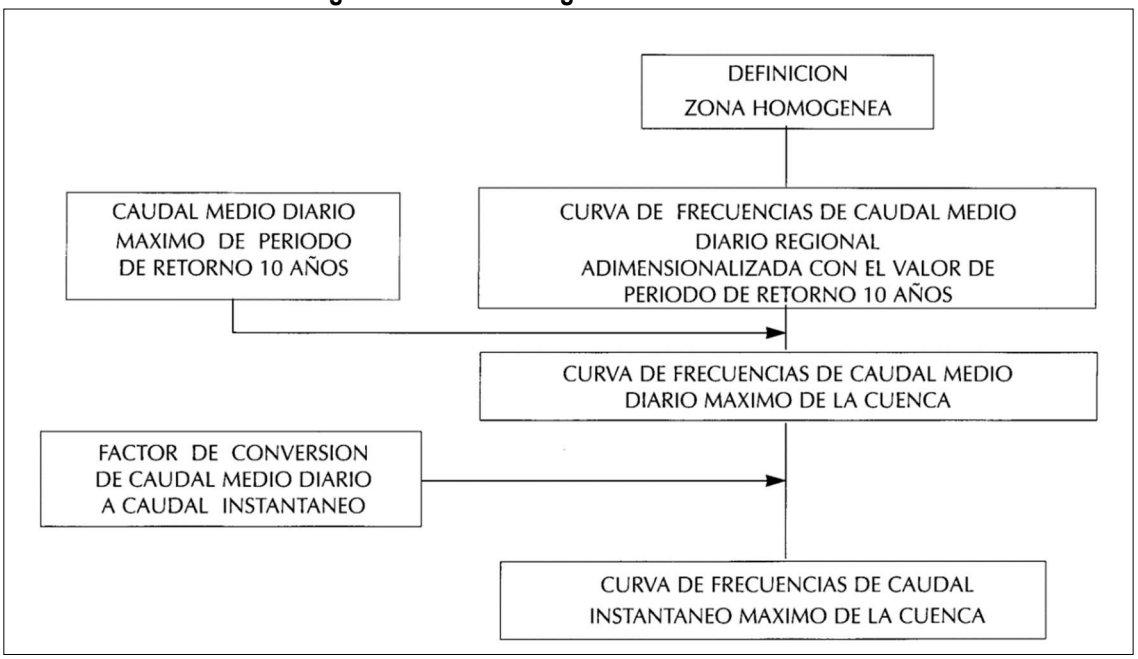
características morfológicas de cada cuenca, en que se aplican parámetros relativos a cada región. Estos métodos son DGA-AC, Verni y King modificado, la Fórmula Racional DGA y el Hidrograma Unitario. Adicionalmente, para cuencas menores, se ha considerado la Fórmula Racional definida de acuerdo al Manual de Carreteras Volumen N°3 Instrucciones y Criterios de Diseño. (MOP, 2018). Cada uno de los métodos se detalla a continuación.

i) Método DGA-AC

El método DGA-AC para crecidas pluviales, corresponde a un análisis regional de crecidas de origen pluvial, basado en series de máximos anuales generadas a partir de información de caudales medios diarios máximos e instantáneos máximos del período pluvial, de 234 estaciones de control fluviométrico. Este método, que abarca estaciones desde la III a la IX Región, es válido para cuencas pluviales o pluvionivales sin información fluviométrica y con áreas comprendidas entre 20 y 10.000 (km^2). Su uso está restringido a períodos de retorno inferiores a 100 años.

El método consiste básicamente en determinar una curva de frecuencias para el caudal instantáneo máximo de la cuenca, en base al procedimiento esquematizado en el diagrama presentado en la siguiente figura:

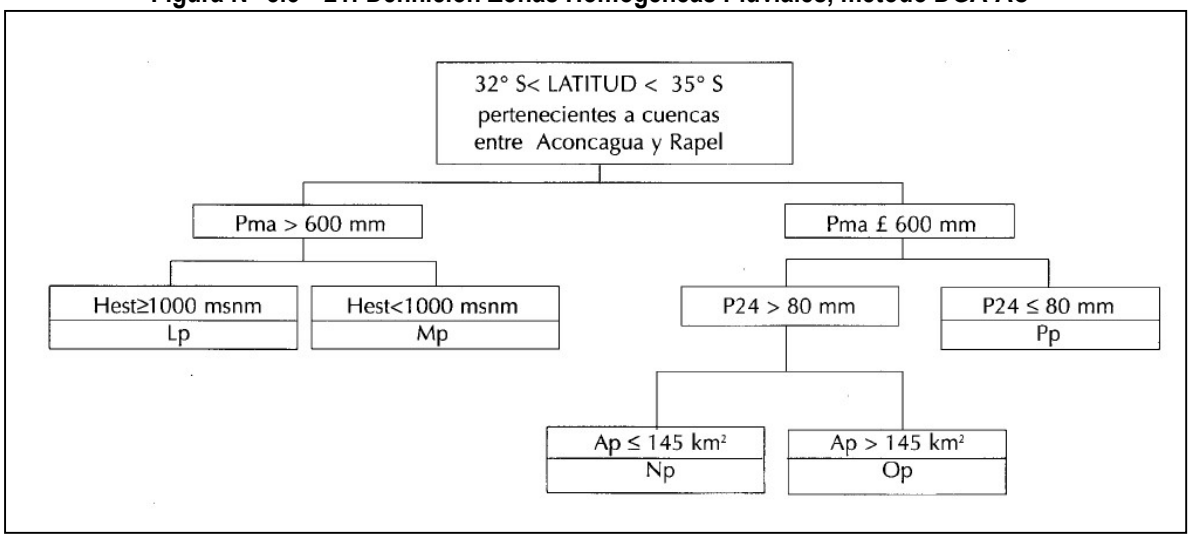
Figura N° 8.3—20: Diagrama método DGA-AC



Fuente: Manual de Cálculo y Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995).

Se definen las cuencas ubicadas entre las latitudes 32°S y 35°S, pertenecientes a las cuencas entre Aconcagua y Rapel, como Lp, Mp, Np, Op y Pp en función de las precipitaciones medias anuales (Pma), la precipitación máxima en 24 horas para periodo de retorno de 10 años (P24), las áreas pluviales (Ap) y la altura del punto de salida de la cuenca (Hest). A continuación, se definen las zonas correspondientes.

Figura N° 8.3—21: Definición Zonas Homogéneas Pluviales, método DGA-AC



Fuente: Manual de Cálculo y Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995)

Una vez definidas las zonas homogéneas pluviales, se define la curva de frecuencia regional de caudales medios diarios máximos para distintos periodos de retorno, según lo establecido en el Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995).

Para la determinación de los caudales medios diarios de período de retorno de 10 años, se plantea la siguiente relación, correspondiente a la Región Metropolitana:

$$Q_{10} = 5{,}42 \cdot 10^{-8} \cdot Ap^{0{,}915} \cdot (P_{24}^{10})^{3{,}432} \qquad \text{Ecuación 1}$$

donde:

Q_{10} : Caudal medio diario máximo de periodo de retorno 10 años [m^3/s]
Ap : Área pluvial de la cuenca [km^2]
P_{24}^{10} : Precipitación diaria máxima de periodo de retorno 10 años [mm]

Finalmente, a través de un factor de conversión asociado a las zonas homogéneas, se estima el caudal instantáneo máximo a partir del caudal medio diario máximo.

ii) Método Verni y King modificado

Este método relaciona el caudal instantáneo máximo de una crecida con la precipitación diaria máxima y el área pluvial a través de una relación de potencias. Esta fórmula se establece para cuencas sin control fluviometrico de régimen pluvial o nivopluvial, con áreas entre 20 y 10.000 km^2 y, períodos de retorno mayores a 30 años. Tiene la siguiente forma:

$$Q = C(T) \cdot 0{,}00618 \cdot Ap^{0{,}88} \cdot P_{24}^{1{,}24}$$

Ecuación 2

donde:

Q : Caudal instantáneo máximo de periodo de retorno T años [m^3/s]
$C(T)$: Coeficiente empírico de periodo de retorno T años
Ap : Área pluvial de la cuenca [km^2]
P_{24} : Precipitación diaria máxima asociada al periodo de retorno T años [mm]

Dado que los coeficientes no están definidos en el Manual para la Región Metropolitana, se consideran los valores correspondientes a la V y VI Región, optando al final por aquel que entregue resultados más desfavorables. El coeficiente empírico para período de retorno de 10 años para la V Región es de 0,29 y de 0,68 para la VI Región. La curva de frecuencia del coeficiente empírico para ambas regiones se presenta en a continuación.

Cuadro N° 8.3-15: Curva de frecuencia de coeficiente empírico V y VI Región para aplicación de Verni y King modificado

	V Región	VI Región
T (años)	C(T) /C(T=10)	C(T) /C(T=10)
2	0,38	0,63
5	0,84	0,85
10	1,00	1,00
20	1,15	1,15
50	1,38	1,30
100	1,59	1,55

Fuente: Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995)

iii) Método de la Fórmula Racional

La expresión para la determinación del caudal máximo instantáneo de período de retorno T es la siguiente.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3{,}6}$$

Ecuación 3

donde:

Q : Caudal instantáneo máximo de periodo de retorno T años (m^3/s)
C : Coeficiente de escorrentía asociado al periodo de retorno T años
Ap : Área pluvial de la cuenca (km^2)
i : Intensidad media de lluvia asociada al periodo de retorno T y a una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca pluvial (mm/hr)

Esta fórmula se establece para cuencas sin control fluviométrico de régimen pluvial o nivopluvial, con áreas entre 20 y 10.000 km^2 situadas entre las regiones III y IX. Los coeficientes C que se aplican son los mismos definidos para el método de Verni y King modificado (Cuadro N° 8.3-15).

Finalmente se aplican 3 fórmulas para determinar el tiempo de concentración de la cuenca, utilizando las características morfológicas de las cuencas, las cuales se indican a continuación.

- California Culverts Practice (1942)

$$tc = 0{,}95 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$$ Ecuación 4

- Giandotti

$$tc = \frac{4 \cdot \mathrm{A}^{0{,}5} + 1{,}5 \cdot \mathrm{L}}{0{,}8 \cdot \sqrt{\mathrm{H_m}}}$$ Ecuación 5

- Normas Españolas

$$tc = 0{,}72 \cdot \frac{L^{0{,}76}}{S^{0{,}19}}$$ Ecuación 6

donde:

tc : Tiempo de concentración (h)
L : Longitud del cauce (km)
S : Pendiente media de la cuenca (%)
H : Diferencia de nivel entre las cotas extremas de la cuenca (m)
H_m : Diferencia de nivel entre la cota media y la cota mínima de la cuenca (m)
A : Área de la cuenca (km^2)

La fórmula de Giandotti tiene una restricción en su utilización, debiendo verificarse que el tiempo de concentración esté dentro del rango definido por la siguiente ecuación:

$$\frac{L}{3{,}6} \geq tc \geq \frac{L}{5{,}4}$$ Ecuación 7

iv) <u>Método del Hidrograma Unitario TIPO LINSLEY</u>

El método del hidrograma unitario tipo Linsley permite generar un hidrograma unitario sintético de la crecida, y con ello conocer el caudal máximo de la crecida, a partir de un hidrograma unitario adimensional y del cálculo de los parámetros básicos del hidrograma unitario sintético. Las relaciones que permiten estimar estos parámetros en la Zona I (Regiones III a la VI) son las siguientes:

$$t_p = 0{,}323 \left(\frac{L \cdot L_g}{S^{0{,}5}}\right)^{0{,}422} \ [hr]$$ Ecuación 8

$$t_B = 5{,}377 \cdot t_p^{0{,}805}\ [hr] \qquad \text{Ecuación 9}$$

$$q_p = 144{,}141 \cdot t_p^{-0{,}796}\ [l/s/mm/km^2] \qquad \text{Ecuación 10}$$

donde:

t_p : Tiempo al peak (hr)
t_B : Tiempo base (hr)
q_p : Caudal peak (l/s/mm/km^2)
L : Longitud del cauce principal (km)
L_g : Longitud del cauce principal hasta el centro de gravedad de la cuenca [km]
S : Área de la cuenca (km^2)

Este método se establece para cuencas sin control fluviométrico de régimen pluvial o nivopluvial, con áreas entre 10 y 45.000 km^2 situadas entre las regiones III y X. El hidrograma unitario adimensional, por su parte, queda definido según se indica en el Cuadro N° 8.3-16.

Cuadro N° 8.3-16: Coeficientes de Distribución para el Hidrograma Unitario Sintético

Razón t/t_p	Razón q/q_p
0	0
0,30	0,2
0,50	0,4
0,60	0,6
0,75	0,8
1,00	1,0
1,30	0,8
1,50	0,6
1,80	0,4
2,30	0,2
2,70	0,1

Fuente: Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995)

El hidrograma unitario se estima a partir del monto de la precipitación efectiva, el cual se obtiene, entre otras formas, a partir del método de la Curva Número, según se presenta a continuación.

$$P_{ef} = \frac{(P - 0{,}2 \cdot S)^2}{(P + 0{,}8 \cdot S)} \qquad \text{Ecuación 11}$$

donde:

P_{ef} : Precipitación efectiva [mm]

P : Precipitación máxima en 24 hrs [mm]
S : Retención potencial máxima

La retención potencial máxima se estima a partir del valor de la Curva Número (CN), tabulados en diferentes manuales

$$CN = \frac{25.400}{254 + S}$$ Ecuación 12

v) Método de la Fórmula Racional – Manual de Carreteras

Al igual que en el caso de la fórmula racional señalada en el Manual de la DGA (DGA-MOP, 1995) la expresión para la determinación del caudal máximo instantáneo de período de retorno T es la siguiente, en este caso el método es utilizable en cuencas pequeñas de área menor a 25 km^2.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3{,}6}$$ Ecuación 13

donde:

Q : Caudal instantáneo máximo de periodo de retorno T años [m^3/s]
C : Coeficiente de escorrentía asociado al periodo de retorno T años
Ap : Área pluvial de la cuenca [km^2]
i : Intensidad media de lluvia asociada al periodo de retorno T y a una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca pluvial [mm/hr]

El coeficiente de escorrentía se determina en función del cuadro que se presenta a continuación:

Cuadro N° 8.3-17: Coeficientes de escorrentía (C) para T = 10 años

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a buena;50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años Amplificar Resultado por: T = 25 ; C x 1,10 T = 50 ; C x 1,20 T = 100 ; C x 1,25				

Fuente: Manual de Carreteras Volumen N°3 Instrucciones y Criterios de Diseño (MOP, 2018)

Para el cálculo de lluvias e intensidades con duración menor a una hora se utiliza la ecuación

$$P_t^T = (0{,}54 * t^{0.25} - 0{,}5)(0{,}21 \ln(T) + 0{,}52) P_1^{10} \qquad \text{Ecuación 14}$$

Siendo:

P_t^T: Precipitación (mm) con periodo de retorno T años y duración t minutos.

e) Anexos para la definición de caudales de crecida

Cuadro N° 8.3-18: Tiempos de concentración estimados, cuencas menores

Nº	Cuenca	Tiempo de Concentración (minutos)			
		Normas españolas	California Culverts	Giandotti	Seleccionado
1	Oscura	78	27	59	55
2	Afluente Oscura III	15	10		12
3	Q2	30	10		20
4	Q3	16	10		13
5	Q21	23	10		16
6	Las Lechuzas	57	19		38
7	Los Clarines	32	10		21
8	Q7	18	10		14
9	Los Quillayes	39	13		26
10	Q11	23	10		16
11	La Carbonera I	38	11		24
12	Q10	21	10		15
13	Huallalolén	45	14	37	32
14	La Laguna	21	10		15
15	Quebrada Grande/Las Nipas	26	10		18
16	Q9	16	10		13
17	Los Pitufos (Nido de Águilas)	19	10		14
18	Q13	24	10		17
19	Del Ñilhue	34	10	29	24
20	Q15	19	10		14
21	Q14	14	10		12
22	Las Varas	48	15		31
23	Q19	17	10		13
24	El Parrón	48	15	43	35
25	Q18	10	10		10
26	Q17	14	10		12
27	Q16	28	10	25	21
28	Afluente Oscura II	12	10		11
29	Afluente Oscura I	11	10		11
30	Q12	21	10		15
31	Chorro de la Vieja	19	10		14

Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro N° 8.3-19: Precipitaciones máximas asociadas al tiempo de concentración para distintos periodos de retorno

Nº	Cuenca	Precipitaciones asociadas al tiempo de concentración (mm)					
		T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
1	Oscura	10,6	13,7	16,0	19,1	21,4	23,8
2	Afluente Oscura III	5,6	7,3	8,5	10,1	11,4	12,6
3	Q2	7,0	9,0	10,6	12,6	14,1	15,7
4	Q3	5,8	7,5	8,8	10,4	11,7	13,0
5	Q21	6,4	8,3	9,7	11,6	13,0	14,4
6	Las Lechuzas	9,2	11,9	13,9	16,5	18,5	20,6
7	Los Clarines	7,2	9,3	10,9	13,0	14,5	16,1
8	Q7	6,0	7,8	9,1	10,8	12,1	13,4
9	Los Quillayes	7,9	10,2	12,0	14,2	16,0	17,7
10	Q11	6,4	8,3	9,7	11,6	13,0	14,4
11	La Carbonera I	7,7	9,9	11,6	13,8	15,5	17,2
12	Q10	6,3	8,1	9,4	11,3	12,6	14,0
13	Huallalolén	8,6	11,1	13,0	15,5	17,4	19,3
14	La Laguna	6,2	8,0	9,4	11,2	12,6	13,9
15	Quebrada Grande/Las Nipas	6,7	8,7	10,1	12,1	13,6	15,0
16	Q9	5,8	7,5	8,7	10,4	11,7	13,0
17	Los Pitufos (Nido de Águilas)	6,1	7,8	9,1	10,9	12,2	13,5
18	Q13	6,5	8,4	9,9	11,7	13,2	14,6
19	Del Ñilhue	7,7	9,9	11,6	13,8	15,5	17,2
20	Q15	6,0	7,8	9,1	10,9	12,2	13,5
21	Q14	5,5	7,1	8,3	9,9	11,1	12,3
22	Las Varas	8,6	11,0	12,9	15,4	17,2	19,1
23	Q19	5,9	7,5	8,8	10,5	11,8	13,1
24	El Parrón	9,0	11,6	13,5	16,1	18,1	20,1
25	Q18	5,1	6,5	7,6	9,1	10,2	11,3
26	Q17	5,6	7,2	8,4	10,0	11,2	12,4
27	Q16	7,2	9,3	10,9	12,9	14,5	16,1
28	Afluente Oscura II	5,3	6,8	7,9	9,5	10,6	11,8
29	Afluente Oscura I	5,2	6,7	7,9	9,4	10,5	11,6
30	Q12	6,3	8,1	9,4	11,2	12,6	14,0
31	Chorro de la Vieja	6,0	7,8	9,1	10,9	12,2	13,5

Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro N° 8.3-20: Tiempos de concentración estimados, cuencas PRMS

Nº	Cuenca	Tiempo de Concentración (minutos)			
		Normas españolas	California Culverts	Giandotti	Seleccionado
1	Qda. El Ají	56	22		39
2	Qda. Las Zorras	25	10		18
3	Qda. El Gabino	68	24	63	52
4	Qda. El Peumo	66	22	64	51
5	Qda. Las Rosas	42	16		29
6	Qda. El Manzano	91	32		61
7	Qda. El Culén	54	17		36
9	Qda. Oscura	136	56		96
10	Qda. Carrizo	79	30		54
11	Qda. Los Chanchos	35	12		23
12	Qda. La Carbonera	50	16		33
13	Qda. El Guindo	23	10		17

Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro N° 8.3-21: Precipitaciones máximas asociadas al tiempo de concentración para distintos periodos de retorno

Nº	Cuenca	Precipitaciones Tiempo de Concentración (mm)					
		T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
1	Qda. El Ají	9,4	12,1	14,1	16,8	18,9	20,9
2	Qda. Las Zorras	6,6	8,6	10,0	11,9	13,4	14,8
3	Qda. El Gabino	10,4	13,4	15,7	18,7	21,0	23,3
4	Qda. El Peumo	10,3	13,3	15,6	18,6	20,8	23,1
5	Qda. Las Rosas	8,3	10,6	12,4	14,8	16,6	18,4
6	Qda. El Manzano	11,1	14,3	16,7	19,9	22,4	24,8
7	Qda. El Culén	9,0	11,6	13,6	16,2	18,2	20,1
9	Qda. Oscura	13,1	16,9	19,7	23,5	26,4	29,2
10	Qda. Carrizo	10,6	13,7	16,0	19,1	21,4	23,7
11	Qda. Los Chanchos	7,6	9,7	11,4	13,6	15,2	16,9
12	Qda. La Carbonera	8,8	11,3	13,2	15,7	17,6	19,6
13	Qda. El Guindo	6,5	8,3	9,8	11,6	13,0	14,5

Fuente: Elaboración propia (2021)

i) Definición de caudales de crecida

Se presenta a continuación la estimación de caudales de crecida en las cuencas delimitadas en el punto anterior Para ello se consideran en primer lugar aquellas cuencas que cuentan con control fluviométrico, que corresponden a las cuencas del estero Arrayán y río Mapocho, en las estaciones Estero Arrayán en La Montosa y Río Mapocho en los Almendros, respectivamente. En segundo lugar, se estimarán los caudales en las cuencas

sin control fluviométricos a partir de relaciones precipitación – escorrentía, tomando en cuenta las precipitaciones máximas en 24 horas y los parámetros morfométricos de cada cuenca.

ii) Cuencas con control fluviométrico

Las cuencas del estero Arrayán y río Mapocho cuentan con estaciones fluviométricas de la DGA que entregan información de caudal instantáneo. De acuerdo con la extensión de los datos presentada en el Cuadro N° 8.3-12 y lo completos que estaban las series de datos, se optó por considerar ambas series entre los años 1985 y 2018, diferenciando los caudales entre los periodos pluviales y nivales. Los valores máximos anuales se presentan en el Cuadro N° 8.3-22.

Cuadro N° 8.3-22: Caudales máximos instantáneos en periodo de invierno y verano

Año	Estero Arrayan en La Montosa		Río Mapocho en Los Almendros	
	Qmax Invierno (m^3/s)	Qmax Verano (m^3/s)	Qmax Invierno (m^3/s)	Qmax Verano (m^3/s)
1985	2,8	4,5	23,1	16,9
1986	44,8	9,9	330,2	20,6
1987	69,9	17,4	234,4	63,6
1988	2,8	10,0	12,3	36,0
1989	22,0	5,1	140,9	25,9
1990	1,5	1,7	14,6	12,4
1991	18,0	7,4	136,6	29,6
1992	9,9	7,3	23,2	24,3
1993	27,5	3,4	305,0	15,7
1994	3,1	4,1	10,8	10,9
1995	2,1	2,5	10,5	8,0
1996	0,8	0,7	3,0	5,8
1997	8,9	10,6	86,1	37,2
1998	2,6	7,3	6,2	19,6
1999	2,4	4,6	31,5	16,1
2000	27,3	9,3	103,7	31,9
2001	15,7	5,7	110,1	23,8
2002	25,4	10,1	75,3	34,6
2003	4,1	4,6	10,5	21,1
2004	1,4	4,9	12,7	50,8
2005	17,9	6,9	325,6	34,7
2006	20,4	6,0	198,7	20,9
2007	1,9	2,6	15,0	13,2
2008	19,7	6,4	218,5	24,3
2009	10,7	5,1	216,7	31,7
2010	1,3	5,7	8,3	17,8
2011	1,3	2,3	8,3	7,2
2012	10,8	5,1	21,1	6,5
2013	0,8	5,3	10,9	8,4
2014	0,7	1,6	5,4	8,3
2015	15,4	4,6	60,6	18,3
2016	26,8	3,8	136,8	14,3
2017	5,0	3,1	44,0	17,1
2018	0,8	1,1	7,2	7,2

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

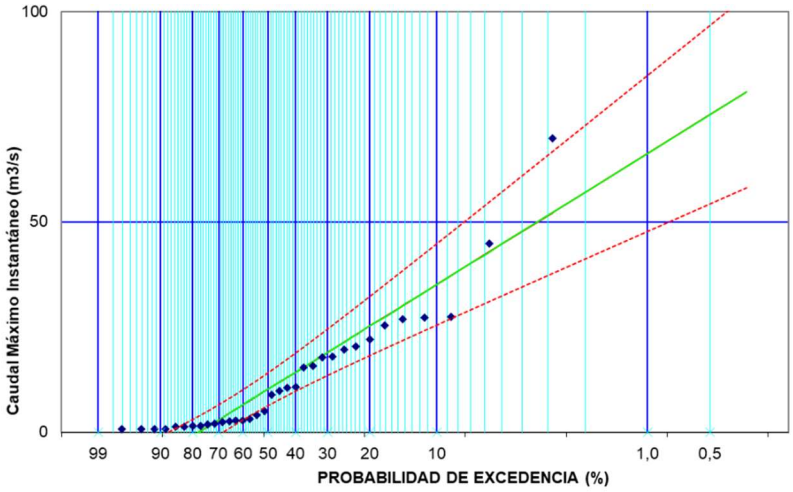
A partir de esta información se realizó un análisis de frecuencia tanto para las series de verano (asociadas a caudales de deshielo) como de invierno (asociada a caudales pluviales), obteniéndose valores mayores a partir de las series pluviales. Los resultados para la estación Estero Arrayán en La Montosa se presentan en el Cuadro N° 8.3-23. Es posible observar que únicamente la distribución Gumbel es aceptada, de acuerdo con el test chi-cuadrado, por lo que se toman estos resultados. El análisis gráfico (Figura N° 8.3—22) muestra que los valores para periodos de retorno altos podrían estar siendo subestimados, por lo que resulta fundamental considerar el rango que entrega el intervalo de confianza, que, según lo presentado en el Cuadro N° 8.3-24, entrega valores entre 48 y 85 m^3/s para un periodo de retorno de 100 años.

Cuadro N° 8.3-23: Análisis de frecuencia serie caudales máximos estación Estero Arrayán en La Montosa, periodo pluvial (1985 – 2018)

Período de Retorno (años)	Caudal Máximo Instantáneo (m^3/s)				
	Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	13	6	8	6	10
5	25	18	21	18	25
10	32	33	31	33	35
20	37	54	42	54	45
25	39	63	45	62	48
50	43	94	56	92	57
100	47	136	67	131	66
χ 2(calculado)=	19,33	12,53	6,08	13,46	4,84
χ 2(0,05) =	5,99	5,99	3,84	3,84	5,99
Test	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Rechazado	Aceptado
Razón	0,310	0,478	0,632	0,285	1,238

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Figura N° 8.3—22: Distribución Gumbel, análisis de frecuencia serie caudales máximos estación Estero Arrayán en La Montosa, periodo pluvial (1985 – 2018)



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Cuadro N° 8.3-24: Resultados distribución Gumbel, análisis de frecuencia serie caudales máximos estación Estero Arrayán en La Montosa, periodo pluvial (1985 – 2018)

Período de Retorno	Caudal Máximo Instantáneo (m3/s) - Distribución Gumbel		
(años)	Resultado	Límite Inferior	Límite Superior
2	10	6	14
5	25	18	32
10	35	26	45
20	45	32	57
25	48	35	61
50	57	41	73
100	66	48	85

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

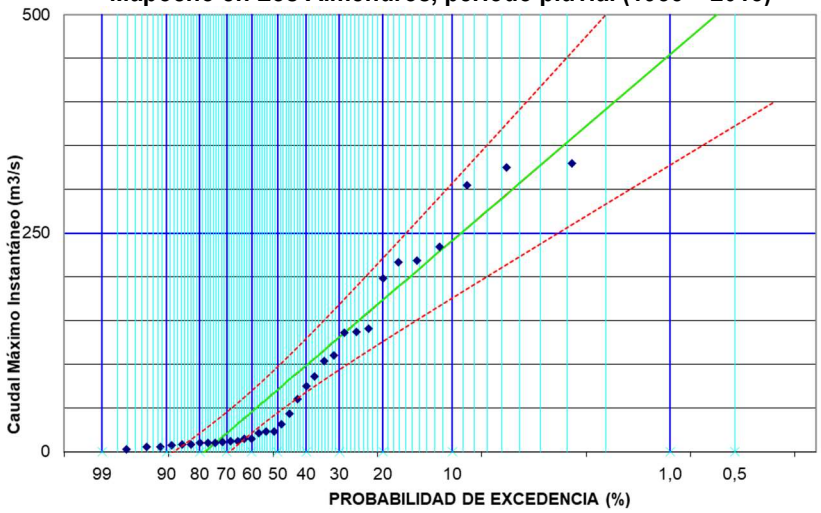
Los resultados para la estación Río Mapocho en Los Almendros se presentan en el Cuadro N° 8.3-25. El test chi-cuadrado acepta los resultados entregados por las distribuciones Log-normal, Pearson y Gumbel. De acuerdo con el análisis gráfico, la serie que mejor se ajusta, y que es además la que presenta una un mayor valor para el test chi-cuadrado, es la distribución Gumbel, por lo que se han seleccionado estos resultados (Figura N° 8.3—23). El rango que entrega el intervalo de confianza, según lo presentado en el Cuadro N° 8.3-25, es entre 328 y 541 m3/s para un periodo de retorno de 100 años.

Cuadro N° 8.3-25: Análisis de frecuencia serie caudales máximos estación Río Mapocho en Los Almendros, periodo pluvial

Período de Retorno	Caudal Máximo Instantáneo (m^3/s)				
(años)	Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	87	37	67	37	71
5	173	124	161	123	174
10	218	231	223	235	242
20	255	388	281	404	307
25	265	451	300	473	328
50	296	695	356	748	391
100	324	1.024	411	1.133	454
χ 2(calculado)=	7,22	4,68	2,84	12,28	2,45
χ 2(0,05) =	5,99	5,99	3,84	3,84	5,99
Test	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Aceptado
Razón	0,829	1,280	1,353	0,313	2,441

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Figura N° 8.3—23: Distribución Gumbel, análisis de frecuencia serie caudales máximos estación Río Mapocho en Los Almendros, periodo pluvial (1985 – 2018)



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Cuadro N° 8.3-26: Resultados distribución Gumbel, análisis de frecuencia serie caudales máximos estación Río Mapocho en Los Almendros, periodo pluvial (1985 – 2018)

Período de Retorno	Caudal Máximo Instantáneo (m3/s) - Distribución Gumbel		
(años)	Resultado	Límite Inferior	Límite Superior
2	71	45	98
5	174	126	222
10	242	176	308
20	307	223	391
25	328	237	418
50	391	283	500
100	454	328	581

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Finalmente, se han comparado las áreas aportantes asociadas a cada estación fluviométrica, con las áreas delimitadas para las cuencas en el presente estudio, de acuerdo a los puntos de cierre de interés (ver Cuadro N° 8.3-27). A partir de estos valores se realiza una transposición por áreas, despreciando el efecto de la diferencia en las precipitaciones, dada la similitud de las áreas, obteniendo los resultados presentados en el Cuadro N° 8.3-28.

Cuadro N° 8.3-27: Comparación áreas de cuencas aportantes

Cuenca	Área Estudio (km²)	Área cuenca aportantes estación (km²)
Estero Arrayan	230,8	210
Río Mapocho	651,0	620

Cuadro N° 8.3-28: Caudales máximos instantáneos cuencas Estero Arrayán y Río Mapocho

Período de Retorno (años)	Estero Arrayan	Río Mapocho
2	10	71
5	25	174
10	35	242
20	45	307
25	48	328
50	57	391
100	66	454

Fuente: Elaboración propia (2021)

iii) Cuencas sin control fluviométrico

Para estimar los caudales en las cuencas sin control fluviométrico se utilizan relaciones precipitación – escorrentía, válidas de acuerdo con las áreas de las cuencas estudiadas. En el caso de las cuencas menores a 25 km^2 se utiliza la fórmula racional presentada en el Manual de Carreteras (MOP, 2018), mientras que para cuencas mayores a 20 km^2 se utilizarán las metodologías presentadas en el Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995). Las metodologías Fórmula Racional DGA, Verni-King Modificado y DGA-AC para crecidas pluviales fueron calibradas para cuencas entre 20 y 20.000 km^2, mientras que el Hidrograma Unitario lo fue para cuencas entre 10 y 4.000 km^2. El detalle de cada una de estas fórmulas se incluye en la sección 0 de este Apéndice.

i. Análisis de Precipitaciones Máximas en 24 horas

Se estimaron en primer lugar las precipitaciones asociadas a los distintos periodos de retorno. Para esto, y de acuerdo con la distribución espacial de estaciones meteorológicas presentada en la Figura N° 8.3—12 y a la extensión de las series de datos presentada en el Cuadro N° 8.3-29, se ha considerado una estación base para la definición de las precipitaciones máximas en 24 horas, que corresponde a la estación Cerro Calán, ubicada a 848 msnm, que es la estación más cercana con un registro de datos mayor a 20 años. Para complementar el análisis anterior, dado que las cuencas estudiadas se encuentran a mayores cotas, pero no se cuenta con estaciones con un buen registro a mayores alturas, se revisaron las precipitaciones máximas en 24 horas determinadas en la publicación “Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días” (DGA-MOP, 1991) y las definidas en el Plan Maestro de Aguas Lluvias del Gran Santiago PM-01 (CADE Consultores en Ingeniería, 2001)

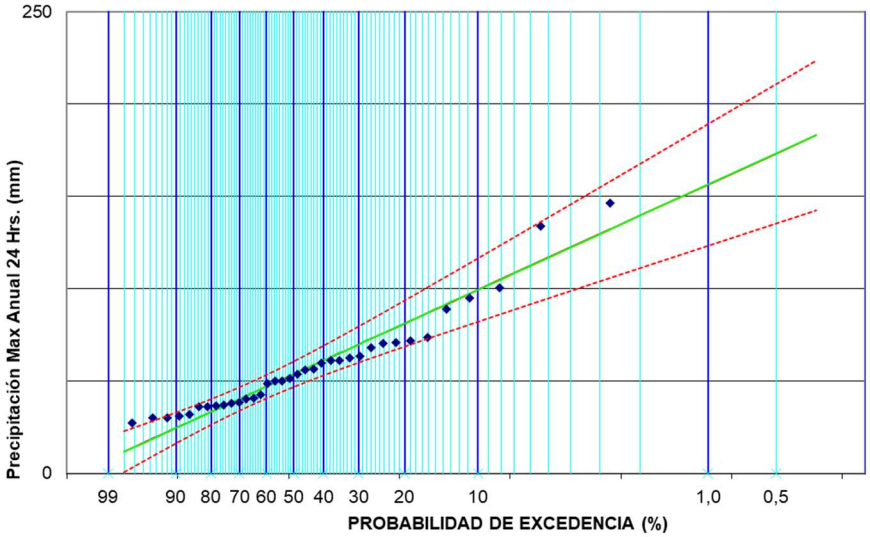
Los resultados del análisis de frecuencia de los datos en la estación Cerro Calán se presentan en el Cuadro N° 8.3-29, los cuales indican que las distribuciones de frecuencia aceptadas, de acuerdo con el test chi-cuadrado son Log-normal, Pearson y Gumbel. Al analizar gráficamente los resultados, el mejor ajuste corresponde a la distribución Gumbel (ver Figura N° 8.3—22), lo que indica una precipitación de 99 y 156 mm para periodos de retorno de 10 y 100 años, respectivamente, con valores para el intervalo de confianza de acuerdo con lo indicado en el Cuadro N° 8.3-30.

Cuadro N° 8.3-29: Análisis de frecuencia serie precipitaciones máximas en 24 horas estación Cerro Calán

Período de Retorno	Precipitación máxima anual en 24 hrs (mm)				
(años)	Normal	Log-Normal	Pearson	Log-Pearson	Gumbel
2	58	53	51	51	54
5	81	75	76	74	81
10	93	90	94	92	100
20	103	105	112	111	117
25	106	110	117	118	122
50	114	125	134	140	139
100	122	140	152	165	156
χ 2(calculado)=	13,55	3,94	3,17	4,10	3,83
χ 2(0,05) =	5,99	5,99	3,84	3,84	5,99
Test	Rechazado	Aceptado	Aceptado	Rechazado	Aceptado
Razón	0,442	1,519	1,211	0,936	1,566

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Figura N° 8.3—24: Distribución Gumbel, análisis de frecuencia serie precipitaciones máximas en 24 horas estación Cerro Calán (1983 – 2018)



Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

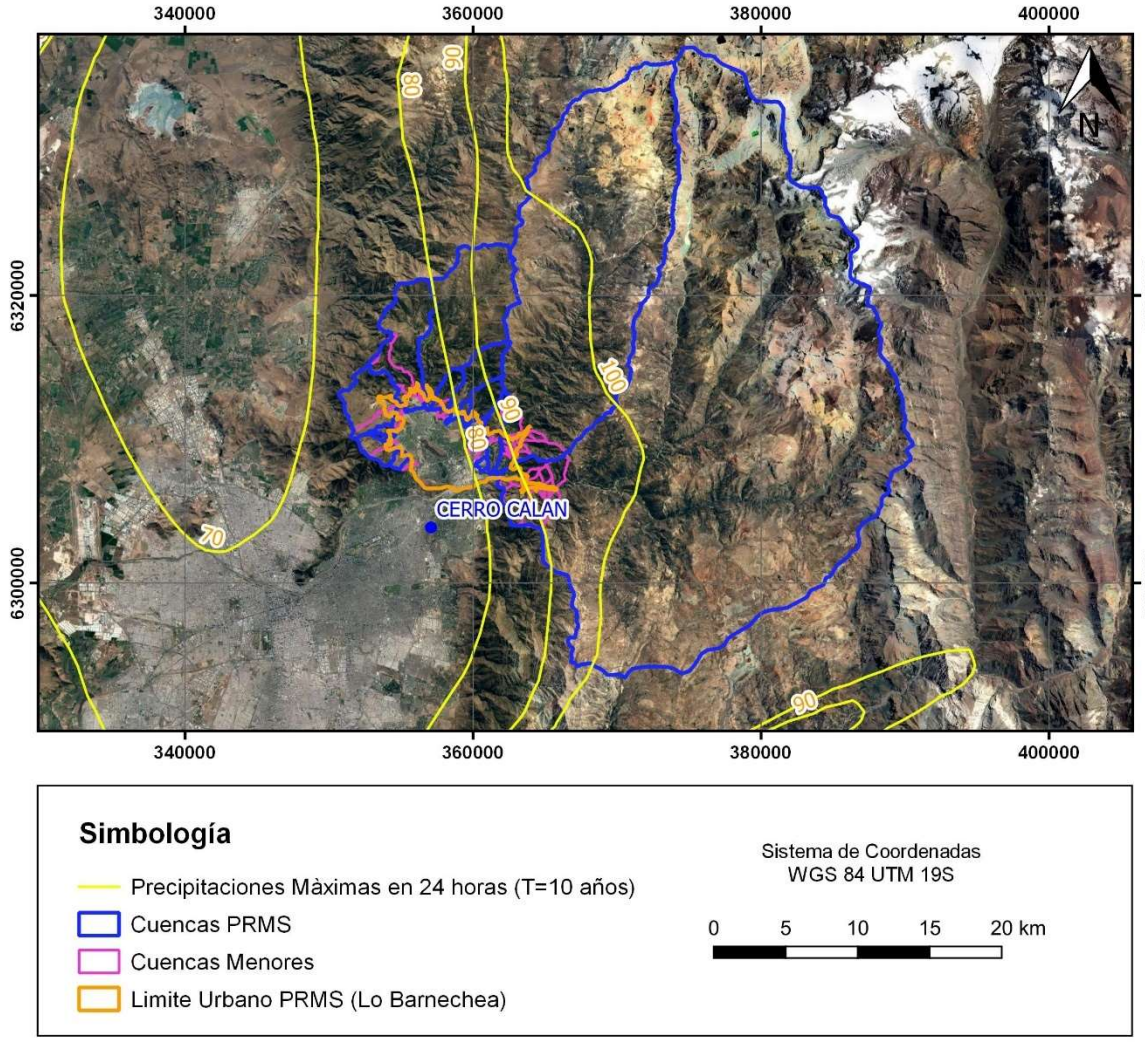
Cuadro N° 8.3-30: Resultados distribución Gumbel, análisis de frecuencia precipitaciones máximas en 24 horas estación Cerro Calán (1983 – 2018)

Período de Retorno	Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm) - Distribución Gumbel		
(años)	Resultado	Límite Inferior	Límite Superior
2	54	47	61
5	81	69	94
10	100	82	117
20	117	95	139
25	122	99	146
50	139	111	168
100	156	123	189

Fuente: Elaboración propia en base a Información hidrometeorológica BNA-DGA

Adicionalmente, se presenta en la Figura N° 8.3—25 el trazado de las isoyetas de precipitación máxima en 24 horas (DGA-MOP, 1991), que entregan valores entre los 70 y los 100 mm para las cuencas estudiadas, asociadas a un periodo de retorno de 100 años. Por último, el análisis de precipitación desarrollado en el PM-01 (CADE Consultores en Ingeniería, 2001) entrega valores de precipitación para 10 años de periodo de retorno que van entre 72 y 95 mm en la zona de estudio. De esta forma, y a falta de mayores antecedentes con respecto a las precipitaciones en zonas más altas, se optará por un criterio conservador, respecto a los estudios anteriores, considerando una precipitación de 100 mm para todas las cuencas estudiadas (no considera el río Mapocho), para un periodo de retorno de 100 años.

Figura N° 8.3—25: Isoyetas precipitaciones máximas en 24 horas



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (1991)

ii. Cuencas Menores - Fórmula Racional – Manual de Carreteras (MOP, 2018)

Los caudales en las cuencas menores, dado que todas tienen un área menor a 25 km2, se estimaron a partir de la fórmula racional, de acuerdo con la definición del Manual de Carreteras (MOP, 2018). En el Cuadro N° 8.3-18 se presenta el análisis del tiempo de concentración realizado para cada cuenca, y el valor seleccionado. El valor se estima utilizando las fórmulas: Normas Españolas, California Culverts y Giandotti, quedando esta última solo para aquellas cuencas que cumplen las restricciones correspondientes. De acuerdo con las

recomendaciones del Manual, no se consideran tiempos de concentración menores a 10 minutos. Posteriormente, se estiman las precipitaciones asociadas al tiempo de concentración para distintos periodos de retorno (ver Cuadro N° 8.3-19), a partir de la precipitación máxima en 24 horas de 100 mm para T=10 años, de acuerdo con lo indicado en el punto anterior. Finalmente, se estima el caudal máximo instantáneo, considerando valores de coeficientes de escorrentía según el detalle del Cuadro N° 8.3-31.

Cuadro N° 8.3-31: Caudales de crecida estimados para distintos periodos de retorno

Nº	Cuenca	Coeficiente de escorrentía (T=10 años)	Caudales Máximos (m^3/s)					
			T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
1	Oscura	0,48	6,8	8,8	10,3	13,5	16,5	19,1
2	Afluente Oscura III	0,51	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6
3	Q2	0,52	2,1	2,7	3,1	4,1	5,0	5,8
4	Q3	0,54	1,0	1,3	1,5	2,0	2,4	2,8
5	Q21	0,56	1,6	2,1	2,4	3,2	3,9	4,5
6	Las Lechuzas	0,54	5,5	7,1	8,3	10,9	13,3	15,4
7	Los Clarines	0,52	1,8	2,4	2,8	3,6	4,4	5,1
8	Q7	0,54	1,6	2,0	2,4	3,1	3,8	4,4
9	Los Quillayes	0,47	5,7	7,3	8,6	11,2	13,7	15,9
10	Q11	0,52	1,3	1,7	2,0	2,6	3,2	3,7
11	La Carbonera I	0,52	5,7	7,4	8,6	11,3	13,8	15,9
12	Q10	0,52	1,1	1,4	1,6	2,1	2,6	3,0
13	Huallalolén	0,58	7,9	10,2	12	17,9	19,2	22,2
14	La Laguna	0,46	1,3	1,7	2,0	2,6	3,2	3,7
15	Quebrada Grande/Las Nipas	0,46	1,6	2,0	2,4	3,1	3,8	4,4
16	Q9	0,52	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1
17	Los Pitufos (Nido de Águilas)	0,52	1,4	1,9	2,2	2,9	3,5	4,0
18	Q13	0,54	2,0	2,6	3,0	3,9	4,8	5,6
19	Del Ñilhue	0,58	6,1	7,9	9,2	12,5	14,8	17
20	Q15	0,59	3,0	3,9	4,6	6,0	7,3	8,4
21	Q14	0,59	2,2	2,8	3,3	4,4	5,3	6,2
22	Las Varas	0,24	3,8	5,0	5,8	7,6	9,3	10,7
23	Q19	0,56	1,8	2,4	2,8	3,6	4,4	5,1
24	El Parrón	0,56	8,5	11,0	12,9	16,9	20,6	23,8
25	Q18	0,57	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,0
26	Q17	0,57	1,0	1,2	1,4	1,9	2,3	2,7
27	Q16	0,56	3,0	3,9	4,6	6,0	7,3	8,5
28	Afluente Oscura II	0,51	0,5	0,7	0,8	1,0	1,3	1,5
29	Afluente Oscura I	0,51	0,6	0,7	0,8	1,1	1,4	1,6
30	Q12	0,56	2,0	2,6	3,1	4,1	5,0	5,7
31	Chorro de la Vieja	0,54	1,4	1,7	2,0	2,7	3,3	3,8

Fuente: Elaboración propia (2021)

iii. Cuencas PRMS - Fórmula Racional – Manual de Carreteras (MOP, 2018)

Repitiendo la metodología anterior, se estimó el caudal de crecida asociado a las cuencas reguladas por el PRMS menores a 25 km^2. En el Cuadro N° 8.3-20 se presenta el análisis del tiempo de concentración realizado para cada cuenca, y el valor seleccionado. El valor se estima utilizando las fórmulas: Normas Españolas, California Culverts y Giandotti, quedando esta última solo para aquellas cuencas que cumplen las restricciones correspondientes. De acuerdo con las recomendaciones del Manual, no se consideran tiempos de concentración menores a 10 minutos. Posteriormente, se estiman las precipitaciones asociadas al tiempo de concentración para distintos periodos de retorno (ver

Cuadro N° 8.3-21), a partir de la precipitación máxima en 24 horas de 100 mm para T=10 años, de acuerdo con lo indicado en el punto anterior. Finalmente, se estima el caudal máximo instantáneo, considerando valores de coeficientes de escorrentía según el detalle del Cuadro N° 8.3-32.

Cuadro N° 8.3-32: Caudales de crecida estimados para distintos periodos de retorno

Nº	Cuenca	Coeficiente de escorrentía (T=10 años)	Caudales Máximos (m^3/s)					
			T=2	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
1	Qda. El Ají	0,47	4,8	6,2	7,2	9,5	12,1	13,4
2	Qda. Las Zorras	0,53	1,8	2,3	2,7	3,6	4,3	5,0
3	Qda. El Gabino	0,5	6,1	7,9	9,3	12,1	15,5	17,2
4	Qda. El Peumo	0,5	8,1	10,4	12,2	16,0	20,4	22,6
5	Qda. Las Rosas	0,44	1,8	2,3	2,7	3,5	4,4	4,9
6	Qda. El Manzano	0,54	14,3	18,5	21,6	28,3	36,1	40,0
7	Qda. El Culén	0,51	7,3	9,4	11,0	14,4	18,3	20,3
9	Qda. Oscura	0,47	25,2	32,4	37,9	49,7	63,4	70,3
10	Qda. Carrizo	0,46	19,9	25,6	30,0	39,3	50,1	55,5
11	Qda. Los Chanchos	0,5	2,4	3,1	3,6	4,8	6,1	6,8
12	Qda. La Carbonera	0,53	8,3	10,7	12,5	16,4	20,9	23,2
13	Qda. El Guindo	0,55	3,7	4,8	5,6	7,3	8,9	10,3

iv. Cuencas PRMS – Fórmulas Manual DGA (DGA-MOP, 1995)

Del total de cuencas analizadas en el PRMS, existen 3 cuyas áreas son mayores a 20 km^2 y por ende fueron analizadas considerando las metodologías del Manual de la DGA. Estas cuencas corresponden a la Qda. Oscura, al estero Hualtatas y al estero El Arrayán. Adicionalmente, se agrega una cuarta cuenca que corresponde a la cuenca del estero Hualtatas en el punto de cierre definido anteriormente. En el Cuadro N° 8.3-33 se presentan las características morfológicas de las cuencas, considerando en este caso las cuencas bajo los 2.000 msnm, que corresponden al aporte pluvial.

Cuadro N° 8.3-33: Parámetros morfológicos para definición de caudales según Manual DGA (Área bajo los 2.000 msnm)

Cuenca	Área (km²)	Área Pluvial (km²)	Altura media (msnm)	Altura mínima (msnm)	Altura máxima (msnm)	Pendiente media (%)	Longitud cauce (m)
Qda. Oscura	23,6	23,6	1.417	883	2.000	28,9	10,5
Estero Hualtatas	44,1	26,5	1.565	926	2.006	32,8	10,7
Estero Hualtatas 2	97,2	79,7	1.394	828	2.006	28,6	15,0
Estero Arrayán	230,8	73,9	1.590	869	2.020	47,0	20,4

15. Tiempo de Concentración

Al igual que en los puntos anteriores, es necesario determinar el tiempo de concentración para cada cuenca estudiada. A partir de los parámetros morfológicos de cada cuenca se define el tiempo de concentración, de acuerdo con el detalle del Cuadro N° 8.3-34.

Cuadro N° 8.3-34: Tiempos de concentración estimados, cuencas PRMS

Cuenca	Tiempo de Concentración (minutos)			
	Normas españolas	California Culverts	Giandotti	Seleccionado
Qda. Oscura	56	114	136	96
Estero Hualtatas	60	126	135	97
Estero Hualtatas Grande	86	204	179	132
Estero Arrayán	123	255	206	164

16. Método DGA-AC

Para utilizar la relación precipitación escorrentía mediante el método DGA-AC se definió en primer lugar la zona homogénea asociada a las tres cuencas. Dado que se trata de cuencas pertenecientes a cuencas entre Aconcagua y Rapel, con precipitación media anual menor a 600 mm, precipitación máxima en 24 horas para 10 años de periodo de retorno mayor a 80 mm, las zonas corresponden a Np (Estero Arrayán) y Op (Qda. Oscura y Estero Hualtatas). Para estas zonas se tienen las curvas de frecuencias de caudal medio diario regional adimensionalizadas con el valor de período de retorno de 10 años indicadas en el Cuadro N° 8.3-35.

Cuadro N° 8.3-35: Curva de Frecuencia Regional Caudales Medios Diarios Máximos Zona Homogénea Op y Np Pluvial

Zona Op					Zona Np			
T [años]	Media	Max	Min		T [años]	Media	Max	Min
2	0,46	0,3	0,21		**2**	0,2	0,18	0,16
5	0,72	0,64	0,59		**5**	0,57	0,56	0,54
10	1,00	1,00	1,00		**10**	1,00	1,00	1,00
20	1,55	1,48	1,39		**20**	1,67	1,61	1,59
50	1,76	1,67	1,55		**50**	1,94	1,86	1,81
100	2,53	2,35	2,16		**100**	2,98	2,77	2,66

Fuente: DGA (1995)

Por último, y de acuerdo con lo señalado en el Manual DGA, el factor de conversión desde caudal medio diario máximo a caudal instantáneo máximo es de 1,87 en la zona Np y de 1,76 en la zona Op.

Aplicando la ecuación correspondiente a las zonas estudiadas, se estiman los caudales en las cuencas para distintos periodos de retorno, resultados que se incluyen en el Cuadro N° 8.3-36.

Cuadro N° 8.3-36: Caudales de crecida (m³/s) estimados a partir de métodos DGA-AC

Cuenca	Método		Periodo de Retorno [años]					
			2	5	10	20	50	100
Qda. Oscura	DGA-AC	Mínimo	2,1	7,2	13,4	21,3	35,6	50,3
		Medio	2,4	7,5	13,4	21,5	37,1	53,1
		Máximo	2,7	7,6	13,4	22,3	39,9	58,6
Estero Hualtatas	DGA-AC	Mínimo	2,4	8,0	14,8	23,6	39,5	55,8
		Medio	2,7	8,3	14,8	23,9	41,1	58,9
		Máximo	3,0	8,5	14,8	24,8	44,2	65,0
Estero Hualtatas Grande	DGA-AC	Mínimo	6,5	22,0	40,7	64,7	108,3	153,0
		Medio	7,3	22,8	40,7	65,5	112,7	161,6
		Máximo	8,1	23,2	40,7	68,0	121,3	178,3
Estero Arrayán	DGA-AC	Mínimo	7,5	21,1	35,7	49,7	77,2	107,2
		Medio	10,7	22,9	35,7	52,9	84,0	115,8
		Máximo	16,4	25,7	35,7	55,4	90,4	125,4

Fuente: Elaboración propia (2021)

17. Estimación de caudal mediante método Verni-King Modificado

Se estima el caudal instantáneo máximo para los distintos periodos de retorno a partir del método de Verni-King Modificado, considerando el coeficiente empírico de frecuencia que para período de retorno de 10 años para la VI Región (0,68) y la curva de frecuencia correspondiente. Se ha considerado el coeficiente de la VI Región dado que el Manual no establece un valor para la Región Metropolitana, y se ha considerado el resultado más desfavorable entre utilizar el coeficiente de la V o VI Región. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro N° 8.3-37

Cuadro N° 8.3-37: Caudales de crecida (m³/s) estimados a partir de métodos Verni-King

Cuenca	Método	Periodo de Retorno (años)					
		2	5	10	20	50	100
Qda. Oscura	Verni-King Modificado	6,6	13,8	20,5	28,4	39,4	53,4
Estero Hualtatas	Verni-King Modificado	7,3	15,3	22,7	31,3	43,5	59,1
Estero Hualtatas Grande	Verni-King Modificado	19,2	40,3	59,8	82,7	114,9	155,8
Estero Arrayán	Verni-King Modificado	17,9	37,7	55,9	77,3	107,5	145,7

Fuente: Elaboración propia (2021)

18. Estimación de caudal mediante Fórmula Racional DGA

Se estima el caudal instantáneo máximo para los distintos periodos de retorno a partir de la Fórmula Racional DGA, considerando el coeficiente empírico de frecuencia que para período de retorno de 10 años para la VI Región (0,31) y la curva de frecuencia. Al igual que en el caso del método Verni-King Modificado, de ha considerado el coeficiente de la VI Región, dado que el Manual no establece un valor para la Región

Metropolitana, y se ha considerado el resultado más desfavorable entre utilizar el coeficiente de la V o VI Región. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro N° 8.3-38

Cuadro N° 8.3-38: Caudales de crecida (m³/s) estimados a partir de Fórmula Racional DGA

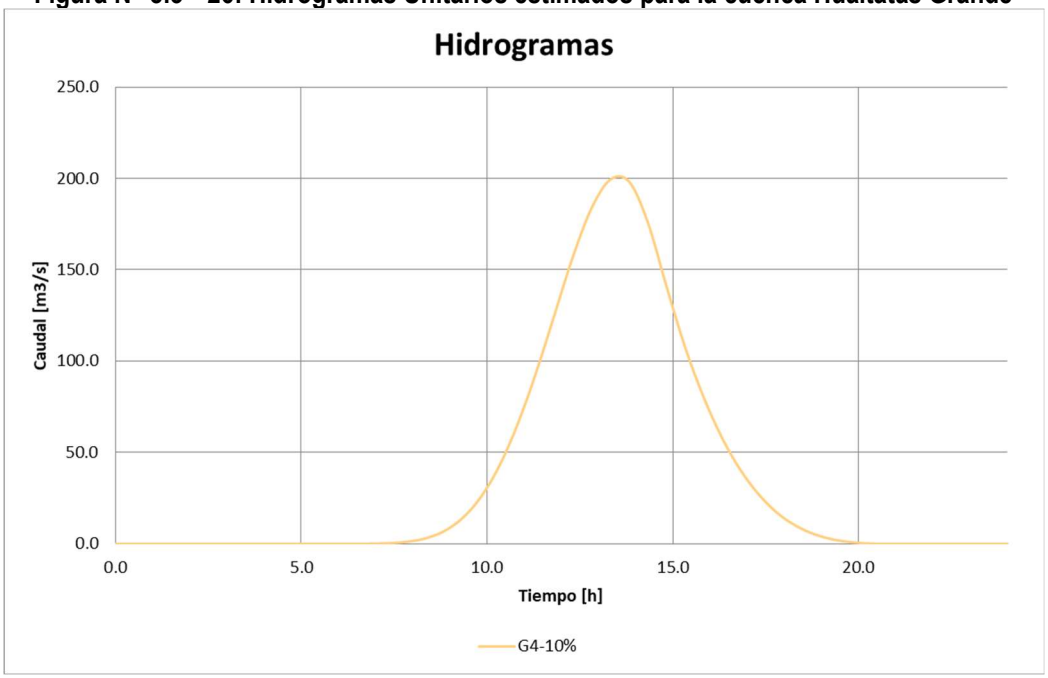
Cuenca	Método	Periodo de Retorno (años)					
		2	5	10	20	50	100
Qda. Oscura	Fórmula Racional	12,0	23,1	32,8	43,7	58,4	77,3
Estero Hualtatas	Fórmula Racional	12,3	23,8	33,7	45,0	60,0	79,4
Estero Hualtatas Grande	Fórmula Racional	31,9	61,6	87,3	116,5	155,5	205,8
Estero Arrayán	Fórmula Racional	28,7	55,3	78,4	104,6	139,7	184,8

Fuente: Elaboración propia (2021)

19. Estimación de caudal mediante Hidrograma Unitario (HU)

En particular para el modelo hidráulico del Estero Hualtatas se ha optado por desarrollar un Modelo 2D, el cual requiere como variables de entrada un hidrograma de crecida, y no únicamente el caudal máximo, tal como es requerido por los Modelos 1D en régimen estacionario. Debido a lo anterior se ha construido para la cuenca del Estero Hualtatas 2 un HU, de acuerdo con la metodología presentada en el Apéndice 8.3.5, letra 0, número iv). El resultado obtenido se presenta en la Figura N° 8.3—26, con un caudal máximo cercano a los 200 (m³/s), para un periodo de retorno de 100 años.

Figura N° 8.3—26: Hidrogramas Unitarios estimados para la cuenca Hualtatas Grande



Fuente: Elaboración propia (2021)

20. Caudales seleccionados

Finalmente, luego de comparar los resultados obtenidos para cada cuenca se selecciona el caudal asociado a cada periodo de retorno. Para esto se utiliza un criterio conservador, con lo cual los resultados obtenidos son aquellos asociados a la Formula Racional, presentados en el Cuadro N° 8.3-39.

Cuadro N° 8.3-39: Caudales de crecida (m^3/s) seleccionados

Cuenca	Periodo de Retorno (años)					
	2	5	10	20	50	100
Qda. Oscura	12,0	23,1	32,8	43,7	58,4	77,3
Estero Hualtatas	12,3	23,8	33,7	45,0	60,0	79,4
Estero Hualtatas 2	31,9	61,6	87,3	116,5	155,5	205,8
Estero Arrayán	28,7	55,3	78,4	104,6	139,7	184,8

Fuente: Elaboración propia (2021)

f) Hidrología subterránea

El objetivo de esta caracterización es identificar la profundidad a la cual se encuentra el nivel piezométrico en la comuna, para contar con un insumo que pudiera entregar información relativa a la profundidad del nivel piezométrico. Esta información es necesaria para proteger las aguas subterráneas de la comuna.

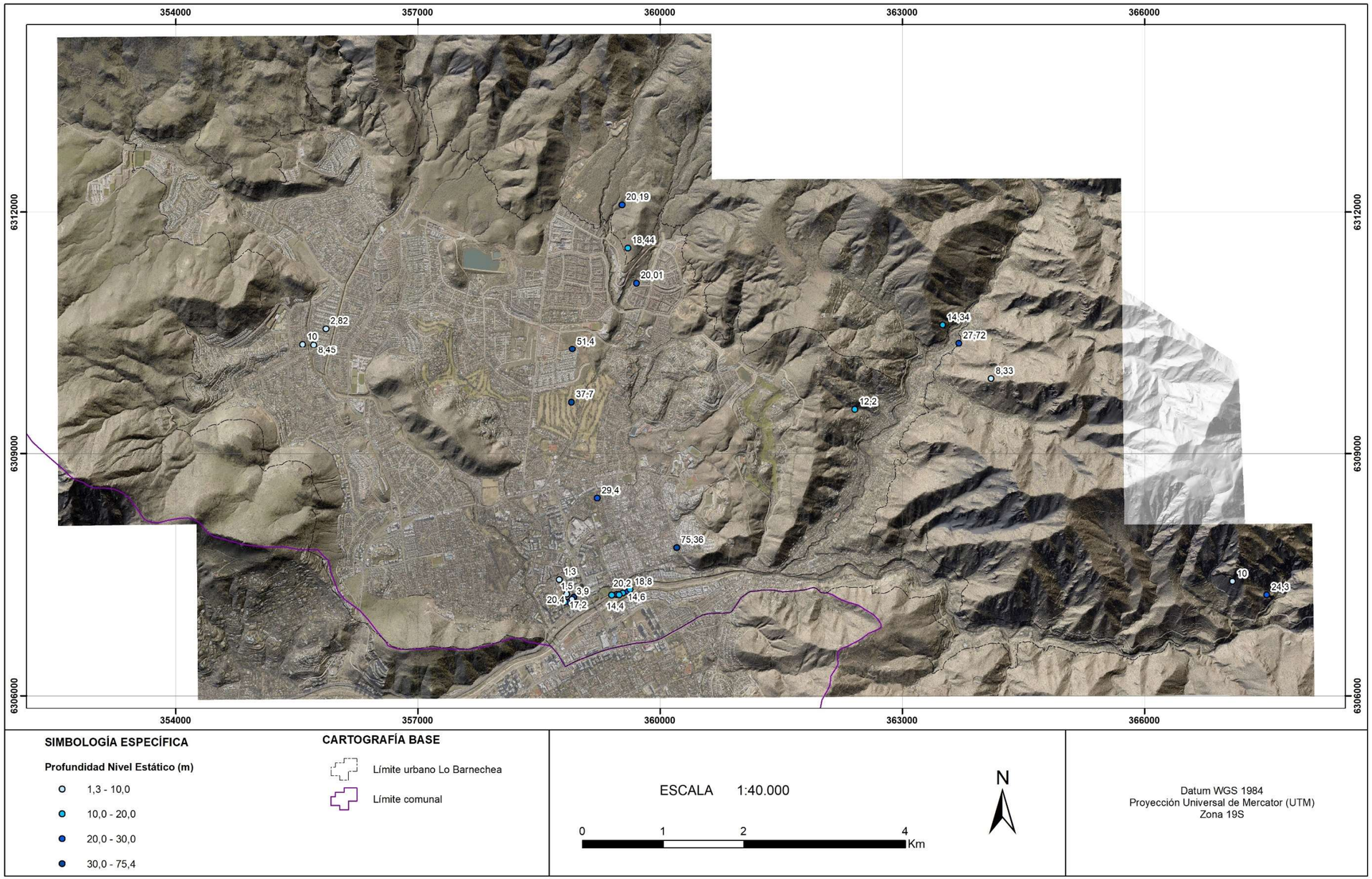
Para lograr el objetivo propuesto, se recopilaron antecedentes de niveles medidos en pozos de la comuna de Lo Barnechea, que se concentran principalmente alrededor del río Mapocho (Figura N° 8.3—27). En el resto del área urbana de la comuna, la densidad de pozos es baja.

De la totalidad de los pozos revisados, en los únicos sectores donde se midieron niveles cercanos a la superficie son un pozo ubicado junto a la quebrada El Carrizo, cerca del cruce de la calle El Golf de Manquehue (a una profundidad del orden de 3 m), y dos pozos que se encuentran alrededor del estero Las Hualtatas, cerca de la confluencia con el río Mapocho (a profundidades entre 1 y 2 m, aunque esta condición no es similar en todos los pozos que se encuentran en este sector). En el resto del área, los niveles se encuentran a profundidades del orden de 10 m o mayores.

Pese a que se han identificado solo dos sectores donde el nivel freático se encuentra cerca de la superficie, no se puede descartar que existan otros sectores donde, producto de las condiciones geológicas locales, se pudieran encontrar napas colgadas a una profundidad menor que los niveles freáticos medidos. Estas se podrían encontrar principalmente cerca de los cauces del área urbana de la comuna.

Tanto los sectores donde el acuífero se encuentra cerca de la superficie como las eventuales napas colgadas que pudieran existir determinan que el agua subterránea puede estar cerca de la superficie y, por lo tanto, es necesario establecer medidas destinadas a proteger las aguas subterráneas. Por otra parte, las napas colgadas no son relevantes para el escurrimiento en los cauces de la comuna.

Figura N° 8.3—27: Pozos con información de nivel freático en Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia (2021)

8.3.6 Línea Base de Sismicidad

El contexto geodinámico de subducción dado por la convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana, emplaza al territorio chileno sobre un borde tectónicamente activo que ha caracterizado la historia sísmica del país. El fenómeno de convergencia entre las placas oceánica y continental produce un alto nivel de acoplamiento mecánico en la zona de contacto interplacas, lo que genera acumulación de energía que es liberada generando grandes terremotos. Los sismos presentan una clara distribución, donde existe una banda sísmica activa muy angosta (100-150 Km de ancho) y profundidad variable (5-150 Km de profundidad) entre la fosa Perú-Chile, al oeste, y la Cordillera de los Andes, al este.

a) Tipos de sismos

Existen cuatro tipos de sismos que afectan al territorio chileno, y estos se reconocen en franjas paralelas de orientación aproximada NS, estas fuentes sismogénicas de oeste a este son: *outer-rise*; interplaca tipo *thrust*; intraplaca de profundidad intermedia; y corticales (Ver Apéndice 8.2.1 letra a).

En el área de estudio, el contacto entre las placas se extiende entre los 44 Km (Tichelaar & Ruff., 1993) y los 51 Km (Hayes, Wald, & Johnson, 2012) de profundidad, en esta zona ocurren la mayoría de los hipocentros de los terremotos que han ocurrido en la zona central. Entre este tipo de terremotos destacan: 1730, 1906 y 1985; cuyos largos de ruptura se ilustran en la Figura N° 8.3—28. Adicionalmente, el área de estudio ha sido afectada por sismos intraplaca de profundidad intermedia, tales como los de 1647, 1965 y 1971; y otros sismos de magnitud cercana a 7 con características de terremoto, como el sismo de 1822.

Antes de 1960 el registro de los sismos no tenía la precisión que trajeron los sismómetros modernos, por lo tanto, no existe información exacta para determinar las características de los terremotos previos a esta fecha. Las rupturas de los terremotos anteriores a esta fecha fueron estimadas a partir de datos históricos y la intensidad de los daños de cada uno de los eventos con la metodología propuesta por Kausel & Ramírez (1992). A continuación, se muestran los datos de los sismos de subducción con magnitud superior a 7.2 con zona de ruptura frente al área de estudio.

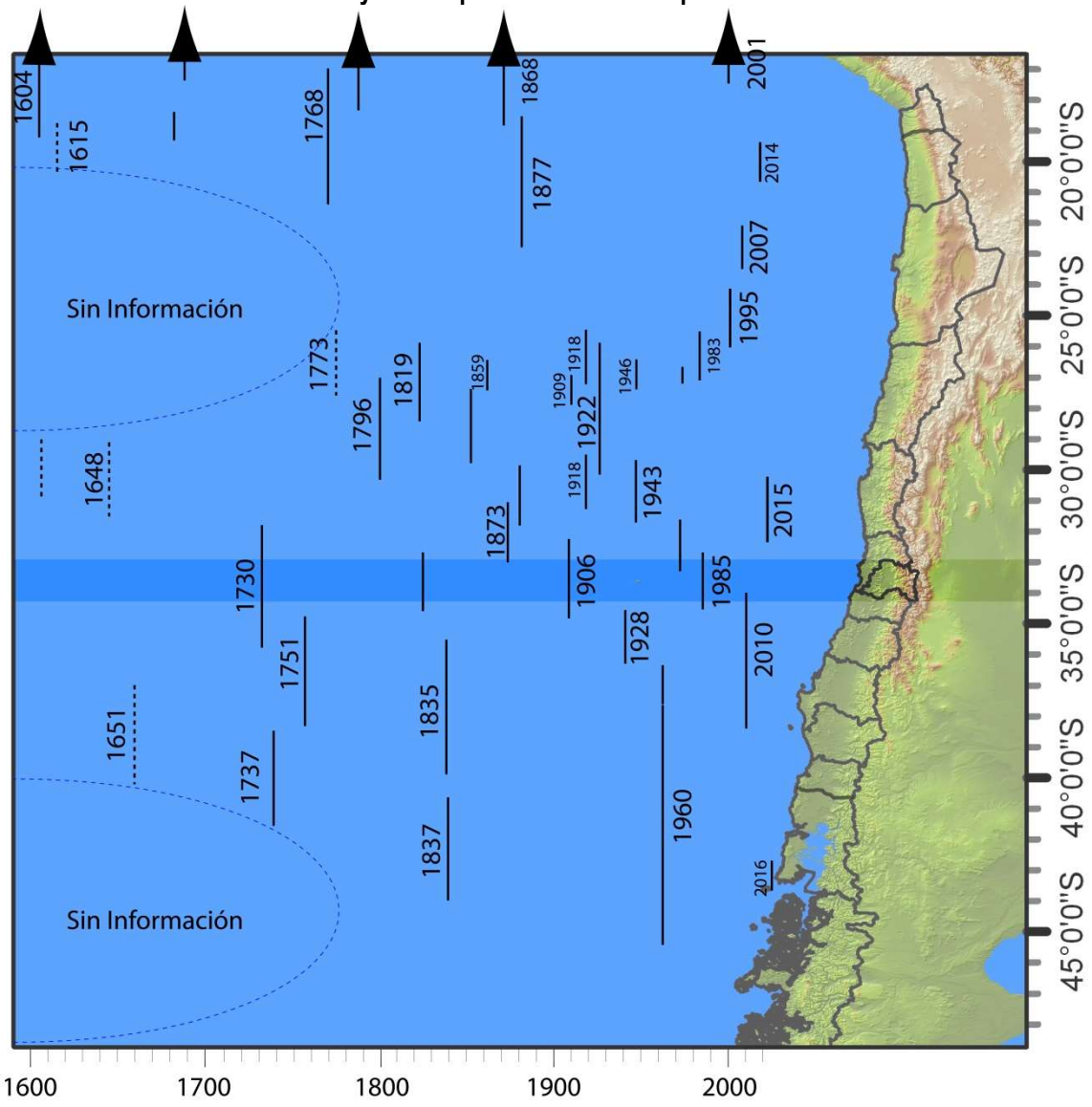
Cuadro N° 8.3-40: Datos de terremotos históricos de subducción con magnitud superior a 7.2 cuya zona de ruptura coincide con el área de estudio.

Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud Aprox.	Año	Mes	Día
-33.05	-71.63	-	8.9	1730	07	07
-33 ≈	-	25	8.2	1906	08	16
-32.01	-71.17	50 a 60 km	7.6	1965	03	28
-32.45	-71.57	60	7.7	1971	07	08
-33.24	-72.04	33	7.7	1985	03	03

Fuente: Elaboración propia (2021)

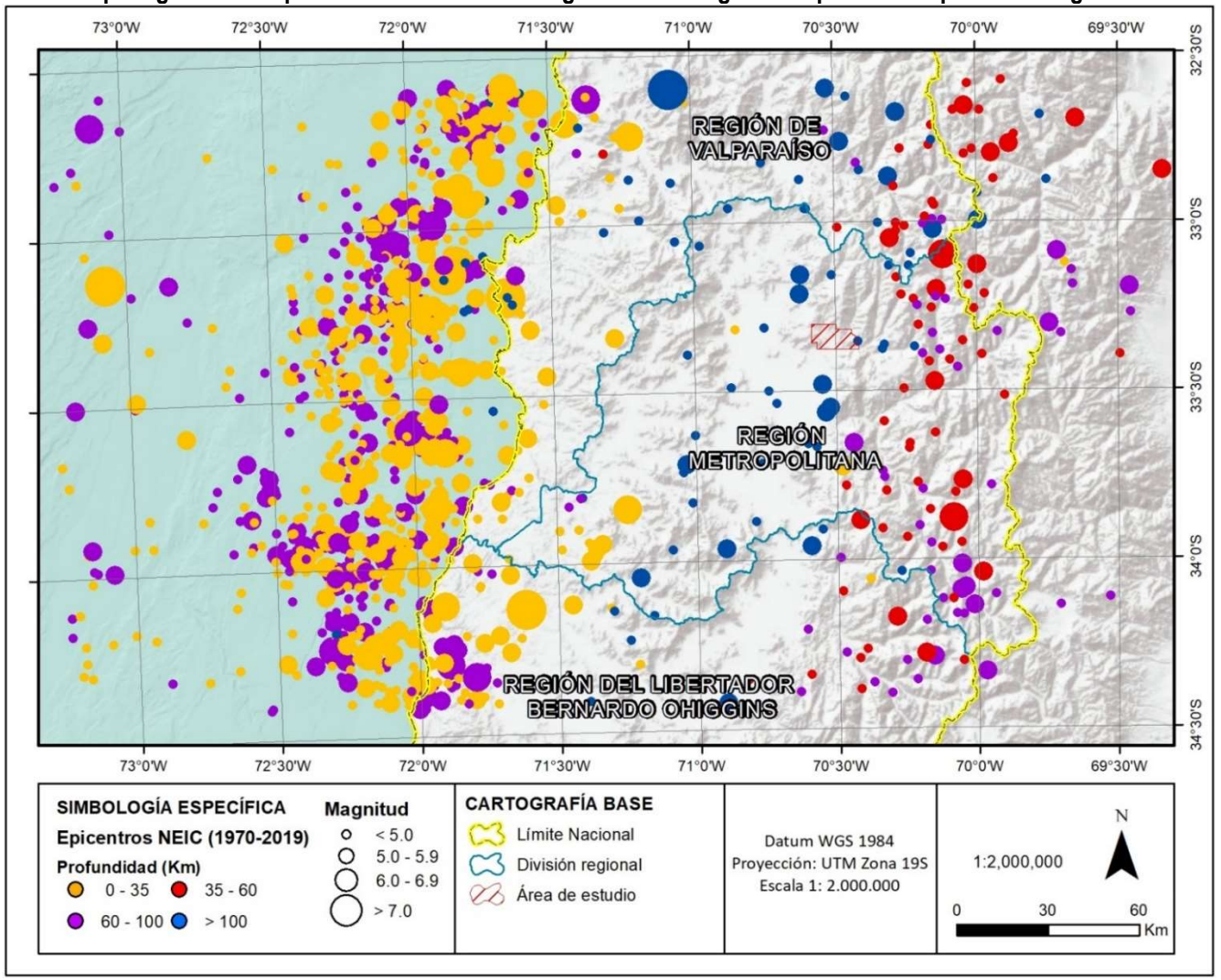
Estos sismos anteriormente citados como terremotos de subducción, son denominados por su fuente sísmica como interplaca tipo *thrust*, y tal como se mencionó representan un tipo de las cuatro fuentes que pueden afectar al territorio. A partir de la sismicidad registrada por la red sismológica internacional se puede visualizar la distribución de las cuatro fuentes que se describirán a continuación (Figura N° 8.3—29).

Figura N° 8.3—28: Terremotos de subducción históricos con magnitud estimada y calculada mayor a 7.2 y sus respectivas áreas de ruptura



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.3—29: Mapa regional con epicentros de sismicidad registrada de magnitud superior a 4.5 por el catálogo NEIC entre 1970 y 2019



Fuente: Elaboración propia (2021)

En Figura N° 8.3—29 se pueden observar cuatro grupos subparalelos de franjas sísmicas, sobre el océano al extremo oeste de la figura se emplazan los sismos con fuente *outer-rise*, en la costa donde hay una mayor densidad de puntos se ubican los sismos con fuente interplaca tipo *thrust*, luego sobre el continente, donde se emplazan los valles centrales la fuente sísmica se denomina interplaca de profundidad intermedia, y en la zona cordillerana se generan los de fuente cortical. Las observaciones que se pueden realizar en la franja espacial entre los 32° y 34° aproximadamente, son las siguientes:

1. La mayor concentración de sismicidad en el periodo registrado por el catálogo NEIC se dispone en la línea paralela a la costa y mayormente sobre los 35 Km de profundidad. Son estos terremotos los que se generarían en el contacto de las placas, es decir, interplaca. Ejemplo de este sismo es el terremoto de 1985 de magnitud 7.2 Mw a 38 Km de profundidad según catálogo NEIC.
2. En la zona central sobre el continente, donde se ubican los valles transversales al norte y el valle central a la latitud de Santiago, la densidad de los sismos es menor que los terremotos interplaca y ocurren a una profundidad mayor a 100 Km (color azul). Estos sismos corresponden a la fuente sísmica intraplaca y dentro de esta categoría destacan los terremotos de 1965 y 1971 con profundidades entre 50 y 60 Km y magnitudes 7.6 M.w y 7.7 M.w respectivamente, este último se puede observar en la Figura N° 8.3—29. Estos eventos afectaron fuertemente a la Región Metropolitana.
3. En la franja cordillerana con una distribución más dispersa se ubican los terremotos cordilleranos de menor magnitud que el resto de los sismos. Estos sismos están asociados a la deformación actual de la cordillera.

En resumen, el área de estudio se encuentra expuesta a la ocurrencia de tres tipos de sismos observables en la Figura N° 8.3—29, (1) sismos interplaca tipo *thurst*; (2) sismos intraplaca de profundidad intermedia, (3) sismos cordilleranos.

- **Sismos interplaca tipo *thrust***

Como se ha mencionado, esta fuente sismogénica ocurre en el contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana, estos eventos que suelen tener grandes magnitudes generan terremotos con alta capacidad de daños a la infraestructura. En la zona de estudio destacan los terremotos de Valparaíso de 1906 con magnitud 8.2 Mw y de Algarrobo de 1985 con magnitud 7.8 según el Centro Sismológico Nacional (CSN)[2].

- **Sismos intraplaca de profundidad intermedia**

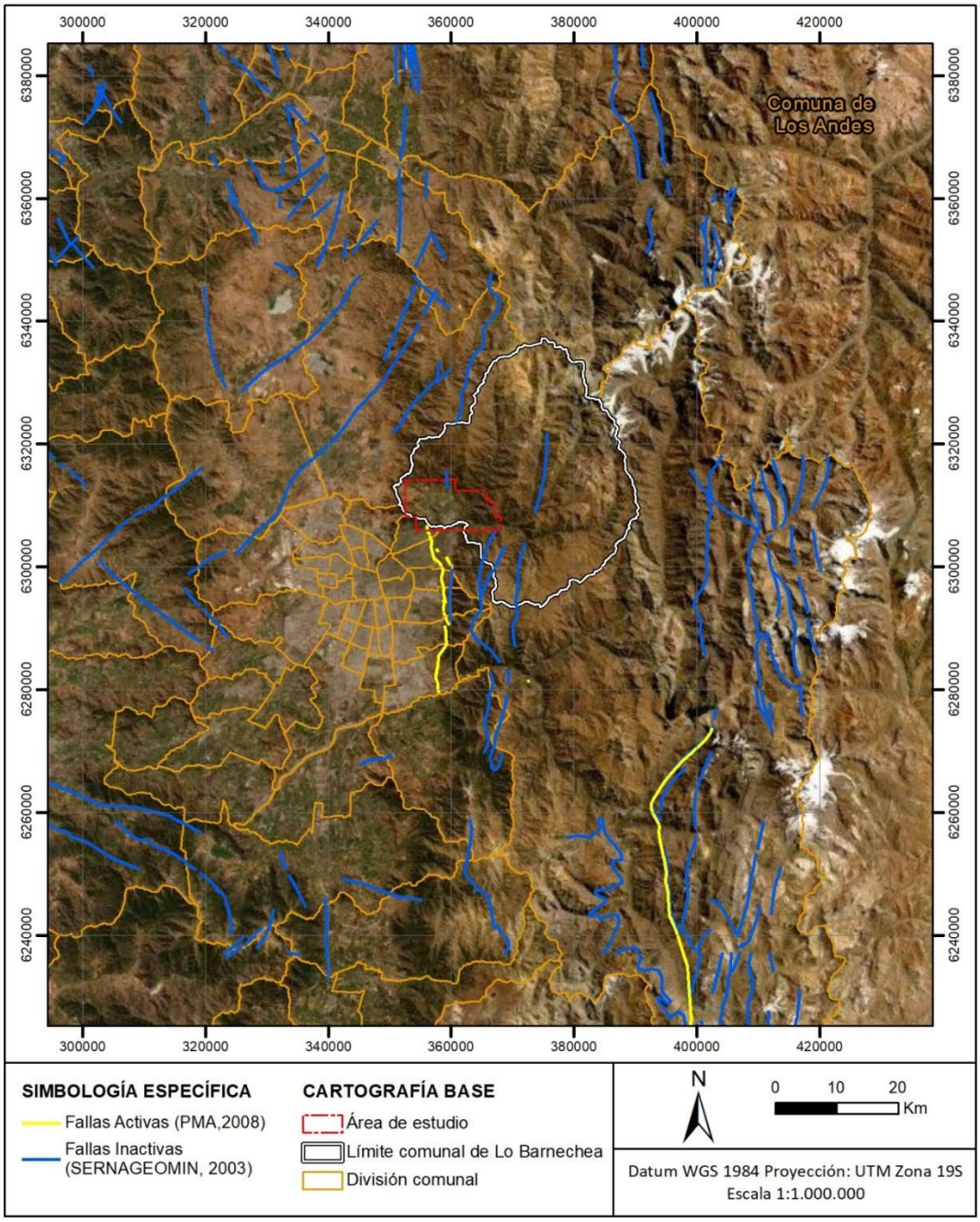
Esta fuente sísmica está asociada a los terremotos que ocurren dentro de la placa de Nazca, por ello sus profundidades son mayores a 50 Km y pueden llegar a los 200 Km. Este tipo de sismos que presentan una menor frecuencia en comparación a los interplaca, estarían asociados a eventos con un potencial muy destructivo con altas aceleraciones máximas debido a la trayectoria que tendrían las ondas desde el hipocentro. De los terremotos históricos destaca el Santiago de 1647, que podría estar asociado a una fuente intraplaca (Cisternas, 2012), el cual corresponde a uno de los sismos más catastróficos ocurridos en la zona de estudio. Dentro de eventos más recientes destacan los sismos de La Ligua de 1965 e Illapel de 1971.

[2] http://www.csn.uchile.cl/sismologia/grandes-terremotos-en-chile/ consultado el 12/12/19.

- **Sismos Cordilleranos**

Corresponden a sismos ocurridos en la zona cordillerana, de estos destacan los sismos corticales generados por fallas geológicas activas. Este tipo de fuente sismogénica se encuentra asociado a eventos de baja profundidad, menores a 30 Km. De acuerdo a los datos levantados por SERNAGEOMIN (2003) y PMA-GCA (2007), solo se reconocería una falla regional como una estructura activa cercana al área de estudio (Figura N° 8.3—30), por otro lado, el catálogo NEIC muestra que si habrían algunos pocos eventos de esta categoría pero que al parecer no estarían asociados a esta misma estructura.

Figura N° 8.3—30: Fallas regionales activas e inactivas según PMA y SERNAGEOMIN



Fuente: Elaboración propia (2021)

Como se detalló en la línea de base geomorfológica, la comuna de Lo Barnechea se ubica en el límite entre la Cordillera Principal y la Depresión Central, zona que se conoce como frente cordillerano occidental. El frente cordillerano oriental está caracterizado por la ocurrencia de fallas inversas que alzan la cordillera respecto a la depresión central, lo anterior está evidenciado por morfologías como escarpes de falla, terrazas fluviales deformadas, abanicos aluviales cortados por falla y estructuras como pliegues y fallas secundarias que afectan tanto a rocas como a depósitos no consolidados, lo que corresponde a evidencias geológicas de fallas activas (Rauld, 2002; Armijo, y otros, 2010; Rauld, 2011).

En el frente cordillerano occidental la falla más estudiada corresponde a la Falla San Ramón, y su traza superficial está bien delimitada al oeste de Santiago entre los ríos Mapocho y Maipo (Rauld, 2002; Armijo, y otros, 2010; Rauld, 2011). La Falla San Ramón corresponde a la falla inversa más occidental de la cordillera principal y que alza la cordillera sobre el valle central. Esta falla presenta evidencias de actividad durante el Cuaternario, incluyendo el Holoceno y ha estado activa, al menos, desde el Mioceno ya que deforma rocas de la Formación Abanico.

El trazado reconocido de la Falla San Ramón se sigue en el Valle de Santiago hasta el Cerro Alvarado por el norte (Rauld, 2002). En la comuna de Lo Barnechea no ha sido estudiado con detalle, pero se considera que el frente cordillerano occidental, corresponde al sector entre el cordón de las Pozas y el valle del estero El Arrayán en base a las estructuras y morfologías que se observan en dicho sector y su relación con la traza de la falla San Ramón ubicada más al sur.

b) Catastro de Sismos

Se recopilaron los principales terremotos registrados en la zona central que afectaron al área de estudio con base en Urrutia & Lanza (1993) y Petit-Breuilh (2004).

Terremoto del 13 de Mayo de 1647: La ciudad de Santiago quedó prácticamente arruinada, se cayeron la mayoría de los edificios. Los efectos del terremoto abarcaron desde los ríos Limarí y Choapa por el norte y hasta Cauquenes y Maule por el sur.

Terremoto de 22 de Julio de 1687: De intensidad aproximada de VII. Su epicentro se ubica entre San Felipe y La Ligua, con latitud entre los 32º y 34º sur. Daños en convento en San Felipe y daños en Santiago.

Terremoto del 8 de Julio de 1730 (M ≈ 8.9): Es considerado uno de los mayores sismos que han afectado el territorio de Chile, con magnitud estimada entre 8.5 y 9. Produjo daños entre La Serena-Coquimbo y Chillán. Grandes daños en San Felipe, TilTil y Renca. Y un maremoto que afecto la zona centro y sur de Chile.

Terremoto del 19 de Noviembre de 1822: Sismo que fue sentido desde Illapel hasta Chiloé. Valparaíso y Quillota fueron afectados, falleciendo en la primera 66 personas. En Santiago no se registraron personas muertas.

Terremoto del 2 de Abril de 1851: Terremoto que causó daños de consideración en Valparaíso y Santiago, dejando una decena de muertos y varios heridos. Grandes daños se registraron en el pueblo de Renca y Pudahuel.

Terremoto del 7 de Julio de 1873: El terremoto afectó la zona central del país produciendo los mayores daños en Petorca, la Ligua y los alrededores. Daños menores en Santiago y Valparaíso.

Terremoto del 16 de Agosto de 1906 (M=8.2): El epicentro de este terremoto se ubicó entre Limache y Valparaíso. Hubo más de dos mil personas fallecidas. En Santiago se registraron daños de consideración. Hubo levantamientos de terreno en la costa.

Terremoto del 14 de Abril de 1927: Terremoto de intensidad IX. El epicentro fue entre los volcanes Tupungato y Aconcagua. Las zonas afectadas fueron Santiago, San Felipe, Los Andes, Mendoza. El sismo produjo grandes daños, pérdidas humanas y heridos.

Terremoto del 28 de Marzo de 1965 (M =7.6): El epicentro se encontró en la comuna de la Ligua. La profundidad del foco fue de 50 a 60 km. En Santiago murieron dos personas.

Terremoto del 8 de Julio de 1971 (M =7.75): Afectó principalmente las zonas de Coquimbo, Aconcagua, Valparaíso y Santiago.

Terremoto del 3 de Marzo de 1985 (M =7.7): El movimiento se sintió desde la III y IX región. Con este terremoto hubo destrucción de viviendas que causaron víctimas fatales, destrucción de pavimentos, caída de puentes.

8.4 MODELACIÓN NUMÉRICA

8.4.1 Modelos de inundación

De acuerdo con los problemas identificados y las zonas de mayor conflicto, se desarrollaron 4 modelos hidráulicos en 3 cuencas de la comuna. Los primeros dos modelos corresponden a modelos hidráulicos 1D, desarrollados en el software HEC-RAS, en las quebradas Las Zorras y Huallalolén, mientras que los otros dos modelos fueron hechos para el estero Hualtatas, en dos zonas de interés, mediante el software Iber 2D.

a) Metodología

El estudio y modelo hidráulico tiene como objetivo determinar las áreas inundables, de acuerdo a los caudales de crecida de distintos periodos de retorno determinados en el estudio hidrológico y a los antecedentes topográficos disponibles. Para ello se elaboró una metodología general y una específica que se describen a continuación.

Existen en la comuna de Lo Barnechea múltiples cauces (río, esteros y quebradas), propensos a causar inundaciones por desborde de cauces, de los cuales un grupo se encuentra actualmente regulado por el PRC vigente (como resultado de lo establecido en el PRMS) y un segundo grupo de quebradas menores, las cuales fueron analizadas, según su prioridad, en el Estudio de Riesgo y Protección Ambiental Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea Municipalidad de Lo Barnechea, elaborado por Infracon Consultores en 2014. Para todos estos cauces se desarrolló la línea base hidrológica para estimar los caudales de crecida asociados a distintos periodos de retorno.

Es necesario mencionar que, en el área de mayor urbanización, muchos de estos cauces han sido intervenidos mediante canalizaciones y/o entubamientos, que no siempre son continuos y pueden ir variando predio a predio, y de los cuales no se cuenta necesariamente con toda la información.

El Departamento de Documentación Técnica y Catastro, de la Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea ha desarrollado una base de datos con las modificaciones de franjas de protección realizadas, asociadas a los distintos cauces, incluyendo el Rol de las propiedades, y los Ordinarios con las modificaciones respectivas. Estos ordinarios son producto de autorizaciones emanadas de la Autoridad correspondiente, producto del desarrollo de un estudio de riesgo, que permite entregar una nueva delimitación del riesgo en un área específica. Si bien se ha buscado incorporar esta información al presente estudio, se ha logrado finalmente solo incorporar un análisis general, identificando las zonas más intervenidas, dado lo fraccionado de estos estudios o las dificultades a la hora de interpretar distancias desde el centro del cauce o límite de obras para las cuales no se conoce su ubicación georreferenciada. Esta información se incluyó dentro de las recomendaciones de este estudio.

En este sentido, se ha propuesto desarrollar una metodología específica con el objeto de posteriormente delimitar las áreas de susceptibilidad asociadas a los distintos cauces de la comuna, que se describen en el Cuadro N° 8.4-1.

Para el desarrollo de modelos hidráulicos se utilizó el software HEC-RAS 1D, en aquellas cuencas para las cuales un modelo en una dimensión debería permitir establecer los límites de la inundación provocada por las crecidas, o el software Iber 2D, en aquellas en que se identifiquen zonas de mayor irregularidad, donde la dirección de flujo preferente no siempre se vea claramente definida.

El drenaje a través de la zona urbana, así como los puntos de conexión hacia los canales, colectores o vías de descarga artificiales, se estudiaron a nivel conceptual, a partir de los antecedentes disponibles en la Base de Datos desarrollada por el departamento de catastro.

Finalmente, se validaron y/o definieron las áreas de inundación correspondientes a períodos de retorno de 10 y 100 años, si la escala lo permite, y del análisis conceptual. Cabe indicar que los resultados de los modelos hidráulicos deben ser interpretados por un especialista, debido a posibles singularidades topográficas que no puedan ser incorporadas directamente en la modelación.

Cuadro N° 8.4-1: Metodología modelación hidráulica

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Características	Cauces abiertos	Parte Alta: Cauces abiertos Parte Baja: Entubamiento completo	Parte Alta: Cauces abiertos Parte Baja: Mix abierto – entubamiento
Quebradas o Ríos	Mapocho, El Arrayán, El Peumo, Hualtatas, Oscura, Carrizo y quebradas menores	Las Zorras, Culén, Los Chanchos y La Carbonera	El Gabino, Las Rosas, El Manzano y El Guindo
Metodología	Análisis geomorfolológico y complemento con modelo hidráulico (Hualtatas y Huallalolén)	Análisis geomorfológico y complemento con modelo hidráulico (Las Zorras) Análisis entubamientos	Análisis geomorfológico y obras entubamiento/encauzamiento

Se detallan a continuación los contenidos mínimos requeridos para la construcción de los modelos hidráulicos, HEC-RAS 1D e Iber 2D.

i) Topografía

La modelación hidráulica requiere de una base topográfica, la cual fue obtenida mediante un levantamiento aerofotogramétrico (vuelo Lídar) a una escala 1:1000. A partir de este levantamiento se obtuvo un DTM (Modelo digital de terreno) el cual fue utilizado para la modelación. Cabe destacar que el levantamiento aerofotogramétrico considera la altura del espejo de agua en los cuerpos de agua, sin embargo, y de acuerdo con la fotografía tomada el mismo día del vuelo, el estero Las Hualtatas presentaba un flujo mínimo (ancho < 1 metro), mientras que las quebradas no presentaban flujo cuando este fue realizado, y por ende no se tendrá un efecto relevante sobre los resultados de la modelación.

En el caso de los modelos HEC-RAS, se necesitan perfiles topobatimétricos que representen las distintas secciones del cauce. Para ello, y a partir del levantamiento aerofotogramétrico, se generaron perfiles cada 50 metros o menos, en función de las singularidades de cada cauce. De manera adicional, en zonas particulares como cruces de alcantarillas, se incorporaron sus dimensiones aproximadas en función de las observaciones realizadas en terreno toda vez que dicha información no fue levantada en la base topográfica para el presente estudio. Los tramos intermedios de los cauces fueron interpolados mediante las herramientas disponibles en el software HEC-RAS.

Para los modelos Iber, se construyó una malla de elementos triangulares con celdas de 2m, en las dos zonas de interés, a la cual se le asignaron las elevaciones automáticamente en el modelo a partir del DTM.

ii) Coeficiente de rugosidad

Para caracterizar la rugosidad se utilizó el coeficiente de Manning, presentado por el ingeniero irlandés Robert Manning, según el cual la ecuación de flujo está dada por:

$$21.\ \frac{Q \cdot n}{\sqrt{i}} = A \cdot R_h^{\frac{2}{3}}$$

Dónde:

Q : Caudal (m^3/s)
n : Coeficiente de Manning
i : Pendiente (m/m)
A : Área (m^2)
R_h : Radio Hidráulico

Existen diversos factores que afectan al coeficiente de rugosidad de Manning, entre los que destacan la rugosidad superficial (el tamaño y la forma de los granos), la presencia de vegetación, las irregularidades, el alineamiento, el tamaño y la forma del canal, la sedimentación y la socavación, las obstrucciones, el cambio estacional, etc. No existe un método exacto que permita determinar el coeficiente de Manning, pero se ha optado en este caso por utilizar la metodología de Cowan (1996), procedimiento para estimar el valor del coeficiente de Manning, el cual queda dado por:

$$22.\ n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

Dónde:

n : Coeficiente de Manning
n_0 : Valor básico de n para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados
n_1 : Corrección por efecto de las rugosidades superficiales
n_1 : Corrección por la variación de forma y tamaño de la sección transversal
n_3 : Corrección debido a las obstrucciones
n_4 : Corrección por presencia de vegetación
m_5 : Consideración del efecto de los meandros

La determinación del Manning se realizó a partir de los antecedentes recopilados durante la visita a terreno, de los valores utilizados en los estudios anteriores y utilizando imágenes satelitales.

iii) Condiciones de borde y régimen de flujo

Los modelos desarrollados en el software HEC-RAS fueron simulados en régimen permanente, considerando los caudales máximos simulados para los distintos periodos de retorno en las dos cuencas. Debido a que se desconoce a priori el régimen de flujo de los distintos cauces en el área de estudio, el modelo permite simular un régimen mixto, determinado la condición durante el proceso. Para ello es necesario incorporar condiciones de borde tanto aguas arriba como aguas abajo. Se tomaron como condiciones de borde la altura normal, para lo que se consideran las pendientes de terreno determinadas.

La modelación Iber requiere de un hidrograma de crecida como condición de borde de entrada, y se definen igualmente las condiciones de borde de salida.

b) Análisis de entubamientos

Se desarrolla a continuación un análisis no exhaustivo de la configuración, obras y/o modificaciones de franjas de protección realizadas para las distintas quebradas de la comuna, considerando la Base de datos de modificaciones de franjas realizada por El Departamento de Documentación Técnica y Catastro, de la Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea, estudios previos y lo observado durante la visita a terreno Cosan. Cabe destacar que, en el caso de la Base de datos, se tienen más de 60.000 elementos, asociados a predios, y corresponde a un documento en trabajo del Departamento, que se ha desarrollado durante tiempos mayores a

un año. Adicionalmente, se buscará comprar, en aquellos casos en que el volumen de documentos resulte abordable, los caudales de diseño de las obras con los obtenidos en el presente estudio. En primer lugar, se analizan las quebradas identificadas en el grupo N°2, que presentan un tramo superior abierto, y un tramo inferior con un entubamiento, que corresponden a Las Zorras, Culén, Los Chanchos y La Carbonera. En segundo lugar, se analizan las quebradas correspondientes al grupo N°3, en las cuales se presenta una intercalación de obras abiertas y entubamientos, y que corresponden a El Gabino, Las Rosas, El Manzano y El Guindo.

i) Quebrada Las Zorras:

La quebrada las zorras se ubica en el sector del estadio de Lo Barnechea y posee dos cauces principales por el costado de calle camino a la media luna y de circunvalación sur. En su recorrido atraviesa 2 alcantarillas, una de sección circular de aproximadamente 0.5m de diámetro y otra de sección rectangular de aproximadamente 0.4x1.5m. Cercano a la esquina de Cerro Dieciocho con Los Quincheros la quebrada se dirige por un canal hacia un entubamiento de dimensiones desconocidas. En general, las modificaciones de franjas en la quebrada Las Zorras indican un área de restricción de 30m, medidas a partir del eje de la quebrada; y una franja menor en la zona del entubamiento.

En cuanto a la obra de canalización final, de acuerdo la Resolución DGA N°782 de mayo de 2010, la DGA aprobó el Proyecto “Canalización Quebrada Las Zorras”, para un caudal 4,406 m^3/s, que comprende dos sectores:

- Primero, un tramo de 240 m, en sección trapecial de base 10 metros, talud H:V=1:1
- Segundo, un tramo entubado con tuberías de hormigón armado de entre 1,0 y 1,2 metros, por una longitud de 491,5 metros

De acuerdo al análisis hidrológico desarrollado en el presente estudio, el caudal asociado a una crecida de periodo de retorno de 100 años se encuentra en torno a los 5 m^3/s, valor que supera el caudal de diseño asociado a las obras, motivo por el cual se podrían presentar desbordes, lo que lleva al desarrollo de un modelo hidráulico en la parte alta, y a un análisis geomorfológico para determinar el posible trazado del desborde aguas abajo del entubamiento.

ii) Quebrada Culén

La quebrada Culén se encuentra sin intervención en su parte alta, para luego dar paso a un entubamiento en el sector de Avda. Los Trapenses y Avda. El Golf. De acuerdo a la resolución DGA N° 1829 del 30 de noviembre de 2010, el proyecto “Obras de Abovedamiento Quebrada El Culén” se encuentra aprobado. El proyecto corresponde al encauzamiento de las aguas que drena por la quebrada y desembocan al estero Las Hualtatas, mediante el entubamiento con tuberías de hormigón armado de 1,6 metros de diámetro, por una longitud de 525 metros, con un relleno en su parte superior del tipo canal trapezoidal de tierra. El proyecto contempla, además, la construcción de 9 cámaras de inspección con caídas y una obra de descarga al estero correspondiente a un muro y enrocado de mampostería de piedra. La obra se encuentra diseñada para un periodo de retorno de 100 años, que de acuerdo al proyecto corresponde a 8,6 m^3/s.

De acuerdo al estudio hidrológico realizado en el presente estudio, el caudal de 100 años de periodo de retorno podría alcanzar valores cercanos a 20 m^3/s, valor que se aleja del antes mencionado. Debido a lo anterior, el análisis de riesgo considerará un criterio geomorfológico para definir el posible trazado de la crecida.

iii) Quebrada Los Chanchos

En la quebrada Los Chanchos se tiene una serie de resoluciones que aprueban obras de entubamiento (en su mayoría tuberías de 1 m de diámetro) que dan respuesta a una crecida de 100 años de periodo de retorno, con un caudal asociado de 2,5 m^3/s. Diversos documentos indican que se recomienda una franja de restricción de 4 metros hacia cada lado del entubamiento (10 cuando el cauce está abierto). Los resultados del estudio hidrológico realizado en el presente estudio, indican que el caudal de 100 años de periodo de retorno podría superar los 6,0 m^3/s, valor que supera el anteriormente presentado, y lleva a optar por considerar adicionalmente el criterio geomorfológico para definir el posible trazado de la crecida.

iv) La Carbonera

Existen múltiples documentos asociados a modificaciones de franja de restricción en la quebrada La Carbonera, En particular, la resolución DGA N° 1717 del 25 de agosto de 1992, aprueba el proyecto "Modificación y entubamiento Quebrada La Carbonera", que considera un entubamiento de 16 m^3/s con una longitud de 879,38 metros. La franja de restricción corresponde en algunos casos a 12 metros, medidos a cada lado de la coronación de las obras, mientras que otros indican 25 metros a partir de la canalización existente. De acuerdo a lo estimado en el estudio hidrológico el caudal de 100 años de periodo de retorno superaría los 20 m^3/s, valor que supera el anteriormente presentado, y lleva a optar por considerar adicionalmente el criterio geomorfológico para definir el posible trazado de la crecida.

v) El Gabino

La quebrada El Gabino corresponde a uno de los cauces con mayor intervención en la comuna. De acuerdo a lo presentado en el estudio de EIC (2004), existen sectores y/o obras con capacidad máxima para un periodo de retorno de 2 años. Existen cerca de 180 documentos asociados a resoluciones de modificaciones DGA, DOH u otras exclusivamente en la quebrada El Guindo. Debido al gran número de documentos, y a lo reconocido en terreno en relación a la escasa continuidad en las obras construidas, esta quebrada será analizada únicamente considerando el criterio geomorfológico, haciendo notar que un análisis específico requerirá de un estudio particular exclusivo para esta quebrada. En particular, se deben revisar los avances desarrollados producto del "Estudio de factibilidad y diseño definitivo del estero El Gabino. Lo Barnechea, Región Metropolitana", realizado en 2007 por SIGA Consultores S.A. para la DOH

vi) Las Rosas

En el caso de la quebrada Las Rosas, también llamada El Manzano, la Base de Datos considera un total de 96 documentos asociados a modificaciones, restricciones o planos. En general, estos documentos indican franjas de restricción de entre 5 y 10 metros hacia cada borde de las obras ejecutadas. Debido a que existe un gran número de documentos, y a la dificultad de establecer una correcta relación entre cada obra realizada, se ha optado por considerar los resultados del análisis geomorfológico para determinar las áreas de riesgo asociadas.

vii) El Manzano

En el caso de la quebrada El Manzano, también llamada El Quisco, la Base de Datos considera un total de 127 documentos asociados a modificaciones, restricciones o planos. En general, estos documentos indican franjas de restricción de entre 5 y 15 metros hacia cada borde de las obras ejecutadas. Debido a que existe un gran número de documentos, y a la dificultad de establecer una correcta relación entre cada obra realizada, se ha optado por considerar los resultados del análisis geomorfológico para determinar las áreas de riesgo asociadas.

viii) El Guindo

En el caso de la quebrada El Guindo, la Base de Datos considera un total de 123 documentos asociados a modificaciones, restricciones o planos. De acuerdo con los antecedentes analizados, en esta quebrada, además de las modificaciones de entubamientos u otras obras, se tiene la particularidad de que se ha modificado su trazado, lo que dificulta enormemente el análisis de riego respectivo. En cuanto a las franjas de restricción, se indican disminuciones que llegan a entre 4 y 12 metros hacia cada borde de las obras ejecutadas. Debido a que existe un gran número de documentos, y a la dificultad de establecer una correcta relación entre cada obra realizada, se ha optado por considerar los resultados del análisis geomorfológico para determinar las áreas de riesgo asociadas.

c) Modelos hidráulicos 1D

Se presenta a continuación el desarrollo de los modelos hidráulicos 1D, que corresponden a la quebrada Las Zorras y Huallalolén.

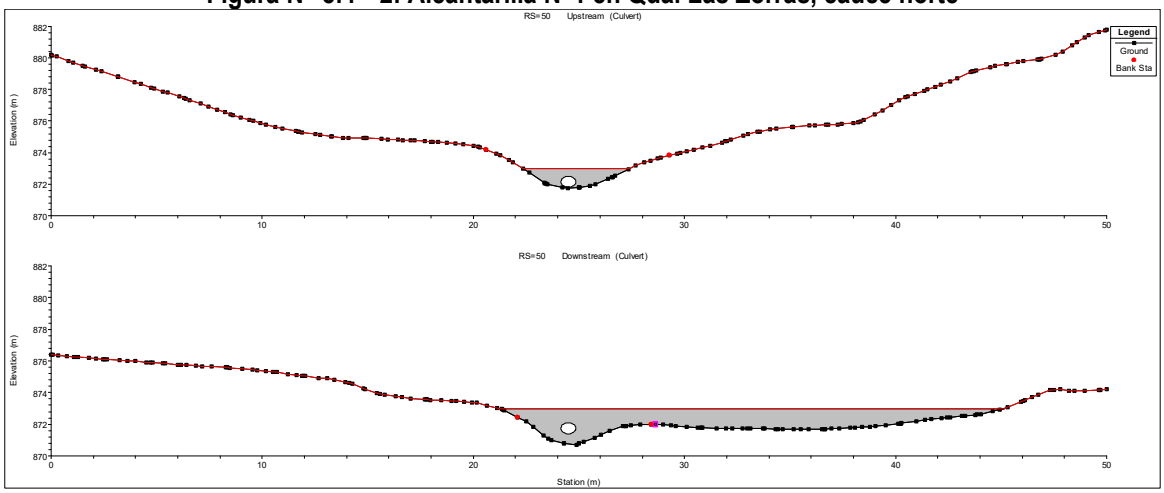
i) Topografía

A partir del modelo de elevación de terreno se generan perfiles topográficos cada 50 metros, añadiendo perfiles en aquellos puntos singulares, de acuerdo a los requerimientos del modelo. En la Figura N° 8.4—1se presentan los perfiles del modelo de la Qda. Las Zorras, destacando que existen dos cauces, cauce norte y cauce sur, los cuales confluyen generando una única quebrada hacia aguas abajo. En este sistema se reconocieron 3 alcantarillas durante la visita a terreno, las cuales fueron incorporadas de manera aproximada al modelo. La primera es una alcantarilla circular de 0,7 metros de diámetro y se ubica en un cruce del cauce norte (Figura N° 8.4—2), la segunda es una alcantarilla rectangular de 1,5 metros de ancho por 0,4 metros de alto (Figura N° 8.4—3) y la tercera es una alcantarilla cuadrada de 1,5 metros de ancho (Figura N° 8.4—4), estando estas dos últimas ubicadas aguas abajo de la confluencia de ambos cauces. Por otra parte, en la Figura N° 8.4—5 se presentan los perfiles del modelo de la Qda. Huallalolén. El trazado de esta quebrada no es muy claro en su punto más bajo (descarga hacia el estero Arrayán, y se observan cruces de caminos, sin embargo, no se contó con información para agregar mayor detalle a la modelación.

Figura N° 8.4—1: Perfiles Modelo Hidráulico Qda. Las Zorras

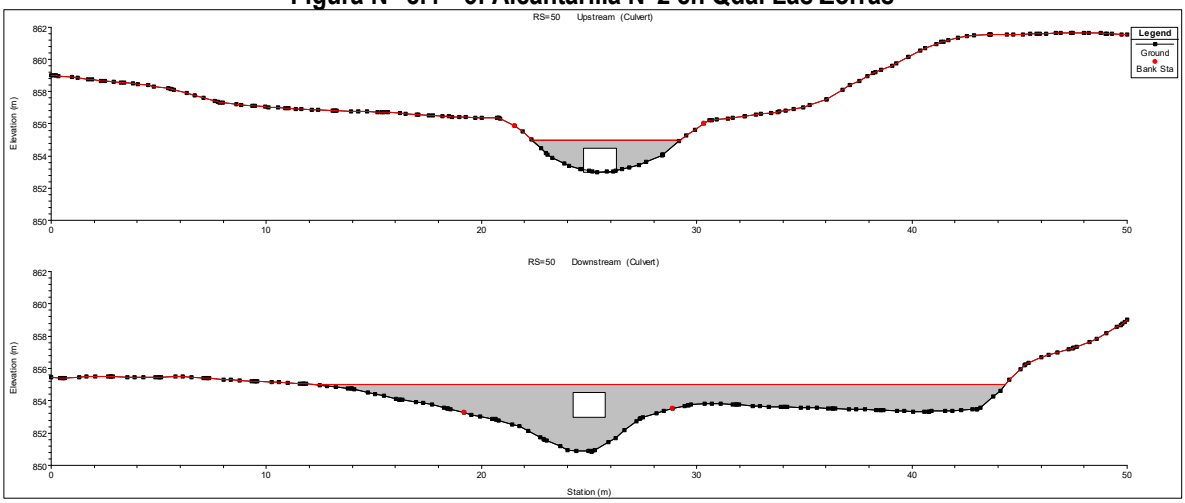


Figura N° 8.4—2: Alcantarilla N°1 en Qda. Las Zorras, cauce norte



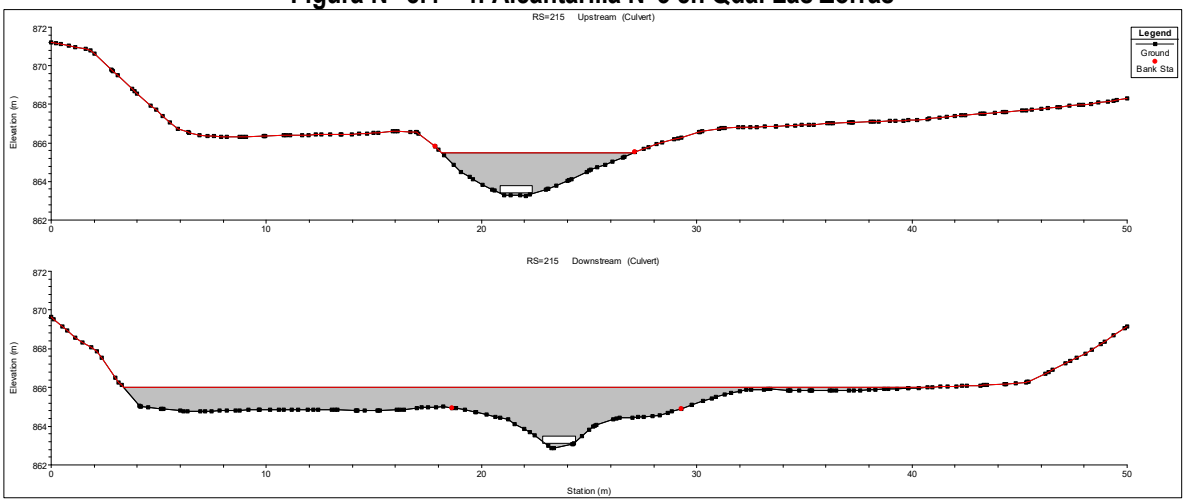
Fuente: Captura de pantalla (Software HEC-RAS, 2020)

Figura N° 8.4—3: Alcantarilla N°2 en Qda. Las Zorras



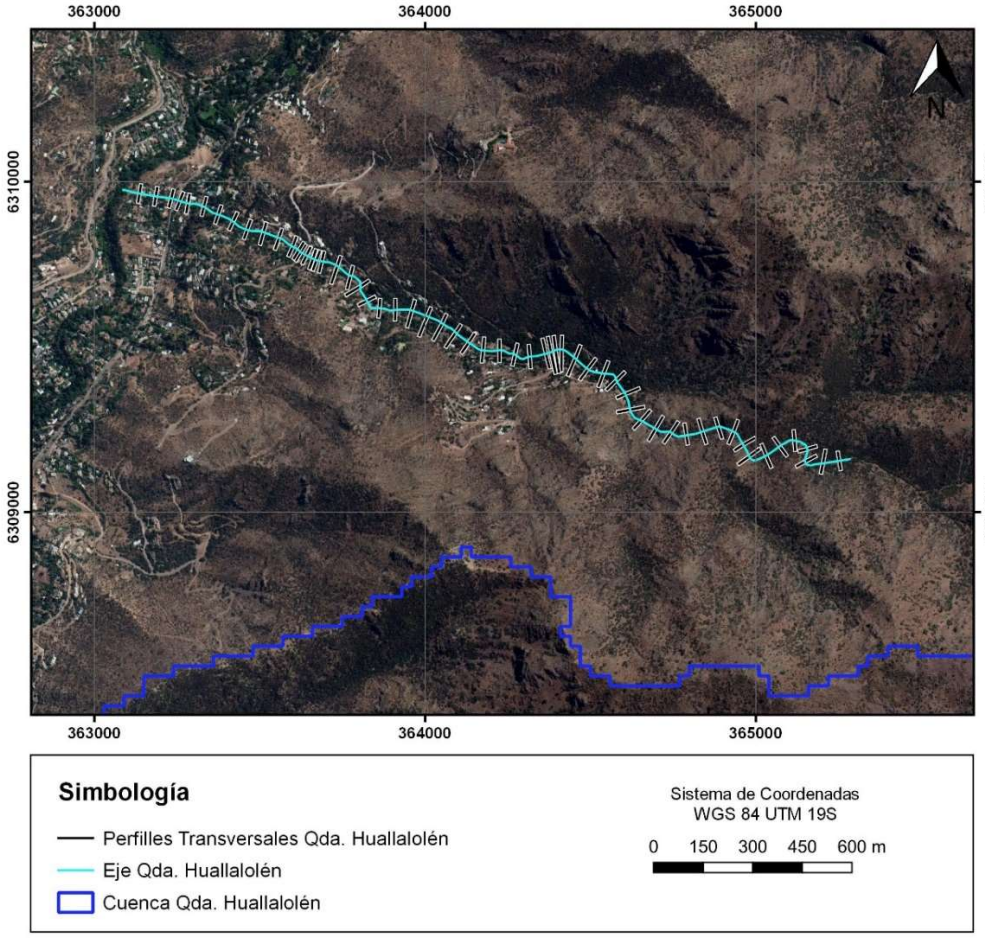
Fuente: Captura de pantalla (Software HEC-RAS, 2020)

Figura N° 8.4—4: Alcantarilla N°3 en Qda. Las Zorras



Fuente: Captura de pantalla (Software HEC-RAS, 2020)

Figura N° 8.4—5: Perfiles Modelo Hidráulico Qda. Huallalolén



Fuente: Elaboración propia (2021)

ii) Coeficiente de Rugosidad

Para determinar el valor del coeficiente de Manning, tanto para el modelo de la Qda. Las Zorras como de la Qda. Huallalolén se consideró lo observado durante la visita a terreno realizada en noviembre de 2019 y la fotografía aérea tomada el durante el levantamiento aerofotogramétrico. Los valores se ajustaron considerando tramos homogéneos tanto de la caja principal del cauce respectivo como de las planicies de inundación. Para ello se consideró la mayor o menor presencia de vegetación y construcciones, así como su tamaño con respecto a las alturas de flujo. Los valores fueron estimados utilizando la fórmula de Cowan. Los resultados obtenidos para cada grupo de perfiles de cada modelo se presentan en el Cuadro N° 8.4-2.

Cuadro N° 8.4-2: Estimación del coeficiente de Manning utilizando el método de Cowan, para los distintos grupos de perfiles en cada modelo.

Modelo	Perfiles	Coeficiente de Manning		
		Planicie Izquierda	Caja Principal	Planicie Derecha
Qda. Las Zorras	**Cauce sur: 1142,04 – 250 Cauce norte: 800 – 10,55**	0,089	0,078	0,089
	Aguas abajo confluencia: 206,3 – 2,53	0,08	0,062	0,08
Qda. Huallalolén	**2600 – 50**	0,07	0,055	0 07

Fuente: Elaboración propia (2020)

iii) Condiciones de Borde y Régimen de Flujo

Debido a que no se conoce a priori el régimen de flujo, se realizaron los modelos considerando un régimen mixto, disponible entre las opciones de modelación del software HEC-RAS. Una vez realizada la modelación se analizará el comportamiento de cada cauce. Por otra parte, las condiciones de borde se incluyen en el Cuadro N° 8.4-3. En el caso del modelo de la Qda. Las Zorras se consideró condición de borde de altura normal hacia aguas arriba (ambos cauces) y hacia aguas abajo. Sin embargo, se reconoce una canalización hacia aguas abajo y una posible zona de acumulación de agua, motivo por el cual los resultados en el tramo final deberán ser analizados con mayor detención. En el caso del modelo de la Qda. Huallalolén se consideró igualmente altura normal hacia aguas arriba y hacia aguas abajo, sin embargo, el tramo modelado desemboca en el estero Arrayán, de mayor flujo, motivo por el cual se podría estar despreciando el posible efecto desde dicho estero.

Cuadro N° 8.4-3: Condiciones de Borde

Modelo	Condición de Borde	
	Aguas Arriba	**Aguas Abajo**
Qda. Las Zorras	Cauce norte Altura Normal Pendiente = 0,2 Cauce sur Altura Normal Pendiente = 0,24	Altura Normal Pendiente = 0,1
Qda. Huallalolén	Altura Normal Pendiente = 0,17	Altura Normal Pendiente = 0,19

Fuente: Elaboración propia (2021)

iv) Condiciones de flujo

Ambos modelos fueron ejecutados para caudales de 2, 10 y 100 años de periodo de retorno, buscando representar tres condiciones de flujo, y considerando que no existen grandes diferencias entre los periodos de retorno no considerados. En particular en el caso del modelo de la Qda. Las Zorras, y dado que el estudio hidrológico se desarrolló pensando en un único cauce, se consideró una situación más desfavorable, asignándole a cada brazo alrededor de un 70% del flujo del cauce principal. Los caudales considerados se detallan en el Cuadro N° 8.4-4Cuadro N° 8.4-4Cuadro N° 8.4-4.

Cuadro N° 8.4-4: Caudales de modelación (m^3/s)

Modelo	Perfil	Descripción	Periodo de Retorno (años)		
			2	10	100
Qda. Las Zorras	800	Inicio Qda. Las Zorras, brazo norte	1,5	2	3,5
	1142,04	Inicio Qda. Las Zorras, brazo sur	1,5	2	3,5
	225,7	Qda. Las Zorras, aguas abajo de la confluencia de ambos brazos	2	3	5
Qda. Huallalolén	2600	Inicio Qda. Huallalolén en zona urbanizada	7,9	10,2	22,2

Fuente: Elaboración propia (2021)

v) Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la modelación para 100 años de periodo de retorno, y la interpretación realizada considerando el levantamiento topográfico, tomando en cuenta que el trazado de los perfiles cada 50 metros puede no representar correctamente todas las irregularidades del cauce, y manteniendo en general los anchos y cotas de inundación observados en los resultados del modelo.

En la Figura N° 8.4—6 se presentan los resultados del modelo de la Qda. Las Zorras. Se destaca un mayor ancho de inundación en el cauce norte, producto de un menor grado de definición de la quebrada. Adicionalmente, la capacidad de la alcantarilla número 2 se ve superada para un periodo de retorno de 100 años, provocando que existe flujo por sobre la calle y un posible anegamiento en la zona de la confluencia de ambos cauces. En el cauce norte los anchos de inundación van entre los 20 y los 60 metros, mientras que en el cauce sur no superan los 15 metros. El modelo no representa correctamente la inundación en la zona del inicio del entubamiento (final del modelo)

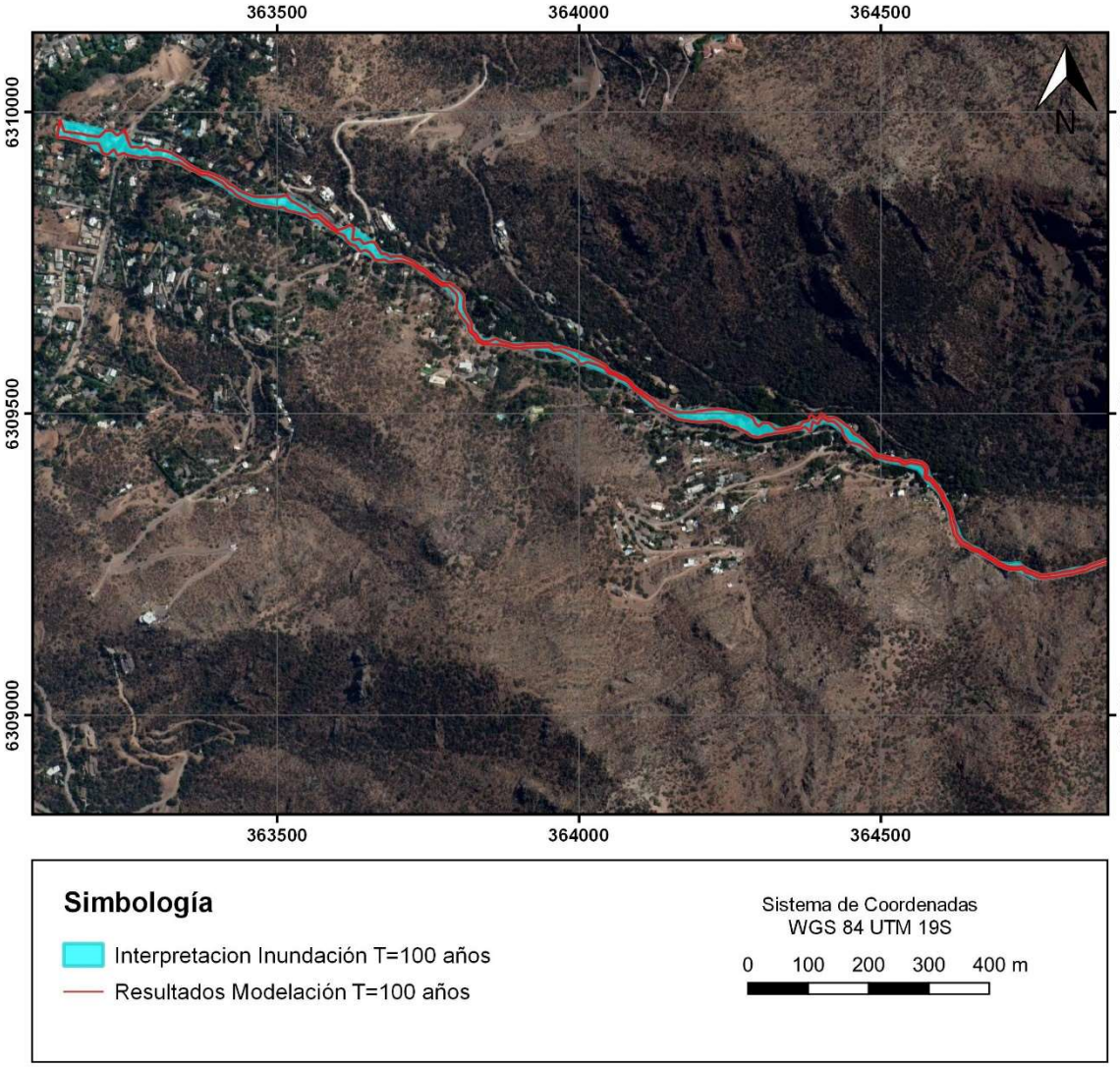
En la Figura N° 8.4—7 se presentan los resultados del modelo de la Qda. Huallalolén. Los anchos de inundación varían entre 10 y 40 metros, estos últimos en las zonas de cruces de caminos o en la confluencia con el estero Arrayán que no quedan bien representadas, debido a la falta de antecedentes topográficos (obras de atravieso o entubamiento en la parte más baja del cauce).

Figura N° 8.4—6: Resultados modelo hidráulico Qda. Las Zorras



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—7: Resultados modelo hidráulico Qda. Huallalolén



Fuente: Elaboración propia (2021)

d) Modelos hidráulicos 2D

La modelación del Estero Las Hualtatas se desarrolló para dos sectores de interés. De esta forma se construyeron los modelos norte y sur, para los tramos aguas arriba y aguas abajo de Av. José Alcalde Délano, respectivamente. El modelo norte representa un sector de una curva pronunciada, mientras que el modelo sur se enfoca en el sector de la Fundación CAZ, sector en el cual la quebrada no tiene mayor trabajo de limpieza, de acuerdo a lo señalado por la Autoridad. Se modeló separadamente por motivos de eficiencia, puesto que en el sector sur se realizó un análisis de sensibilidad con respecto a la rugosidad del cauce.

i) <u>Topografía</u>

El proceso de modelación se llevó a cabo en base al levantamiento aerofotogramétrico disponible para el área de estudio, con una resolución de 1m x 1m. Esta cartografía consiste en la elevación de superficie del terreno, por lo que no considera irregularidades como edificaciones y vegetación. Esto último es ideal para representar

correctamente el área de escurrimiento del Estero en el modelo Iber, sin embargo, en los casos donde este es desbordado, no se considera el boqueo que puedan ejercer las edificaciones al flujo de agua.

ii) Modelo Norte

23. Área de modelación

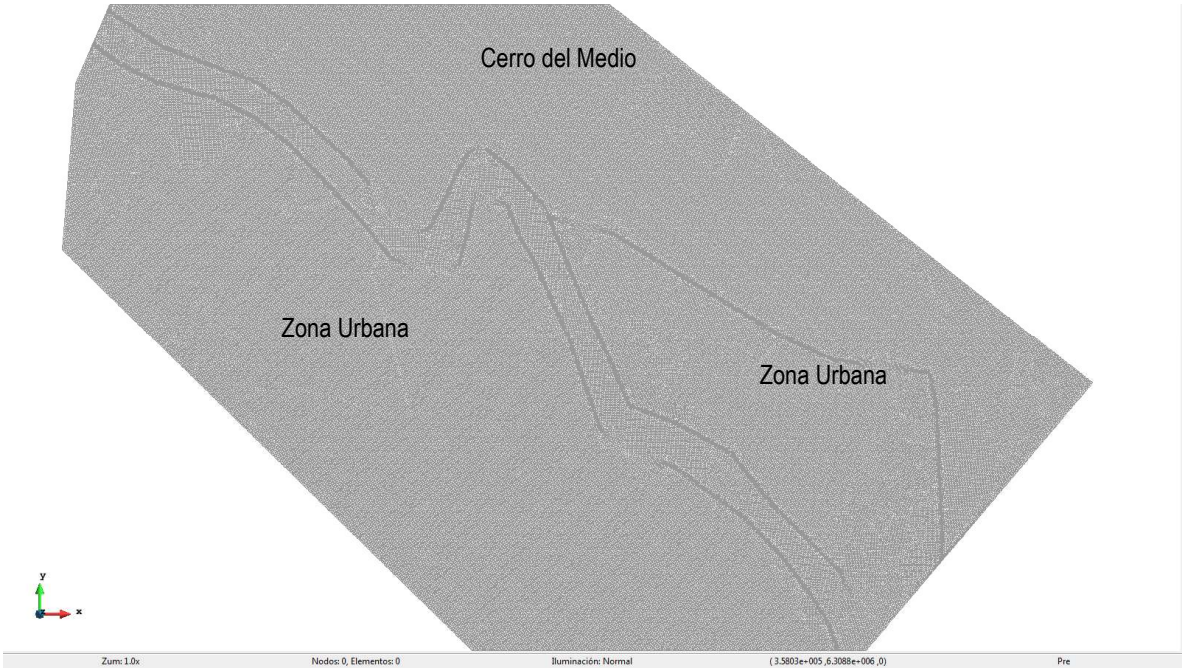
El modelo del sector norte comprende un tramo de 1,1 km del Estero Las Hualtatas entre las calles Los Peñascos y Av. José Alcalde Délano, mientras que en sus primeros 630 m de este tramo el Estero es bordeado por el Cerro del Medio por el Norte.

24. Malla de modelación

Por tratarse de un modelo pequeño, se asignó la misma discretización de la malla para toda el área de modelación con un valor de 2m. Este valor permite representar correctamente el Estero que cuenta con anchos de entre 15 y 30m. Así, la malla cuenta con 301.048 elementos y 151.278 nodos.

En la siguiente figura se observa el resultado del mallado. Cabe destacar que el área de modelación está dividida en 4 zonas de diferente rugosidad y en cuyas intersecciones el tamaño de los elementos es más pequeño. Por este motivo, es posible identificar en la Figura N° 8.4—8 la extensión del cauce y el borde entre el Cerro del Medio y la zona urbana.

Figura N° 8.4—8: Malla de modelación estero Las Hualtatas norte

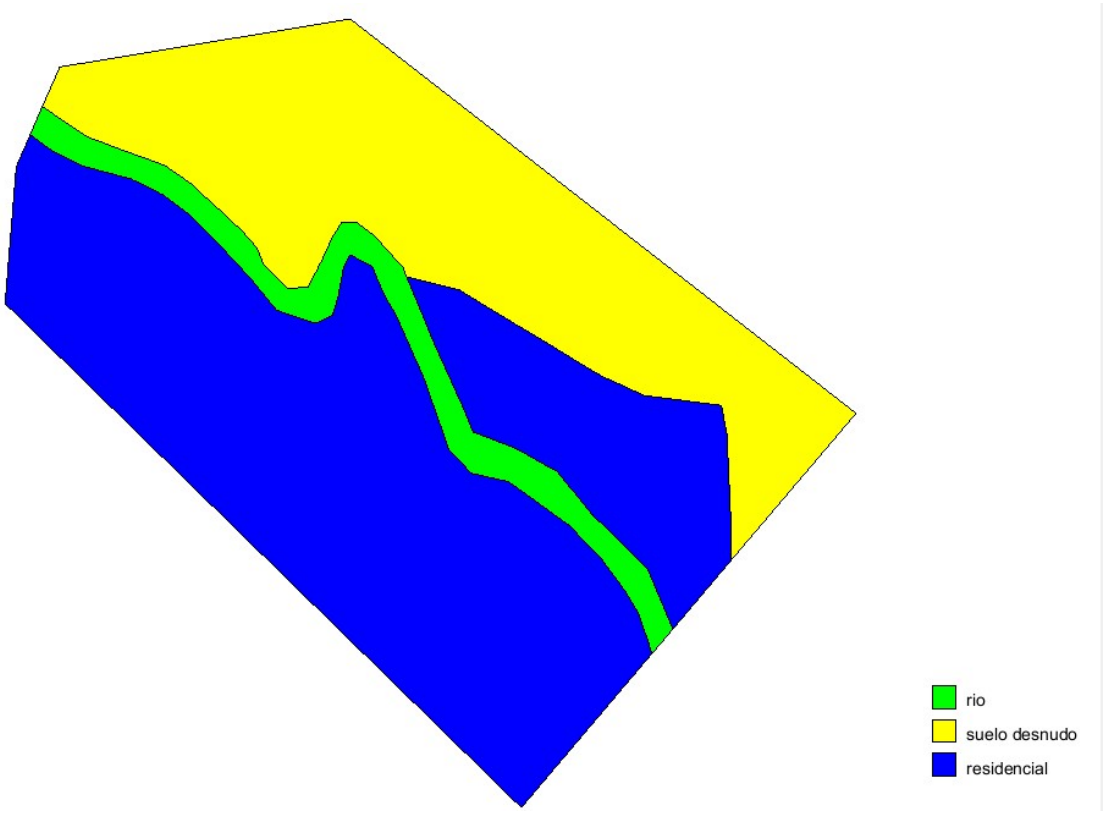


Fuente: Captura de pantalla (Software Iber, 2020)

25. Rugosidad

Se definieron 3 categorías de uso de suelo para asignar los coeficientes de rugosidad de Manning. En la Figura N° 8.4—9 se presentan las categorías utilizadas, donde es asignó un uso de suelo tipo “río” para el Estero, “residencial” para la zona urbana y “suelo desnudo” para el Cerro del Medio, cada uno con coeficientes de Manning de 0.04, 0.15 y 0.023 respectivamente.

Figura N° 8.4—9: Coeficientes de rugosidad estero Las Hualtatas norte

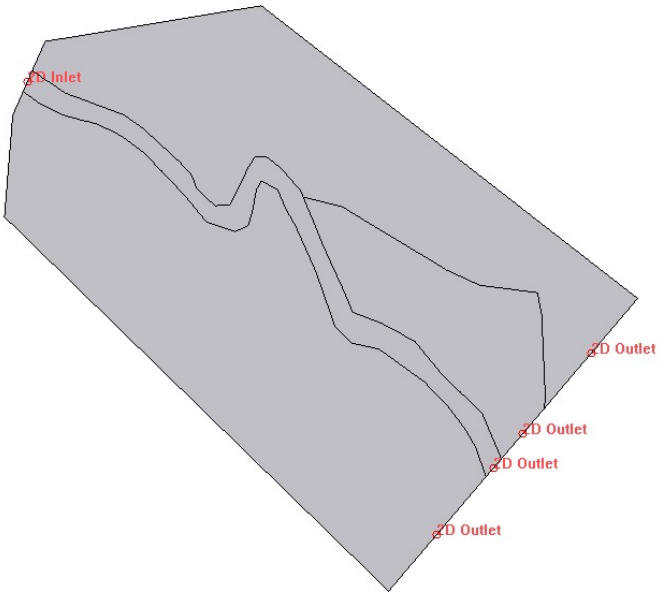


Fuente: Captura de pantalla (Software Iber, 2020)

26. Condiciones de borde

Las condiciones de borde del modelo corresponden a las entradas y salidas hídricas identificadas en el área de modelación. En este caso se identifica una sola entrada correspondiente al hidrograma de la crecida del estero Las Hualtatas para periodo de retorno de 100 años, ubicada en el extremo noroeste modelo (Figura N° 8.4—10). La condición de borde de salida corresponde al sector donde el escurrimiento abandona el área de modelación, es decir, el extremo sureste del Estero, a lo cual se suma todo el borde sureste del modelo (Figura N° 8.4—10) para evitar posibles anegamientos artificiales en caso de que el río se desbordase.

Figura N° 8.4—10: Condiciones de borde estero Las Hualtatas norte



Fuente: Captura de pantalla (Software Iber, 2020)

27. Resultados

El modelo entrega como resultados las alturas y velocidades en cada elemento de la malla, y para cada paso de tiempo seleccionado. En la Figura N° 8.4—11 y Figura N° 8.4—12 se presentan gráficamente los valores máximos obtenidos de altura y velocidad respectivamente. Se observa que el sector donde el Estero forma una curva en forma de “S” se inunda con alturas inferiores a 1m. En este mismo sector las velocidades máximas son bajas, sin embargo, justo aguas debajo de la curva en “S” la velocidad aumenta considerablemente.

Figura N° 8.4—11: Máxima altura de inundación estero Las Hualtatas norte

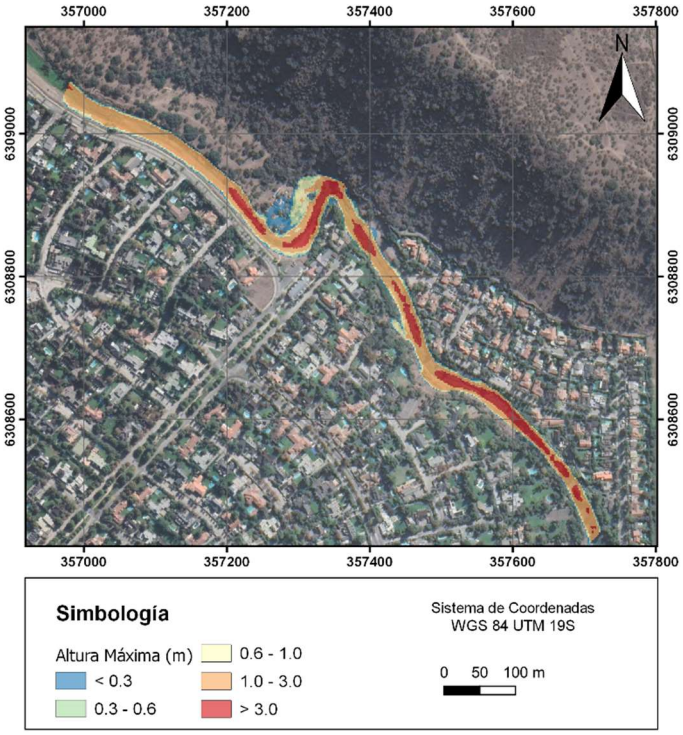
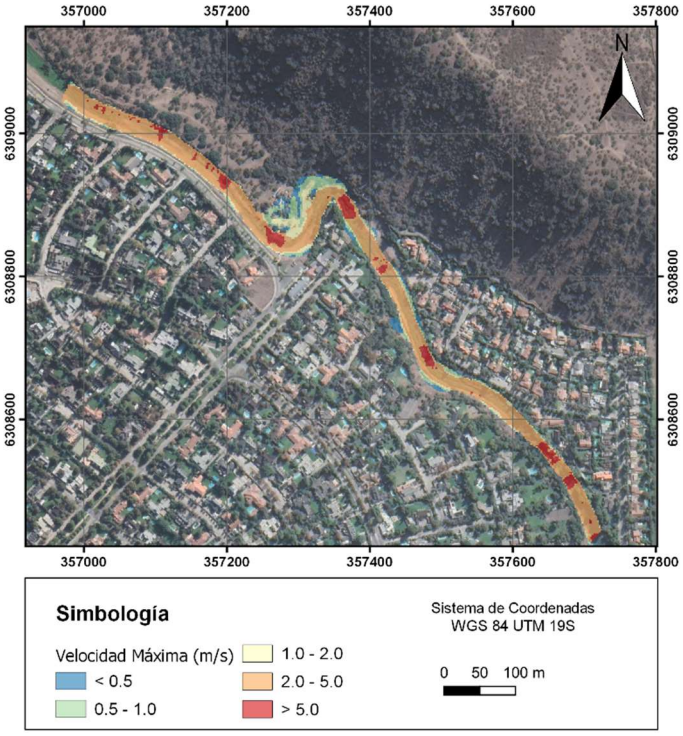


Figura N° 8.4—12: Máxima velocidad de flujo estero Las Hualtatas norte

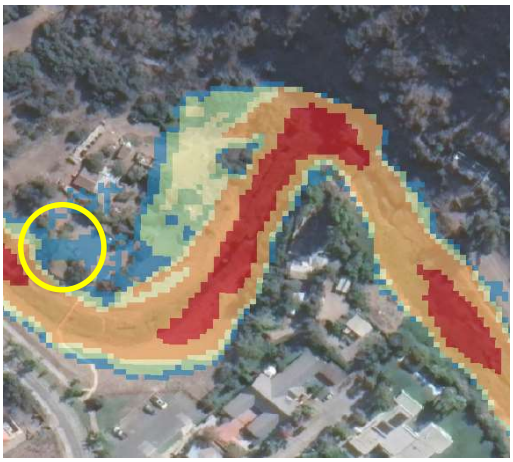


Adicionalmente se identificaron 3 sectores en los cuales el Estero se desborda, los cuales se muestran en las siguientes figuras.

Figura N° 8.4—13: Zona de desborde 1 y 2 estero Las Hualtatas norte



Figura N° 8.4—14: Zona de desborde 3 estero Las Hualtatas norte



Fuente: Elaboración propia (2021)

iii) Modelo Sur

28. Área de modelación

El modelo del sector sur comprende un tramo de 1,9 km del Estero Las Hualtatas entre Av. José Alcalde Délano y Av. Raúl Labbé. Este sector se caracteriza por bordear los terrenos de la Fundación Caz por su ribera sur en la primera mitad de su recorrido.

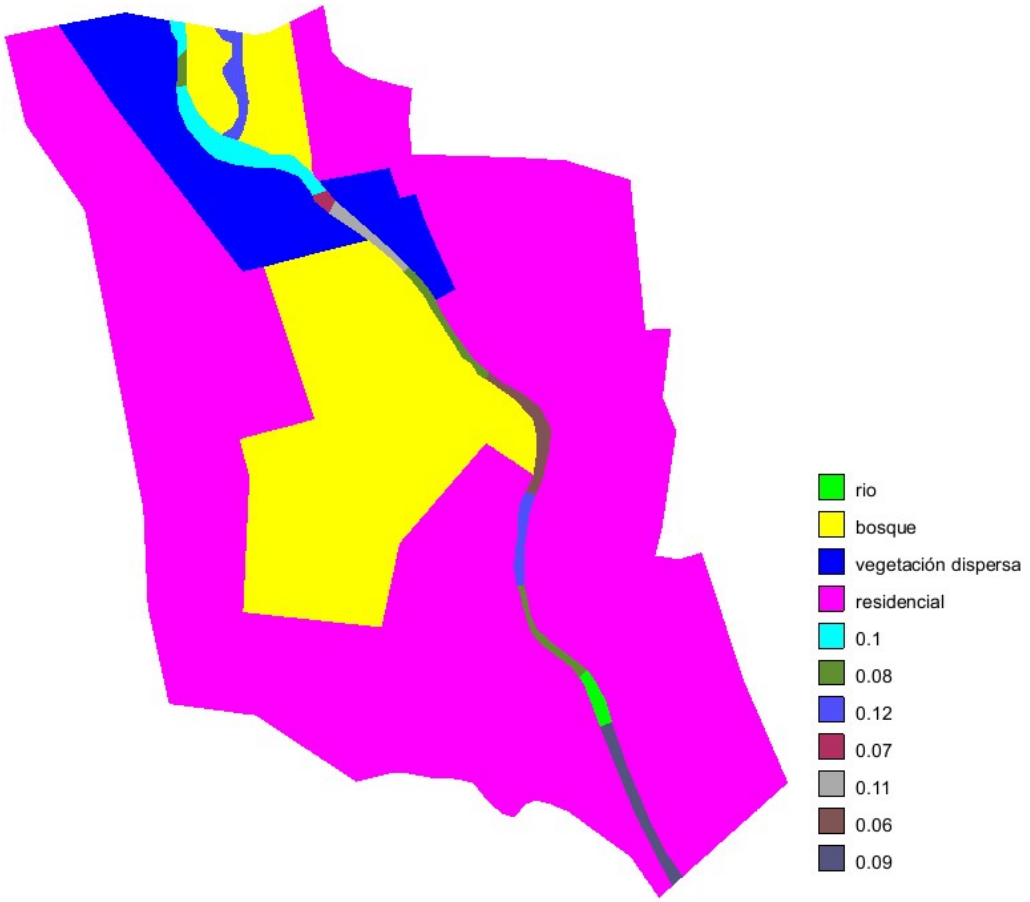
29. Malla de modelación

Por tratarse de un modelo pequeño, se asignó la misma discretización de la malla para toda el área de modelación con un valor de 2m. Este valor permite representar correctamente el Estero que cuenta con anchos de entre 8 y 25m. Así, la malla cuenta con 721.199 elementos y 362.626 nodos.

30. Rugosidad

En este tramo del Estero Las Hualtatas el cauce se caracteriza por presentar abundante vegetación, la cual aumenta el coeficiente de rugosidad y por lo tanto aumenta la susceptibilidad a generar inundaciones. Para representar estas condiciones se considera una rugosidad actual del Estero con valores de uso de suelo que van desde tipo “río” con coeficiente de Manning de 0.025, hasta uso de suelo tipo “bosque” con Manning de 0.12. La distribución de tipos de suelo y coeficientes de rugosidad se muestra en la Figura N° 8.4—15. El tipo de suelo “vegetación dispersa” tiene un Manning de 0.08.

Figura N° 8.4—15: Coeficientes de rugosidad estero Las Hualtatas sur



Fuente: Captura de pantalla (Software Iber, 2020)

31. Condiciones de borde

Al igual que en el sector norte, se identifica una sola entrada correspondiente al hidrograma de la crecida del estero Las Hualtatas para periodo de retorno de 100 años, ubicada en el extremo noroeste modelo. La condición de borde de salida corresponde al sector donde el escurrimiento abandona el área de modelación, es decir, el extremo sureste del Estero, a lo cual se suma todo el borde sureste del modelo (Figura N° 8.4—16) para evitar posibles anegamientos artificiales en caso de que el río se desbordase. Las condiciones de borde son las mismas para el escenario a y b.

Figura N° 8.4—16: Condiciones de borde estero Las Hualtatas sur



Fuente: Captura de pantalla (Software Iber, 2020)

32. Resultados

Se identificaron diversas zonas susceptibles de ser inundadas. En la Figura N° 8.4—17 se observa una inundación de hasta 1m en la ribera derecha del Estero en todo el sector de la Fundación Caz. En la Figura N° 8.4—18 se presentan los valores de velocidad máxima alcanzados.

Figura N° 8.4—17: Máxima altura de inundación estero Las Hualtatas sur

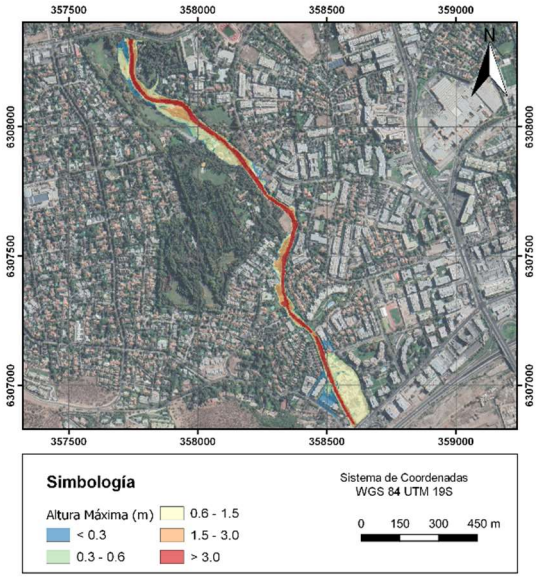
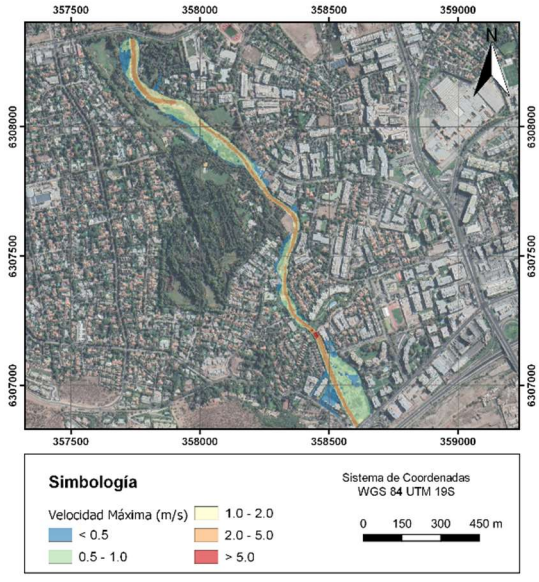


Figura N° 8.4—18: Máxima velocidad estero Las Hualtatas sur



Algunos sectores en los cuales el Estero se desbordase identifican en las siguientes figuras. Se destaca que se presentan los mismos sectores para diferentes pasos de tiempo de la modelación, identificados como t1 y t2.

Figura N° 8.4—19: Zona de desborde 1 estero Las Hualtatas sur (t1)

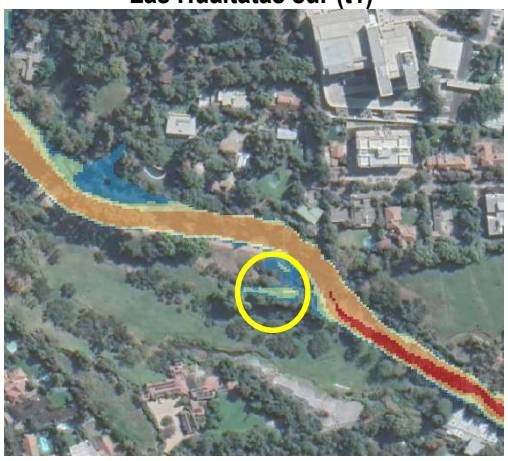


Figura N° 8.4—20: Zona de desborde 1 estero Las Hualtatas sur (t2)

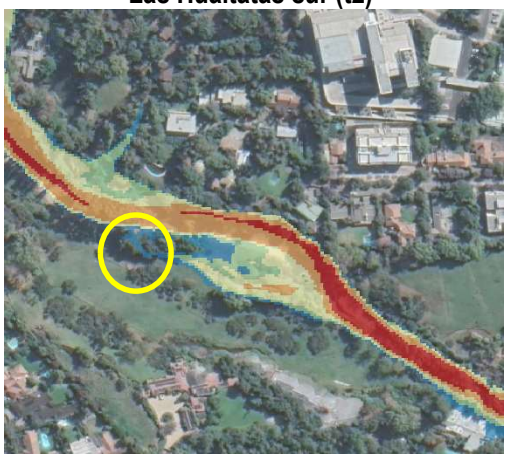


Figura N° 8.4—21: Zona de desborde 2 estero Las Hualtatas sur (t1)

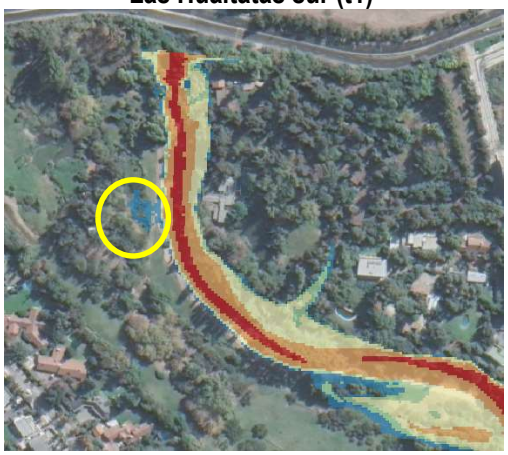


Figura N° 8.4—22: Zona de desborde 2 estero Las Hualtatas sur (t2)

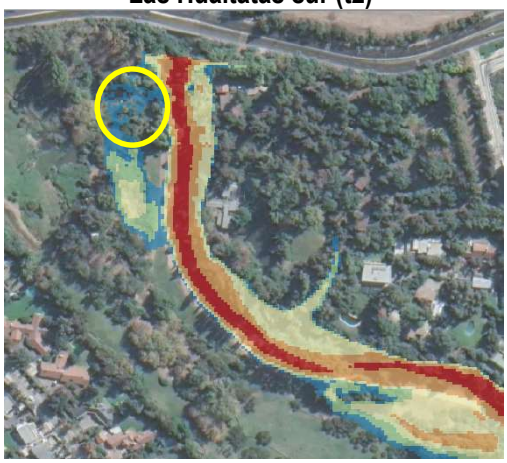


Figura N° 8.4—23: Zona de desborde 3 estero Las Hualtatas sur (t1)

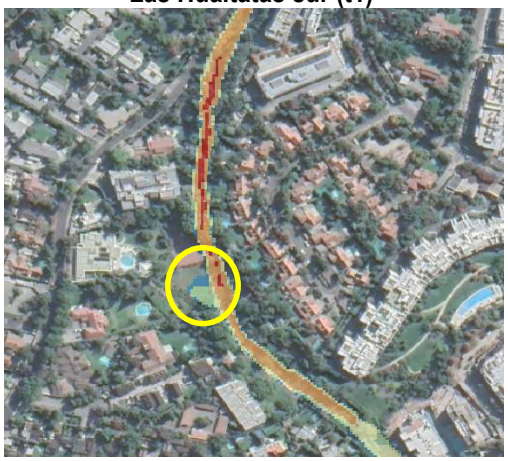


Figura N° 8.4—24: Zona de desborde 3 estero Las Hualtatas sur (t2)



Figura N° 8.4—25: Zona de desborde 4 estero Las Hualtatas sur (t1)



Figura N° 8.4—26: Zona de desborde 4 estero Las Hualtatas sur (t2)



Figura N° 8.4—27: Zona de desborde 4 estero Las Hualtatas sur (t3)



Figura N° 8.4—28: Zona de desborde 4 estero Las Hualtatas sur (t4)



Fuente: Elaboración propia (2021)

e) Resultados Digitales Modelos 1D (apéndice digital)

En este apéndice (formato digital) se incorporan los resultados obtenidos para los modelos 1D, correspondientes a la Quebrada Las Zorras y al estero Huallalolén. El modelo 1D se realiza en base a perfiles transversales del cauce, por lo cual los resultados se entregan para cada uno de ellos. De esta forma, se incluye en este anexo:

i. Archivos modelos HEC-RAS.
ii. Perfil Longitudinal: Corresponde a la altura máxima de inundación en cada cauce, donde cada punto representa la altura de agua en cada perfil, para periodos de retorno de 10 y 100 años.
iii. Tabla resumen resultados por perfil: En esta tabla se incluye, para cada perfil, su número de identificación, el caudal total pasante, la altura máxima, la velocidad promedio en el perfil, el área de flujo, el ancho superficial y el número de Froude. Adicionalmente se incluyen los valores mínimos y máximos para cada cauce de las variables altura máxima, velocidad y ancho superficial.
iv. Perfiles Transversales: Corresponde a la altura de inundación en cada perfil, identificando tanto el nivel de terreno como la cota de agua, para periodos de retorno de 10 y 100 años

v. Resultados SHP: Fuera de texto, se incluye una carpeta con los resultados de la modelación hidráulica respecto de las áreas de inundación.

f) Resultados Digitales Modelos 2D (apéndice digital)

En este apéndice (formato digital) se incorporan los resultados obtenidos para los modelos 2D, correspondientes al Estero Las Hualtatas, Modelo Norte y Modelo Sur. El modelo 2D se realiza en base a un modelo de elevación de superficie del terreno, en formato raster, con una grilla triangular de ancho máximo 2m, lo que permite obtener los resultados igualmente en formato grilla, para elementos cuadrados de 2m de ancho.

De esta forma, se incluyen en este anexo los siguientes archivos:

i. Modelos hidráulicos Iber: "Modelo_Hualtatas_Norte" y "Modelo_Hualtatas_Sur"

ii. Resultados de alturas y velocidades máximas de inundación en formato raster/tif.

iii. Resultados de alturas y áreas de Inundación formato kmz: Permiten visualizar para diferentes pasos de tiempo los valores de altura y las áreas bajo inundación, utilizando el programa Google Earth.

8.4.2 Modelos de flujos de barro y/o detritos

a) Software RAMMS

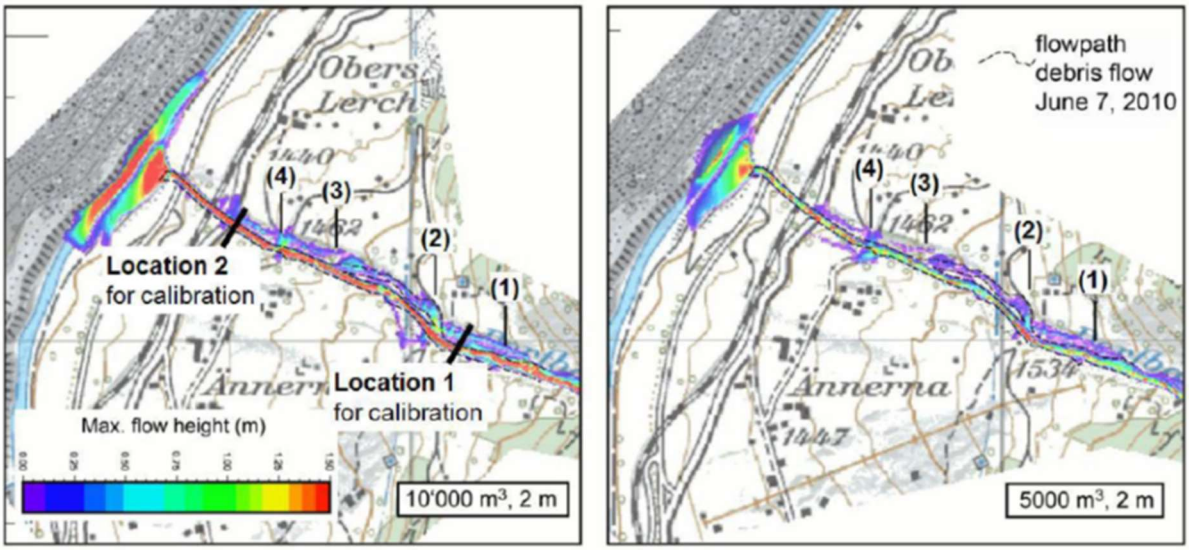
Para determinar el comportamiento hidráulico de los aluviones en las quebradas de Lo Barnechea, se utilizó el software RAMMS-DF v1.7.20, el cual realiza una simulación numérica bidimensional de remociones de tipo flujo y permite conocer, en cada punto del flujo, la velocidad, altura y energía de impacto, además de permitir la definición de zonas de inundación.

RAMMS-DF v1.7.20 es un software desarrollado por el Instituto de investigación suizo de nieve y avalanchas (WSL/SLF) y está físicamente basado en un modelo dinámico que utiliza un volumen finito para resolver ecuaciones bidimensionales de aguas someras (Schneider, Huggel, Cochachin, Guillén, & García, 2014). El modelo responde a la ley de resistencia friccional de Voellmy (S), la cual considera una reología de fluido viscoso-turbulento (Voellmy, 1955; Salm, Burkard, & Gubler, 1990; Salm, 1993).

$$S = \mu N + \frac{\rho g u^2}{\xi}[Pa], \qquad con\ N = \rho g h cos(\phi)$$

Donde ρ corresponde a la densidad del flujo; μ es la fricción seca de Coulomb; g la aceleración de gravedad; ξ es la fricción viscosa-turbulenta; h la altura del flujo; Φ el ángulo del talud; y u es la velocidad del flujo. Los coeficientes de fricción del modelo permiten simular el comportamiento del evento de manera que queden correctamente representadas las etapas de fluencia y de detención del flujo. En la siguiente figura se presenta un ejemplo de salida gráfica del software RAMMS-DF v1.7.20.

Figura N° 8.4—29: Ejemplo de salida gráfica de resultados de simulación numérica con RAMMS-DF v1.7.20



Fuente: Manual RAMMS-DF v1.7.20

RAMMS-DF v1.7.20 cuenta con módulos de cohesión, incorporación de material, efecto de zonas curvas, y además, con la opción de agregar zonas con características diferentes a las del cauce para generar resultados cada vez más realistas. El programa también cuenta con herramientas para la modificación del modelo de elevación digital, acondicionados para la simulación de flujos sucesivos o la evaluación de obras para la mitigación de estos eventos, atributos que hacen de este programa una de las herramientas con mayores ventajas respecto a otros modelos numéricos de remociones de tipo flujo.

Una correcta representación de los fenómenos a través de RAMMS-DF v1.7.20 depende en mayor medida de la información topográfica existente y, sobre todo de la calibración de los parámetros del modelo, en el Cuadro N° 8.4-5se presenta una recopilación con los coeficientes de fricción y viscosidad utilizados en distintas simulaciones numéricas de diversos tipos de remociones de tipo flujo. La determinación de las áreas de peligro aluvional se realizó en base a eventos asociados a los distintos periodos de retorno definidos para la zona de estudio. La mayor incertidumbre en los resultados de las inundaciones se asocia a los caudales y a los volúmenes de ingreso al modelo.

Cuadro N° 8.4-5: Recopilación de coeficientes de fricción y viscosidad.

Referencia	Flujo granular		Flujo viscoso		Flujo Hiperconcentrado		Inundación de detritos	
	μ	ξ [m/s²]	μ	ξ [m/s²]	μ	ξ [m/s²]	μ	ξ [m/s²]
Hungr y Evans (1996)	-	-	0,1	500	-	-	-	-
Scheuner et al. (2011)	0,15	125	-	-	-	-	-	-
Hussin et al. (2012)	-	-	0,06	500	-	-	-	-
Deubelbeiss y Graf (2013)	0,225	130	-	-	-	-	-	-
WSL (2017)	0,05-0,4	100-200	0,05-0,4	200-1000	-	-	-	-
Schneider et al. (2014)	0,16	500	0,08	500	0,04	500	0,01	500
Schraml et al. (2015)	0,07-0,11	200-300	-	-	-	-	-	-

Fuente: Modificado de Celis (2018)

Se analizaron los procesos aluvionales en las quebradas Huallalolén y del Ñilhue. El procedimiento para la construcción del modelo es el siguiente:

- Preparación de la información topográfica: Se ingresó la información cartográfica disponible, a partir de la cual se construyó la malla de modelación. Debido a la superficie de las quebradas y al tiempo de modelación requerido por el modelo y el alcance de los flujos, se utilizó una resolución de la celda de 5 m.

- Definición del dominio del modelo: Se delimitó el dominio de la modelación en base al área que se requería simular. Esta incluyó los sectores cercanos a cauces para una adecuada representación de los efectos reales del flujo en el área de estudio.

- Determinación de parámetros de entrada: En base a la información hidrológica, análisis granulométricos e información geológica y geomorfológica levantada en este estudio se procedió a evaluar los parámetros de entrada del modelo. En este punto se determinaron los datos de entrada concernientes a zonas de inicio de los eventos aluvionales, volúmenes y caudales iniciales.

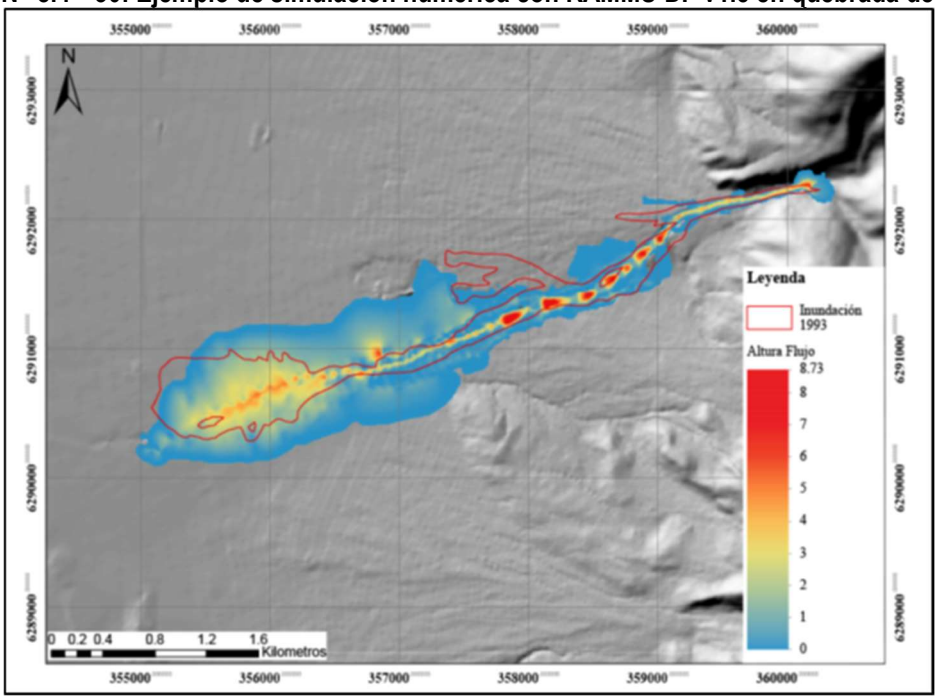
- Calibración del modelo: Como no se cuenta con una descripción detallada de los eventos registrados en el área, se utilizaron los coeficientes del modelo obtenidos en las quebradas de Macul y San Ramón en Celis (2018), debido a la similitud de las quebradas del frente cordillerano de Santiago con las de la Comuna de Lo Barnechea.

- Simulación de eventos: Se simularon los caudales de crecida y volúmenes definidos para cada período de retorno determinado.

- Extracción de resultados: Para cada simulación se obtuvo un ráster con información de la velocidad y altura para cada elemento definido en la malla. Con esto se definió el mapa de intensidad de flujos de detritos, orientado a complementar la información geomorfológica y el catastro de la zona de estudio, en la evaluación de susceptibilidad de flujos de barro y/o detritos.

En la Figura N° 8.4—30 se presenta un ejemplo del resultado de una simulación realizada en la quebrada de Macul con RAMMS-DF v1.5, en donde se puede apreciar la distribución de alturas máximas alcanzadas por un evento aluvional en un modelo de elevación digital con una resolución espacial de 9 m (Celis, 2018). Es importante mencionar que las nuevas versiones del modelo numérico añaden nuevos coeficientes que aumentan la confiabilidad de los resultados obtenidos, al abordar más aristas de estos complejos fenómenos.

Figura N° 8.4—30: Ejemplo de simulación numérica con RAMMS-DF v1.5 en quebrada de Macul.



Fuente: Celis (2018)

b) Estimación de Parámetros de entrada

i) Estimación de los caudales

En el 8.3.5 se estimaron los caudales máximos líquidos para las quebradas Huallalolén y del Ñilhue los cuales se presentan en el Cuadro N° 8.4-6. Como se puede observar, las diferencias entre los caudales para los distintos periodos de retorno consecutivos contienen un aumento que fluctúa entre un 15% a un 30% aproximadamente. Para efectos de entender el comportamiento de distintos eventos, se analizaron los caudales asociados a periodos de retorno de 100 y 25 años, con el fin de visualizar las magnitudes de un evento de baja ocurrencia (100 años) respecto a un evento de mayor recurrencia (25 años).

A partir de la ecuación propuesta por Armanini y Gregoretti (2000) se estimó el caudal de un posible evento aluvional para cada una de las quebradas, en donde Q_p representa el caudal máximo total del flujo de detritos, Q_w el caudal máximo líquido estimado a partir de un evento meteorológico, C_v la concentración volumétrica de sólidos y C* la concentración máxima de los sólidos (o concentración de empaquetamiento), la que generalmente toma valores del orden del 65%. Como los eventos catastrados no poseen información certera sobre la concentración volumétrica de sedimentos aproximada, se calculan los caudales máximos para cuatro concentraciones de sedimentos posibles, que varían entre un evento de flujo de detritos a un evento de inundación de detritos.

$$Q_p = Q_w * \frac{C^*}{C^* - C_v}$$

Cuadro N° 8.4-6: Cálculo de caudales totales para flujos de detritos a partir de caudales líquidos máximos estimados en la quebradas Huallalolén y del Ñilhue

Quebrada	T [años]	Caudal Líquido Máximo (Q_w) [m^3/s]	Concentración volumétrica (C_v) [%]	Caudal Máximo Total (Q_p) [m^3/s]
Huallalolén	100	22,2	50	96,2
			40	57,7
			30	41,2
			20	36,1
	25	17,9	50	77,5
			40	46,5
			30	33,2
			20	25,8
Del Ñilhue	100	17,0	50	73,7
			40	44,2
			30	31,6
			20	24,6
	25	12,5	50	54,2
			40	32,5
			30	23,2
			20	18,1

Fuente: Elaboración propia (2021)

ii) Estimación de los volúmenes de flujos

A partir de los caudales máximos totales estimados con los caudales líquidos, se calculó el volumen de los flujos de detritos mediante las fórmulas empíricas expresadas por Mizuyama et al. (1992), Jitousono et al. (1996), Bovis y Jakob (1999) y Rickenmann (1999), las que se presentan en el Cuadro N° 8.4-7 junto con los volúmenes estimados para cada caudal y concentración de cada quebrada.

En términos de flujos aluvionales en la zona central de Chile, los cuales usualmente corresponden a flujos hiperconcentrados con concentraciones volumétricas de sedimentos en torno al 30% y 40%, las fórmulas de Mizuyama et al. (1992), Bovis y Jakob (1999) y Rickenmann (1999) tienden a subestimar los volúmenes al ser calibrados en zonas donde se producen eventos aluvionales con concentraciones de sólidos mayores a un 50%. Las fórmulas generadas por Jitousono et al. (1996), estimadas para flujos de detritos de origen volcánico, generan volúmenes más acordes a los eventos de la zona central al ser más hiperconcentrados, por lo tanto, los volúmenes que se presentan a continuación, en el Cuadro N° 8.4-8 corresponden a un promedio de las dos fórmulas empíricas determinadas para este tipo de flujo.

Cuadro N° 8.4-7: Estimación de volúmenes de flujos de detritos mediante fórmulas empíricas.

Quebrada	Caudal Líquido (Q_p) [m^3/s]	Referencia	Fórmula	Volumen (V) [m^3]			
				Cv 50%	Cv 40%	Cv 30%	Cv 20%
Huallalolén	22,2	Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.135V^{0.78}$	4.541,9	2.359,5	1.532,8	1.110,6
		Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.019V^{0.79}$	49.512,0	25.935,2	16.940,2	12.324,2
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.006V^{0.83}$	125.281,9	67.752,0	45.193,5	33.399,1
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.001V^{0.87}$	378.227,9	210.259,2	142.820,9	106.988,8
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.04V^{0.90}$	5.709,2	3.236,5	2.227,0	1.684,4
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.003V^{1.01}$	28.923,2	17.441,9	12.500,1	9.746,5
		Rickenmann (1999)	$Q_p = 0.1V^{0.83}$	3.926,0	2.121,6	1.414,5	1.045,0
		Promedio		251.754,9	139.005,6	94.007,2	70.194,0
Huallalolén	17,9	Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.135V^{0.78}$	3.443,5	1.788,8	1.162,1	842,0
		Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.019V^{0.79}$	37.669,5	19.731,9	12.888,3	9.376,5
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.006V^{0.83}$	96.610,6	52.246,7	34.850,8	25.755,6
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.001V^{0.87}$	295.086,4	164.040,3	111.426,2	83.470,7
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.04V^{0.90}$	4.491,2	2.546,1	1.751,9	1.325,0
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.003V^{1.01}$	23.355,2	14.084,2	10.093,7	7.870,2
		Rickenmann (1999)	$Q_p = 0.1V^{0.83}$	3.026,6	1.635,5	1.090,5	805,6
		Promedio		195.848,5	108.143,5	73.138,5	54.613,1
Del Ñilhue	17,0	Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.135V^{0.78}$	3.227,7	1.676,8	1.089,3	789,2
		Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.019V^{0.79}$	35.338,2	18.510,7	12.090,7	8.796,2
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.006V^{0.83}$	90.917,7	49.168,0	32.797,2	24.237,9
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.001V^{0.87}$	278.455,3	154.795,0	105.146,2	78.766,3
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.04V^{0.90}$	4.246,3	2.407,2	1.656,3	1.252,8
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.003V^{1.01}$	22.216,9	13.397,7	9.601,7	7.486,6
		Rickenmann (1999)	$Q_p = 0.1V^{0.83}$	2.848,0	1.539,1	1.026,1	758,1
		Promedio		184.686,5	101.981,5	68.971,7	51.502,1
Del Ñilhue	12,5	Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.135V^{0.78}$	2.176,2	1.130,5	734,4	532,1
		Mizuyama et al. (1992)	$Q_p = 0.019V^{0.79}$	23.944,6	12.542,6	8.192,5	5.960,1
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.006V^{0.83}$	62.798,9	33.961,4	22.653,7	16.741,7
		Jitousono et al. (1996)	$Q_p = 0.001V^{0.87}$	195.552,1	108.708,6	73.841,5	55.315,5
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.04V^{0.90}$	3.017,4	1.710,6	1.177,0	890,2
		Bovis y Jakob (1999)	$Q_p = 0.003V^{1.01}$	16.385,7	9.881,3	7.081,6	5.521,6
		Rickenmann (1999)	$Q_p = 0.1V^{0.83}$	1.966,3	1.062,6	708,4	523,4
		Promedio		129.175,5	71.335,0	48.247,6	36.028,6

Fuente: Elaboración propia (2021)

iii) Estimación de velocidades

Para estimar la velocidad de los eventos aluvionales se consideró la fórmula para flujos newtonianos turbulentos de Manning-Strickler y una fórmula empírica (Rickenmann, 1999), las cuales han sido utilizadas satisfactoriamente en flujos hiperconcentrados (PWRI, 1988) y pulsos inestables de flujos de detritos (Koch, 1998). Las ecuaciones involucran H (m) el espesor máximo del flujo, S la pendiente promedio del cauce, además de coeficientes dependientes del caudal total del flujo (Q_p): n el coeficiente de flujo turbulento de Manning y C_1 [$m^{0.7}/s$] un coeficiente empírico.

$$V = \frac{1}{n} * H^{2/3} * S^{1/2} \quad \text{Ecuación de Manning-Strickler}$$

$$V = = C_1 * H^{0,3} * S^{0,5} \quad \text{Ecuación Empírica}$$

$$n = 0,077 * Q_p^{1/15} \quad \text{Coeficiente de Manning-Strickler}$$

$$C_1 = 10 * Q_p^{2/25} \quad \text{Coeficiente de Manning-Strickler}$$

Para la estimación de la pendiente promedio S y las alturas máximas de flujo H se generaron perfiles longitudinales y transversales en el ápice de ambas quebradas. Las ubicaciones en los perfiles se pueden observar en la Figura N° 8.4-31 para la quebrada de Huallalolén y en la Figura N° 8.4—34 para la quebrada del Ñilhue, en esta última se puede apreciar que existen dos tributarios que confluyen en el ápice de la quebrada.

Mediante la topografía de la zona se obtuvo el perfil longitudinal (Figura N° 8.4—32) y transversal (Figura N° 8.4-33) de la quebrada Huallalolén, desde donde se calculó una pendiente promedio de 0,31 y una altura máxima que fluctúa entre 2,9 m en eventos menores y 4,8 m en eventos de mayores proporciones.

Paralelamente, mediante la topografía de la zona se obtuvieron los perfiles longitudinales del tributario oriental (Figura N° 8.4—35) y del tributario occidental (Figura N° 8.4—36), junto con el perfil transversal del ápice de la quebrada del Ñilhue (Figura N° 8.4—37). Desde donde se calcula que la pendiente promedio corresponde a 0,34, considerando la máxima pendiente entre ambos tributarios, y la altura máxima fluctúa entre una altura de 2,4 m en eventos menores donde la quebrada admite un 50% aproximado de área transversal y 4,3 m en eventos de mayores proporciones donde se alcanza un 100% de la capacidad total de la quebrada.

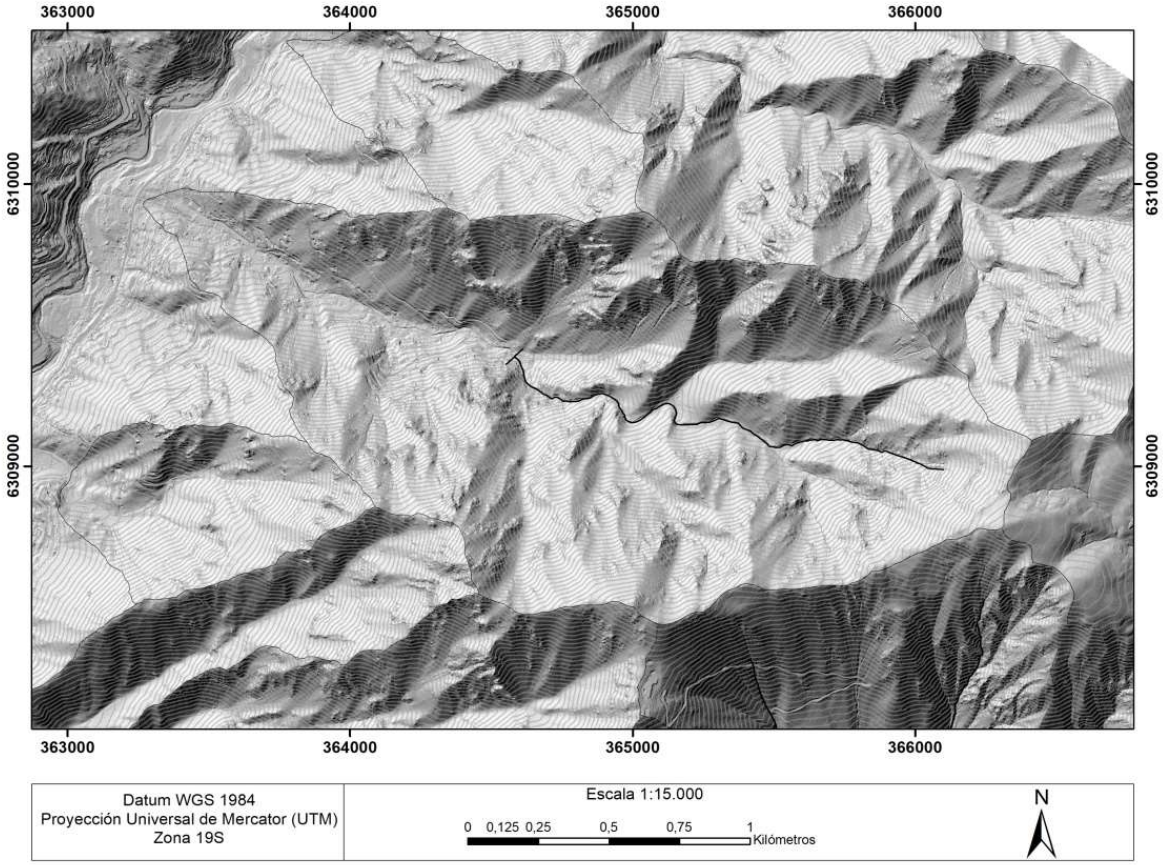
Los valores asociados a ambas ecuaciones y sus coeficientes se presentan en el siguiente cuadro. Se puede apreciar que la velocidad no varía, en estos casos, con las concentraciones ni con los distintos caudales en una misma quebrada.

Cuadro N° 8.4-8: Estimación de velocidades de flujos de detritos mediante fórmulas empíricas.

Quebrada	Caudal Líquido (Q_p) [m^3/s]	Fórmula	Valor	Concentración volumétrica Cv			
				50%	40%	30%	20%
Huallalolén	22,2	Manning-Strickler	n	0,1	0,1	0,1	0,1
			v [m/s]	13,1	13,6	13,9	14,1
		Ecuación Empírica	n	14,1	13,8	13,5	13,2
			v [m/s]	12,0	11,5	11,2	11,0
		Promedio	v [m/s]	12,6	12,6	12,6	12,6
Huallalolén	17,9	Manning-Strickler	n	0,1	0,1	0,1	0,1
			v [m/s]	13,3	13,8	14,1	14,3
		Ecuación Empírica	n	14,2	13,6	13,2	13,0
			v [m/s]	11,8	11,3	11,0	10,8
		Promedio	v [m/s]	12,6	12,6	12,6	12,6
Del Ñilhue	17,0	Manning-Strickler	n	0,1	0,1	0,1	0,1
			v [m/s]	12,5	12,9	13,2	13,4
		Ecuación Empírica	n	14,1	13,5	13,2	12,9
			v [m/s]	11,6	11,2	10,9	10,7
		Promedio	v [m/s]	12,1	12,1	12,1	12,1
Del Ñilhue	12,5	Manning-Strickler	n	0,1	0,1	0,1	0,1
			v [m/s]	12,8	13,2	13,5	13,7
		Ecuación Empírica	n	13,8	13,2	12,9	12,6
			v [m/s]	11,1	10,9	10,6	10,4
		Promedio	v [m/s]	12,1	12,1	12,1	12,1

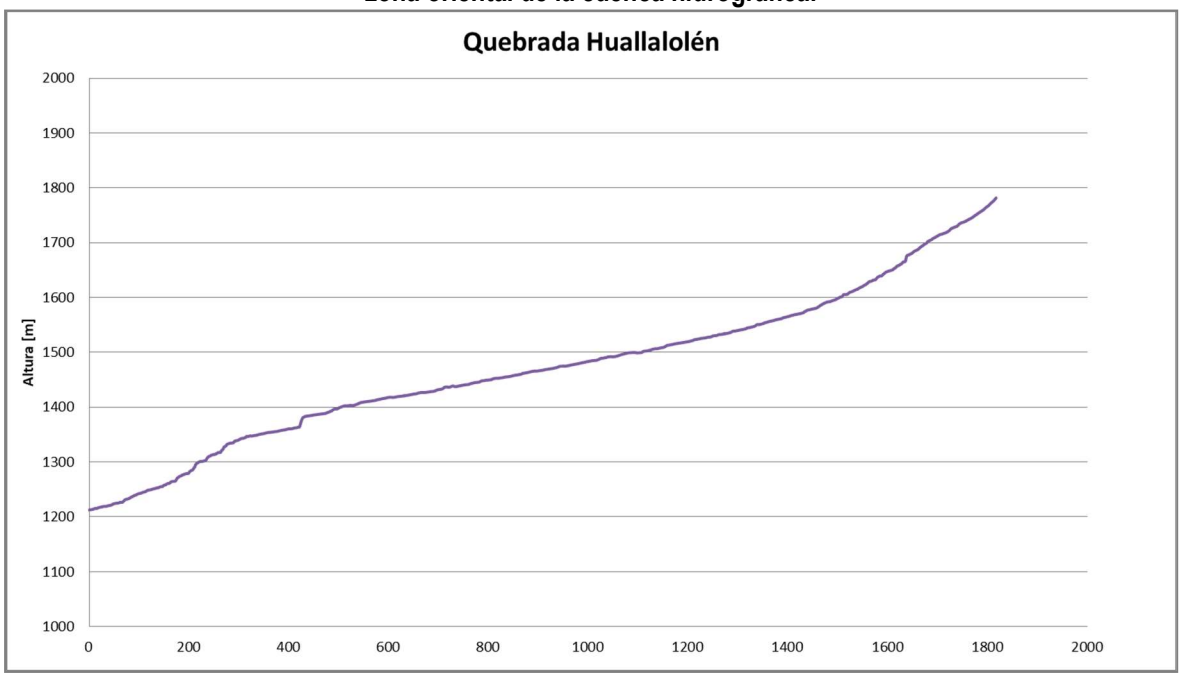
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—31: Ubicación de perfiles longitudinales y transversales en Quebrada Huallalolén



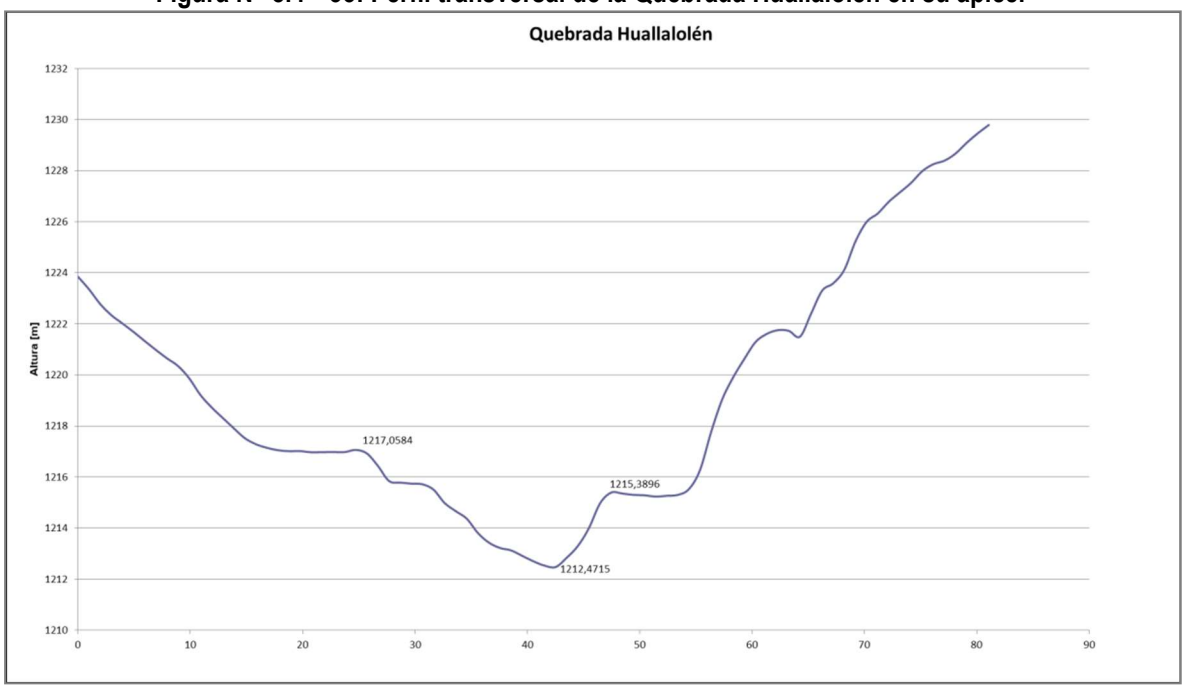
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—32: Perfil longitudinal de la Quebrada Huallalolén desde el ápice a su nacimiento en la zona oriental de la cuenca hidrográfica.



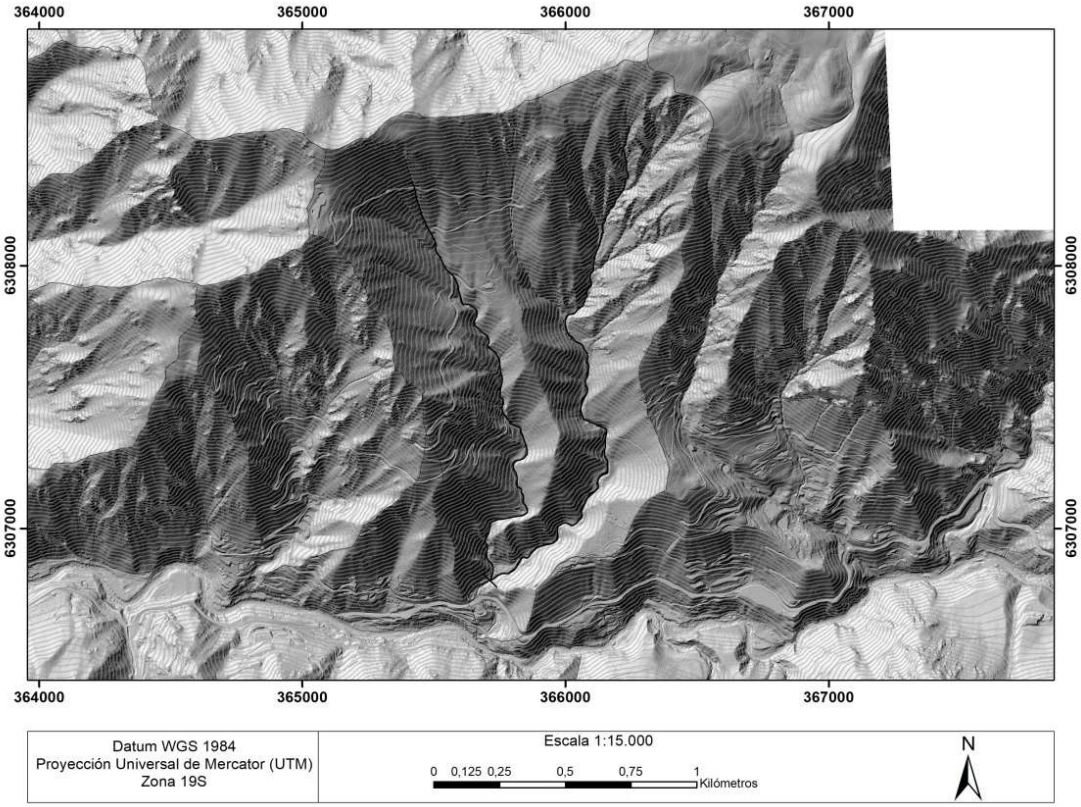
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—33: Perfil transversal de la Quebrada Huallalolén en su ápice.



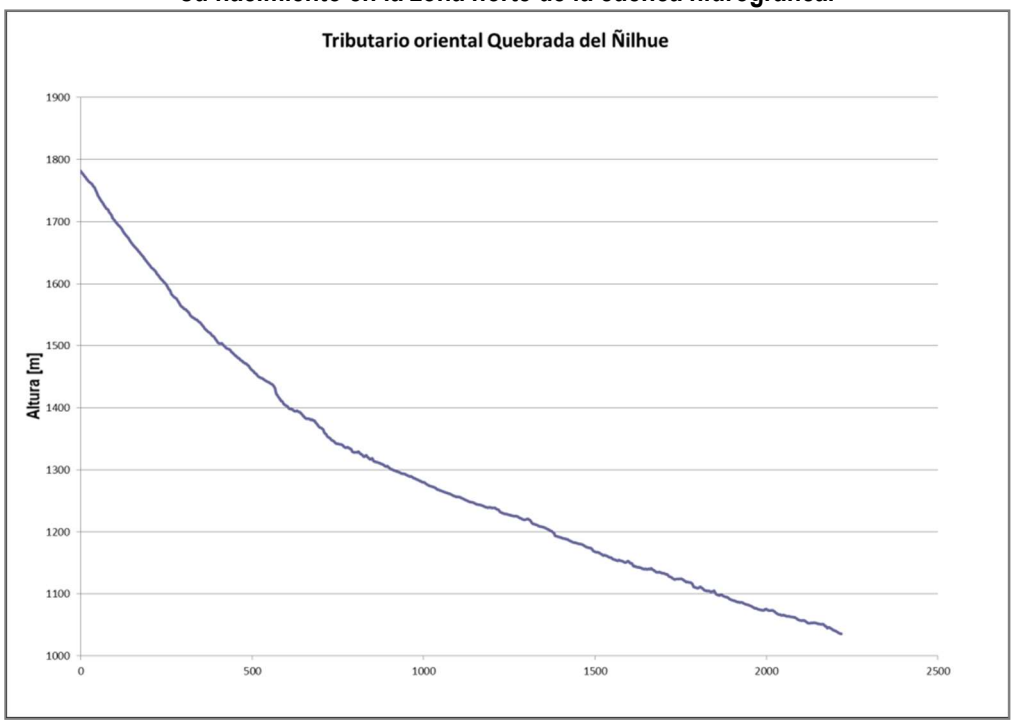
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—34: Ubicación de perfiles longitudinales y transversales en Quebrada Del Ñilhue.



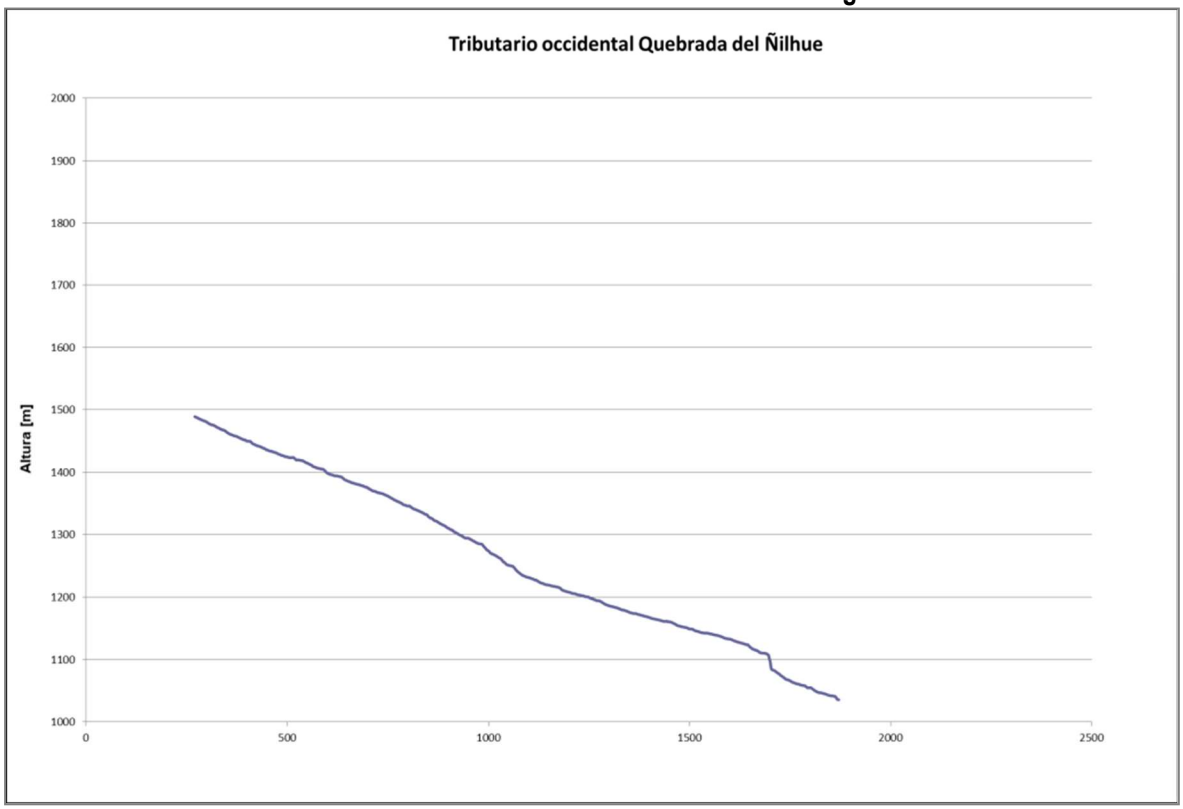
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—35: Perfil longitudinal del tributario oriental de la Quebrada del Ñilhue desde el ápice a su nacimiento en la zona norte de la cuenca hidrográfica.



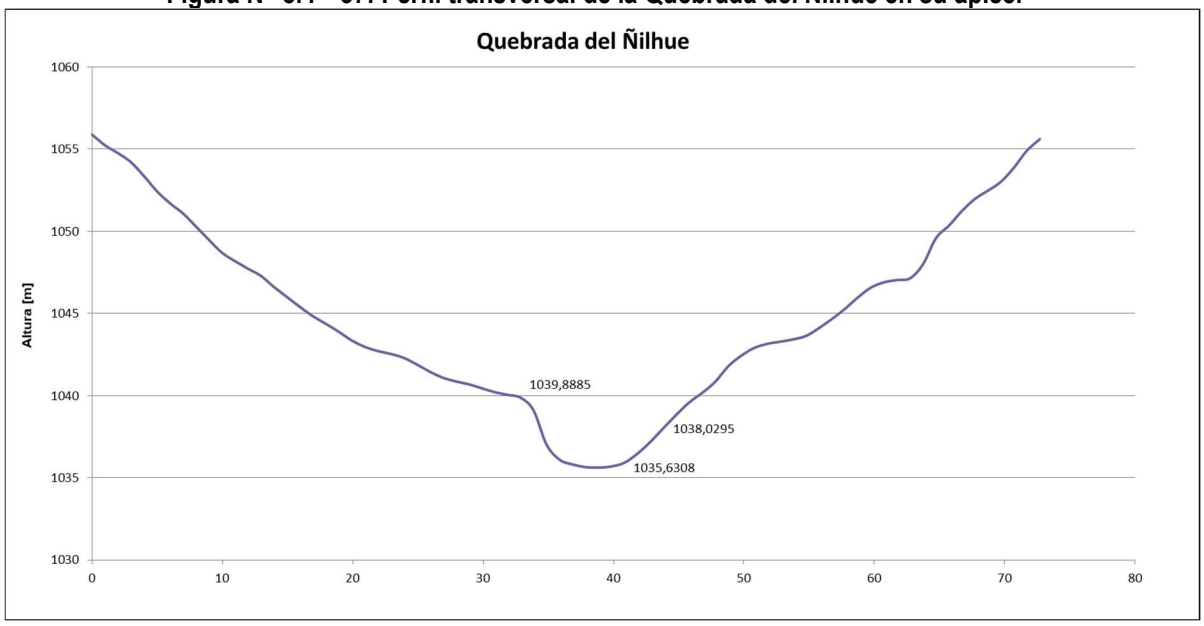
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—36: Perfil longitudinal del tributario occidental de la Quebrada del Ñilhue desde el ápice a su nacimiento en la zona norte de la cuenca hidrográfica.



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—37: Perfil transversal de la Quebrada del Ñilhue en su ápice.



Fuente: Elaboración propia (2021)

iv) Estimación de la densidad

Para la correcta simulación de los eventos de flujos de detritos, además, es necesario conocer la densidad de cada evento, este parámetro es dependiente de la concentración volumétrica de sedimentos. Usualmente para flujos de detritos con concentraciones superiores a 50% la densidad puede alcanzar valores superiores a 1,8 - 2,3 g/cm3 y para concentraciones entre 20% a 50 %, la densidad fluctúa entre 1,33 - 1,8 g/cm3 (Sepúlveda S. , 1998). En el Cuadro N° 8.4-9 se presenta una aproximación lineal de las densidades utilizando estos parámetros.

Cuadro N° 8.4-9: Estimación de densidades de flujos de detritos a partir de concentraciones volumétricas de sedimentos.

Concentración volumétrica (C_v) [%]	Densidad (ρ) [kg/m^3]
50	1.801,7
40	1.644,7
30	1487,7
20	1330,7

Fuente: Elaboración propia (2021)

v) Coeficientes de fricción

Finalmente, dadas las similitudes de estas quebradas con las del frente cordillerano de Santiago, se utilizarán los coeficientes de fricción de las quebradas de Macul y San Ramón (Celis, 2018). Estos al igual que la densidad, dependen de la concentración volumétrica de los flujos de detritos, por lo cual, se realiza una estimación del parámetro de fricción de Coulomb μ (Cuadro N° 8.4-10), entendiendo que mientras menor sea la concentración, el comportamiento del flujo será cada vez más similar a un flujo de agua, el parámetro de fricción turbulenta se fija en el valor estándar de $\xi = 250$ m/s^2.

Cuadro N° 8.4-10: Estimación de coeficiente de fricción de Coulomb μ a partir de concentraciones volumétricas de sedimentos.

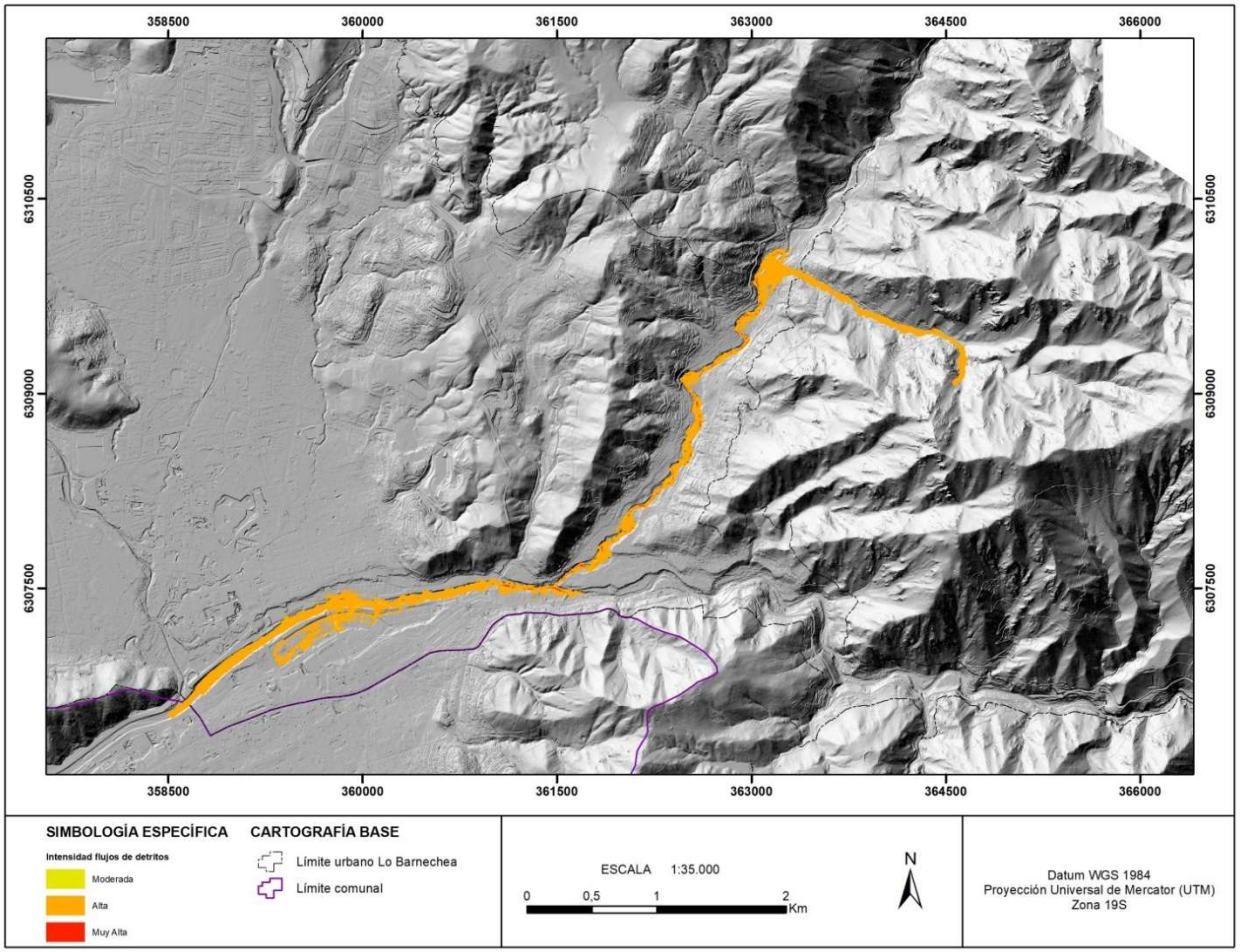
Concentración volumétrica (C_v) [%]	Coeficiente de fricción de Coulomb (μ)
50	0,15
40	0,05
30	0,01
20	0,001

Fuente: Elaboración propia (2021)

c) Resultados de simulaciones

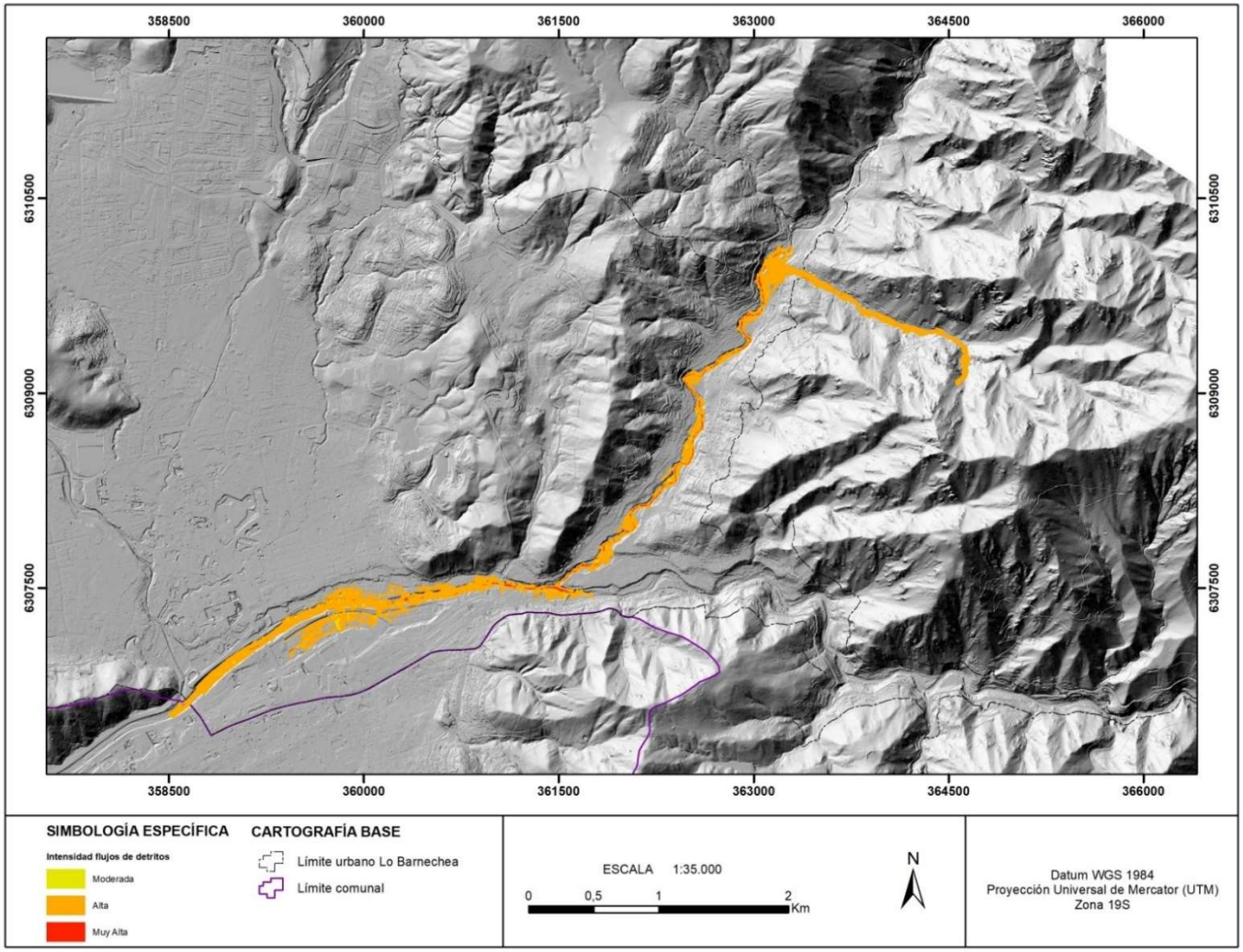
i) Quebrada Huallalolén

Figura N° 8.4—38: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 25 años, Cv = 20%



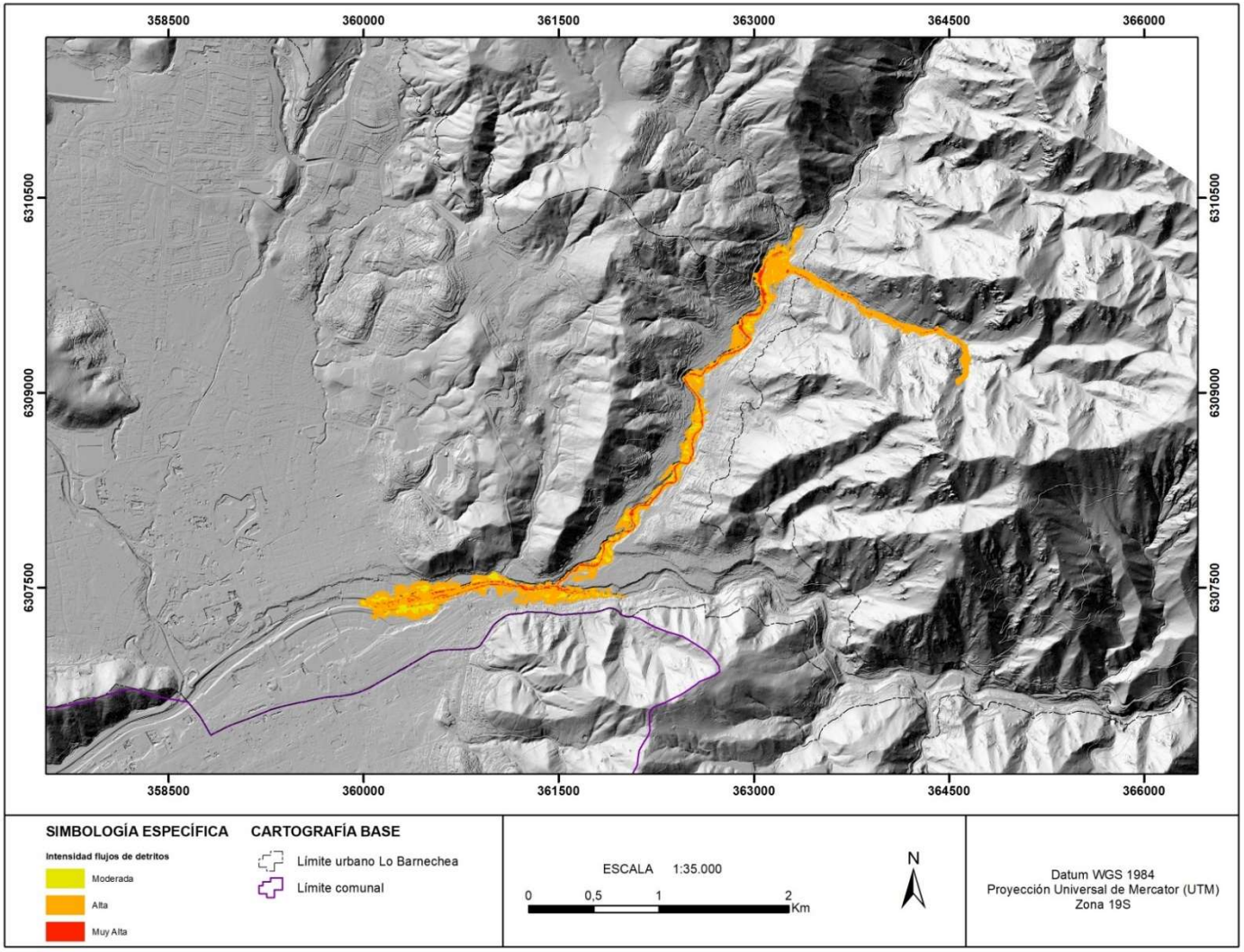
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—39: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 25 años, Cv = 30%



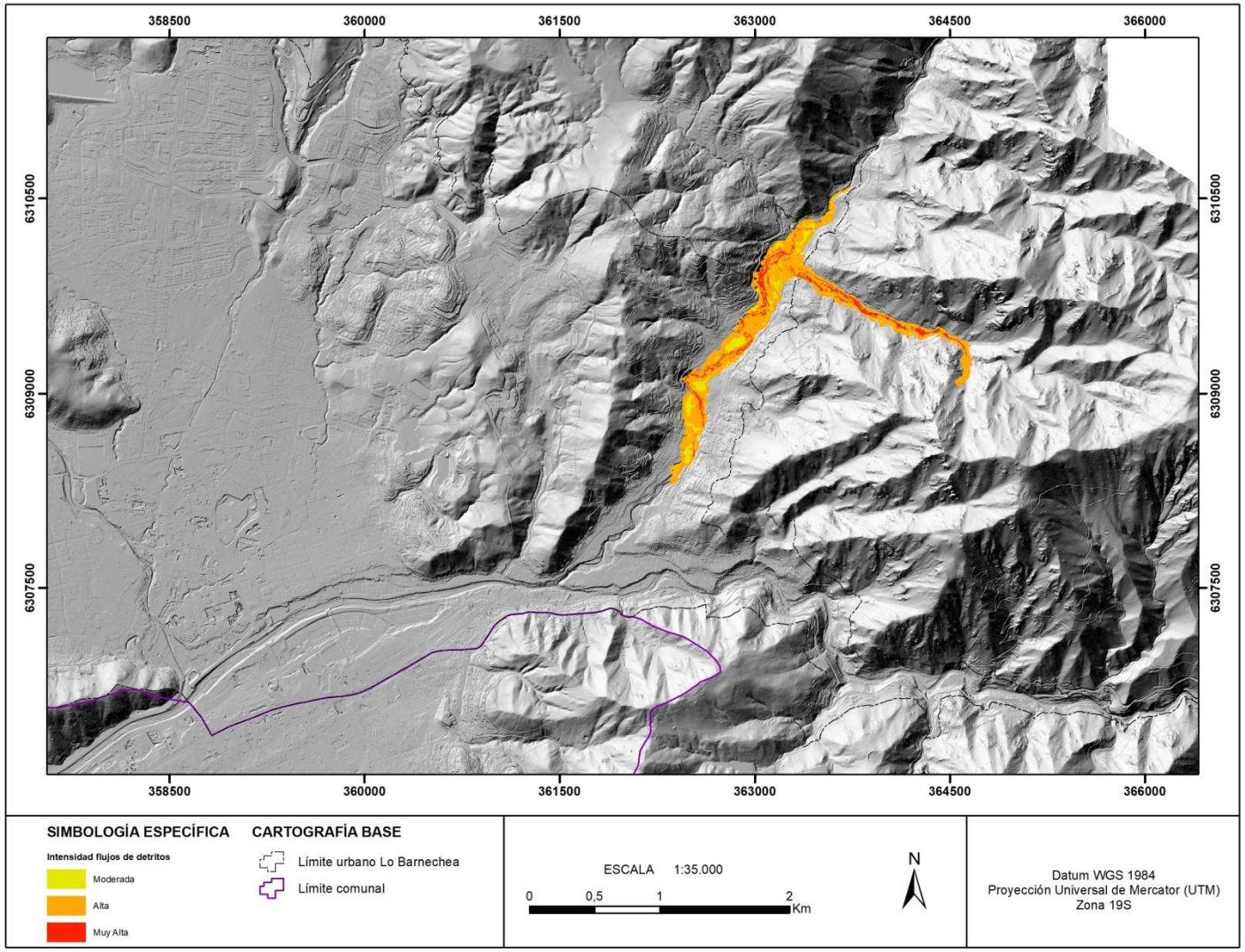
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—40: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 25 años, Cv = 40%



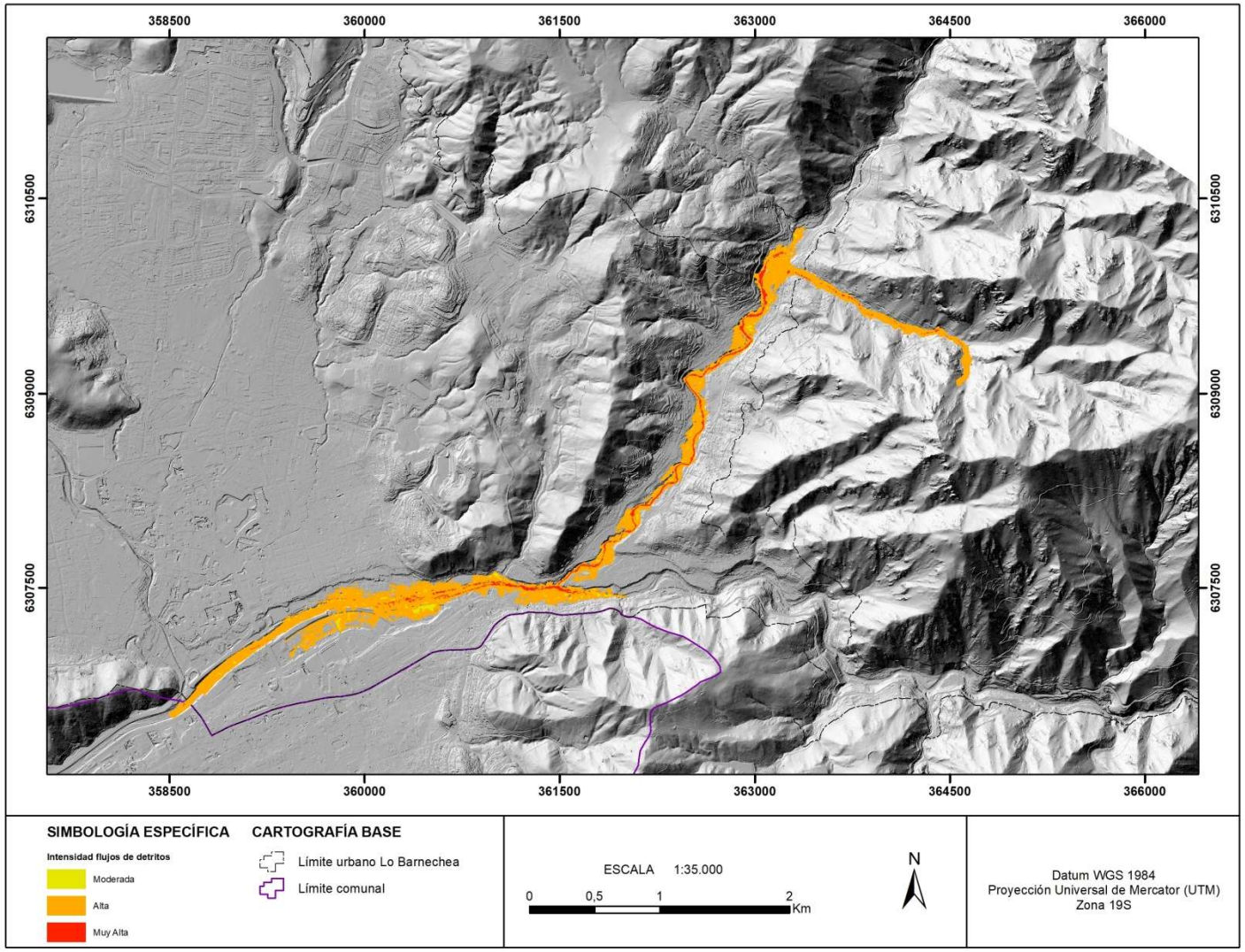
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—41: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 25 años, Cv = 50%



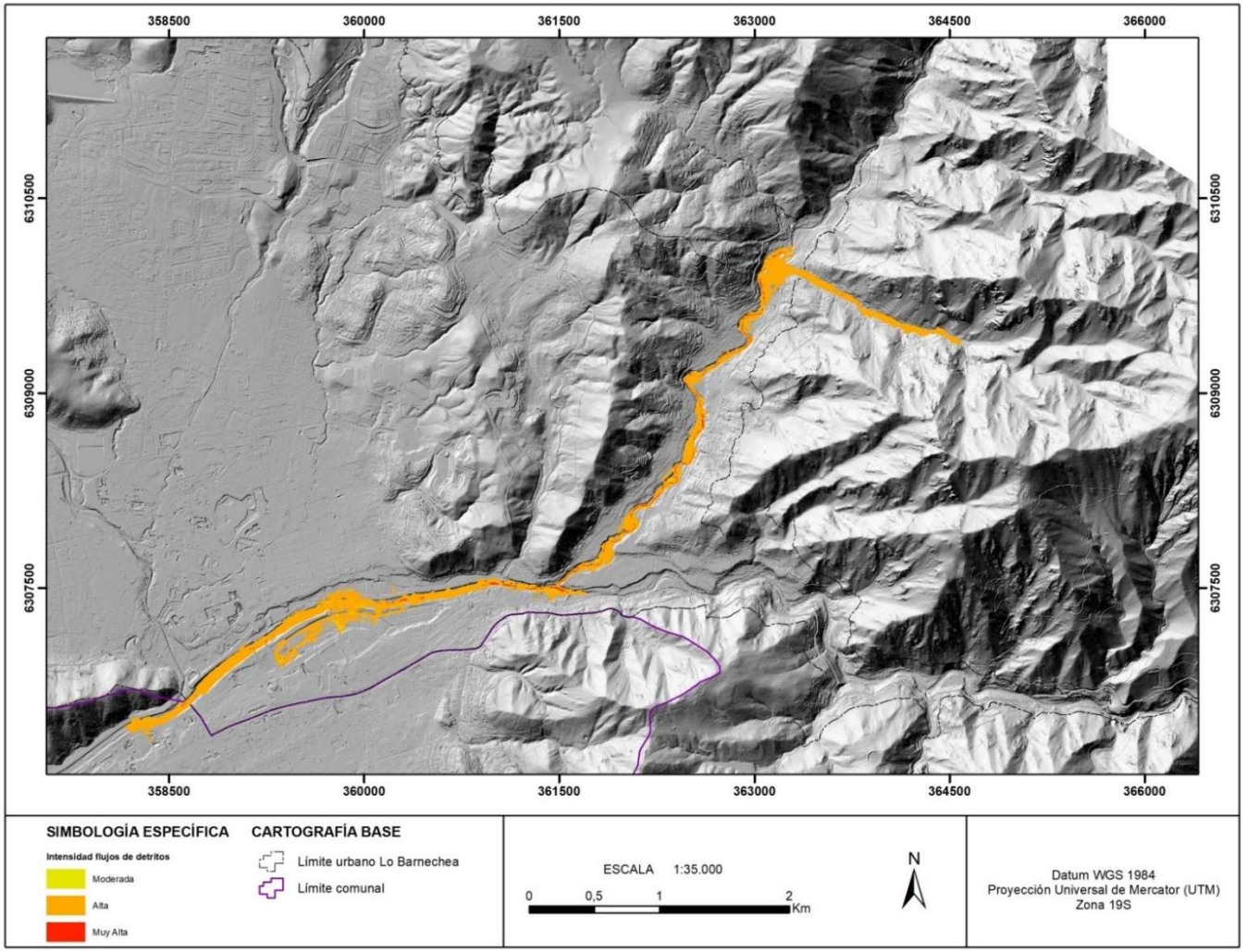
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—42: Mapa intensidad flujos quebrada Huallalolén, T = 25 años Final, concentraciones de 30% y 40%



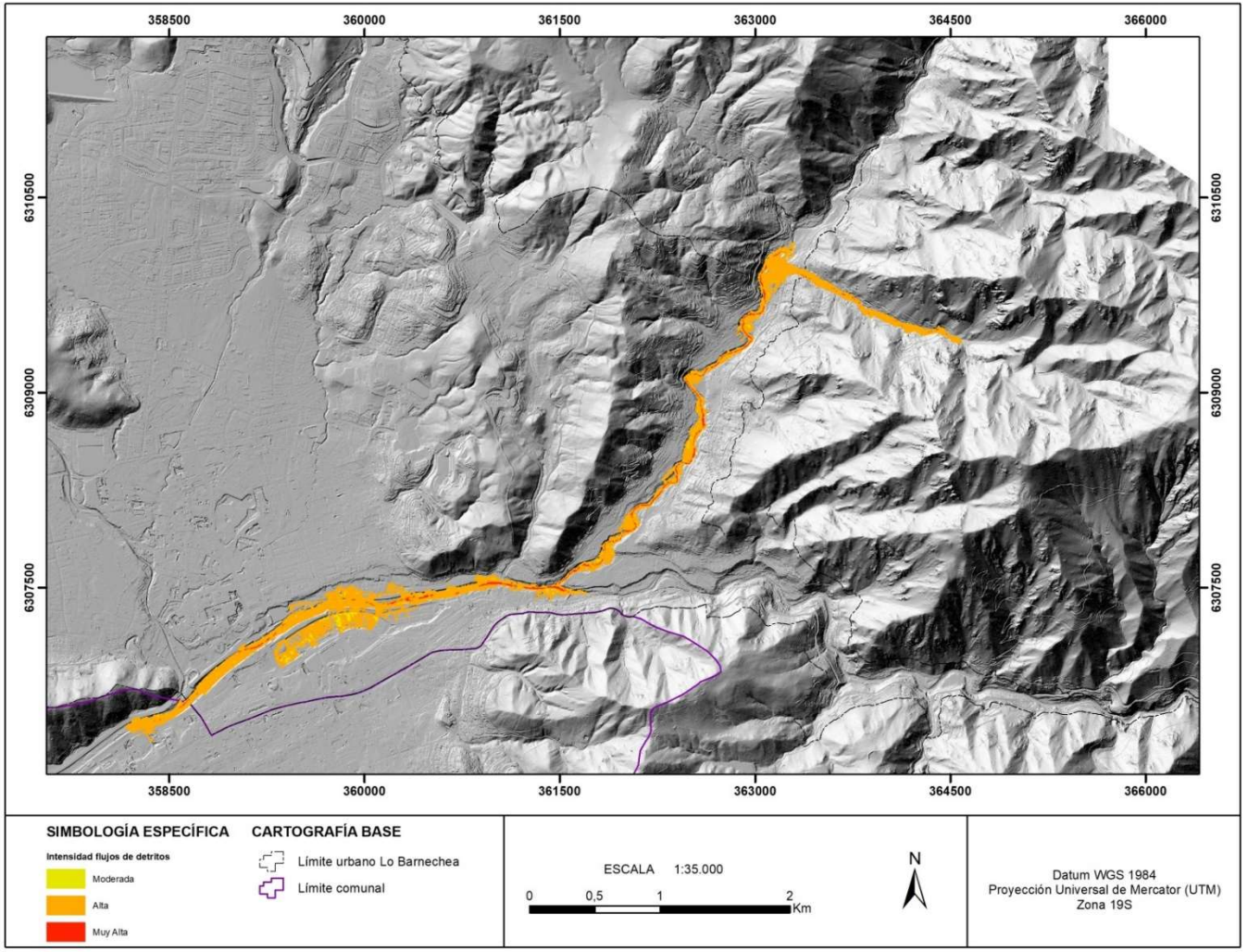
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—43: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 100 años, Cv = 20%.



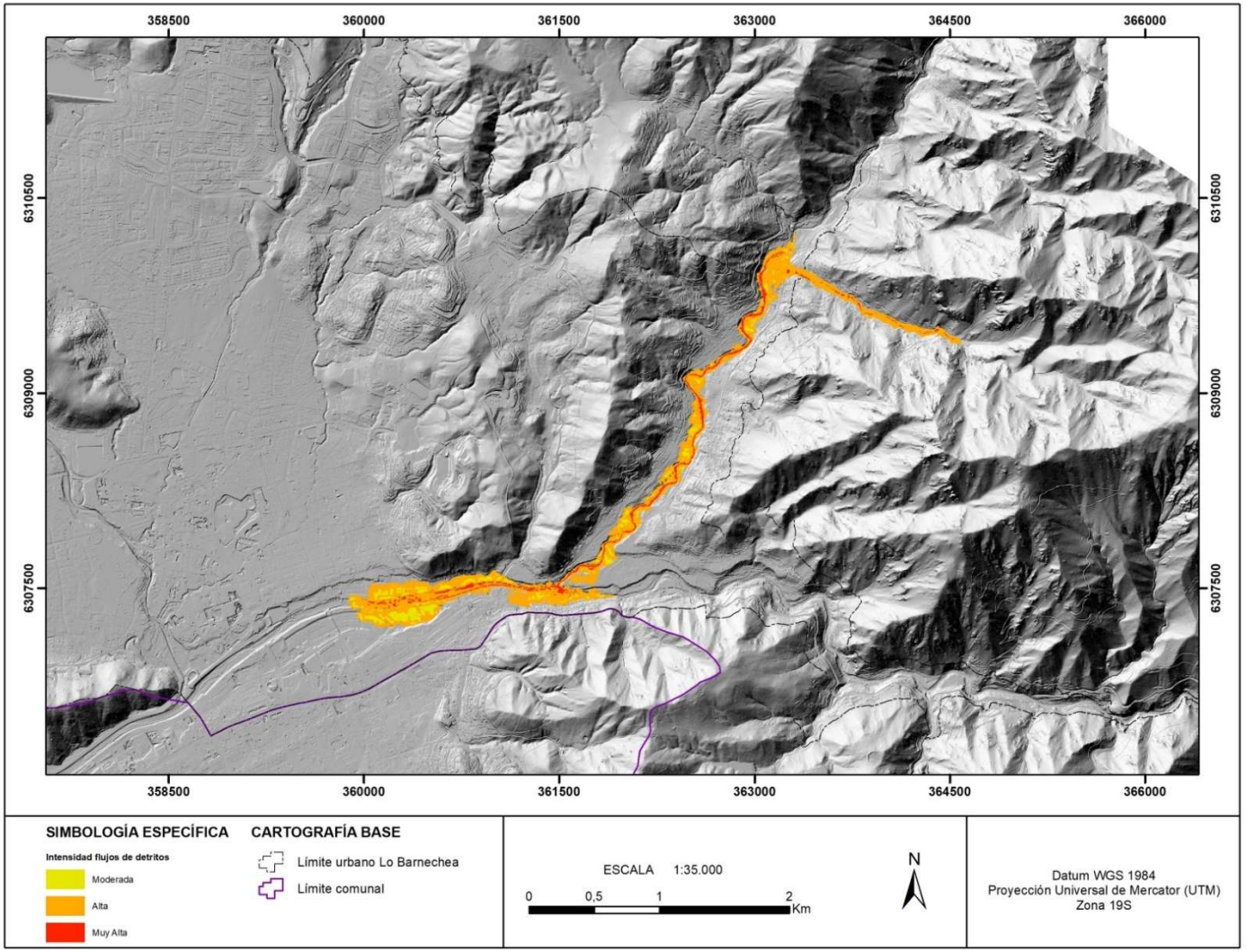
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—44: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 100 años, Cv = 30%.



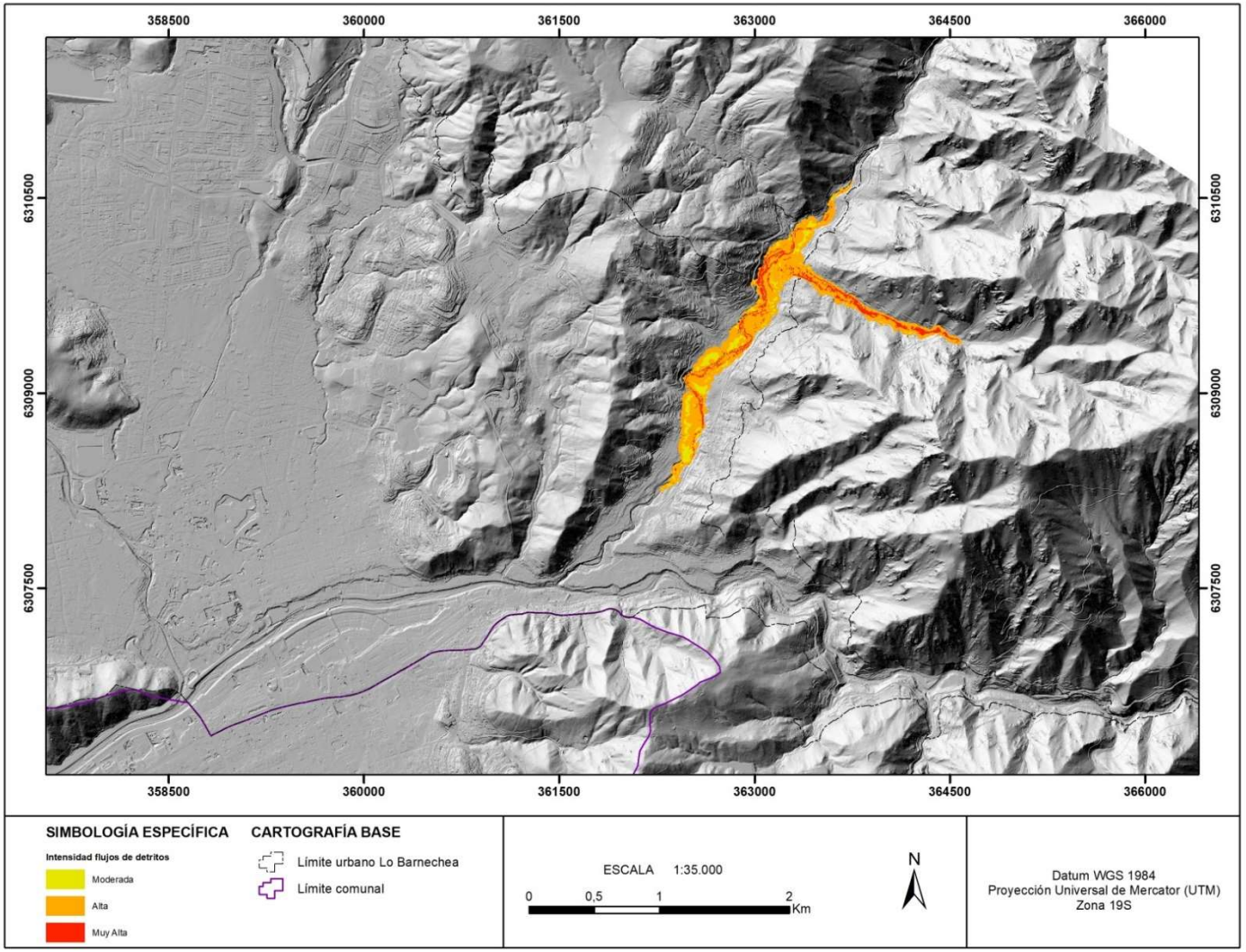
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—45: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 100 años, Cv = 40%



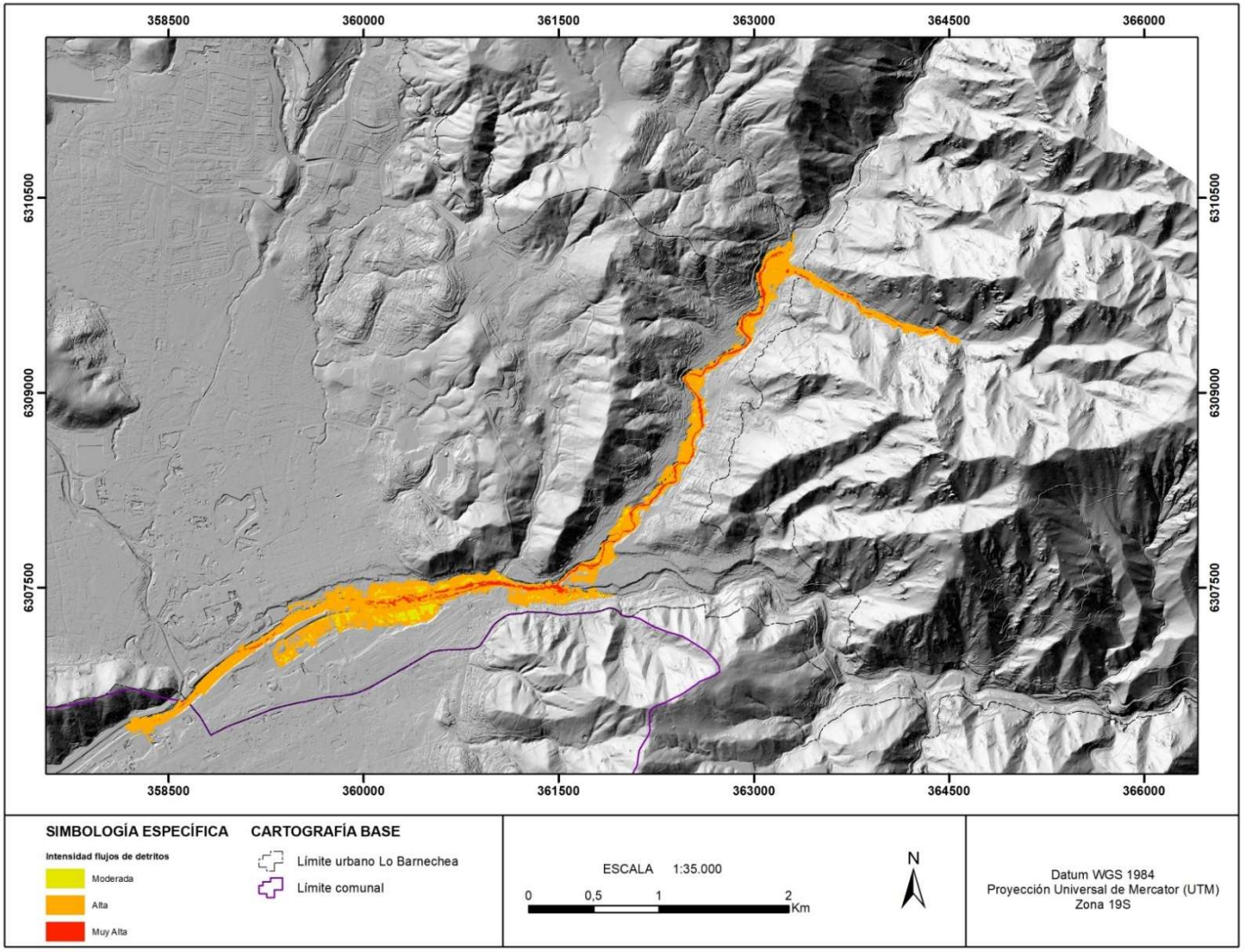
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—46: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 100 años, Cv = 50%



Fuente: Elaboración propia (2021)

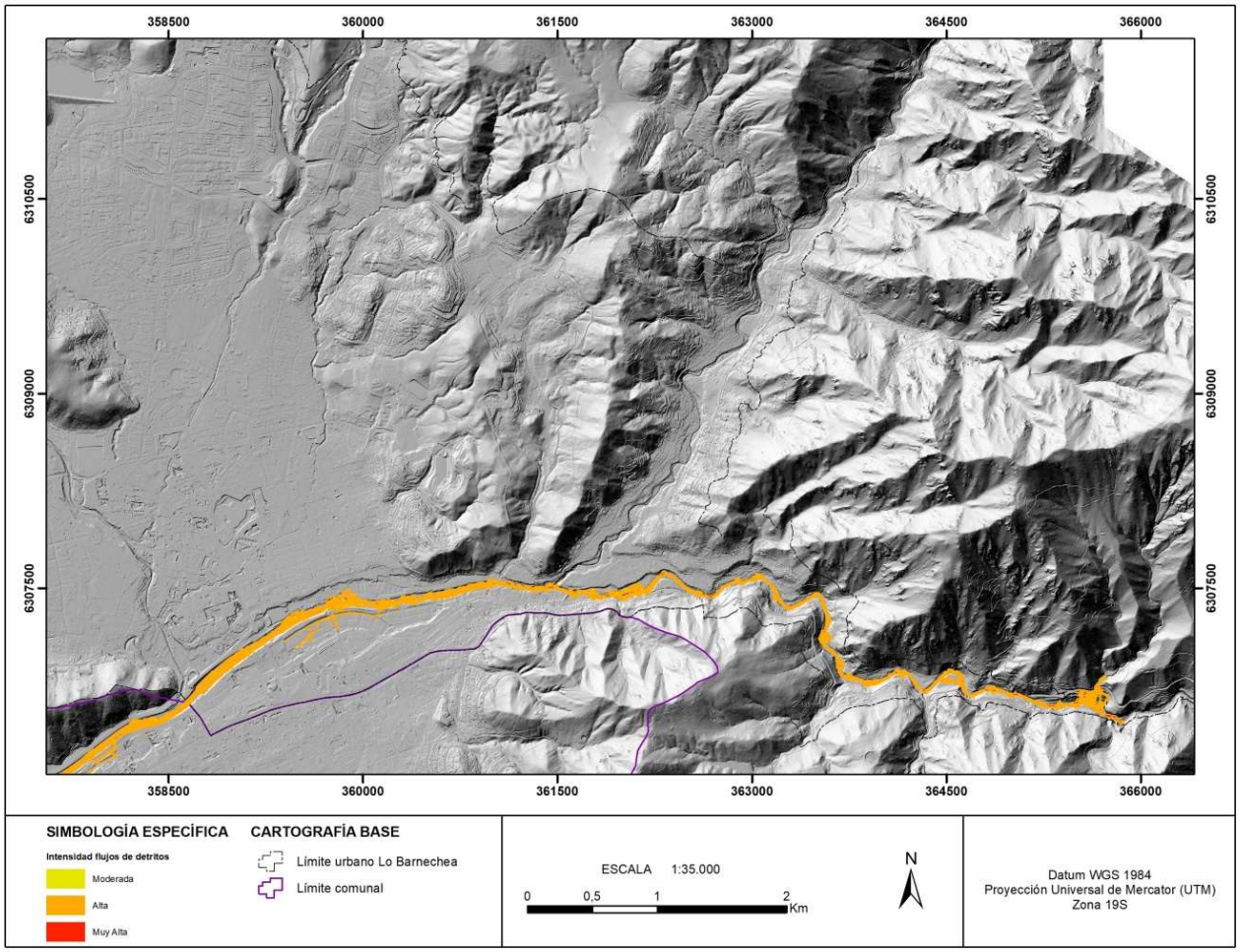
Figura N° 8.4—47: Mapa intensidad de flujos quebrada Huallalolén, T = 100 años Final, concentraciones de 30% y 40%.



Fuente: Elaboración propia (2021)

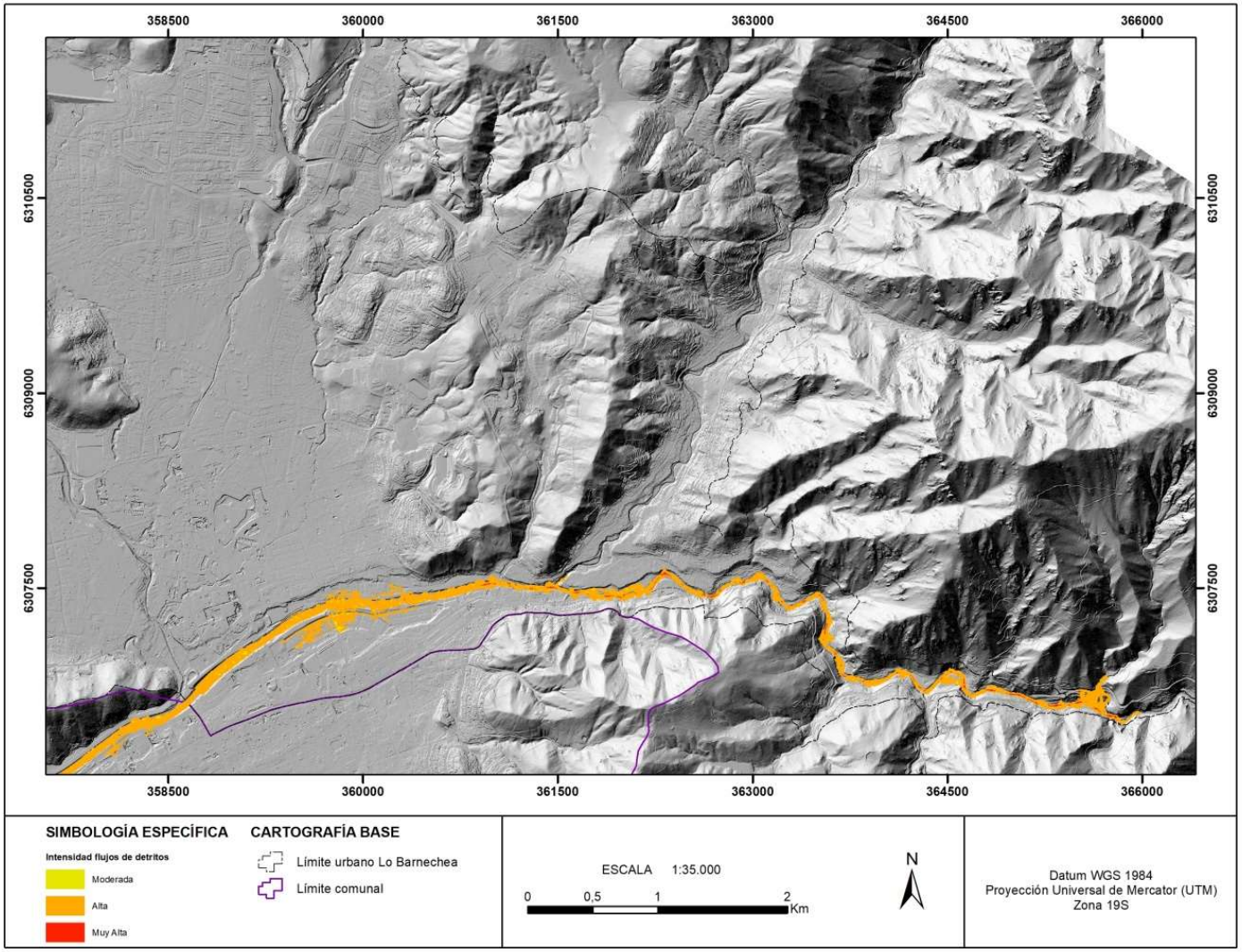
ii) Quebrada del Ñilhue

Figura N° 8.4—48: Mapa intensidad de flujos quebrada Ñilhue, T = 25 años, Cv = 20%.



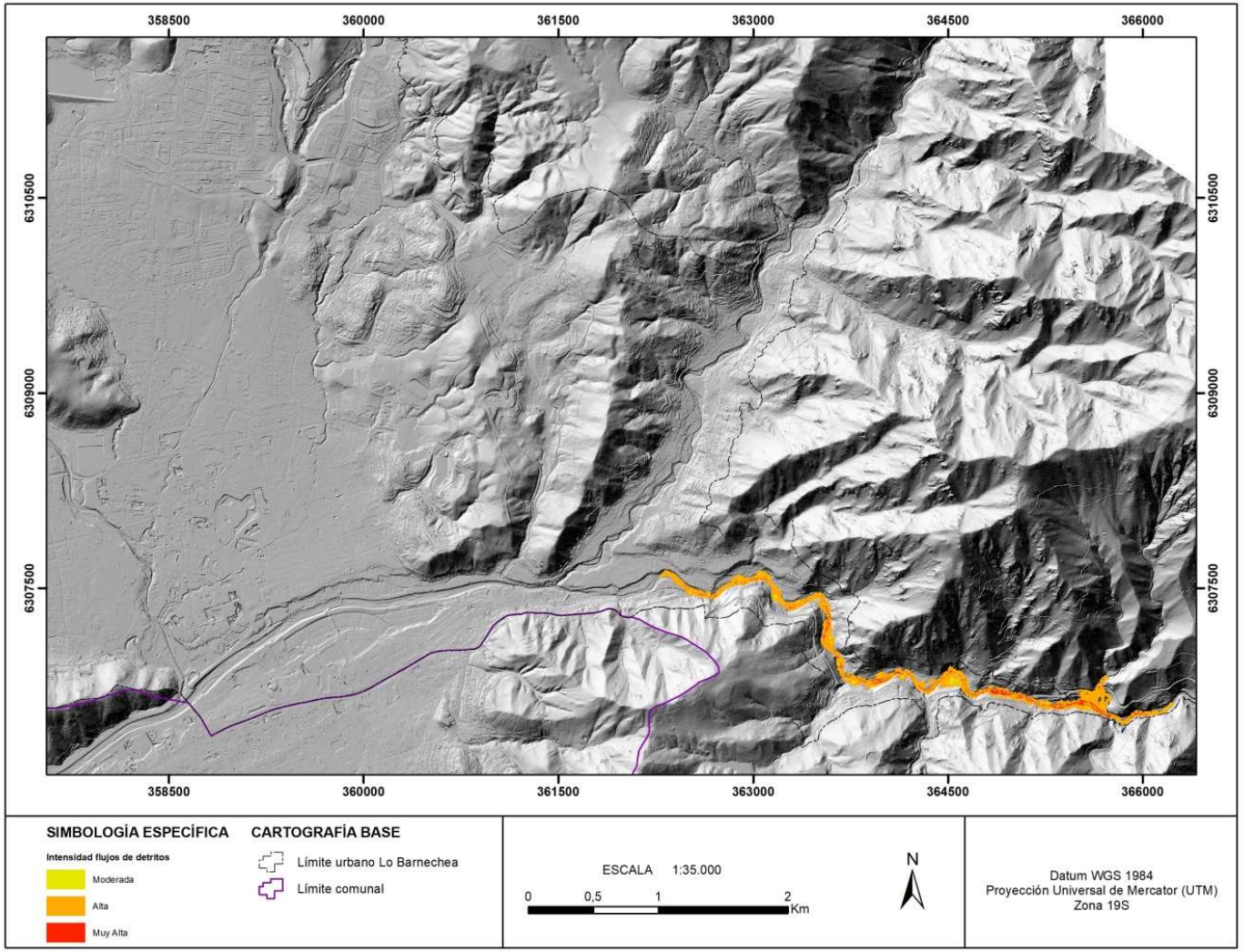
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—49: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 25 años, Cv = 30%



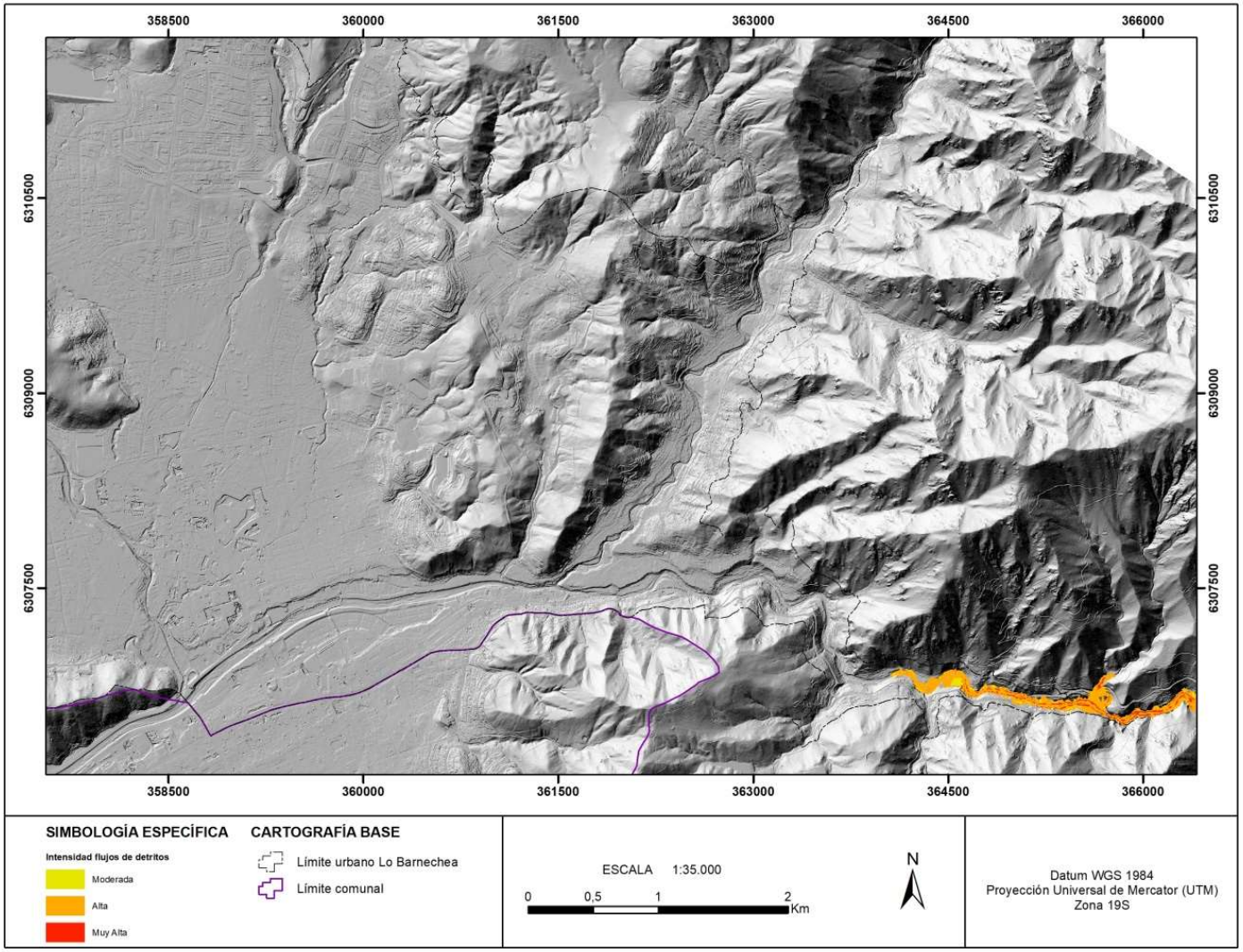
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—50: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 25 años, Cv = 40%



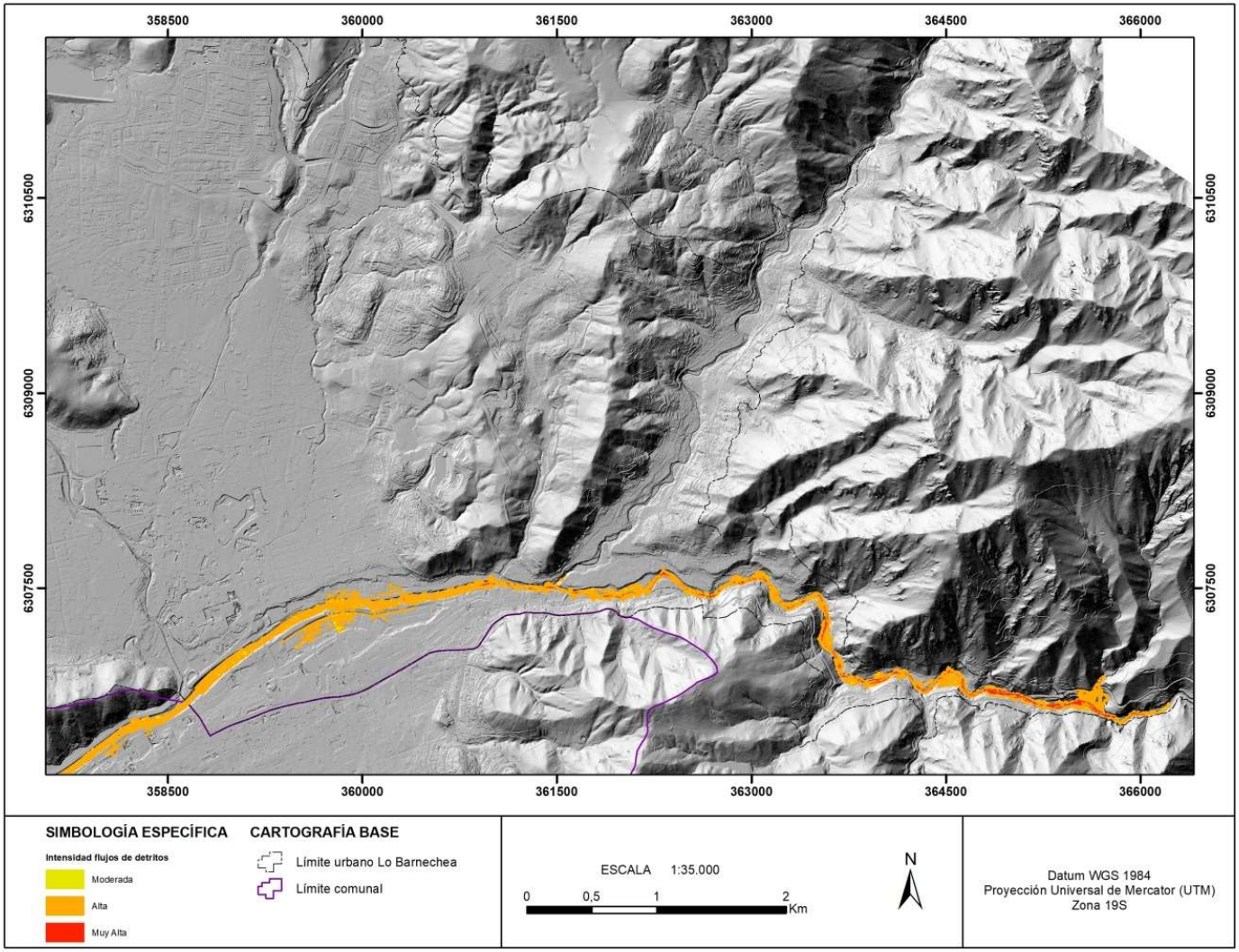
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—51: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 25 años, Cv = 50%



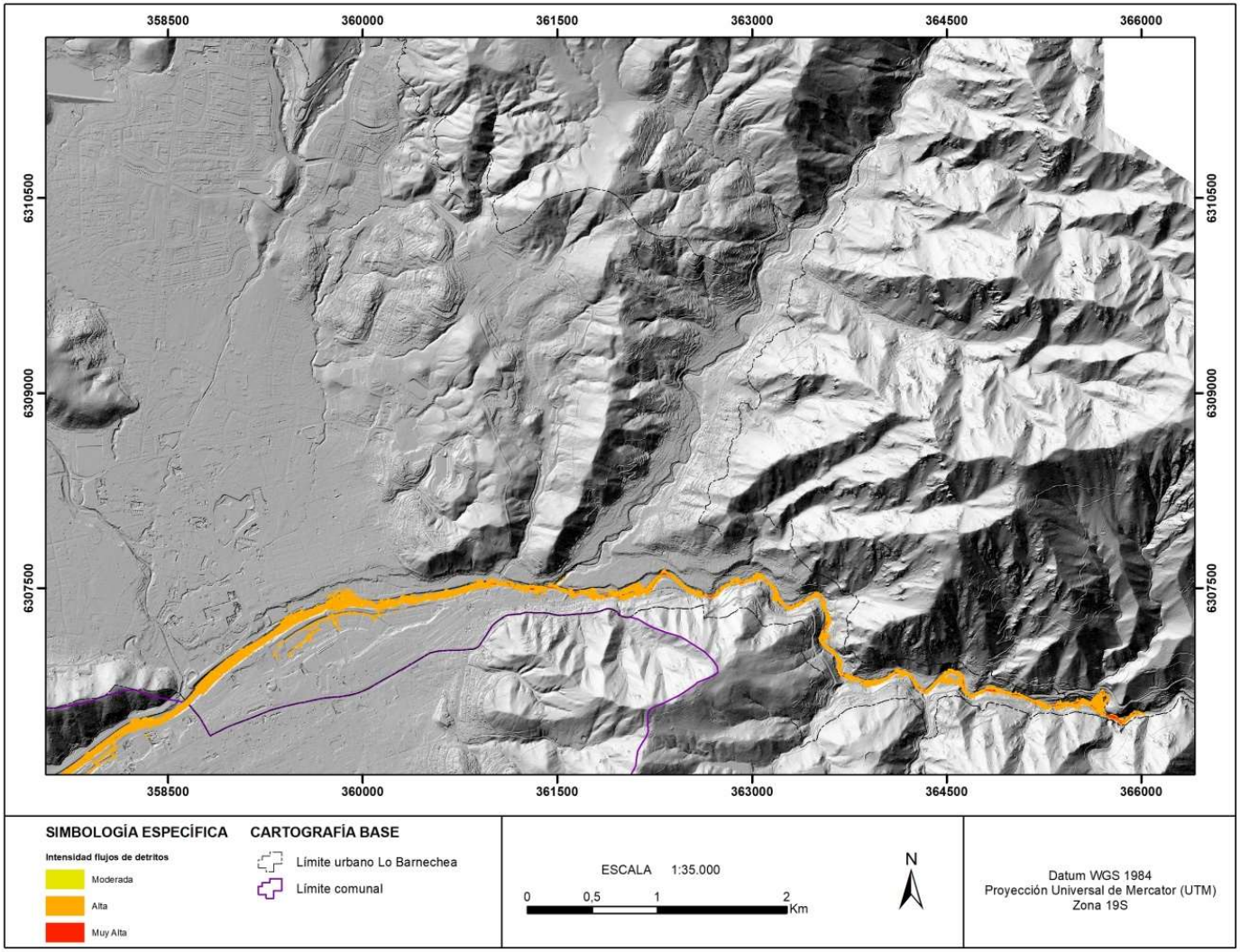
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—52: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 25 años Final, concentraciones de 30% y 40%



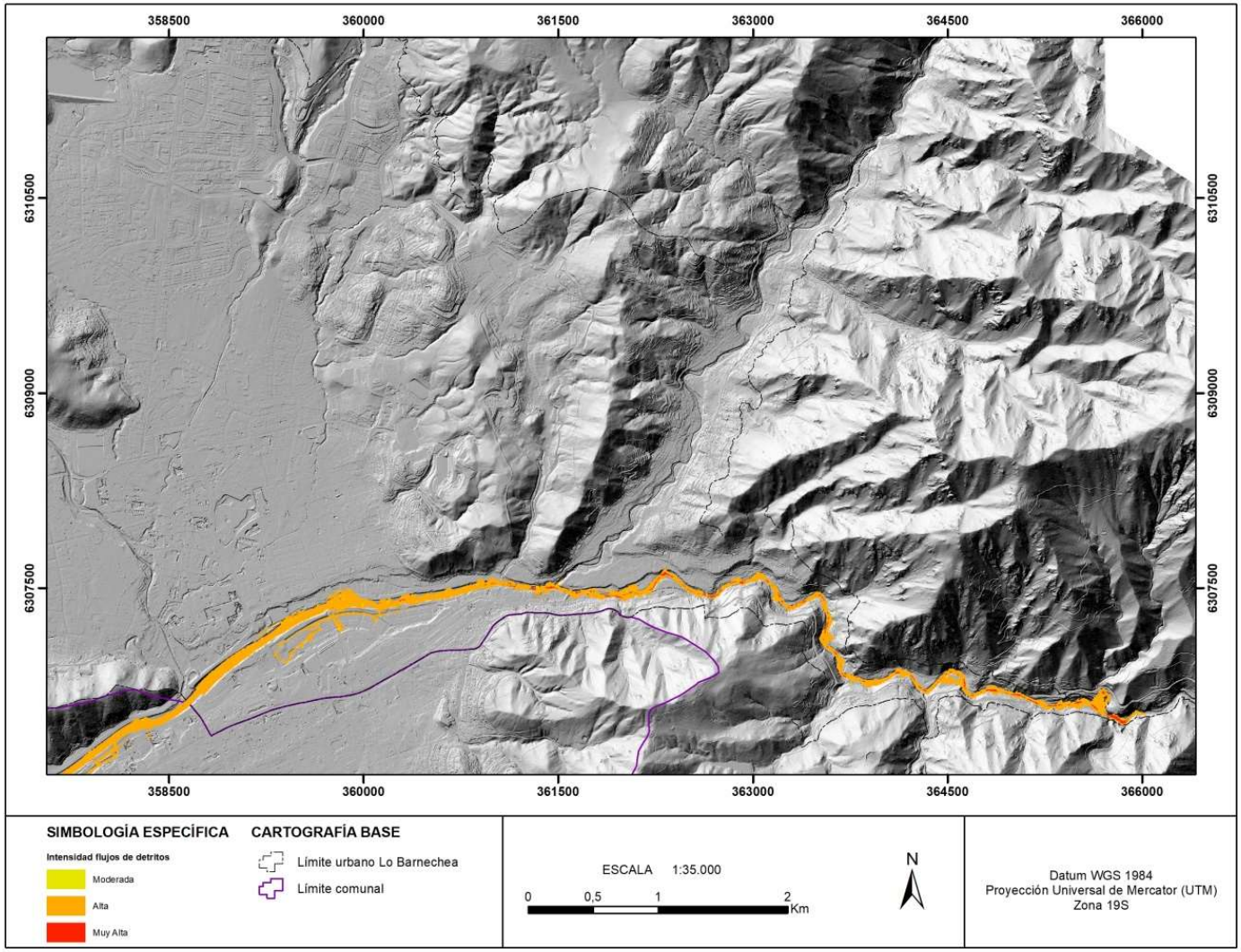
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—53: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 100 años, Cv = 20%



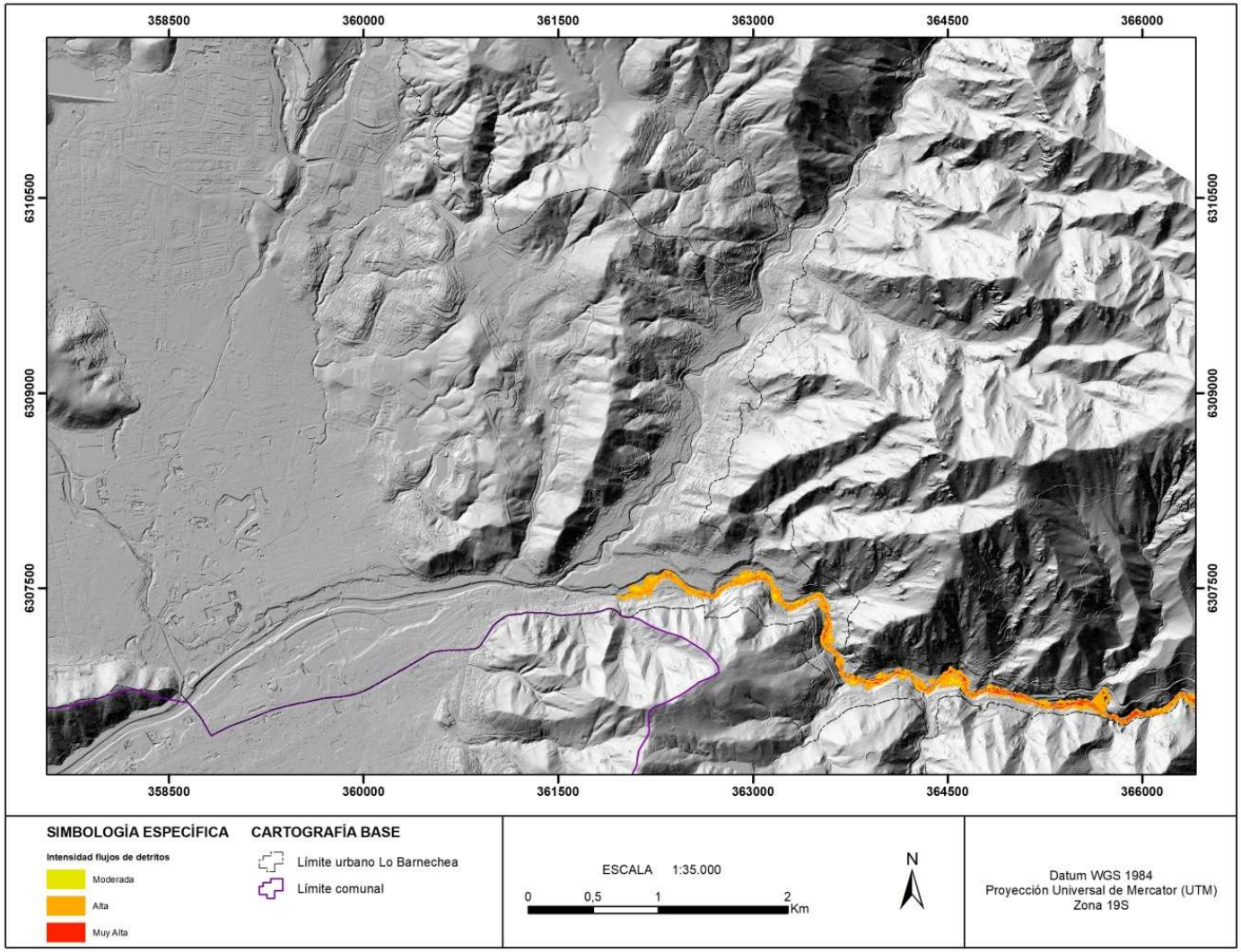
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—54: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 100 años, Cv = 30%



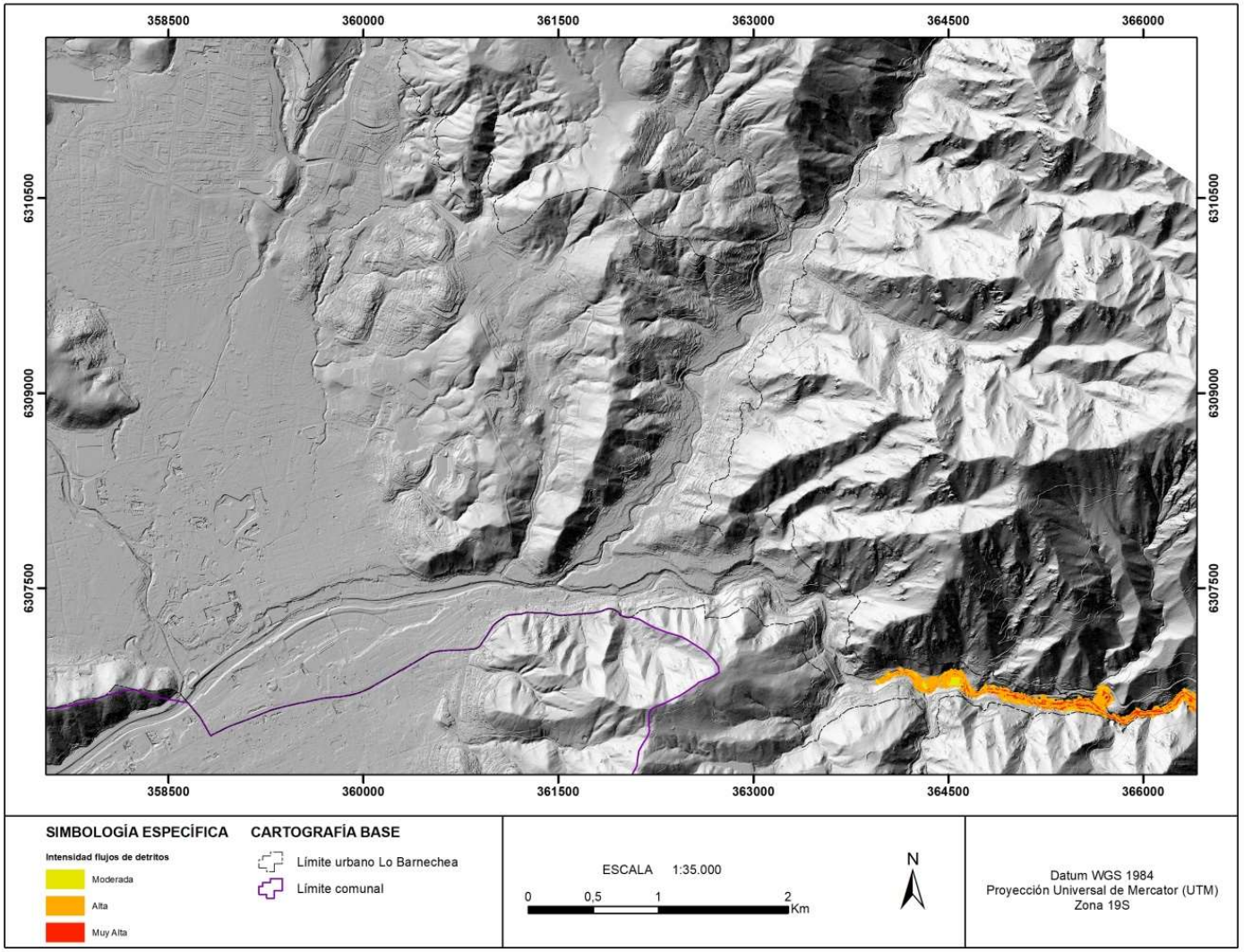
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—55: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 100 años, Cv = 40%



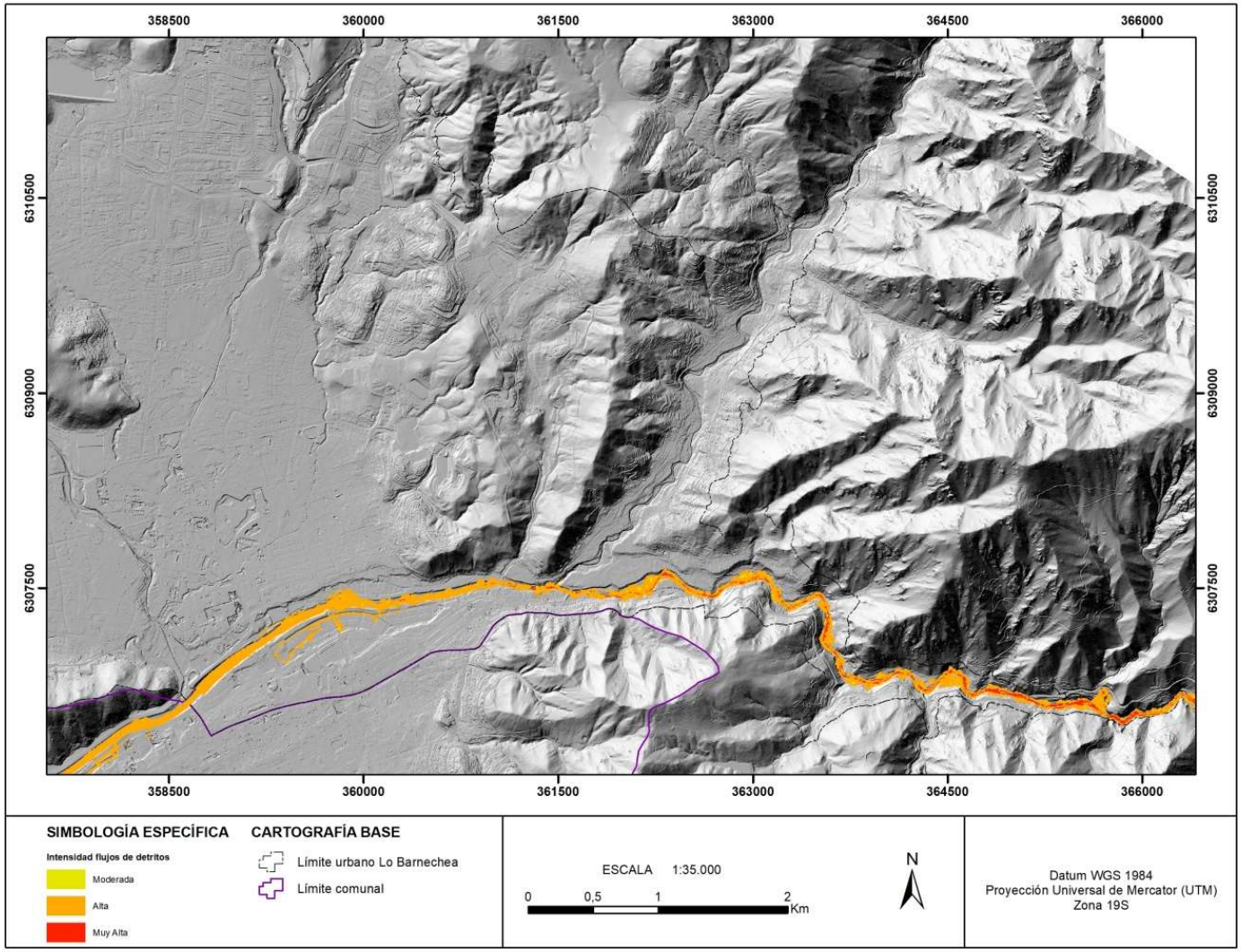
Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—56: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 100 años, Cv = 50%.



Fuente: Elaboración propia (2021)

Figura N° 8.4—57: Mapa intensidad de flujos quebrada del Ñilhue, T = 100 años Final, concentraciones de 30% y 40%.



Fuente: Elaboración propia (2021)

d) Resultados del modelo (apéndice digital)

Este apéndice (formato digital) contiene la información necesaria para ejecutar el modelo y los resultados en formato digital.

La información necesaria para ejecutar el modelo es la siguiente:

- Archivos input: Documento de texto que contiene los parámetros de entrada para la simulación realizada en ambas quebradas.
- Dominios: Archivos en formato .shp con los límites del dominio de simulación para ambas quebradas.
- Release Áreas: Archivos en formato .shp con las zonas de inicio de los flujos para ambas quebradas.

Los resultados de los modelos son los siguientes:

- Archivos log output: Documentos de texto generados por el programa con los resultados obtenidos en cada punto de simulación, para ambas quebradas y en todos los escenarios.
- Archivos extraídos: Archivos en formato .shp y ráster con los resultados de los modelos (velocidades, alturas y presiones máximas) en cada punto para las simulaciones con las distintas concentraciones escogidas, en cada quebrada y para los períodos de retorno de 25 y 100 años.
- Shapes intensidad: Contiene todas las coberturas de intensidad mediante la matriz de peligro (altura versus velocidad) para todos los casos simulados, el total por período de retorno y la intensidad final para cada quebrada.

CERTIFICADO N°0146

Lo Barnechea, 30-09-2024

ETAPA ANTEPROYECTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA (EAE), ART. 43° LGUC, ART. 2.1.11 OGUC, ART. 7 BIS Y 7 TER LEY 19.300 Y DEC N°32 EAE

ACTUALIZACIÓN DE PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

LA SECRETARIO ABOGADO MUNICIPAL que suscribe, **CERTIFICA**, en cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 43º de la Ley General de Urbanismo y Construcciones; al artículo 2.1.11 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones; al artículo 7° bis y 7° ter de la Ley N°19.300; y al artículo 17 del Decreto N°32 del Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica, relativo al proceso de Consulta Pública del Anteproyecto y Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) del Proyecto de Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, que:

El siguiente documento representa una **copia fiel** de lo expuesto entre las fechas 30 de noviembre de 2023 y 03 de febrero de 2024, durante la Consulta y Audiencias Públicas del Anteproyecto y la Evaluación Ambiental Estratégica de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, a la cual se dio inicio mediante Decreto DAL Nº1535/2023 de fecha 21 de noviembre 2023 y se compone de:

1. **Informe Ambiental de la Evaluación Ambiental Estratégica,** el cual mediante ORD. RRNN N°1197 del Ministerio de Medio Ambiente de fecha 26 de diciembre 2022, y ratificado por Ord. RRNN Nº25 de fecha 11 de enero 2023 con Fe de erratas; informa que la Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea ha aplicado adecuadamente la Evaluación Ambiental Estratégica, y; posterior a los cambios realizados producto de la Consulta Pública; mediante Ord. RRNN Nº 244559/2024 de fecha 12 de septiembre 2024 del Ministerio de Medio Ambiente, indica que el Informe Ambiental Corregido de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, cumple con lo establecido en el art. 25 del Reglamento.

Se extiende el presente certificado para ser presentado ante la Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo.

VIVIAN BARRA PEÑALOZA
SECRETARIO MUNICIPAL
MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA
Este documento incorpora Firma Electrónica Avanzada

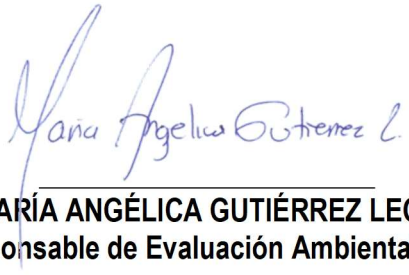
ANTEPROYECTO
INFORME AMBIENTAL COMPLEMENTARIO

“Proyecto de Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”

Licitación Pública ID N° 2735-14-LR19

Versión: Octubre 2023





MARÍA ANGÉLICA GUTIÉRREZ LEÓN
Profesional Responsable de Evaluación Ambiental Estratégica EAE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 RESUMEN EJECUTIVO 11
2 ACERCA DE INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. 12
2.1 OBJETIVOS DEL PLAN 12
2.2 ANTECEDENTE O JUSTIFICACIÓN QUE DETERMINA LA NECESIDAD DE DESARROLLAR EL PLAN 14
2.3 OBJETO DE LA EVALUACIÓN 16
2.4 ÁMBITO TERRITORIAL Y TEMPORAL DE APLICACIÓN DEL PLAN 17
2.4.1 Contexto Territorial 18
2.4.2 Ámbito temporal 19
2.5 MARCO DEL PROBLEMA DE PLANIFICACIÓN 19
2.5.1 Aspectos ambientales y de riesgos 19
2.5.2 Aspectos Sociodemográficos y del sistema económico 21
2.5.3 Aspectos Urbanos 24
3 MARCO DE REFERENCIA ESTRATÉGICO 27
3.1 POLÍTICAS DE NIVEL NACIONAL 27
3.1.1 Política Nacional de Desarrollo Urbano 27
3.1.2 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 28
3.1.3 Energía 2050 - Política Energética de Chile 29
3.1.4 Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2020 - 2030 30
3.2 POLÍTICAS Y PLANES DE NIVEL REGIONAL 32
3.2.1 Informe del Estado del Medioambiente (IEMA) 2020: Capítulo 9 Infraestructura Verde 32
3.2.2 Estrategia Santiago Humano y Resiliente 36
3.2.3 Política Regional de Áreas Verdes 2014 37
3.2.4 Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025 37
3.2.5 Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 38
3.2.6 Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 39
3.3 POLÍTICAS Y PLANES DE NIVEL COMUNAL O LOCAL 40
3.3.1 PLADECO 40
3.3.2 Plan Maestro de Ciclovías 45
4 OBJETIVOS AMBIENTALES 52
5 CRITERIOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE 53
6 FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN 54
6.1 DEFINICIÓN DE PRIORIDADES AMBIENTALES Y DE SUSTENTABILIDAD 54
6.2 FACTORES CRITICOS DE DECISIÓN 58
7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO 59
7.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN 59
7.1.1 FCD-1 Lugares con Identidad y Calidad de Vida 59
7.1.2 FCD-2 Resguardo Ambiental y Paisajístico 66
7.1.3 FCD-3 Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad 77
7.1.4 FCD-4 Integración Socioespacial y Socioeconómica 83
7.1.5 FCD-5 Sistema de Movilidad Urbana Sostenible 87
7.1.6 FCD-6 Regeneración y Renovación Urbana 93
8 IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES ESTRATEGICAS 99
8.1 ALTERNATIVAS PRELIMINARES 99
8.1.1 Alternativa 1 Ciudad integradora y policéntrica 99
8.1.2 Alternativa 2 Ciudad dinámica y distribuida 100
8.2 ALTERNATIVA SUGERIDA 101
8.2.1 Usos del Suelo 102
8.2.2 Intensidad de Ocupación del Suelo 102

8.2.3 Movilidad Sostenible 103
8.3 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS 104
9 EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE DESARROLLO 107
9.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN 107
9.2 RESULTADOS 107
9.3 OPCION DE DESARROLLO RECOMENDADA 114
9.4 AJUSTES A LA OPCION DE DESARROLLO RECOMENDADA 115
9.4.1 Ajuste al Área Verde en sector Estero El Carrizo N° 8 / Ex Tranque los Trapenses en función del ORD. Nº 1991 del 24 de julio de 2023 (Interpretación PRMS) 115
9.4.2 Ajuste al Parque Metropolitano Río Mapocho (Sector Cajones Cordilleranos) 116
9.4.3 Ajustes en Función de la Modificación MPRC-LB-30 120
9.4.4 Ajustes por parte del Órgano Responsable 122
9.4.5 Síntesis de Modificaciones Sustanciales y Alteraciones a los Contenidos del Informe Ambiental 138
9.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL ANTEPROYECTO 142
9.6 DIRECTRICES DE GESTIÓN, PLANIFICACIÓN Y GOBERNABILIDAD 145
10 COORDINACIÓN Y CONSULTA A LOS ORGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO 150
10.1 FASE INICIO DEL PROCEDIMIENTO EAE 150
10.2 FASE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO Y OPCIONES DE DESARROLLO 153
10.3 FASE IMAGEN OBJETIVO 155
11 RESULTADOS DE LAS INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN 158
11.1 ETAPA DE DIAGNÓSTICO 158
11.2 ETAPA DE ALTERNATIVAS 161
11.3 APROBACIÓN IMAGEN OBJETIVO 163
11.4 ETAPA DE ANTEPROYECTO 166
12 PLAN DE SEGUIMIENTO 177
12.1 CRITERIOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO 178
12.2 CRITERIOS DE REDISEÑO 187
13 ANEXOS 189
13.1 ANEXO 1 COORDINACIÓN Y CONSULTA ÓRGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO 189
13.1.1 Taller 1 OAE – Listado de Asistencia y Acta de Reunión 189
13.1.2 Taller 2 OAE – Listado de Asistencia y Acta de Reunión 196
13.1.3 Taller 3 OAE – Listado de Asistencia y Acta de Reunión 205

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:Contexto territorial de planificación 18
Ilustración 2-2 Distribución de estratificación socioeconómica ajustada (CSE) 22
Ilustración 2-3 Distribución de usos de suelo SII en Lo Barnechea 23
Ilustración 2-4 Localización de Proyectos Inmobiliarios – Lo Barnechea 23
Ilustración 2-5 Series de consumo de suelo de Lo Barnechea 24
Ilustración 2-6 Constructibilidad por predio del área urbana 25
Ilustración 2-7 Distribución de usos de suelo por sector según SII 26
Ilustración 3-1 Elementos que componen la Infraestructura Verde 32
Ilustración 3-2 Beneficios de la Infraestructura Verde 33
Ilustración 3-3 Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas (km2), población (hab) e ingresos propios permanentes municipales (M$), 2017 34
Ilustración 3-4 Áreas favorables para la riqueza potencial de fauna vertebrada 35
Ilustración 3-5 Mapa y plan de implementación de ciclovías en Av. La Dehesa 46
Ilustración 7-1 Características de la Urbanización Tipo Suburbio 60
Ilustración 7-2 Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) – "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" 61
Ilustración 7-3 Zonas e inmuebles de interés patrimonial "Pueblo Lo Barnechea" y "Entorno Plaza San Enrique 62
Ilustración 7-4 Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad con incidencia en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" 67
Ilustración 7-5 Hitos Naturales del área urbana considerados en la normativa del Plan Regulador Metropolitano de Santiago - PRMS 68
Ilustración 7-6 Crecimiento de la mancha Urbana fuera del Limite Urbano Vigente 69
Ilustración 7-7 Ocupación Urbana en Cerros Isla al interior del Área Urbana consolidada 70
Ilustración 7-8 Alteración del paisaje por urbanización en sectores de alta fragilidad ambiental – Sector El Arrayan 71
Ilustración 7-9 Consolidación del borde Río Mapocho normado como Parque Metropolitano de acuerdo con el PRMS 73
Ilustración 7-10 Cerro El Zorro 74
Ilustración 7-11 Evolución Obras de Canalización Quebrada El Carrizo 75
Ilustración 7-12 Contraste entre PRC vigente e interpretación PRMS SEREMI MINVU 76
Ilustración 7-13 Humedal Urbano Los Trapenses 77
Ilustración 7-14 Perfil Parque Quebrada y Franja Restricción PRMS 78
Ilustración 7-15 Riesgos de Origen Natural, presentes en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" ... 79
Ilustración 7-16 Alto Riesgo de Incendio en el Área Urbana Consolidada de Lo Barnechea destinado a vivienda 80
Ilustración 7-17 Exposición a Riesgo Alto de Incendio Área Urbana Consolidada Sector el Arrayán 81
Ilustración 7-18 Áreas expuestas a susceptibilidad de riesgos PRC Lo Barnechea 83
Ilustración 7-19 Distribución de la Población por Estrato Socioeconómico - "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" 84
Ilustración 7-20 Distribución del Valor Comercial de los terrenos y Oferta de proyectos Inmobiliarios en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" 85
Ilustración 7-21 Accesibilidad a Áreas de Servicio de Equipamientos en modo caminata (15 minutos) 86
Ilustración 7-22 Complejidad de usos "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" 89
Ilustración 7-23 Mapa de Ruido en horario nocturno 90
Ilustración 7-24 Accesibilidad a áreas de servicio transporte público (15min) 91
Ilustración 7-25 Propuesta de vialidad– Modificación Plan Regulador Vigente en el sector Nido De Águila 92
Ilustración 7-26 Ocupaciones Irregulares y Tomas de Terreno "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" 94

Ilustración 7-27 Prolongación de la autopista Costanera Norte entre Puente La Dehesa y Av. Padre Alfredo Arteaga 95
Ilustración 7-28 Localización Proyecto Habitacional Juan Pablo II 96
Ilustración 7-29 Localización del Proyecto “Nido de Águilas” 97
Ilustración 9-1 Escala de Valoración de los indicadores 107
Ilustración 9-3 Ajustes en Estero El Carrizo N° 8 / Ex - Tranque Los Trapenses 116
Ilustración 9-4 Franja de 50m: propuesta Municipal, según los criterios definidos 118
Ilustración 9-5 Reducción del Número de Predios al Interior del Parque Metropolitano 118
Ilustración 9-6 Ajuste al Parque Metropolitano Río Mapocho (sector cajones cordilleranos) 119
Ilustración 9-7 Ajustes en Cerro Isla “Parte del Cerro El Zorro” ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 9-8 Ajustes a las Áreas Verdes propuestas en la Opción de Desarrollo Recomendada en función de las modificaciones realizadas en el Anteproyecto 138
Ilustración 9-9 Ajustes a la vialidad estructurante 139
Ilustración 9-10 Ajustes de zonas que implican modificaciones en las normas urbanísticas de altura, densidad, coeficiente de ocupación y constructibilidad 140
Ilustración 13-1 Acta de Reunión - Taller 1 OAE 190
Ilustración 13-2 Acta de Reunión - Taller 2 OAE 198
Ilustración 13-3 Acta de Reunión - Taller 3 OAE 206

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.5-1 Número de Viviendas y Población censadas Lo Barnechea 21
Cuadro 3.1-1 Relación de la PNDU con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 27
Cuadro 3.1-2 Relación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 28
Cuadro 3.1-3 Relación de la Política Energética de Chile 2050 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 29
Cuadro 3.1-4 Relación de la Política Nacional para la RRD 2020 – 2030 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 31
Cuadro 3.2-1 Análisis Estrategia Santiago Humano y Resiliente 36
Cuadro 3.2-2 Relación de la Política Regional de Áreas Verdes con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 37
Cuadro 3.2-3 Relación de la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 38
Cuadro 3.2-4 Relación del Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 39
Cuadro 3.2-5 Relación del Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea 39
Cuadro 3.3-1 Proyectos de Pilar “Segura y Resiliente” con alcance urbano 40
Cuadro 3.3-2 Proyectos de Pilar “Que genera equidad y bienestar social” 41
Cuadro 3.3-3 Proyectos de Pilar “Que protege su patrimonio” con alcance urbano 43
Cuadro 3.3-4 Proyectos de Pilar “Conectada y Accesible” con alcance urbano 44
Cuadro 3.3-5 Tramificación Plan de Ciclovías Av. La Dehesa 47
Cuadro 3.3-1 Objetivos Ambientales del PRC Lo Barnechea 52
Cuadro 3.3-1 Criterios de Desarrollo Sustentable del PRC Lo Barnechea 53
Cuadro 6.1-1 Escala de Valoración para establecer correlación entre aspectos identificados en FODA 54
Cuadro 6.1-2 Matriz FODA para la identificación de Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad 55
Cuadro 6.1-3 Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad 56
Cuadro 6.2-1 Factores Críticos de Decisión del PRC Lo Barnechea 58
Cuadro 7.1-1 Inmuebles de Interés Patrimonial – IIP 63
Cuadro 7.1-2 Listado de Inmuebles preliminarmente identificados 64
Cuadro 7.1-3 Síntesis de valoración individualizada por inmuebles de interés patrimonial DDU400 64
Cuadro 7.1-4 Equipamientos expuestos a riesgo alto 81
Cuadro 7.1-5 Vías con Saturación en horas de alta circulación - “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea” 88
Cuadro 7.1-6 Participación modal de los distintos modos de transporte, “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea” 90
Cuadro 8.3-1 Comparación de alternativas u opciones de desarrollo por lineamiento 105
Cuadro 9.2-1 Evaluación Ambiental Opciones de Desarrollo PRC Lo Barnechea 108
Cuadro 9.2-2 Riesgos y Oportunidades de las Opciones de Desarrollo PRC Lo Barnechea 110
Cuadro 9.4-1 Contraste de superficie entre zonas ZHP-6, HP (4) y HP (6) 120
Cuadro 9.4-2 Contraste de normativa entre zonas ZHP-6, HP (4) y HP (6) 121
Cuadro 9.6-1 Directrices de Gestión, Planificación y Gobernabilidad PRC Lo Barnechea 147
Cuadro 10.1-1: Comentarios y observaciones y su incorporación en el PRC 150
Cuadro 10.1-2 Registro de coordinación y consulta - Taller 1 OAE 152
Cuadro 10.2-1: Comentarios y observaciones y su incorporación en el PRC 153
Cuadro 10.2-2 Registro de coordinación y consulta - Taller 2 OAE 154
Cuadro 10.3-1: Comentarios y observaciones y su incorporación en el PRC 156
Cuadro 10.3-2 Registro de coordinación y consulta - Taller 3 OAE 157
Cuadro 11.1-1: Talleres Etapa de Diagnóstico 158

Cuadro 11.1-2 Síntesis de resultados – Etapa de Diagnóstico..... 158
Cuadro 11.2-1: Talleres Etapa de Alternativas..... 162
Cuadro 11.2-2 Síntesis de resultados – Etapa de Diagnóstico..... 162
Cuadro 11.3-1: Talleres Etapa de Aprobación Imagen Objetivo..... 163
Cuadro 11.3-2: Distribución de observaciones por sector..... 164
Cuadro 11.4-1 Síntesis de cambios realizados entre Opción de Desarrollo Recomendada y el Anteproyecto 167
Cuadro 11.4-2 Talleres Etapa de Anteproyecto..... 169
Cuadro 11.4-3: Principales comentarios y observaciones Sector 1: Los Trapenses / Las Pataguas..... 170
Cuadro 11.4-4: Principales comentarios y observaciones Sector 2: La Dehesa Antigua y Jardín de La Dehesa 171
Cuadro 11.4-5: Principales comentarios y observaciones Sector 4: La Dehesa/ Barrio Alpino..... 172
Cuadro 11.4-6: Principales comentarios y observaciones Sector 5: El Huinganal..... 173
Cuadro 11.4-7: Principales comentarios y observaciones Sector 6: Las Condes/ San Enrique..... 174
Cuadro 11.4-8: Principales comentarios y observaciones Sector 7: Cajón Arrayán y Mapocho / Camino a Farellones..... 174
Cuadro 11.4-9: Principales comentarios y observaciones Sector 3 y 8: Pueblo Lo Barnechea/ Cerro 18/ La Ermita y Bicentenario..... 175
Cuadro 12.1-1: Criterio de seguimiento del Plan..... 178
Cuadro 12.2-1: Criterio de rediseño del Plan..... 187
Cuadro 13.1-1 Listado de Asistencia – Taller 1 OAE..... 189
Cuadro 13.1-2 Listado de Asistencia – Taller 2 OAE..... 196
Cuadro 13.1-3 Listado de Asistencia – Taller 3 OAE..... 205

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Superficie de Comercio y servicios en permisos de edificación. Comuna de Lo Barnechea..... 22

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al **Informe Ambiental** de la actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea (en adelante PRC Lo Barnechea), y documenta el procedimiento de evaluación ambiental estratégica mediante el cual se incorporaron consideraciones ambientales de desarrollo sustentable al proceso de formulación del Plan, de acuerdo a los ámbitos de acción que este instrumento regula, según lo establecido en los artículos 41 y 42 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (en adelante LGUC) y el artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (en adelante OGUC), e integrando las instrucciones emitidas por la División de Desarrollo Urbano (en adelante DDU) mediante Circulares DDU 227 del 01.12.09, y DDU 430 del 14.04.2020 y la "Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile" (Ministerio del Medio Ambiente - Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015).

A continuación, se resumen los contenidos del presente informe, conforme a lo señalado en el Artículo 21 del Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica (en adelante EAE) promulgado mediante D.S N° 32 de fecha 17.08.2015 del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante MMA) publicado en Diario Oficial de fecha 04.11.2015.

1. Capítulo 2 Acerca del instrumento de planificación territorial: PRC Lo Barnechea

   Resumen del ámbito jurídico y alcances del instrumento de planificación territorial (en adelante IPT). Se realiza una descripción pormenorizada de los antecedentes que justificaron la actualización del Instrumento de Planificación vigente, estableciendo su objeto, ámbito territorial y temporal, así como los objetivos de planificación. Ello teniendo como base el marco del problema donde se caracterizan los principales aspectos del sistema territorial, priorizando los elementos relevantes desde el punto de vista ambiental y de sustentabilidad.

2. Capítulo 3 Marco de Referencia Estratégico

   Contiene el resumen de las políticas de desarrollo sustentable y medioambiente que enmarcan la propuesta del Plan Regulador Comunal, entre las que destacan los planes de desarrollo de nivel regional y comunal, y las políticas de medio ambiente aplicables.

3. Capítulo 4 Objetivos Ambientales

   Corresponde al desarrollo de los Objetivos Ambientales del Plan Regulador Comunal, que establecen logros o resultados esperados en términos de mejoramiento de la calidad ambiental del territorio sujeto a planificación.

4. Capítulo 5 Criterios de Desarrollo Sustentable

   Contiene la descripción de los Criterios de Desarrollo Sustentable considerados para el desarrollo del plan, a partir de los cuales es posible identificar la opción estratégica de desarrollo más coherente con los objetivos de planificación y ambientales formulados.

5. Capítulo 6 Factores Críticos de Decisión

   Identifica los temas ambientales y de sustentabilidad relevantes o esenciales, que en función del objetivo que se pretende lograr influyan en la evaluación de las Opciones de Desarrollo.

6. Capítulo 7 Diagnóstico Ambiental Estratégico

Incluye el análisis situacional de tendencias o patrones de conducta de los criterios de evaluación aplicados en los Factores Críticos de Decisión, para describir, analizar y valorar el estado actual del desarrollo urbano y territorial del área objetivo del Plan Regulador Comunal.

7. Capítulo 8 Identificación Opciones de Desarrollo

Se presentan y describen las principales propuestas de cada una de las Opciones de Desarrollo definidas.

8. Capítulo 9 Evaluación Ambiental de las Opciones de Desarrollo

Desarrolla la Evaluación de las Opciones de Desarrollo en términos de los riesgos y oportunidades para el ambiente y la sustentabilidad inherentes a cada una, sobre la base de los Factores Críticos de Decisión. Se identifica la opción preferente para el proceso de planificación y se definen directrices de gestión y planificación para abordar los riesgos y oportunidades.

9. Capítulo 10 Resultados de la coordinación y consulta a los Órganos de la Administración del Estado (en adelante OAE)

Da cuenta de los OAE convocados y a aquellos que efectivamente participaron en el proceso de aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica; la forma en que se desarrolló dicha coordinación y consulta; una síntesis de los elementos aportados al proceso de decisión por los órganos participantes; una síntesis del modo en que dichos elementos fueron considerados en la formulación del Anteproyecto del instrumento; y la indicación de aquellos que fueron desestimados y el fundamento de su exclusión.

10. Capítulo 11 Resultados de las Instancias de Participación Ciudadana

Sistematización de la opinión comunitaria de los temas ambientales y de sustentabilidad para cada una de las jornadas realizadas, sintetizando por sector o grupo de trabajo (según corresponda), los comentarios u observaciones consensuadas.

11. Capítulo 12 Plan de Seguimiento

Señala las medidas propuestas por el Informe Ambiental al Plan Regulador Comunal, considerando un conjunto de criterios e indicadores de eficacia del Plan de acuerdo con las directrices de gestión y planificación de la opción de desarrollo elegida.

2 ACERCA DE INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

A continuación, se identifican los objetivos de planificación del IPT y sus alcances, así como la descripción de los antecedentes que justifican y determinan su desarrollo, especificando además el objeto de evaluación, junto con el ámbito territorial y temporal de aplicación del IPT.

2.1 OBJETIVOS DEL PLAN

Los objetivos o metas estratégicas de planificación abordan las principales problemáticas y valores detectados en el marco del proceso de análisis y diagnóstico del Plan Regulador Comunal que, junto a las proyecciones y tendencias observadas, permiten avanzar a la consecución de la visión de desarrollo.

La visión de desarrollo urbano planteada, en el marco del proceso de decisión, se articula con los criterios de desarrollo sustentable o reglas de sustentabilidad que impulsan el proceso de planificación urbana de la comuna de Lo Barnechea, en un horizonte temporal de planificación propuesto de 15 a 20 años, fundándose en tres pilares fundamentales:

1. Movilidad Sustentable que considere las condiciones de contexto físico y patrimonial, favoreciendo soluciones diversas de desplazamiento (intermodalidad) y la distribución equilibrada de las actividades, que posibiliten cambios en los patrones de viaje al interior y exterior de la comuna.
2. Desarrollo urbano mixto a escala compatible con la vocación residencial preferente de la comuna y que apunte a la integración socio espacial.
3. Integración de los elementos naturales y paisajísticos del entorno al desarrollo urbano comunal, considerando las condiciones de riesgo físico que restringen o limitan la ocupación.

La consecución de los objetivos se plasma en el diseño del Plan, a través de sus **lineamientos de planificación** que lo estructuran y refieren a las acciones enmarcadas en el ámbito y alcance del Plan, siendo relevante mencionar que éstos han ido complementándose en la medida que se integran nuevos antecedentes y se alcanzan consensos con los distintos actores involucrados en la planificación del territorio.

Los objetivos estratégicos de la decisión se detallan a continuación:

1. Controlar la huella ecológica del desarrollo urbano

   Avanzar en el control de la huella ecológica del desarrollo urbano mediante la regulación de la carga de ocupación del territorio, considerando los efectos que está teniendo el cambio climático en el área de planificación.

   Esto implica equilibrar la distribución poblacional para reducir los efectos ambientales y el impacto en el consumo hídrico, asociados a la urbanización en baja densidad de grandes extensiones urbanas, mediante un crecimiento urbano compacto que promueva el uso racional del suelo.

2. Conservar espacios naturales y de relevancia paisajística

   Propiciar un desarrollo urbano que sea compatible con criterios de conservación de los espacios naturales y de relevancia paisajística, particularmente de los sectores que conforman el territorio de borde periurbano y aquellos donde se encuentran las mayores coberturas vegetacionales y elementos de valor natural y paisajístico. Se busca controlar el desarrollo urbano reduciendo sus impactos negativos y fricciones con el entorno.

3. Reducir la vulnerabilidad de la población a riesgos

   Reducir la vulnerabilidad de la población mediante un adecuado control y gestión de riesgo de las áreas de crecimiento, mediante la implementación de medidas de restricción, control y condicionamiento de la ocupación, en aquellos sectores altamente expuestos a amenazas de origen natural y antrópico, buscando gestionar el riesgo y evitar la ocurrencia de desastres socio naturales, tanto para el sector periurbano como en aquellos sectores ya urbanizados.

4. Posibilitar acceso a vivienda

   Promover el acceso a vivienda con regeneración urbana de densificación equilibrada en áreas bien dotadas de servicios y transporte.

Se busca generar condiciones para la integración social e inclusión de sectores hasta el momento excluidos de la oferta habitacional existente en la comuna, tratando de garantizar a los residentes su permanencia con condiciones adecuadas de habitabilidad y calidad de vida, mediante disposiciones normativas que favorezcan la generación de una oferta residencial socioeconómicamente diversificada.

5. Mejorar las condiciones de accesibilidad y conectividad

   Acompañar al desarrollo urbano futuro con una reclasificación de la vialidad comunal, mediante la ampliación y mejoramiento de la infraestructura de movilidad, áreas verdes y espacios públicos existentes o nuevos haciendo uso de incentivos normativos.

6. Promover cambios en los patrones de movilidad

   Procurar la desconcentración de actividades y servicios urbanos que favorezcan los traslados mediante modos no motorizados de transporte.

   Se busca, por un lado, ampliar y diversificar la oferta de equipamientos generando nuevas centralidades y sub-centralidades de servicios al interior del área urbana. Y en segunda instancia, dotar a la infraestructura de movilidad de las características y dispositivos que faciliten los traslados mediante diversidad de modos de transporte.

7. Promover el mejoramiento o regeneración de sectores urbanos deteriorados

   Promover la redistribución de los usos mixtos e incremento de intensidades de ocupación, en sectores con mayor potencial de cambio, condicionado a la generación de una oferta habitacional socioeconómicamente diversificada.

   Favorecer la regeneración o mejoramiento del entorno urbano de los sectores que presentan mayor deterioro físico, como de las condiciones de habitabilidad urbana, mediante disposiciones normativas que faciliten la gestión de los espacios públicos residenciales, y generación de condiciones de edificación que faciliten la aplicación de programas de regeneración con enfoque en mejoramiento residencial, condicionados a la permanencia de la población en la comuna y la absorción del déficit habitacional existente.

2.2 ANTECEDENTE O JUSTIFICACIÓN QUE DETERMINA LA NECESIDAD DE DESARROLLAR EL PLAN

La presente modificación del PRC Lo Barnechea, surge a partir de la necesidad de revisar, actualizar y modificar el PRC vigente desde el año 2002, específicamente en el "Área Urbana Bajo la Cota 1.000 m.s.n.m", que para los efectos del presente proceso de planificación se denomina "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea", con el fin de dar respuesta a desafíos urbanos y requerimientos comunales con vistas a una planificación a futuro, que prevea tendencias urbanas, incentive la inversión, incorpore soluciones viales y priorice la sustentabilidad, sobre la base de una imagen objetivo, que preserve los valores propios de la identidad comunal, como son la integración social, el carácter residencial y la presencia de espacios naturales libres de ocupación intensiva al interior del área urbana de la comuna.

Considerando los enormes cambios que se han venido observado en materia de desarrollo urbano en las últimas décadas, la comuna de Lo Barnechea está enfrentando importantes desafíos como la conservación ambiental y paisajística, accesibilidad y movilidad sostenible, la mantención de la calidad de vida residencial, y los problemas de integración y cohesión social, junto con la adopción de medidas concretas que permitan

enfrentar las condicionantes de riesgos en el escenario de cambio climático que enfrenta el territorio, por nombrar solo algunos de los factores que están impulsando de manera decidida la necesidad de mejorar el instrumento de planificación territorial (en adelante IPT) vigente.

A lo anterior se suma, la necesidad de incorporar las modificaciones de la legislación urbana en materia de instrumentos de planificación territorial, y la incorporación de nuevos estándares en tecnología e introducción de sistemas de información geográfica para la gestión urbana.

El Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea vigente, es un instrumento desactualizado en términos normativo, estratégico y técnico, lo cual no permite avanzar en la materialización de los objetivos de la planificación trazados al momento de su formulación:

- Normativo: por contener normas urbanísticas que no se ajustan a derecho, producto de los años de vigencia del plan y los cambios en Ley General de Urbanismo y Construcciones.
- Estratégico: en el sentido de incorporar las directrices de planificación estratégicas contenidas en el PLADECO y otros instrumentos de planificación desarrollados en la comuna.
- Técnico: ya que requiere incorporar procedimientos y herramientas técnicas que posibiliten mejorar la planificación como una nueva cartografía a partir del vuelo aerofotogramétrico 2019, que permita precisar la interpretación del límite urbano vigente asociada a la curva de nivel 1.000 m.s.n.m; un sistema de información geográfica actualizado; Estudio Fundado de Riesgos que modele y justifique los peligros a los que se expone la población; adecuada aplicación del procedimiento de evaluación ambiental estratégica EAE; y estudios especiales que otorguen respaldo técnico a las decisiones del plan, correspondientes a Movilidad Urbana Sustentable, Factibilidad Sanitaria, Capacidad Vial, Densidades, Patrimonio, entre otros.

A la situación antes descrita se suma el hecho de que, para atender los numerosos requerimientos que surgen a partir de la gestión administrativa del territorio por parte de la Municipalidad, se han desarrollado numerosas modificaciones parciales que atienden aspectos específicos del Plan Regulador Comunal vigente, lo que ha permitido solucionar requerimientos inmediatos y adecuar el marco regulatorio en ciertas porciones del territorio comunal a los nuevos procesos de estructuración del espacio, sin que se haya atendido debidamente a los requerimientos y problemáticas estructurales que afectan al “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea”.

Como consecuencia, el IPT comunal se ha transformado en un instrumento reactivo que pretende solucionar problemas puntuales sin integrar una visión global del territorio que promueva el desarrollo armónico de la comuna, donde los límites de zonas corresponden a fondos de predios lo que ocasiona disputas asociadas a la dificultad de convivencia de usos colindantes.

Por lo demás, el PRC carece de un monitoreo que asegure su vigencia en el tiempo, lo cual se hace perentorio conforme al artículo 28 sexies de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, introducido por la Ley N° 21.078, del 2018, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que establece que los planes reguladores comunales deben ser actualizados cada 10 años. Por su parte, se requiere que la vialidad del área urbana, la susceptibilidad a los riesgos y amenazas existentes en el territorio, y las "áreas de protección de recursos de valor natural y patrimonial cultural", sean incorporadas dentro del análisis, conforme a la normativa legal vigente.

En consideración a lo anterior, la actualización del IPT debe convertirlo en una herramienta orientadora de los procesos de desarrollo urbano de alta importancia para la gestión municipal, al señalar las indicaciones y normativas necesarias para establecer un orden en la forma de ocupación del territorio comunal, en estricta concordancia con las características sociales, ambientales y económicas de éste.

2.3 OBJETO DE LA EVALUACIÓN

El objeto del Plan alude a los aspectos en los cuales el IPT tiene competencia para actuar, dentro de límites normativos, espaciales y temporales. Desde el punto de vista normativo cabe hacer presente que de conformidad a lo establecido en el artículo 2.1.1 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), el proceso de Planificación Urbana tiene por función principal orientar o regular, según el caso, el desarrollo de los centros urbanos a través de los Instrumentos de Planificación Territorial. Cada uno de dichos instrumentos tiene un ámbito de acción propio, tanto en relación a; la superficie de territorio que abarcan, como a las materias y disposiciones que contienen.

El presente proceso de planificación corresponde a la modificación de un Plan Regulador Comunal, cuyas disposiciones se encuentran señaladas en el artículo 2.1.10 de la OGUC y refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos, que se detallan a continuación:

- La definición del límite urbano de los centros poblados.
- Vías estructurantes de la comuna:
  - Anchos mínimos.
  - Líneas de edificación.
  - Franjas sujetas expropiación.
- Zonificación y normas urbanísticas:
  - Usos de suelo.
  - Sistemas de agrupamiento.
  - Coeficiente de constructibilidad.
  - Coeficiente de ocupación de suelo.
  - Alturas máximas.
  - Adosamientos.
  - Distanciamientos mínimos.
  - Cuerpos salientes.
  - Antejardines.
  - Ochavos.
  - Rasantes.
  - Superficie de subdivisión predial mínima.
  - Densidades máximas.
  - Alturas de cierros.
  - Exigencias de estacionamientos.
  - Áreas de Riesgo.
  - Áreas de protección.

En este contexto el desarrollo de la “Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea” pasará a modificar el PRC vigente, debido a que propone revisar, actualizar y ajustar el IPT vigente (PRC) desde el año 2002, específicamente en el "Área Urbana Bajo la Cota 1.000 m.s.n.m.", manteniendo las disposiciones normativas que rigen el territorio que conforma el “Área Urbana Sector Centro Cordillera”.

Desde el punto de vista metodológico la actualización que deriva en la Modificación del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, consideró tres procedimientos para su desarrollo, los cuales se describen a continuación:

1. Procedimiento Técnico Normativo

Consistió en una secuencia de etapas mediante las cuales se avanzó en el desarrollo de los componentes constitutivos del Plan, de acuerdo a lo establecido en la normativa de urbanismo y construcciones, partiendo por la recopilación de antecedentes para obtener un Diagnóstico Estratégico del territorio comunal, desde el ámbito físico-natural, Socioeconómico y urbano territorial. A partir de dichos antecedentes fue posible definir escenarios de desarrollo en función de los cuales se propuso una Imagen objetivo y se formularon las Alternativas u Opciones de Desarrollo que se evaluaron tanto desde la planificación urbana como desde los aspectos ambientales y de sustentabilidad, en el contexto de la EAE. Con base en este proceso de decisión se Diseñó la propuesta de Plan.

2. Procedimiento de Participación

Corresponde al componente de Participación Ciudadana definido para la elaboración del PRC, cuyo objetivo fue establecer un dialogo e intercambio de información permanente con la comunidad, integrada por diversos grupos de actores, instituciones y organizaciones con diferentes intereses desplegados en el territorio sujeto a planificación. Esta estrategia tuvo como propósito levantar la visión y construir colectivamente la propuesta de estructuración urbana territorial para la comuna, ajustando un instrumento de carácter normativo a las aspiraciones y concepciones de los habitantes, conforme a los patrones culturales de su poblamiento y características de su entorno. Entre los grupos de actores que se convocaron para el desarrollo del IPT estuvieron:

- Actores Institucionales: Órganos de la Administración del Estado, unidades técnicas de la municipalidad.
- Actores comunitarios territoriales: Correspondió a la comunidad organizada a través de juntas de vecinos y otros grupos de interés y también Involucró asociaciones gremiales u organizaciones de comerciantes e industriales existentes en el territorio de planificación.
- Actores ciudadanos: integra a vecinos y la ciudadanía en general no necesariamente suscrita a organizaciones formales la que se sumó directamente a las distintas instancias de participación.

3. Procedimiento Ambiental

Tuvo por objeto principal documentar todas aquellas actividades y tareas del proceso de decisión necesarias para someter a evaluación ambiental estratégica la propuesta de modificación del Plan Regulador Comunal. Lo anterior, en concordancia con lo establecido en el Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica (D.S. N°32 del Ministerio de Medio Ambiente de fecha 17.08.2015, D.O. del 04.11.2015). Para dichos efectos se consideró fundamentalmente lo siguiente:

- Análisis de los antecedentes, a objeto de definir los objetivos ambientales, criterios de desarrollo sustentable, opciones de desarrollo, y en general todos aquellos requerimientos propios del proceso de EAE.
- Coordinación con el Órgano Responsable (Municipalidad de Lo Barnechea), a objeto de llevar adelante las instancias de participación, coordinación y consulta con los Órganos de la Administración del Estado y otros actores convocados a participar en el proceso de EAE.

2.4 ÁMBITO TERRITORIAL Y TEMPORAL DE APLICACIÓN DEL PLAN

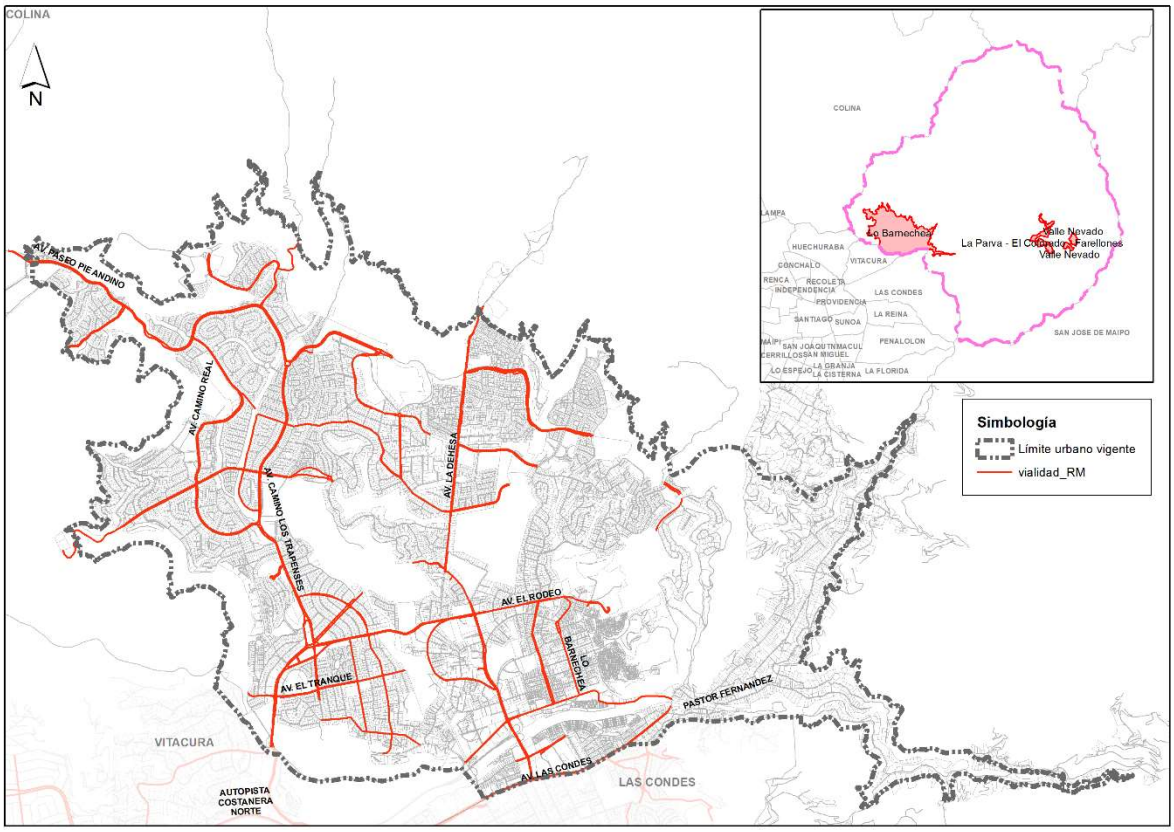
El estudio de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea se circunscribe a la comuna de Lo Barnechea, territorio localizado en la Región Metropolitana, en el extremo nororiente de la Ciudad de Santiago, entre los 33°05' y 33°29' latitud sur y los 70°36' y 70°10' de longitud oeste, entre los 800 y 5.400 m.s.n.m.

2.4.1 Contexto Territorial

El territorio comunal comprende sectores de piedemonte y relieves andinos de baja, media y alta montaña pertenecientes a la Cordillera de Los Andes; y tiene una superficie total de 104.439 hectáreas correspondientes al 45,5% del área total de la Provincia de Santiago. La comuna cuenta con dos áreas destinadas al desarrollo urbano establecidas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, que abarcan el 5,4% del territorio comunal y corresponden al "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" que consta de 4185,05 hectáreas y que forma parte del área urbana del Gran Santiago; y al "Área Urbana Sector Centro Cordillera", localizada a 35 kilómetros al este de la primera, conformada por las localidades de Farellones, La Parva, El Colorado y Valle Nevado, con una superficie de 755,73 hectáreas aproximadamente.

El territorio sujeto a planificación integra una superficie de 4940,78 hectáreas correspondientes al "Área Urbana Bajo la Cota 1.000', m.s.n.m.", que pasará a denominarse "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" y abarca el 4,7 % del territorio comunal (ver siguiente ilustración).

Ilustración 2-1:Contexto territorial de planificación



Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se aprecia en la ilustración previa, el límite del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" se encuentra definido por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (en adelante PRMS) de 1994 y está descrito en el texto normativo como el continuo urbanizable localizado bajo la cota 1.000 msnm y "su prolongación línea de altas cumbres" entre la Quebrada del Ají y Estero El Arrayán, abarcando parte de la cuenca que conforma el Valle de La Dehesa bajo la curva de nivel 1.000 msnm así como la sección urbana de los cajones cordilleranos del sector El Arrayán y Camino a Farellones.

2.4.2 Ámbito temporal

Si bien no existe una definición precisa en el marco de la legislación, relativa al periodo de vigencia que deben tener los IPT de nivel comunal, es importante anotar la Ley General de Urbanismo y Construcciones, en su artículo 28 sexies señala que "los instrumentos de planificación territorial deberán actualizarse periódicamente en un plazo no mayor a diez años", mandato que permite realizar una revisión periódica del Plan y su implementación. No obstante, atendiendo a las directrices contenidas en la Circular DDU 227 de la División de Desarrollo Urbano MINVU, los IPT deben orientarse con una visión de futuro, estableciendo proyecciones de demandas de suelo para acoger el crecimiento urbano proyectado. Lo anterior basado en proyecciones de población, las cuales consideran en general un horizonte de planificación de 25 a 30 años.

2.5 MARCO DEL PROBLEMA DE PLANIFICACIÓN

Se incluye a continuación una descripción prospectiva del sistema territorial, mediante la cual se identifican las dificultades y potencialidades que reflejan prioridades ambientales y de sustentabilidad, que son abordadas en las decisiones de planificación.

2.5.1 Aspectos ambientales y de riesgos

La comuna de Lo Barnechea, por el hecho de estar ubicada en el borde de una zona montañosa, se encuentra expuesta a la ocurrencia de muchos peligros en prácticamente la totalidad de su territorio. Por esta razón, es necesario que la extensión del territorio urbano ocurra de manera controlada, de tal manera de evitar que estos peligros afecten a la población.

En un escenario de cambio climático, el análisis de los peligros que pueden afectar a la comuna se hace en condiciones de incertidumbre. Algunos de estos factores tienen relación con la cantidad de precipitaciones, la ubicación del límite entre la zona de precipitaciones líquidas y sólidas y el estado de conservación de la vegetación.

a) Inundaciones

En el área urbana de la comuna de Lo Barnechea existe una gran cantidad de cauces de origen natural, de los cuales 15 son definidos como área de riesgo por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), incluido el río Mapocho y el Estero El Arrayán.

Los cauces ubicados en el área urbana de la comuna, tanto los que se encuentran normados por el PRMS como los que no, mayoritariamente, han sido intervenidos, ya sea para modificar sus trazados, entubarlos o construir obras destinadas a contenerlos durante las crecidas. Estas obras modifican, mediante Documentos Ordinarios, la delimitación de las áreas de restricción y autorizan las construcciones en un área específica, que puede relacionarse con proyectos grandes (como un loteo o edificio) o con un único Rol. En el primer caso, las medidas de mitigación se han incluido en este estudio, mientras que los estudios relacionados a un único Rol no se han podido incluir, debido a que esta información se encuentra repartida en una cantidad muy grande de estudios.

Las modificaciones de las áreas de restricción se han generado de manera fraccionada en la comuna, y por ende no constituyen necesariamente una franja continua. Adicionalmente, existen dificultades en la interpretación de la franja, que en algunos casos corresponde a una distancia desde el centro del cauce y en otros desde el límite de obras que no se conoce su ubicación georreferenciada.

De esta forma, más que incorporar esta información directamente en la delimitación de susceptibilidad, se han analizado aquellos cauces en los cuales la delimitación de susceptibilidad por inundación se traslapa con propiedades con las autorizaciones. Lo anterior se observa preliminarmente para las quebradas El Gabino, La Carbonera, El Manzano y Las Rosas, y para el estero El Arrayán. De esta forma se recomienda tomar en cuenta la información del catastro realizado por el Departamento de Documentación Técnica y Catastro, de la Municipalidad de Lo Barnechea, base de datos de las modificaciones de franjas de protección realizadas, asociadas a los distintos cauces, incluyendo el Rol de las propiedades, y los Ordinarios con las modificaciones respectivas, para la delimitación o clasificación de áreas del instrumento de planificación en los sectores correspondientes.

En los cauces normados por el PRMS, existe un interés de los particulares por mejorar la definición del área de riesgo, mientras que, en los cauces no normados, los particulares no tienen incentivos para hacer estudios relativos a este tema. De esta forma, mientras los cauces incluidos en el PRMS cuentan con medidas de mitigación que hacen que poca infraestructura se encuentre en zonas inundables, los cauces no incluidos en la normativa, por lo general, no cuentan con estudios fundados para mitigar el riesgo.

Como la mayor parte de la red de drenaje ha sido modificada, ya sea mediante obras de contención en el mismo lugar o por modificaciones del trazado, en caso que la cantidad de agua supere la capacidad de los cauces, el excedente no necesariamente seguirá los cauces y existirá un nivel de incertidumbre importante respecto de las zonas por donde escurriría el agua.

En este estudio se elaboró un modelo numérico de inundación en la quebrada Las Zorras, que en su entorno está habitada por parte de la población más vulnerable de la comuna, lo que impide que la población pueda hacer estudios específicos para acotar las áreas de riesgo.

Las pendientes relativamente altas que se encuentran en la mayor parte del territorio favorecen el escurrimiento a través de la superficie e impiden que se formen zonas de acumulación de agua.

Este estudio sólo incorpora las obras terminadas a la fecha en que se realizó. En particular, las obras de contención relacionadas con la extensión de la Costanera Norte hacia el oriente (hasta la calle Padre Alfredo Arteaga) no se han incorporado.

b) Flujos de barro y/o detritos

Los flujos o aluviones son procesos diferentes de las inundaciones, y ambos peligros no se comportan de igual manera. En este sentido, aunque las obras de mitigación reducen el riesgo asociado a este peligro, no han sido diseñadas para esto, y, en caso de ocurrir un flujo, podrían ser superadas. Según los modelos numéricos, esto podría ocurrir en algunos sectores, ubicados en las terrazas del río Mapocho, donde los flujos pueden superar las medidas de contención diseñadas para inundaciones. Una consecuencia de esta situación es que las medidas de mitigación podrían generar una falsa sensación de seguridad respecto de los peligros.

En los sectores en donde se han modificado los cauces, en caso de ocurrir un flujo, el escurrimiento tendería a buscar las zonas más deprimidas, donde originalmente se encontraban los cauces. Los casos donde esto ocurre de manera más evidente son las quebradas Oscura y Los Guindos.

En este estudio se modelaron dos quebradas: Huallalolén y Ñilhue. Se eligieron estas quebradas por ser las que han presentado más problemas de flujos en el último tiempo. Sin embargo, también merecen especial atención la quebrada Novillo Muerto y varias que se encuentran en la zona montañosa ubicada entre el estero Arrayán y el río Mapocho. Posiblemente, en el futuro se debieran desarrollar nuevos modelos para ellas.

Pese a lo anterior, debe tenerse en consideración que los modelos buscan representar los fenómenos, considerando simplificaciones y supuestos, de manera que sólo son una aproximación del peligro modelado. En una situación real, pueden ocurrir cosas diferentes, no predichas por los modelos.

c) Procesos de ladera

Los factores considerados para definir la susceptibilidad asociada a este peligro fueron la pendiente del terreno, la presencia de afloramientos de roca y la existencia de unidades geológicas de mala calidad geotécnica (Formación Abanico) o asociadas a grandes remociones en masa (mega deslizamientos) ocurridas en el pasado.

Las zonas susceptibles a estos peligros se concentran mayoritariamente en las laderas de las zonas montañosas y de los cerros isla, aunque también se pueden encontrar en algunos cauces.

En general, el territorio estudiado se encuentra más expuesto a caídas de rocas que a deslizamientos.

d) Sismicidad

En el área de estudio, existen tres mecanismos sísmicos:

- Sismos interplaca. A ellos se orienta la normativa sísmica.
- Sismos interplaca de profundidad intermedia.
- Sismos corticales. En la comuna, estos sismos se asocian a la Falla San Ramón, cuya traza no se conoce con un nivel de certeza adecuado para la planificación territorial. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios específicos para conocer su ubicación.

2.5.2 Aspectos Sociodemográficos y del sistema económico

En cuanto al sistema sociodemográfico de la comuna de Lo Barnechea, el acentuado crecimiento poblacional y de viviendas observado durante las últimas décadas del siglo XX, significó la ocupación urbana extensiva del Área Urbana "Lo Barnechea", condición que ha tendido a ralentizarse en la última década en términos de población y en menor medida en términos de vivienda, situación que podría tener explicación en la reducción del tamaño medio de los hogares.

Cuadro 2.5-1 Número de Viviendas y Población censadas Lo Barnechea

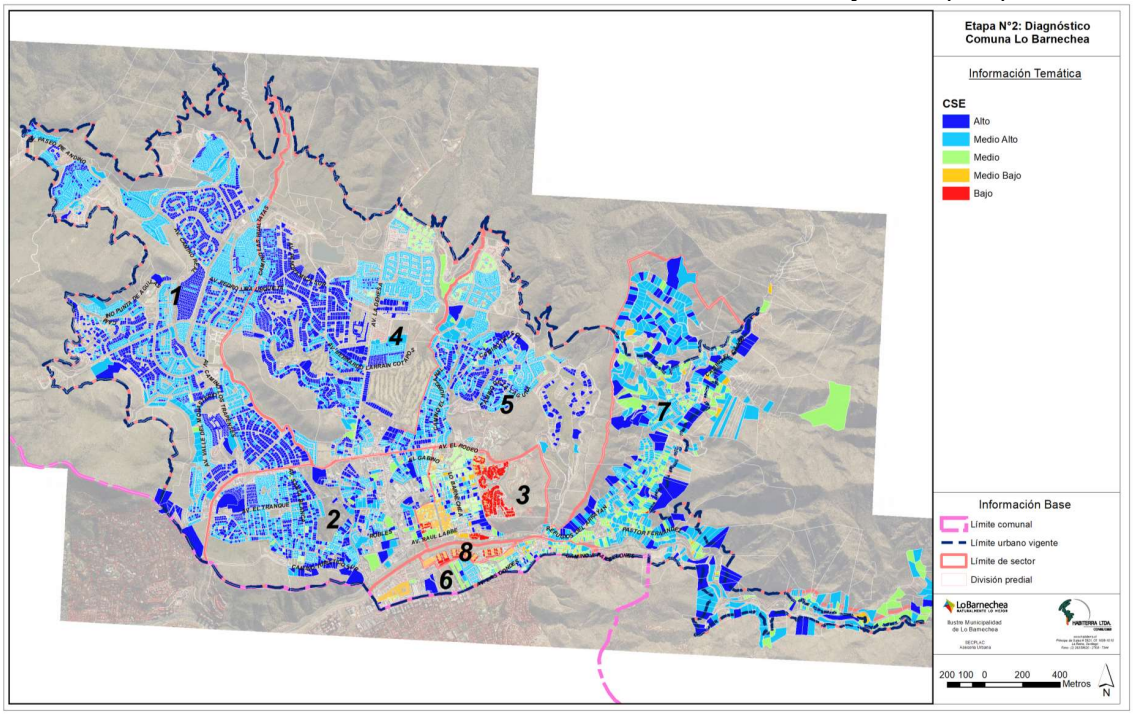
Año	Viviendas	Tasa de Crecimiento	Población	Tasa de Crecimiento
1982	5.687		24.258	
1992	11.887	7,4 (1982-1992)	46.279	6,5 (1882-1992)
2002	17.746	4,0 (1992-2002)	72.496	4,5 (1992-2002)
2017	31.225	3,8 (2002-2017)	105.833	2,5 (2002-2017)

Fuente: Elaboración propia en base a datos censales.

Como segundo antecedente relevante, se destaca la movilidad residencial o migración interna que, en el quinquenio previo al CENSO 2017, aumenta en habitantes, siendo las principales comunas de residencia anterior Las Condes (32%), Vitacura (21%) y Providencia (5%). Sin embargo, un flujo importante de emigrantes asociados a segmentos de edad joven (20 a 34 años), buscan residencia en otras comunas aledañas, preferentemente inducidos por la falta de oferta al interior de la comuna de vivienda accesible, lo cual equilibra el saldo migratorio, manteniendo un saldo migratorio positivo de 10.209 hab.

Desde el punto de vista socioeconómico, destaca la composición predominante de estratos de altos ingresos, y la fuerte concentración territorial de los segmentos de menores ingresos o más vulnerables (Bajo y Medio Bajo) en los sectores 3 (Pueblo de Lo Barnechea / Cerro 18) y 8 (La Ermita / bicentenario), más específicamente en el Cerro 18 y Población Lo Ermita; sectores fundacionales de la comuna y aquellos sectores que recibieron las operaciones de vivienda social. Esta situación da cuenta de una clara segmentación espacial, que puede tener claros efectos sociales en la comuna.

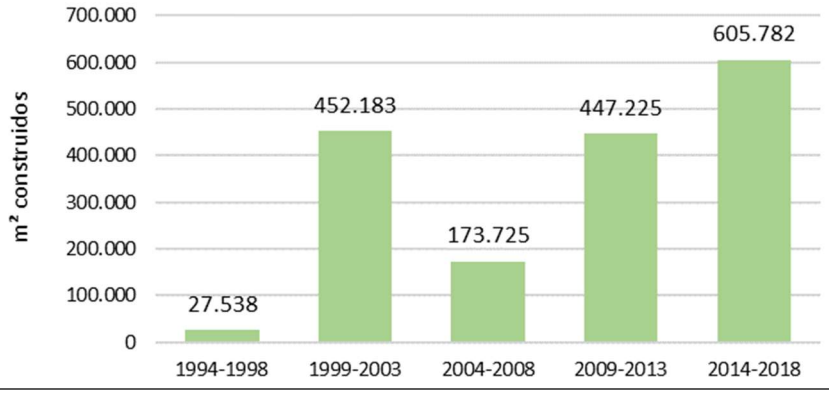
Ilustración 2-2 Distribución de estratificación socioeconómica ajustada (CSE)



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Ministerio de Desarrollo Social (2019)

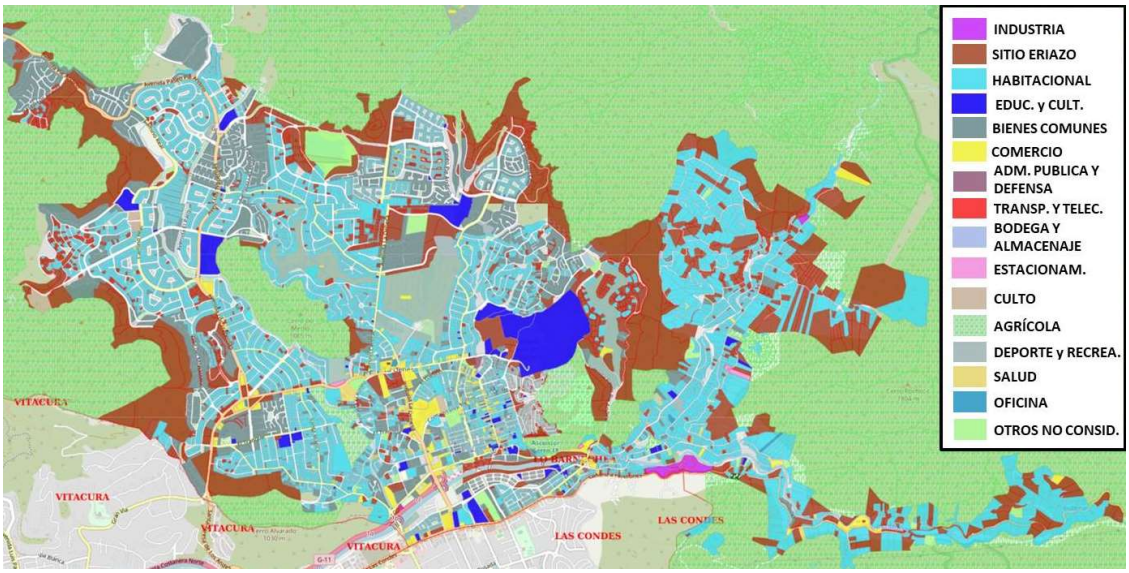
En cuanto al sistema económico, se destaca la vocación residencial predominante con características de suburbio, la cual ha ido adquiriendo mayor nivel de complejidad en la medida que se ha consolidado el sistema urbano comunal. Esta situación se ha visto acentuada en las estadísticas de permisos de edificación en los últimos años, los que han visto acrecentar los destinos asociados a comercio, servicios financieros y oficinas, reconociendo un cambio en las tendencias de especialización.

Gráfico 2-1 Superficie de Comercio y servicios en permisos de edificación. Comuna de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia en base a permisos de edificación INE (1997-2018)

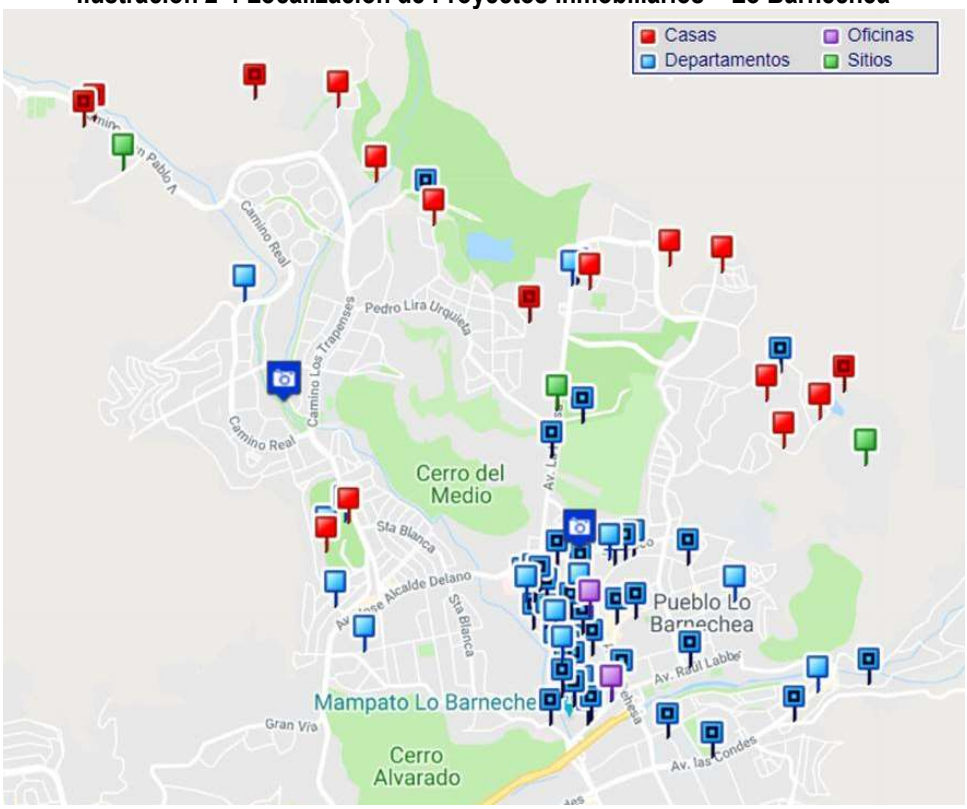
Ilustración 2-3 Distribución de usos de suelo SII en Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia en consulta a web www.sii.cl (2020)

En términos de mercado de suelo se observa un incremento de la participación de viviendas de menor tamaño predial y departamentos, lo cual responde a ajustes a los precios del suelo. En este sentido cobra relevancia la ampliación de la oferta de sectores suburbanos de la comuna de Colina, en sectores de Chicureo y Chamisero que distante a 7 km de Lo Barnechea, a través de la Ruta G19 Camino Juan Pablo II, constituye una oferta que amplía la competencia.

Ilustración 2-4 Localización de Proyectos Inmobiliarios – Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia a partir de información de www.portalinmobiliario.cl (Septiembre 2019)

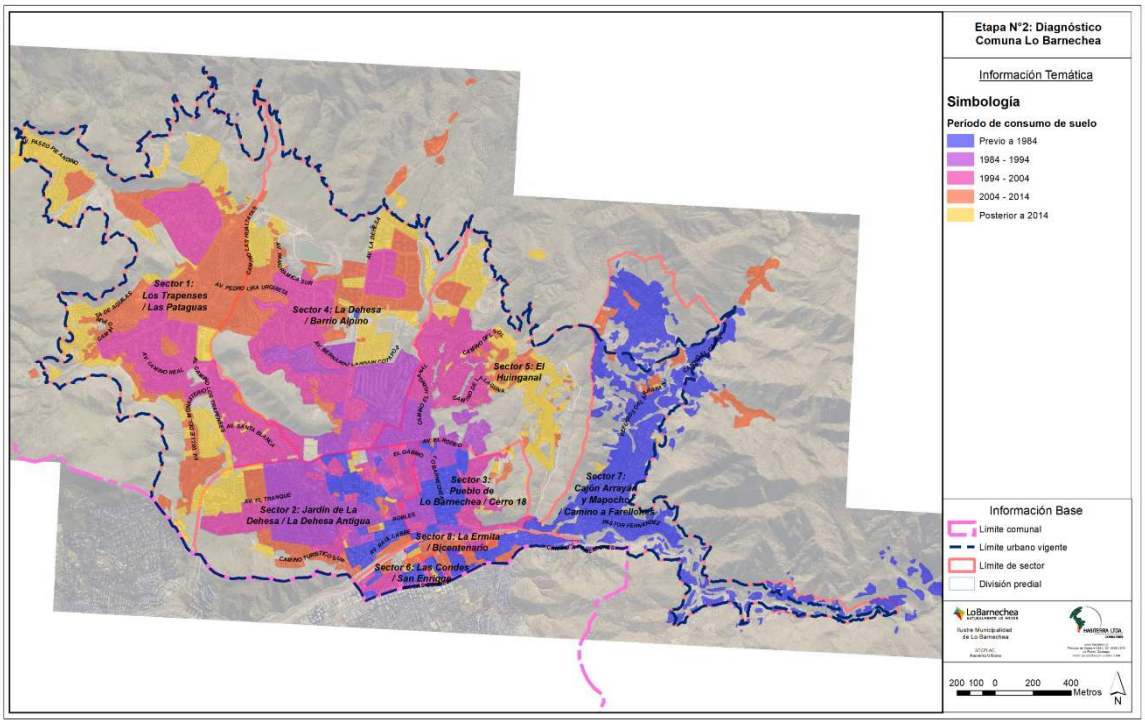
2.5.3 Aspectos Urbanos

Con respecto a los factores que inciden en el proceso de urbanización, destaca la fuerte expansión en baja densidad, que se desarrolló en base a procesos de fragmentación predial sucesivos que permitieron el máximo aprovechamientos de las normas urbanísticas y los incentivos considerados en la legislación.

La estructura urbana resultante de los distintos procesos de ocupación presenta características morfológicas muy distintas, destacando las siguientes tipologías:

- Los sectores fundacionales con un proceso espontáneo de fraccionamiento predial.
- El fraccionamiento predial espontáneo del sector El Arrayán y el carácter lineal del sector Camino a Farellones.
- La zona de expansión Ciudad Jardín, de alta prevalencia de loteos y condominios de viviendas unifamiliares de carácter cerrado que limitan la continuidad de la trama de espacios públicos.
- Los procesos de densificación del sector La Dehesa Antigua y sectores aledaños a Av. La Dehesa y Av. Las Condes.
- La urbanización reciente de bordes de contacto del límite urbano, con tipologías de departamentos, tal como ocurre en el Sector 1 Los Trapenses /Las Pataguas, en trayecto aledaño a Vía Morada en sector de Av. Golf de Manquehue, Calle del Monasterio.

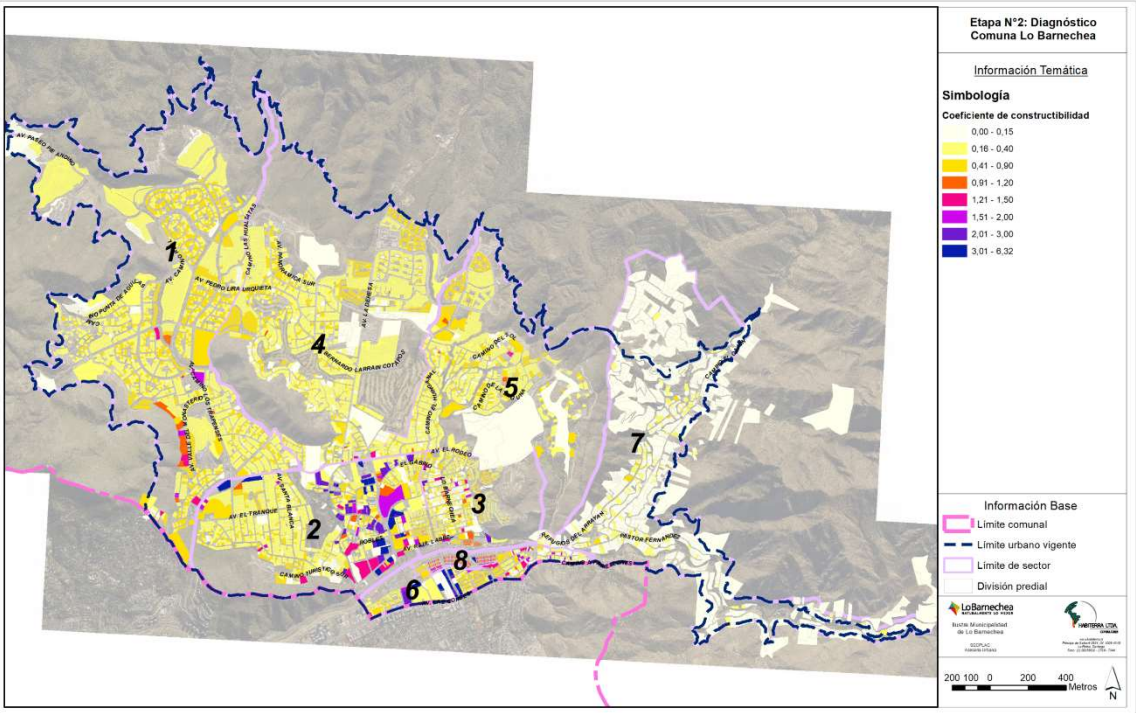
Ilustración 2-5 Series de consumo de suelo de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica (2020)

Desde el punto de vista morfológico, existe una gradiente de intensidad de ocupación (densidad) centro-periferia que ya se constata en la zonificación del plan regulador comunal vigente, que se describe a partir de un esquema axial de vías que convergen sobre el sector del eje de Av. José Alcalde Délano. Esta gradiente de ocupación se expresa en los indicadores urbanos de, intensidad de uso, altura, y constructibilidad, y es consistente con la gradiente de estratificación socioeconómica de la población, donde a menor densidad mayor es el nivel socioeconómico.

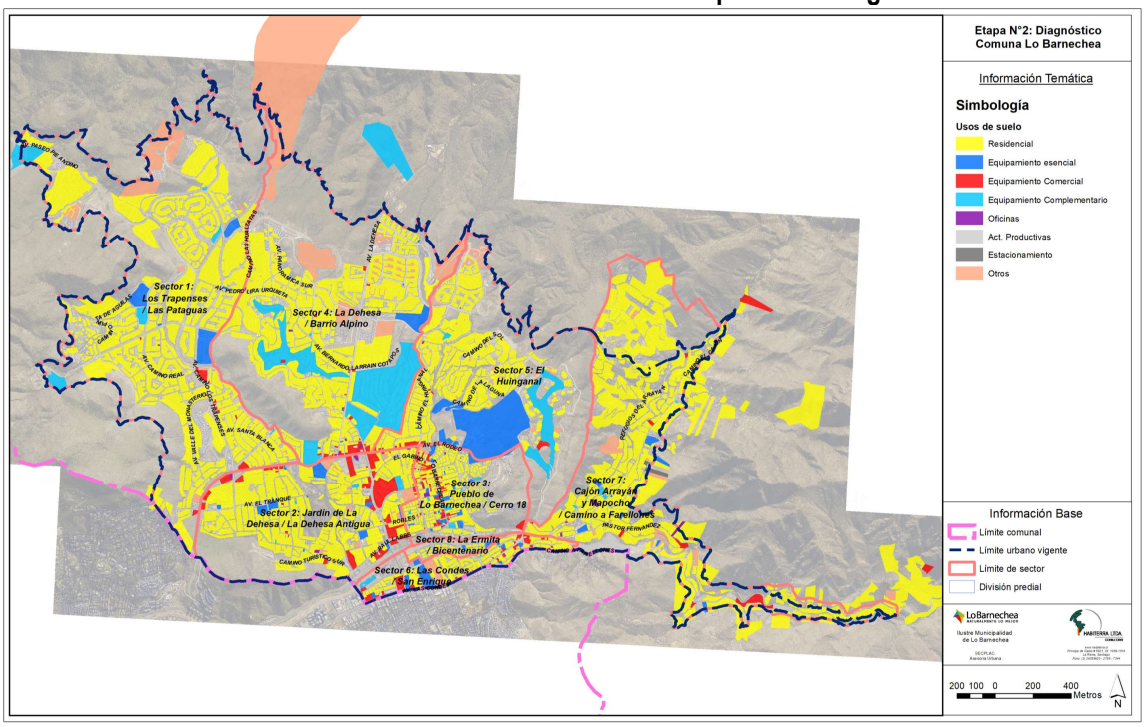
Ilustración 2-6 Constructibilidad por predio del área urbana



Fuente: Elaboración propia (2020)

Desde el punto de vista funcional (usos de suelo), el área urbana denota una clara diferenciación entre los sectores localizados al sur de Av. José Alcalde Délano, respecto de los barrios localizados al norte y oriente, donde la distribución de usos de suelo diferencia los distritos exclusivamente residenciales sin presencia de equipamientos, respecto de los distritos centrales que concentran el stock de equipamientos y servicios de la comuna, lo cual incrementa los viajes intra comunales.

Ilustración 2-7 Distribución de usos de suelo por sector según SII



Fuente: Elaboración propia en base a Servicio de Impuestos Internos (2019)

Complementa a los antecedes levantados el déficit de vivienda que ha incrementado ostensiblemente como resultados del alza de los valores de suelo y la consecuente alza de los valores de las propiedades asociadas a viviendas unifamiliares, a las que no puede acceder una parte importante de la demanda conformada por segmentos de estratos medios y medio altos.

Un aspecto que tiene clara incidencia en las características de los equipamientos que potencialmente se pueden emplazar en la comuna es la cantidad de vías troncales que atraviesan barrios residenciales, lo que posibilita la localización de equipamientos de mayor carga de ocupación que fricciona con las áreas residenciales, lo que ha motivado exigencias orientadas a limitar los usos de suelo admisibles en el plan regulador.

3 MARCO DE REFERENCIA ESTRATÉGICO

El marco de referencia estratégico presenta la revisión de los instrumentos de política y planificación estratégica existentes a nivel nacional, regional y en el nivel comunal o local, identificando las directrices o lineamientos que pueden tener incidencia en la decisión de planificación urbana, a considerar en la actualización del Plan. Se tuvo a la vista las indicaciones realizadas por los Órganos de la Administración del Estado a través de reuniones sostenidas en el marco del proceso de planificación, las que se detallan en el presente informe ambiental.

3.1 POLÍTICAS DE NIVEL NACIONAL

En el presente apartado se revisan los instrumentos de política y planificación estratégica existentes a nivel nacional identificando las directrices o lineamientos que pueden tener incidencia en la decisión de planificación urbana a considerar en la actualización del Plan.

3.1.1 Política Nacional de Desarrollo Urbano

La Política Nacional de Desarrollo Urbano (2014), en adelante PNDU, corresponde uno de los instrumentos de política establecidos por la legislación urbana vigente. Su ámbito de acción es de escala nacional y su formulación corresponde al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (en adelante MINVU). Esta política no es una ley o un reglamento, sino un mandato compuesto por principios, objetivos y líneas de acción capaces de congregar voluntades, para luego concretarse en leyes, reglamentos y programas públicos orientados a lograr una mejor calidad de vida.

En ese contexto, la actual PNDU se funda en el convencimiento de que nuestras ciudades y centros poblados podrían ser mucho mejores con base en el acuerdo de algunos aspectos fundamentales que rigen su conformación y desarrollo. Dichos acuerdos, explícitos, ordenados y jerarquizados como un verdadero contrato social, son la materia de esta Política.

Entre los objetivos de la PNDU que se relacionan con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea destaca **definir principios, objetivos y líneas de acción capaces de congregar voluntades, para luego concretarse en leyes, reglamentos y programas públicos orientados a las ciudades.** Para estos efectos se establecen las siguientes metas y lineamientos que se relacionan con el ámbito de la decisión:

Cuadro 3.1-1 Relación de la PNDU con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Metas o lineamientos	Relación con el Plan Regulador
Integración social, el Estado debe velar porque nuestras ciudades sean lugares inclusivos, donde las personas estén y se sientan protegidas e incorporadas a los beneficios urbanos: acceso a los espacios públicos, educación, salud, trabajo, seguridad, interacción social, movilidad y transporte, cultura, deporte y esparcimiento.	El ámbito de acción de los PRC, permite orientar el desarrollo urbano en materia de dotación de equipamiento, áreas verdes y la distribución espacial de ellos lo que unido al acceso equitativo a la vivienda mediante la incorporación de disposiciones posibilitan la materialización de viviendas de interés público.
Desarrollo Económico, las ciudades deben ser agentes de desarrollo económico, fuentes de innovación, emprendimiento y creación de empleo. Se entiende el concepto de desarrollo con una mirada integral, con responsabilidad social y bajo el concepto de sustentabilidad, armonizando el crecimiento y la inversión con las externalidades que los proyectos causen en las personas, localidades y territorios.	El ámbito de acción de los PRC permite orientar el desarrollo económico de los centros urbanos a través de la definición y priorización de usos de suelo y la intensidad de ocupación del mismo, dinamizando la provisión de bienes públicos urbanos.
Equilibrio ambiental, los asentamientos humanos y productivos deben desarrollarse de forma sustentable, equilibrada con el	El ámbito de acción del PRC, permite reconocer aquellos espacios de valor natural y resguardar aquellos de tipo patrimonial cultural, además de la definición de áreas verdes o

Metas o lineamientos	Relación con el Plan Regulador
medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se insertan.	área de desarrollo controlado y una zonificación compatible con las áreas circundantes.
Identidad y Patrimonio, Las ciudades y centros poblados deben dar cuenta de la identidad de los lugares en que se emplazan, de las personas que los habitan y de la diversidad geográfica y la riqueza cultural propia de las diferentes comunidades, pueblos y localidades.	El ámbito de acción de los PRC, centrado fundamentalmente en la definición de normas urbanísticas, y permite a través de ellas, que el desarrollo urbano no altere las condiciones de barrios con identidad y la calidad de vida de las personas manifestada en instancias de participación ciudadana.

Fuente: Elaboración propia en base a Política Nacional de Desarrollo Urbano (2014)

3.1.2 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático[1]

Aprobado por el Consejo de Ministros para Sustentabilidad y el Cambio Climático el 1 de diciembre de 2014, constituye el instrumento articulador de la política pública chilena de adaptación al Cambio Climático. Este plan entrega los lineamientos para la adaptación y proporciona la estructura operativa para la coordinación y coherencia de las acciones de los diferentes sectores y distintos niveles administrativos territoriales, considerando que la adaptación puede llevarse a cabo a nivel de un sector específico, multisectorial, regional o de manera transversal.

Para ello establece 4 objetivos y 9 principios que se materializan a través de 8 líneas de acción, las que a su vez se han agrupado en cuatro temas principales de los cuales se detallan a continuación aquellos que relacionan con el ámbito de acción del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea:

Cuadro 3.1-2 Relación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Tema	Línea de Acción	Actividad	Relación con el Plan Regulador
T3. Fortalecimiento Institucional	L7 Incorporación del tema de Cambio climático en la gestión ambiental a nivel regional y local	A.23 Considerar la incorporación del concepto de cambio climático en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, a través del procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) dispuesto en la Ley de Bases del Medio Ambiente y mediante una guía que indique los contenidos para su incorporación en la EAE de dichos instrumentos.	En el contexto del PRC LO Barnechea a través del desarrollo de la Evaluación Ambiental Estratégica se ha incorporado el concepto de cambio climático mediante las consideraciones ambientales (objetivos ambientales y criterios de sustentabilidad), en los cuales se apunta a la calidad ambiental de la comuna propiciando el equilibrio entre la intensidad de ocupación del suelo y las condiciones ambientales del entorno construido, aplicando medidas urbanísticas relacionadas con áreas verdes el desarrollo urbano controlado y la densidad promedio.
T4. Reducción del riesgo de desastres	L8 Información para la toma de decisiones en el marco de la gestión del riesgo de desastres	A.24 Incorporar en el desarrollo y actualización de mapas de riesgo la información de eventos hidrometeorológicos extremos actuales y proyectados en el territorio nacional, que incluyan las variables de amenaza, vulnerabilidad y exposición al cambio climático.	En el ámbito de acción del PRC de Lo Barnechea se desarrolla un estudio de riesgos naturales y antrópicos, a partir del cual se restringe o condiciona el desarrollo urbano en las áreas que presentan riesgo para la población. Además, mediante la definición de normas urbanísticas es posible excluir la localización de equipamiento crítico (salud, educación y seguridad) de las áreas susceptibles de ser afectadas por desastres naturales, para garantizar su funcionamiento aun en situaciones desastre.

Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014)

[1] Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Departamento de Cambio Climático. Disponible en: http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf

3.1.3 Energía 2050 - Política Energética de Chile

La Política Energética propone una visión del sector energético al 2050 que corresponde a un sector confiable, sostenible, inclusivo y competitivo. Esta visión, obedece a un enfoque sistémico, según el cual el objetivo principal es lograr y mantener la confiabilidad de todo el sistema energético, al mismo tiempo que se cumple con criterios de sostenibilidad e inclusión y, se contribuye a la competitividad de la economía del país. En definitiva, mediante estos atributos, se establece como objetivo avanzar hacia una energía sustentable en todas sus dimensiones[2]. Para alcanzar esta visión al 2050, la Política Energética se sustenta en 4 pilares: Seguridad y Calidad de Suministro, Energía como Motor de Desarrollo, Compatibilidad con el Medio Ambiente y Eficiencia y Educación Energética. Sobre estas bases, se definen lineamientos con medidas y planes de acción, planteados hasta el año 2050. A continuación, se revisan los lineamientos que se relacionan con el nivel de planificación urbana comunal[3].

Cuadro 3.1-3 Relación de la Política Energética de Chile 2050 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Pilar	Lineamiento	Relación con el Plan Regulador
1.- Seguridad y calidad de suministro	L1 Disponer de planes nacionales, regionales y comunales de gestión de riesgos y emergencias para el sector energético que esté en línea con otros planes sectoriales y los planes nacionales.	En el ámbito de acción del PRC se desarrolla un estudio de riesgos naturales y antrópicos, a partir del cual se identifican de manera detallada las áreas de riesgo dentro de los limites urbanos, definiendo restricciones y/o condicionamientos a la ocupación urbana en función del diagnóstico de amenazas y la evaluación de la vulnerabilidad y exposición. Este análisis sirve de referencia para otros sectores y servicios públicos ya que constituye una referencia para definir las áreas con menor aptitud para la localización de edificaciones o infraestructuras.
	L3 Aumentar la seguridad de aprovisionamiento, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles.	En lo relacionado con este tema las facultades del PRC permiten reconocer dentro de los limites urbanos las áreas que actualmente albergan este tipo de infraestructura estableciendo una zonificación y normas urbanísticas acordes al uso del suelo y las actividades conexas, previendo además las potencialidades de crecimiento, dada la dependencia que presenta la comuna de aprovisionamiento de combustibles como parte del proceso de abastecimiento de energía. De esta forma se prevé compatibilizar esta actividad respecto a los demás usos de suelo (residencia, equipamiento, áreas verdes).
2.- Energía como motor de desarrollo	L14 Integrar y dar coherencia a los intereses de los diferentes actores, sectores, instituciones y escalas territoriales (nacional, regional y local) asociados a la gestión del territorio para el desarrollo energético.	Las facultades del instrumento de planificación urbana permiten definir los usos de suelo admitidos para cada una de las zonas del Plan, incluida la infraestructura, previendo compatibilizar sus efectos respecto a los demás usos (residencia, equipamiento, áreas verdes), en función de las potencialidades y vocaciones del territorio. Por otro lado, el Instrumentos de planificación puede incorporar incentivos en las normas urbanísticas que colaboren con la sustentabilidad urbana y a través de la eficiencia energética.
	L15 Integrar en la planificación del territorio urbano y rural los requerimientos necesarios para implementar sistemas de transporte y edificaciones eficientes y menos contaminantes.	
3.-Energía compatible con el medio ambiente	L21 Promover una alta penetración de energías renovables en la matriz eléctrica	
4.-Eficiencia y educación energética	L30 Utilizar los recursos disponibles localmente y aprovechar los potenciales energéticos en los procesos productivos.	Dentro de las normas urbanísticas que es posible establecer en el PRC, se encuentra la ocupación de suelo, que puede ser considerada una medida de eficiencia energética, ya que a través de esta norma se puede fijar el modelo de desarrollo urbano promoviendo por ejemplo la recuperación de

[2] Decreto 148. Aprueba Política Nacional de Energía. Santiago, Chile, 30 de diciembre de 2015 [en línea] Recuperado de: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1087965 [20 oct. 2017]

[3] Ministerio de Energía. (2015). Energía 2050 Política Energética de Chile. [en línea] Recuperado de: http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf [20 Oct. 2017]

Pilar	Lineamiento	Relación con el Plan Regulador
		suelos en desuso en el interior del ámbito urbano o los procesos de densificación equilibrada de algunos sectores del área urbana, apuntando a un desarrollo urbano compacto y concentrado.

Fuente: Elaboración propia en base a Energía 2050 Política Energética de Chile

3.1.4 Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2020 - 2030

Es una Política que ha sido renovada recientemente mediante Decreto 434 del Ministerio del Interior y Seguridad Publica y Subsecretaria del Interior publicado el 16 de marzo de 2021. Este instrumento considera en su estructura enfoques transversales y principios rectores, definiendo además Ejes Prioritarios y Objetivos Estratégicos. Esta política propone las directrices en materias de gestión para la reducción del riesgo de desastres para todos aquellos instrumentos de planificación, inversión e intervención que surjan en el país y que emanen de diversos sectores y actores nacionales, contribuyendo con ello a proporcionar un marco común de entendimiento válido, coherente y en sintonía con diversos referentes nacionales e internacionales afines.

Los Enfoques Transversales se consideran como aquellas perspectivas que deben inspirar e impregnar todos los objetivos y acciones que se desprenden de esta Política.

- Enfoque de Derechos
- Enfoque de Desarrollo Humano
- Enfoque de Reducción del Riesgo de Desastres
- Enfoque de Transparencias, acceso a la información y rendición de cuentas.
- Enfoque de Participación
- Enfoque de Inclusión
- Enfoque de Genero

Por su parte, los Principios Rectores se entenderán como aquellos que representan preceptos fundamentales extraídos de los marcos normativos nacionales vigentes, agendas internacionales y la experiencia que les precede.

- Prevención
- Sostenibilidad
- Corresponsabilidad
- Equidad
- Seguridad
- Coordinación

Bajo esta estructura de enfoques y principios se establecieron los Ejes Prioritarios de la Política que han sido adecuados en su formulación para capturar brechas que se han detectado, focalizando y priorizando aspectos estratégicos a través de la implementación de instrumentos nacionales, como también para apegarse a la realidad nacional vigente.

Al igual que su predecesora, esta Política cuenta con una arquitectura que contempla 5 Ejes Prioritarios, de los cuales derivan 25 Objetivos Estratégicos. A continuación, se identifican aquellos Ejes y Objetivos que se relacionan o tienen incidencia con el ámbito de acción del Plan Regulador Comunal.

Cuadro 3.1-4 Relación de la Política Nacional para la RRD 2020 – 2030 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Ejes Prioritarios	Objetivos Estratégicos	Relación con el Plan Regulador
Comprender el Riesgo de Desastres.	Promover la concientización y educación sobre la RRD en los distintos actores del territorio nacional.	El desarrollo del PRC involucra la participación ciudadana, Actores Económico-Productivos u grupos de interés de la comuna en la toma de decisiones de planificación. Todos estos actores se involucran a lo largo del desarrollo del Plan de manera que se buscan consensos respecto los temas relevantes y prioritarios de la planificación urbana incluyendo la Gestión del Riesgo
	Generar y gestionar el conocimiento científico - técnico sobre el riesgo de desastres, aplicado al territorio nacional para su consideración en la toma de decisiones.	En el ámbito de acción del PRC se desarrolla un estudio de riesgos naturales y antrópicos, a partir del cual se identifican las principales amenazas en el territorio de planificación, indicando los niveles de susceptibilidad, de cada uno de los peligros, con lo cual es posible establecer medidas urbanísticas ya sea restringiendo o condicionando el desarrollo urbano en las áreas que presentan riesgo para la población.
Planificar e Invertir en la Reducción del Riesgo de Desastres para la Resiliencia	Fortalecer el enfoque de la RRD en instrumentos de planificación y ordenamiento, en sus diversas escalas territoriales.	Tal como ha sido descrito en el contexto del Plan Regulador Comunal se desarrolló un estudio de riesgos naturales y antrópicos, en función del cual se tomaron decisiones de planificación mediante las cuales se restringió o condicionó el desarrollo urbano de los territorios afectados por riesgo.
	Proponer estrategias de adaptación al impacto del cambio climático vinculadas a la RRD.	A través de las decisiones de planificación que se definen mediante normas urbanísticas en los planes reguladores comunales es posible definir estrategias que aportan en la adaptación del cambio climático. Entre estas se encuentra la definición de un sistema de áreas verdes que aporte en el control de las temperaturas urbanas, así como en la infiltración del agua en periodos de alta precipitación. Por otra parte, mediante los análisis del Estudio de Factibilidad Sanitaria es posible determinar la demanda de recurso hídrico para el desarrollo urbano considerando la disponibilidad de agua. De igual forma a partir de la determinación del riesgo asociado a inundaciones o remociones en masa es posible establecer normas urbanísticas que controlen la ocupación urbana ya sea definiendo bajas densidades o restringiendo por completo la urbanización. Así mismo a partir de los antecedentes de riesgo se podrá excluir la localización de equipamiento crítico (salud, educación y seguridad) de las áreas susceptibles de ser afectadas por desastres naturales, para garantizar su funcionamiento aun en situaciones de desastre.
Proporcionar una Respuesta Eficiente y Eficaz	Fortalecer los sistemas de alerta temprana, de monitoreo, de evacuación y de comunicaciones.	En el contexto del PRC se desarrollan instancias de reunión con distintos Órganos de la Administración del Estado, con quienes se comparte la información y antecedentes relativo a al riesgo identificado con lo cual es posible establecer las coordinaciones necesarias en relación a las medidas de gestión de riesgo.

Fuente: Elaboración propia en base a Política Nacional para la RRD 2020 – 2030

3.2 POLÍTICAS Y PLANES DE NIVEL REGIONAL

En el presente apartado se revisan los instrumentos de política y planificación estratégica existentes a nivel regional, identificando las directrices o lineamientos que pueden tener incidencia en la decisión de planificación urbana a considerar en la actualización del Plan.

3.2.1 Informe del Estado del Medioambiente (IEMA) 2020: Capítulo 9 Infraestructura Verde

Este documento institucional entrega orientaciones acerca de la importancia de la implementación de infraestructura verde para el desarrollo de las ciudades, ante la gran necesidad de *compatibilizar su crecimiento con los ecosistemas naturales, con el fin de preservarlos y beneficiarse de los servicios ecosistémicos que pueden brindar.*

Se define Infraestructura Verde Urbana como *una "red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana",* la cual posee 3 componentes:

- **Escala de barrio:** Calles arboladas, techos y paredes verdes, plazas de barrio, jardines privados, estanque y arroyos, paseos peatonales y ciclo vías, huertos, patios de escuelas.
- **Escala ciudad:** Ríos y llanuras, lagunas, bosques urbanos, parques naturales, plazas municipales, cerros, tierras agrícolas.
- **Escala regional:** Áreas silvestres protegidas, parques nacionales, campo abierto.

Ilustración 3-1 Elementos que componen la Infraestructura Verde



Fuente: Informe del Estado del Medio Ambiente 2020 (MMA, 2020)

La sociedad humana obtiene beneficios por parte de la naturaleza que son los servicios ecosistémicos. El bienestar humano y las actividades económicas dependen de las funciones y procesos del ecosistema, y la salud física y mental de la población puede depender de la accesibilidad a los espacios verdes. En este sentido, se mencionan algunos servicios ecosistémicos de regulación importantes que la infraestructura verde brinda, los cuales se mencionan a continuación:

a) Filtración y drenaje del agua

- Aumenta y mantiene los suministros de agua (limpia) al aumentar la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua de humedales y el suelo, lo que facilita la recarga de los acuíferos.
- Mitiga las sequías mediante la liberación de agua por fuentes de almacenamiento natural, incluyendo el suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y acuíferos.
- Contribuye a la moderación de los eventos de inundación al aumentar la capacidad del paisaje para almacenar agua, reducir la velocidad del flujo de agua, aumentar la absorción del agua minimizando la escorrentía de aguas pluviales. Lo que conlleva a reducir o evitar desbordamientos en el sistema de alcantarillado y aliviar la carga en la gestión de la inundación en la infraestructura existente.

b) Captura de contaminantes

Como el CO2 y la deposición de material particulado (MP10)

c) Regulación de la temperatura

La infraestructura verde urbana la permite mediante dos mecanismos:

- Provisión de sombra
- Evapotranspiración

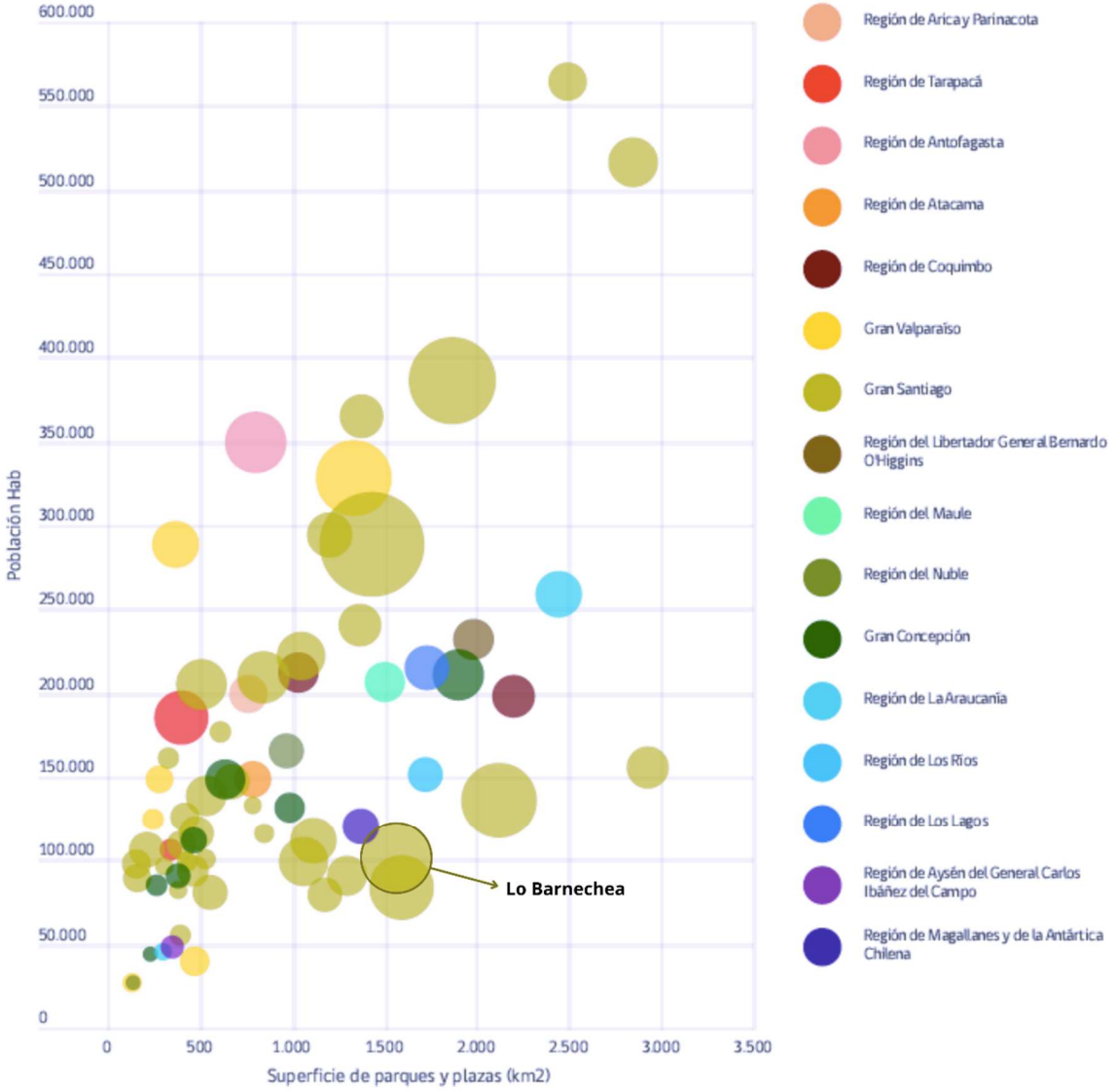
Ilustración 3-2 Beneficios de la Infraestructura Verde



Fuente: Informe del Estado del Medio Ambiente 2020 (MMA, 2020)

En cuanto al estado de infraestructura verde a nivel nacional, el documento afirma que, si bien las capitales regionales con mayor cantidad de parques y plazas por habitantes se encuentran principalmente en la zona sur y austral, las cinco comunas con mayor cantidad de áreas verdes públicas por habitante se encuentran en la ciudad de Santiago, siendo estas Vitacura (19,07 m2/hab), Recoleta (18,80 m2/hab), Providencia (15,59 m2/hab), **Lo Barnechea** (15,29 m2/hab) y Cerrillos (14,87 m2/hab), de las cuales Vitacura, Providencia y Lo Barnechea pertenecen a las diez comunas con mayores ingresos propios permanentes para el año 2017, con 48.177.653 M$, 67.834.677 M$ y 57.897.911 M$ respectivamente.

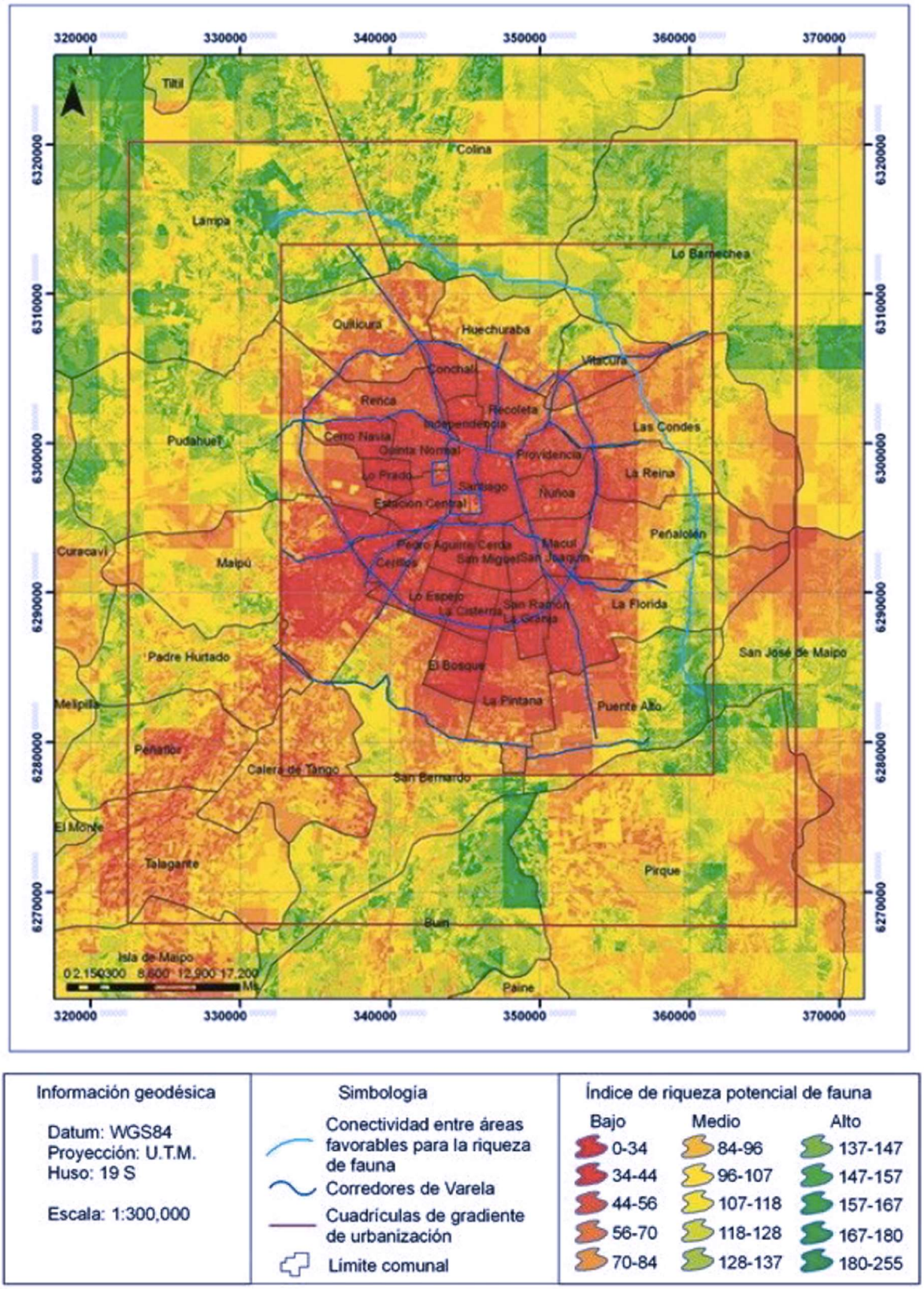
Ilustración 3-3 Estado de la infraestructura verde urbana en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas (km2), población (hab) e ingresos propios permanentes municipales (M$), 2017



Fuente: Informe del Estado del Medio Ambiente (MMA, año)

En relación con la fauna urbana, afirma que el número de especies de fauna disminuye en zonas urbanas siendo el centro de Santiago un lugar que muestra bajos valores para el índice de riqueza potencial de fauna (IRPF), mientras que las zonas cercanas a la Cordillera de los Andes, y más alejadas del centro de la zona urbana presentan un mayor IRPF, como las comunas de Lampa, **Lo Barnechea**, Vitacura, y Peñalolén.

Ilustración 3-4 Áreas favorables para la riqueza potencial de fauna vertebrada



Fuente: Flores et al., 2013 en Informe del Estado del Medio Ambiente (MMA, 2020)

3.2.2 Estrategia Santiago Humano y Resiliente

La Estrategia Santiago Humano y Resiliente genera una carta de navegación hacia el 2041, que busca fortalecer la capacidad de coordinación y promover una institucionalidad que sea capaz de articular a todos los actores y comunidades, de manera de aprender de las lecciones del pasado, conocer los riesgos y sus raíces, reducir y mitigar sus eventuales daños y fortalecer la capacidad de recuperación para construir el Santiago del futuro. Esta estrategia define la siguiente visión: "*Queremos que el modelo de desarrollo de Santiago sea uno a escala humana, en que ni el auto, ni el edificio, ni el interés económico predominen, sino las personas. Que la gente que vive la ciudad y la experimenta, sienta que Santiago se sueña, se planifica y se construye pensando en cada uno de ellos*".

Dicha visión se compone de 6 pilares fundamentales, los cuales se revisan a continuación en cuanto a su relación con el ámbito de aplicación de los planes reguladores comunales:

Cuadro 3.2-1 Análisis Estrategia Santiago Humano y Resiliente

Pilar	Descripción	Relación con el Plan Regulador
MOVILIDAD URBANA Santiago Conectado	Por una ciudad que prioriza el transporte público, al ciclista y al peatón por sobre el automóvil y provee un sistema de movilidad integral confiable, seguro, sostenible e inteligente.	En el ámbito de aplicación del PRC se definirá la vialidad estructurante identificando los ejes viales que permitirán la movilidad interna de la comuna y su adecuada conexión con la vialidad del nivel metropolitano. Asimismo, se establecerá el espacio público destinado a movilidad integrando distintos modos de transporte (incluidos los no motorizados).
MEDIO AMBIENTE Santiago Verde y Sostenible	Por una ciudad que crece y se desarrolla en armonía con el entorno, que utiliza de manera responsable sus recursos naturales y da acceso de manera equitativa a todos sus habitantes a áreas verdes y parques urbanos de alto estándar	El ámbito de acción de los PRC, centrado fundamentalmente en la definición de normas urbanísticas, permite a través de ellas, resguardar aquellos espacios de valor natural, además de la definición de áreas verdes y una zonificación compatible con las áreas circundantes. Así mismo se incorpora la normativa de nivel metropolitano (PRMS), reconociendo y precisando las áreas verdes metropolitanas incluidas en el territorio comunal, de manera que exista coherencia con los objetivos metropolitanos en lo referido a la protección/ conservación de espacios de valor natural como soporte para el desarrollo urbano.
SEGURIDAD Santiago Seguro	Por una ciudad que promueva la convivencia pacífica entre sus habitantes; que entienda la multicausalidad del delito y lo enfrente de manera colaborativa, coordinada, estratégica e inteligente.	En el ámbito de aplicación del PRC se puede aportar en el tema de la Seguridad, a través de normas urbanísticas que promuevan la recuperación de los cascos históricos y la renovación urbana, con el fin de revitalizar las áreas deterioradas o en desuso.
GESTIÓN DE RIESGOS Santiago Preparado	Por una ciudad y comunidades que aprenden de su historia y de la de otros para estar más preparados ante futuros escenarios de desastres y reducir así los daños e impactos asociados	En el ámbito de acción del PRC se desarrolla un estudio de riesgos de origen natural y antrópico, a partir del cual se restringe, condiciona o precisa el desarrollo urbano en las áreas que presentan riesgo para la población.
DESARROLO ECONÓMICO Santiago Global e Innovador	Por una ciudad equitativa territorialmente que promueve la creación de nuevas oportunidades en medio de un ecosistema de innovación, emprendimiento y economía circular a nivel regional	El PRC en su ámbito de acción define una zonificación de usos de suelo que incluye la definición de áreas destinadas a la localización de equipamiento, así como para actividades productivas, y de impacto similar al industrial, en función de los escenarios de desarrollo económico y las aptitudes que presenta el territorio.
EQUIDAD SOCIAL Santiago Inclusivo	Por una ciudad que disminuya las brechas sociales, la desigualdad y la fragmentación territorial a la que se ve enfrentada, en donde todos sus habitantes tengan acceso a los beneficios y oportunidades que esta ofrece	El ámbito de acción de los PRC, permite orientar el desarrollo urbano en materia de suficiencia de los equipamientos y servicios junto con su distribución espacial, a fin de permitir el acceso equitativo de la población a estos establecimientos. De igual forma, mediante las zonas destinadas a uso residencial se pueden establecer normas urbanísticas que den cabida a distintas soluciones de vivienda (pública y privada).

Fuente: Elaboración propia en base a Estrategia Santiago Humano y Resiliente (2022)

3.2.3 Política Regional de Áreas Verdes 2014

La Política Regional de Áreas Verdes para la Región Metropolitana de Santiago fue aprobada por el Consejo Regional Metropolitano de Santiago en enero de 2013 y su objetivo general es implementar un sistema regional y metropolitano de áreas verdes sustentable equitativo y de calidad, capaz de constituirse en un referente de identidad para la ciudadanía y que contribuya a equilibrar las dinámicas de desarrollo regional. Para este objetivo general se proponen seis líneas estratégicas, cada una con un objetivo general y objetivos tácticos que derivarán en acciones específicas, en el marco de un programa.

A continuación, se presentan las líneas estratégicas y objetivos que guardan relación con el ámbito de acción de los Planes Reguladores Comunales.

Cuadro 3.2-2 Relación de la Política Regional de Áreas Verdes con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Línea Estratégica	Objetivo General	Objetivo Táctico	Relación con el Plan Regulador
Línea Estratégica 1. Fortalecimiento de la identidad regional	Lograr un consenso institucional y validar socialmente los componentes del sistema regional de espacios verdes que aportan a la identidad de la Región Metropolitana de Santiago (en adelante RMS).	Sistematizar los instrumentos normativos y de planificación que tienen actuación sobre el sistema metropolitano de áreas verdes.	El ámbito de acción de los PRC, permite orientar el desarrollo urbano en materia de dotación áreas verdes y su distribución espacial, incorporando en este contexto la normativa metropolitana al respecto, reconociendo y precisando las áreas verdes de nivel intercomunal establecidas en el PRMS, de manera que exista coherencia con los objetivos metropolitanos.
Línea Estratégica 2. Mejoramiento de la calidad urbana	Implementar en la RMS los estándares asociados a los espacios verdes que aportan a la calidad urbana y permiten valorizar los recursos urbanos de la Región.	Dotar a la RMS de normas de urbanización y construcción habitacional según los estándares de calidad urbana y respeto al mundo rural.	El ámbito de acción de los PRC, permite orientar el desarrollo urbano en materia de áreas verdes y su distribución espacial a fin de permitir el acceso equitativo de la población a estos espacios.

Fuente: Elaboración propia en base a Política Regional de Áreas Verdes (2022)

3.2.4 Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025[4]

El objetivo general de la estrategia es contribuir a la conservación de la biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago, promoviendo la gestión sustentable de sus características, servicios y potencialidades, de manera de resguardar su capacidad vital y de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Para el cumplimiento de los objetivos planteados se definen siete ejes estratégicos de los cuales dos son pertinentes de ser contemplados en la modificación del PRC Lo Barnechea:

[4] GORE-RMS - SEREMI MMA RMS. 2013. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015-2025. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y Secretaría Regional Ministerial del Ministerio del Medio Ambiente, Región Metropolitana de Santiago. Licitación 1261-3- LP12/2012. Código BIP N°30096753-0. 145 pp

Cuadro 3.2-3 Relación de la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Eje Estratégico	Descripción	Relación con el objeto de la Evaluación (Plan Regulador)
Eje estratégico 2. Valoración de los servicios ecosistémicos	Se fundamenta en que la biodiversidad aporta con diversos servicios ecosistémicos que mejoran la calidad de vida de las personas y que tienen una incidencia directa en el bienestar de la población regional.	El ámbito de acción de los PRC, centrado fundamentalmente en la definición de normas urbanísticas, permite a través de ellas, resguardar aquellos espacios de concentración de masa vegetales que prestan servicios ecosistémicos, además de la definición de áreas verdes y una zonificación compatible con las áreas circundantes. Así mismo se incorpora la normativa de nivel metropolitano (PRMS), reconociendo las áreas que concentran masas vegetales establecidas por el nivel intercomunal y precisando la delimitación de las áreas verdes metropolitanas incluidas en el territorio comunal, de manera que exista coherencia con los objetivos metropolitanos en lo referido a la protección/ conservación de espacios de valor natural como soporte para el desarrollo urbano.
Eje estratégico 4. Conservación de la biodiversidad en áreas rurales y urbanas.	Se fundamenta en que la gestión de la biodiversidad sea aborda en un contexto amplio, de manera que involucre a todo el territorio regional, en sus diversas expresiones y niveles. Ello implica que las acciones deben emprenderse a escala de paisaje, integrando tanto la conservación de las áreas naturales como los espacios rurales y urbanos, que contribuyen como parte de corredores o de hábitats de especies emblemáticas, entre otras funciones.	

Fuente: Elaboración propia en base a Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad 2015-2025 (2022)

3.2.5 Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021[5]

Conforme a una mirada de mediano a largo plazo, el Ministerio de Obras Públicas se ha propuesto relevar a nivel nacional, cuatro grandes ejes de acción: el Agua, como recurso estratégico del futuro; los Servicios de Infraestructura, como apoyo a la globalización; la Integración, para el desarrollo del territorio nacional; y la Calidad de Vida, tanto en ciudades como en localidades y villorrios rurales. En este contexto nacional el Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico de la región Metropolitana tiene como objetivo general *"Contribuir a que Santiago-Región sea reconocida como capital de negocios, del conocimiento, la cultura y el resguardo patrimonial; así como del desarrollo sustentable en Latinoamérica, con estrategias vanguardistas de internacionalización y servicios de infraestructura y gestión hídrica de un alto nivel de calidad; constituidos efectivamente en puntal de apoyo para mejorar la calidad de vida de todos sus habitantes".*

Para ello se plantean 5 objetivos específicos con una cartera de proyectos e intervenciones propuestas, de los cuales 2 se relacionan con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.

[5] Ministerio de Obras Públicas. 2012. Plan regional de infraestructura y gestión del recurso hídrico al 2021. Región Metropolitana de Santiago. Dirección de Planeamiento MOP. Disponible en: http://www.dirplan.cl/planes/regional/download/PRIGRH_Region_Metropolitana.pdf

Cuadro 3.2-4 Relación del Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Objetivo	Descripción	Relación con el Plan Regulador
OBJETIVO 3: Favorecer la integración intra e interregional, consolidando rutas estructurantes	"Impulsa inversiones en infraestructura pública de carácter estructurante, que mejoren el acceso y/o conectividad de los sectores productivos de la región, a través de obras viales que fortalecen la integración territorial".	El PRC en su ámbito de acción define la red vial estructurante y los espacios públicos, permitiendo el acceso hacia los distintos sectores de la ciudad, así como su conexión con ejes viales de jerarquía regional y nacional
OBJETIVO 5: Promover una gestión eficiente y sustentable sobre el uso y control del recurso hídrico y su entorno	"Promueve el uso eficiente y sustentable de los recursos naturales, especialmente respecto a mejorar la gestión sobre el recurso hídrico, avanzando en materia de infraestructura pública de protección y regulación de cauces naturales de uso público presentes en la región".	En el ámbito de acción del PRC se desarrolla un estudio de factibilidad sanitaria en el cual se realiza un diagnóstico de la situación actual en cuanto a cobertura e infraestructura existente de agua potable y alcantarillado y su factibilidad de ampliación para el horizonte de planificación del Plan, de acuerdo con la disponibilidad de las fuentes hídricas.

Fuente: Elaboración propia en base a Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 (2022)

3.2.6 Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025[6]

El Plan Maestro de Transporte Santiago 2025 nace de la necesidad de contar con una guía para la gestión y las inversiones estratégicas en infraestructura que definan un sistema de transporte urbano orientado a satisfacer las necesidades de movilidad de las personas y mercancías en Santiago en el largo plazo. El Plan Maestro de Transporte Santiago 2025 busca generar un programa coordinado de proyectos de los distintos modos e instituciones con el fin de cumplir cuatro objetivos generales, asociados a alcanzar Eficiencia, Equidad, Sustentabilidad y Seguridad. En este contexto el Plan Regulador Comunal se enmarca en los objetivos de Eficiencia, Equidad y Sustentabilidad tal como se detalla a continuación.

Cuadro 3.2-5 Relación del Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 con el Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Objetivo General	Descripción	Relación con el Plan Regulador
Eficiencia	Este objetivo apunta a fortalecer el transporte público y recomienda el crecimiento de la ciudad alrededor de ejes de transporte masivo.	En el caso específico de la Comuna de Lo Barnechea a través del PRC se definirá la vialidad estructurante identificando los ejes viales que permitirán la movilidad interna de la comuna y su adecuada conexión con la vialidad del nivel metropolitano.
Equidad	Apunta a velar por un nivel de accesibilidad homogéneo en todos los puntos de la ciudad y proteger formas vulnerables de transporte como la caminata y la bicicleta.	El ámbito de acción del PRC permite establecer el espacio público destinado a movilidad bajo un concepto que integre distintos modos de transporte (incluidos los no motorizados).
Sustentabilidad	Un buen sistema de transporte es sustentable en tres dimensiones: ambiental, a través del control de emisiones y consumo de combustibles; económica, asegurando la viabilidad financiera de los servicios, y social, cuidando que el grado de aceptación del sistema no se deteriore.	En este contexto las decisiones de planificación del PRC pueden aportar en la dimensión ambiental y específicamente en relación al control de emisiones dado que dentro de su ámbito de acción permite orientar el desarrollo urbano en materia de dotación áreas verdes y su distribución espacial, así como en la definición de espacios públicos incorporando la vialidad estructurante y corredores que permitan la movilidad a través de distintos modos de transporte (ciclovías, paseos peatonales)

Fuente: Elaboración propia en base a Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025 (2022)

[6] Subsecretaría de Transportes. 2013. Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Disponible en: https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2014/02/plan_maestro_2025_2.pdf

3.3 POLÍTICAS Y PLANES DE NIVEL COMUNAL O LOCAL

En el presente apartado se revisan los instrumentos de política y planificación estratégica existentes a nivel comunal o local, identificando las directrices o lineamientos que pueden tener incidencia en la decisión de planificación urbana a considerar en la actualización del Plan.

3.3.1 PLADECO

La Secretaría Comunal de Planificación desarrolló, en el marco de lo señalado en la Ley 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, el Plan de Desarrollo Comunal 2022-2030 vigente (en adelante PLADECO 2022-2030), aprobado mediante Decreto DAL N° 0979/2022 de fecha 23.09.2022. Este se constituye, según lo señalado en el propio documento, en una carta de navegación de las acciones comunales construida de manera colaborativa y participativa entre los distintos actores que habitan en la comuna, estableciendo la planificación municipal de los próximos 8 años a través de un instrumento participativo, coherente, flexible, operativo y estratégico cuyo propósito es contribuir a una administración eficiente de la comuna y promover iniciativas de estudios, programas y proyectos destinados a impulsar el progreso económico, social y cultural de sus habitantes.

Para ello, la municipalidad se plantea como misión “Estar al servicio de los vecinos para mejorar su calidad de vida” apuntando a crear “…una comuna próspera, siempre preocupados de nuestros vecinos y el medio ambiente”. Con la finalidad de alcanzar dicha misión y visión, se definen cinco pilares estratégicos, que son los focos de desarrollo en los que se decide concentrar los esfuerzos y se sintetizan en una comuna:

1. Segura y resiliente;
   2. que genera equidad y bienestar social;
   3. participativa y transparente;
   4. conectada y accesible;
   5. que protege su patrimonio.

Para cada uno de estos cinco pilares estratégicos, se define un objetivo y se genera un plan de acción con la finalidad de dar cumplimiento al mismo. Si bien asociados a los distintos pilares y objetivos en que se articula el PLADECO es factible encontrar aspectos que se relacionan con la planificación urbana y territorial, destacan los siguientes sub-ejes dentro de cada pilar donde se concentran los principales proyectos que guardan mayor relación con el ámbito de aplicación del presente Plan Regulador:

a) Pilar “Seguridad y Resiliente”

En este pilar destacan cuatro iniciativas que tienen cabida en las acciones del Plan Regulador Comunal por estar vinculadas a la detección de las áreas de mayor exposición a amenazas que se pueden deducir del Estudio Fundado de Riesgos y las prescripciones específicas que el plan pueda adoptar en términos de restricciones o limitaciones orientadas a la gestión de riesgos de desastres.

Cuadro 3.3-1 Proyectos de Pilar “Segura y Resiliente” con alcance urbano

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Protección ante	2	Proyecto de Muro de Contención en Quebrada Verde (EC)	El Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea considera el desarrollo de un Estudio Fundado de Riesgos, donde se

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
catástrofes naturales	3	Ejecución de Muros de Contención Cerros 18 Norte y Sur (EJ)	identifican aquellos sectores con moderada, alta y muy alta susceptibilidad frente a amenazas de origen natural como remociones en masa e inundaciones por desborde cauce. Considerando los sectores expuestos a alta y muy alta susceptibilidad, se definen áreas de riesgo que permiten orientar las medidas de prevención y/o mitigación que se implementen en el territorio buscando reducir la exposición de la población frente al riesgo.
	5	Plan e implementación en caso de emergencias (incendios, terremotos, aluviones, derrumbes, entre otros) para los sectores que presentan más vulnerabilidades en este sentido (c18, arrayan. Ermita) (EJ)	Como parte de la generación de mejores condiciones para enfrentar los factores de amenaza potenciales, tales como la susceptibilidad a la inundación por desborde de cauces y remoción en masa por flujos de barro y/o detritos, se consideraron dentro de las materias indicativas del Plan Regulador Comunal, "vías de evacuación" y "puntos de encuentro", posibles de acoger temporalmente a la población en caso de ocurrencia de eventos de este tipo, las cuales integran este Plan de Evacuación que entrega lineamientos orientados a complementar el Plan de Emergencia Comunal de Lo Barnechea.
	6	Estudios de riesgos avanzado respecto a riesgos y desastres naturales (EJ)	El Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea considera el desarrollo de un Estudio Fundado de Riesgos, donde se identifican aquellos sectores con moderada, alta y muy alta susceptibilidad frente a amenazas de origen natural como remociones en masa e inundaciones por desborde cauce. Considerando los sectores expuestos a alta y muy alta susceptibilidad, se definen áreas de riesgo que permiten orientar las medidas de prevención y/o mitigación que se implementen en el territorio buscando reducir la exposición de la población frente al riesgo.

Nota sobre Estado del Proyecto: En cartera (EC), En ejecución (EJ)
Fuente: Elaboración propia en base a PLADECO 2022 - 2030

b) Pilar “Que genera equidad y bienestar social”

Entre las iniciativas asociada a este pilar, es posible destacar aquellas que tienen alcance urbano y territorial para el desarrollo de la Actualización del Plan Regulador Comunal, asociadas principalmente a la dotación de nuevos equipamientos y nueva oferta de vivienda que satisfaga las necesidades de los habitantes actuales y futuros de la comuna.

Cuadro 3.3-2 Proyectos de Pilar “Que genera equidad y bienestar social”

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Tratamiento	57	Nuevo centro de salud (EC)	El Plan Regulador Comunal considera diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Equipamiento Comunal, donde se identifica el equipamiento existente y se analiza la suficiencia del equipamiento actual para proponer las zonas de equipamiento que sean necesarias para complementar la oferta de equipamiento futura.
Educación	87	Biblioteca Comunal (EC)	
Vivienda	93	Construcción de proyecto CPEIP (EC)	El Plan Regulador Comunal incorpora beneficios e incentivos normativos de integración social asociados a la generación de vivienda de interés público. De igual forma aporta con la factibilización normativa de terrenos para la materialización de proyectos que atiendan las necesidades habitacionales de los sectores más vulnerables (terreno CPEIP).
	94	Vivienda Los Patos (EJ)	
	95	Vivienda Raúl Labbé (EJ)	
	100	Proyecto de Viviendas San José de la Sierra (EC)	
	101	Proyecto de Vivienda Av. Lo Barnechea (EC)	

Nota sobre Estado del Proyecto: En cartera (EC), En ejecución (EJ)
Fuente: Elaboración propia en base a PLADECO 2022 - 2030

c) Pilar “Que protege su patrimonio”

Entre las iniciativas asociada a este pilar, es posible destacar aquellas que tienen alcance urbano y territorial para el desarrollo de la Actualización del Plan Regulador, asociadas principalmente a la dotación de nuevos equipamientos y áreas verdes que satisfagan las necesidades de los habitantes de la comuna, y de igual forma, relacionadas tanto con la gestión de riesgo de desastres como con la protección del patrimonio natural y cultural de la comuna.

Cuadro 3.3-3 Proyectos de Pilar "Que protege su patrimonio" con alcance urbano

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Desarrollar la cultura	116	Centro cultural en el Arrayán (EC)	El Plan Regulador Comunal considera diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Equipamiento Comunal, donde se identifica el equipamiento existente y se analiza la suficiencia del equipamiento actual para proponer zonas de equipamiento cuya distribución espacial permita complementar la oferta futura de equipamiento y garantice el acceso equitativo de la población a estos espacios.
Proteger las tradiciones	117	Lo Barnechea Calle Patrimonial (EC)	El Plan Regulador Comunal reconoce la norma urbanística actualmente vigente en el sector del Pueblo de Lo Barnechea, con la finalidad de resguardar su morfología urbana.
Fomentar la vida al aire libre	123	Convertir Qda. Las Zorras en Áreas Verdes (EC)	Es facultad del instrumento de planificación establecer áreas verdes para la habilitación de parques, plazas o áreas libres en sectores aledaños a las quebradas, ya sea por presencia de riesgo de inundación o con la finalidad de preservar su valor natural y paisajístico.
	142	Potenciar el uso de áreas verdes en Los Trapenses	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos asociados a la habilitación y mejoramiento de áreas verdes existentes públicas, así como a la cesión de espacios públicos, fomentando con ello el aumento de las áreas verdes y espacios públicos existentes en la comuna.
	143	Construcción de Centro Deportivo en La Dehesa (piscina, cancha, bicicleta, gimnasio, estacionamiento) (EC)	El Plan Regulador Comunal considera diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Equipamiento Comunal, donde se identifica el equipamiento existente y se analiza la suficiencia del equipamiento actual para proponer zonas de equipamiento cuya distribución espacial permita complementar la oferta futura de equipamiento y garantice el acceso equitativo de la población a estos espacios.
Proteger el medioambiente y los recursos naturales	153	Estudio de quebrada de Ñilhue y Huallalolén y propuesta de mitigación (EC)	El Plan incorpora medidas de control de la ocupación en cauces y/o quebradas, a través del reconocimiento de áreas verdes, parques y una Zona Especial de protección de Recurso Hídrico (ZERH).
	163	Declaración Humedal Urbano Estero El Arrayán (EC)	El Plan reconoce las áreas de protección correspondientes a los humedales urbanos presentes al interior del "Área Urbana Lo Barnechea" complementando su entorno con área verdes o zonas especiales de protección del recurso hídrico.
	165	Proyecto Acceso al Tranque La Dehesa (EC)	
	166	Proyecto Humedal La Poza (EC)	
	169	Proyecto de humedal Urbano Río Mapocho (EC)	
	171	Declaración de humedales urbanos de la comuna y puesta en valor de algunos (accesos, señalética, pasarelas, etc) (EC)	
	173	Mejoramiento Cerro del Medio (EC)	Reconocimiento de las áreas verdes intercomunales en la planificación comunal.

Nota sobre Estado del Proyecto: En cartera (EC), En ejecución (EJ)
Fuente: Elaboración propia en base a PLADECO 2022 - 2030

d) Pilar "Conectada y Accesible"

Entre las iniciativas asociada a este pilar, destacan aquellas con alcance urbano y territorial para el desarrollo de la Actualización del Plan Regulador, asociadas mayormente a la dotación de nuevos equipamientos que satisfagan las necesidades de los habitantes de la comuna; al mejoramiento del espacio público incluyendo la movilidad no motorizada; y a la ejecución de obras que mejoren la red sanitaria de la comuna.

Cuadro 3.3-4 Proyectos de Pilar "Conectada y Accesible" con alcance urbano

Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Desarrollo de Barrios	198	Centro Comunitario Ermita de San Antonio (EC)	El Plan Regulador Comunal considera diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Equipamiento Comunal, donde se identifica el equipamiento existente y se analiza la suficiencia del equipamiento actual para proponer zonas de equipamiento cuya distribución espacial permita complementar la oferta futura de equipamiento y garantice el acceso equitativo de la población a estos espacios.
	201	Nueva sede social Pueblo de Lo Barnechea (EC)	
	204	Proyecto de Mejoramiento Avenida Los Quincheros (Ciclovía Av. La Dehesa, Extensión Av. Los Quincheros por Raúl Labbé, Mejoras Áreas Verdes, Modificaciones Viales menores) (EJ)	El Plan Regulador Comunal se acompaña por diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Capacidad Vial y de Movilidad Urbana Sustentable, los cuales permiten identificar aquellas vías con mayor saturación donde es necesario implementar medidas de gestión del tránsito, ensanches que aumenten su capacidad y mejoramiento de su perfil cuando corresponda.
	205	Ejecución Pumptrack Av. La Dehesa (EC)	El Plan Regulador Comunal considera diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Equipamiento Comunal, donde se identifica el equipamiento existente y se analiza la suficiencia del equipamiento actual para proponer zonas de equipamiento cuya distribución espacial permita complementar la oferta futura de equipamiento y garantice el acceso equitativo de la población a estos espacios.
	211	Casa Juventud 4 vientos	
Desarrollo transporte público y privado	213	Generación de calles compartidas zona 30 (EJ)	El ámbito de acción del PRC permite establecer el espacio público destinado a movilidad bajo un concepto que integre distintos modos de transporte (incluidos los no motorizados).
	217	Completar ciclovía 42 k (EC)	
	224	Ciclovía Parque Quebrada Las Hualtatas (EC)	
Infraestructura Comunal y Municipal	237	Diseño de una red colectora de aguas lluvias y sistema de acumulación de aguas lluvias para la reutilización en riego de áreas verdes (EJ)	En el ámbito de acción del PRC se desarrolla un estudio de factibilidad sanitaria en el cual se realiza un diagnóstico de la situación actual en cuanto a cobertura e infraestructura existente de agua potable y alcantarillado y su factibilidad de ampliación para el horizonte de planificación del Plan, de acuerdo con la disponibilidad de las fuentes hídricas.
	243	Mejoramiento de alcantarillados Pueblo Lo Barnechea (EC)	
	247	Proyecto de agua y alcantarillado Camino a Farellones (EC)	
	251	Plan de abastecimiento de agua potable en camino a Farellones (EC)	
	252	Plan de abastecimiento de agua potable La Ermita (EC)	
	259	Diseño y ejecución de red recolectora de agua para Villa El Rodeo por la vertiente (EC)	
	269	Construcción de obras viales; Apertura Retorno Quebrada Norte; Cierre Retorno Av. José Alcalde Delano; Apertura Retorno Los Trapenses esq. La Represa (EC)	El Plan Regulador Comunal se acompaña por diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Capacidad Vial y de Movilidad Urbana Sustentable, los cuales permiten identificar aquellas vías con mayor saturación donde es necesario implementar medidas de gestión del tránsito, ensanches que aumenten su capacidad y mejoramiento de su perfil cuando corresponda.

Nota sobre Estado del Proyecto: En cartera (EC), En ejecución (EJ)
Fuente: Elaboración propia en base a PLADECO 2022 – 2030

e) Pilar "Participativa y Transparente"

Entre las iniciativas asociada a este pilar, es posible destacar aquellas que has sido consideradas como parte de la estrategia de participación ciudadana del Plan Regulador Comunal y que refieren a los canales de comunicación, mesas de trabajo participativas y procesos de consulta y/o participación ciudadana.

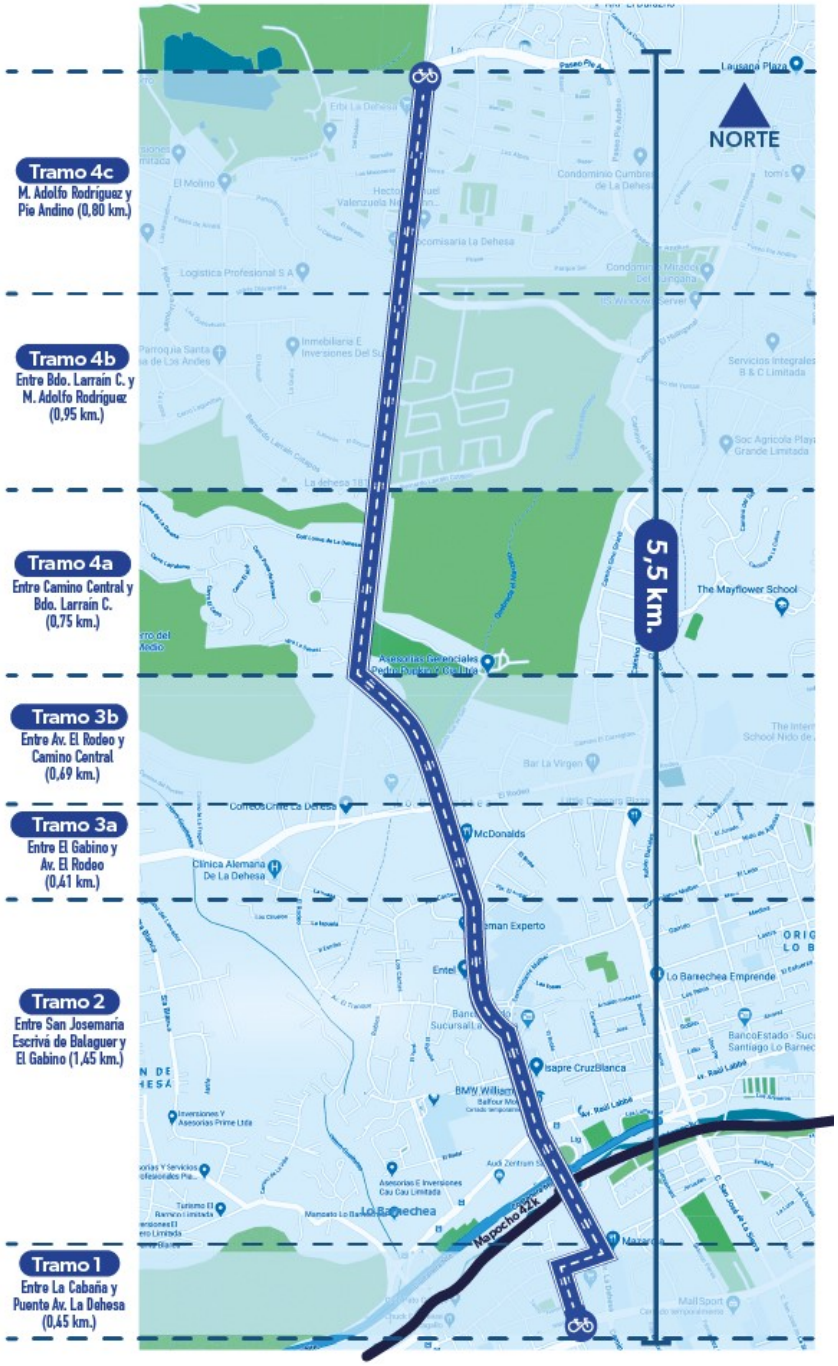
Sub-Eje	N°	Nombre del proyecto	Relación con el plan regulador
Probidad y Ética	186	Ampliar canal de comunicación: web, revistas, avisos radiales, pendones flyers	Durante las diferentes etapas de desarrollo del Plan Regulador Comunal se han considerado variados canales de comunicación como parte de la estrategia de participación ciudadana, considerando entre otros una página web exclusiva para este proceso en la cual se comparte información, noticias y antecedentes de cada una de las etapas de desarrollo.
Procesos & Gestión	189	Mesas de trabajo participativas para trabajar problemáticas y proyectos en conjunto.	A largo del desarrollo del Plan Regulador Comunal se han desarrollado distintas instancias de trabajo con la comunidad identificando problemáticas y temas relevantes a considerar en las decisiones de planificación. Así mismo se han desarrollado mesas de trabajo en las cuales se ha discutido las propuestas de zonificación, normas urbanísticas y vialidad del plan.
Vecinos Activos	195	Procesos de consulta y/o participación ciudadana para proyectos de inversión	Si bien el desarrollo del Plan Regulador Comunal no corresponde a un proyecto de inversión, dentro de su ámbito legal considera el desarrollo de dos procesos de consulta, correspondientes a la Consulta Pública de Imagen Objetivo y la Consulta Pública de Anteproyecto e Informe Ambiental.

3.3.2 Plan Maestro de Ciclovías

El año 2018 la Municipalidad de Lo Barnechea dio inicio a un plan para la implementación de ciclovías en la comuna. Durante el año 2020 se realizó una encuesta vecinal para priorizar los ejes donde construir ciclovías, identificándose entre ellos el correspondiente a Av. La Dehesa. En función de ello, en la actualidad el plan se encuentra en la Etapa 4 “Desarrollo de Proyectos” desarrollando el anteproyecto del primer eje vial que será la ciclovía en Av. La Dehesa.

La propuesta de ciclovía abarca toda Av. La Dehesa, desde Av. Paseo Pie Andino al norte hasta Av. Las Condes en el límite comunal sur. Busca, por un lado, generar una conexión segura, inclusiva y de alto estándar, con una longitud de aproximadamente 5,5 km que se articule con el Mapocho 42k conectando a Lo Barnechea con las comunas vecinas y el resto de Santiago. Por otro lado, se plantea una regularización de la calzada y conservación de la capacidad vial (cantidad de pistas por sentido) en el 90% del proyecto, estableciendo dos tipologías de ciclovía en cada uno de sus tramos: Unidireccional con ancho libre de 1,4 metros y Bidireccional con ancho libre de 2,4 metros.

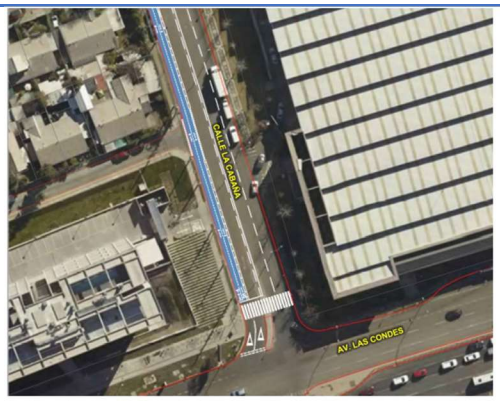
Ilustración 3-5 Mapa y plan de implementación de ciclovías en Av. La Dehesa



Fuente: Extraído de Municipalidad de Lo Barnechea

Cuadro 3.3-5 Tramificación Plan de Ciclovías Av. La Dehesa

Tramo	Características Generales
Tramo 1: Entre calle La Cabaña y puente Av. La Dehesa (0,45 km.)	• Ciclovía bidireccional por el costado. • Requiere reducción de capacidad vial: se ejecuta ciclovía en tercera pista poniente de calle La Cabaña. • Requiere obras civiles: en futuro ensanche de calzada norte de Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer.



Calle La Cabaña – Av. Las Condes



Intersección Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer con calle La Cabaña.

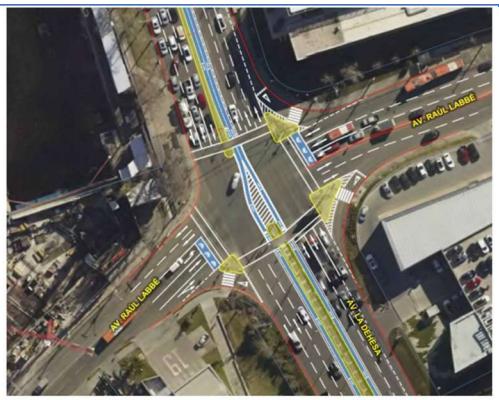

Situación existente

Situación proyectada
Ciclovía Bidireccional por el costado

Tramo 2: Entre Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer y calle El Gabino (1,45 km)	• Diseño mixto: ciclovía unidireccional y bidireccional por el centro. • No requiere reducción de capacidad vial. • Requiere obras civiles en bandejón central.



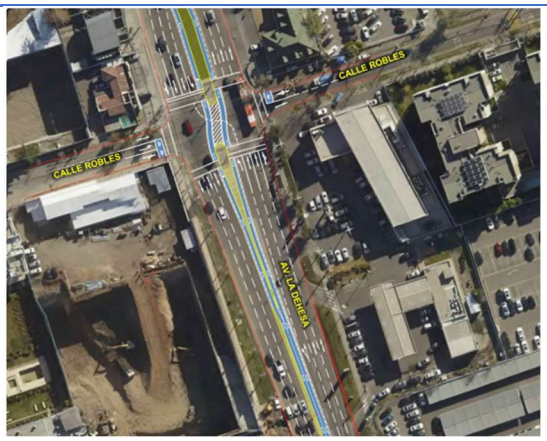
Sector Puente Av. La Dehesa "Puente Nuevo"



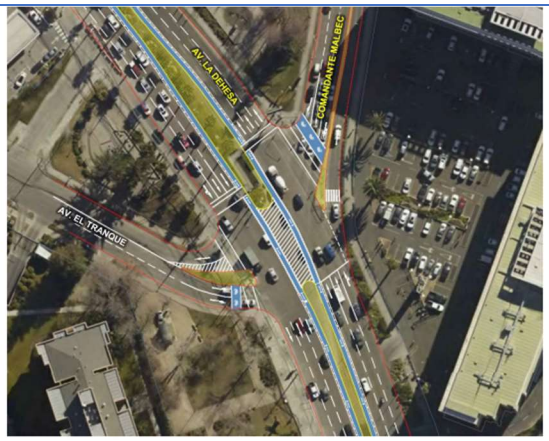
Intersección Av. La Dehesa con Av. Raúl Labbé


Situación existente

Situación proyectada
Ciclovía unidireccional por el centro



Intersección Av. La Dehesa con calle Robles



Intersección Av. La Dehesa con calle Comandante Malbec



Situación existente



Situación proyectada
Ciclovía unidireccional por el centro



Av. La Dehesa, ingreso a Portal La Dehesa



Intersección Av. La Dehesa con calle El Gabino



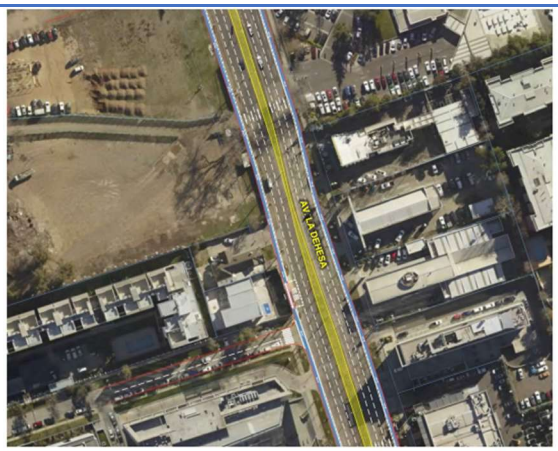
Situación existente



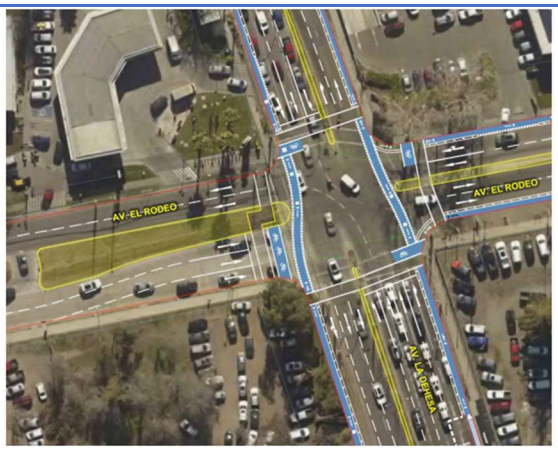
Situación proyectada
Ciclovía bidireccional por el centro

Tramo 3A: Entre calle El Gabino y Av. El Rodeo (0,41 km)

- Ciclovía unidireccional por los costados.
- No requiere reducción de capacidad vial.
- Requiere obras civiles: en el bandejón central y en el futuro ensanche de la calzada poniente de Av. La Dehesa, entre Av. El Rodeo y calle Luis Bascuñán.



Intersección Av. La Dehesa con calle Luis Bascuñán (frente al McDonald´s)



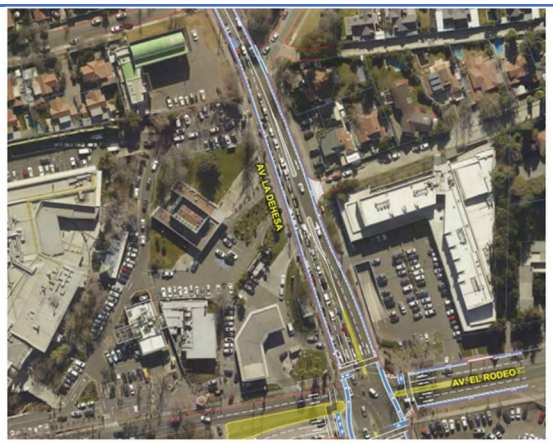
Intersección Av. La Dehesa con Av. El Rodeo



Situación existente | **Situación proyectada**
Ciclovía unidireccional por los costados

Tramo 3B: Entre Av. El Rodeo – Camino Central (0,69 km)

- Ciclovía unidireccional por los costados.
- Requiere reducción de capacidad vial: se ejecuta ciclovía a los costados, dejando dos pistas centrales para tránsito motorizado.
- No requiere obras civiles.



Intersección Av. La Dehesa con Av. El Rodeo



Intersección Av. La Dehesa con calle Camino Central



Situación existente | **Situación proyectada**
Ciclovía unidireccional por los costados

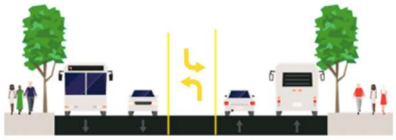
Tramo 4A: Entre Camino Central y Av. Bernardo Larraín Cotapos (0,75 km)	• Ciclovía unidireccional por los costados. • No requiere reducción de capacidad vial. • Requiere de obras civiles: en futuro ensanche de calzada oriente de Av. La Dehesa entre Golf Lomas de La Dehesa y Av. Bernardo Larraín Cotapos.



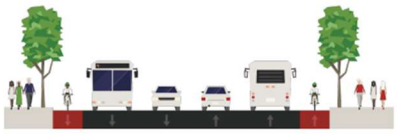
Intersección Av. La Dehesa con calle Camino Central



Intersección Av. La Dehesa con Av. Bernardo Larraín Cotapos



Situación existente



Situación proyectada
Ciclovía unidireccional por los costados

Tramo 4B: Entre Av. Bernardo Larraín Cotapos y calle Monseñor Adolfo Rodríguez (0,95 km)	• Ciclovía unidireccional por los costados. • No requiere reducción de capacidad vial. • Requiere obras civiles en bandejón central.



Intersección Av. La Dehesa con calle El Rincón



Intersección Av. La Dehesa con calle Monseñor Adolfo Rodríguez.



Situación existente



Situación proyectada
Ciclovía unidireccional por los costados

Tramo 4C: Entre calle Monseñor Adolfo Rodríguez – Av. Paseo Pie Andino (0,80 km)	• Ciclovía unidireccional por los costados. • No requiere reducción de capacidad vial. • Requiere obras civiles en bandejón central.



Intersección Av. La Dehesa con calle Berna



Intersección Av. La Dehesa con Av. Paseo Pie Andino


Situación existente

Situación proyectada
Ciclovía unidireccional por los costados + caletera

Fuente: Elaboración propia en base a información DAEP Municipalidad de Lo Barnechea

4 OBJETIVOS AMBIENTALES

Corresponden a las metas o fines de carácter ambiental que busca alcanzar el Plan Regulador Comunal sometido a Evaluación Ambiental Estratégica (artículo 4 del Reglamento EAE)[7]. De acuerdo con lo estipulado en el artículo 14 del Reglamento EAE dichos objetivos deben estar relacionados con los objetivos propios del Plan Regulador, los cuales han sido descritos en el numeral "2.1 Objetivos del Plan" del presente documento. Atendiendo a este marco regulatorio a continuación se presentan los Objetivos Ambientales en el contexto de la EAE de la Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, los cuales fueron presentados a los Órganos de Administración del Estado en el marco del segundo taller con OAE realizado el 12 de agosto de 2020 cuya síntesis de resultados se presenta en el punto 10.1 FASE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO Y OPCIONES DE DESARROLLO del presente informe.

Cuadro 3.3-1 Objetivos Ambientales del PRC Lo Barnechea

Objetivos Ambientales	Relacionado con el Objetivo de Planificación
Resguardar las áreas de fragilidad ambiental del territorio, estableciendo normas urbanísticas que permitan controlar la intensidad de ocupación hacia los bordes de contacto entre el área urbana y los elementos naturales que la circundan.	• Planificar un desarrollo urbano acorde a las necesidades de infraestructura sanitaria. • Determinar la vocación de los distintos sectores del área urbana, con el fin de establecer normas de uso y ocupación compatibles, valorando y potenciando el patrimonio ambiental, patrimonial y paisajístico de la comuna.
Propiciar la generación de una infraestructura verde de uso público que integre y conecte los hitos o elementos de valor natural presentes en el espacio urbano.	
Propiciar una imagen urbana que reconozca la vocación territorial de los distintos barrios mediante una equilibrada distribución de las condiciones de densificación e intensidad de ocupación del suelo y adecuada localización y dimensión de las centralidades de servicio y equipamientos.	• Determinar la vocación de los distintos sectores del área urbana, con el fin de establecer normas de uso y ocupación compatibles, valorando y potenciando el patrimonio ambiental, patrimonial y paisajístico de la comuna. • Incorporar las tendencias de desarrollo e inversión en las decisiones de planificación.
Mejorar las condiciones de movilidad urbana favoreciendo opciones que posibiliten la diversificación de los modos de transporte y una reorganización espacial del patrón de localización de actividades que determinan los viajes.	• Integrar la sustentabilidad y movilidad sostenible en el desarrollo urbano comunal. • Incorporar las tendencias de desarrollo e inversión en las decisiones de planificación.
Propiciar un contexto poblacional diversificado que fomente la cohesión social (PNDU) mediante una oferta residencial que favorezca la permanencia de las familias en la comuna.	• Propiciar la integración social • Determinar la vocación de los distintos sectores del área urbana, con el fin de establecer normas de uso y ocupación compatibles, valorando y potenciando el patrimonio ambiental, cultural y paisajístico de la comuna.

Fuente: Elaboración propia (2022)

[7] DECRETO 32 (2015). Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica. Ministerio del Medio Ambiente. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile de fecha 04.11.2015.

5 CRITERIOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE

De acuerdo con lo estipulado en el artículo 4 del Reglamento EAE, un Criterio de Desarrollo Sustentable (en adelante CDS) es aquél que en función de un conjunto de políticas medio ambientales y de sustentabilidad, permite la identificación de la opción de desarrollo más coherente con los objetivos de planificación y ambientales definidos por el Órgano Responsable en el instrumento elaborado. La descripción de los CDS se presenta en el siguiente cuadro haciendo uso de la herramienta metodológica que entrega la "Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile"

Cuadro 3.3-1 Criterios de Desarrollo Sustentable del PRC Lo Barnechea

Criterio de Desarrollo Sustentable	Descripción
Movilidad Sustentable que considere las condiciones de contexto físico y patrimonial, favoreciendo soluciones diversas de desplazamiento (intermodalidad) y la distribución equilibrada de las actividades, que posibiliten cambios en los patrones de viaje al interior y exterior de la comuna.	Definición de trazados destinados a circulación y vialidad que consideren los elementos físicos del territorio (restricciones topográficas asociadas a altas pendientes, quebradas).
	Considerar el impacto ambiental de los desplazamientos bajo un concepto que integre distintos modos de transporte, incluidas opciones no motorizadas.
	Generación de una trama vial conexa que permita la accesibilidad entre los distintos sectores del área urbana y disminuya los problemas congestión vial.
	Localización de nuevos usos de suelo en distintos sectores de la comuna para asegurar cercanía de sectores residenciales a bienes y servicios.
	Conformación de una red áreas verdes y espacios públicos conectada y accesible.
Desarrollo urbano mixto a escala compatible con la vocación residencial preferente de la comuna y que apunte a la integración socio espacial.	Diversificación de usos (equipamientos y servicios) que considere la gradualidad en su localización de manera que no afecte la vocación residencial preferente.
	Conformación de barrios integrados y autónomos con equipamiento complementario y armónico, que asegure estándar.
	Considerar el ámbito cultural intangible y aspectos de identidad de los distintos sectores de la comuna potenciándolos a través una zonificación que reconozca la morfología y estructura urbana.
	Densificación controlada (aumentar gradualmente la población), con densidades habitacionales que respeten las vocaciones del territorio.
Integración de los elementos naturales y paisajísticos del entorno, al desarrollo urbano comunal, considerando las condiciones de riesgo físico que restringen o limitan la ocupación.	Resguardo de la calidad paisajística de la comuna mediante una zonificación y normas urbanísticas que apunten a la gradualidad de ocupación desde el área urbana hacia las áreas naturales (cordillera y cerros).
	Planificación de las áreas de valor natural al interior del área urbana (cerros isla, quebradas, esteros) mediante usos de suelo e intensidades de ocupación compatibles que apunten a un desarrollo urbano sostenible.
	Reconocer las restricciones al desarrollo urbano que impone el territorio, mediante una zonificación acorde con dicha condición.

Fuente: Elaboración propia (2022)

6 FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN

Tal como se define en el Artículo 4 del Reglamento EAE, los Factores Críticos de Decisión (en adelante FCD) corresponden a aquellos temas de sustentabilidad (sociales, económicos y ambientales) relevantes o esenciales, que en función del objetivo que se pretende lograr con el Plan Regulador Comunal, influyen en la evaluación de las opciones de desarrollo.

6.1 DEFINICIÓN DE PRIORIDADES AMBIENTALES Y DE SUSTENTABILIDAD

De acuerdo con lo definido en la "Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile", los FCD resultan de la priorización de los temas claves asociados a la decisión, focalizando la atención sobre los aspectos importantes relacionados con el ambiente y la sustentabilidad. En este contexto a continuación se realiza la identificación de Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad que permiten obtener un panorama integrado de la situación actual de la comuna de Lo Barnechea, focalizando en aquellos temas importantes o claves para el proceso de planificación.

Para definir dichas prioridades en el contexto de la Actualización del Plan Regulador Comunal, se tomaron los resultados del análisis FODA desarrollado en el Diagnóstico Integrado. Dicho análisis permitió organizar la Síntesis de Diagnóstico mediante la identificación de Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas, en una matriz mediante la cual se analizó la correlación entre dichos aspectos, integrando en las entradas por filas los atributos intrínsecos al sistema (Fortalezas y Debilidades), de carácter estático y frecuentemente estructural, mientras que en las entradas por columnas se incorporaron los aspectos relacionados con el contexto exterior al ámbito del plan (Oportunidades y Amenazas), referidos a factores dinámicos de carácter coyuntural.

Desde el punto de vista de la EAE, las Fortalezas pueden interpretarse como los Valores Ambientales y de Sustentabilidad, mientras que las Debilidades refieren a Problemas Ambientales y Limitantes. Para ello se tomó como punto de partida los antecedentes que permitieron caracterizar el sistema urbano -territorial, junto con los resultados de la instancia de diagnóstico participativo realizada con actores ciudadanos y estamentos técnicos municipales.

Por su parte los aspectos del contexto exterior del plan, que inciden tanto en las Fortalezas como en las Debilidades, se interpretaron en el caso de las Oportunidades como las directrices o lineamientos del Marco de Referencia Estratégico, junto con los datos que se deducen del análisis de Proyecciones y Tendencias, en tanto que las Amenazas dan cuenta de Conflictos socio ambientales que se identificaron principalmente en procesos de Participación Ciudadana.

El grado de correlación entre los Factores Internos y Externos se estableció mediante una valorización cualitativa que evidencia en una escala que combina números y colores semáforo (verde, amarillo y rojo) aquellos aspectos que se correlacionan directa (verde 2) o indirectamente (amarillo 1), así como los aspectos que no tiene relación alguna (rojo 0) (ver siguiente ilustración).

Cuadro 6.1-1 Escala de Valoración para establecer correlación entre aspectos identificados en FODA

Símbolo	Valor	Interpretación
🔴	0	Aspectos que no se correlacionan
🟡	1	Aspectos que se correlacionan indirectamente
🟢	2	Aspectos que se correlacionan directamente

Fuente: Elaboración Propia (2020)

A continuación, se presenta la matriz con la identificación factores externos e internos y el resultado de la valorización cualitativa al realizar el cruce.

Cuadro 6.1-2 Matriz FODA para la identificación de Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad

FACTORES ENDÓGENOS

FORTALEZAS

Dimensión Urbano Construido				Dimensión económica	Dimensión socio-cultural		Dimensión ambiental	
1) Alta valoración de la densidad acorde con escala y vida de barrios residenciales.	2) Alto estándar de dotación de área verdes por habitante.	3) Alto nivel y calidad de la urbanización.	4) Alto nivel de servicios y equipamiento públicos (establecimientos educacionales), como factor de atracción.	5) Centralidad y alto poder adquisitivo permite sustentar servicios y equipamientos comerciales de gran escala.	6) Sector Pueblo de Lo Barnechea asociados a la identidad sociocultural de la comuna.	7) Resguardo de valores socioculturales asociados al modo de vida rural.	9) Presencia de quebradas y Cerros Islas y su rol como corredores biológicos y servicios ecosistemico.	10) Valoración del paisaje natural precordillerano, dado su uso recreativo y rol como prestador de servicios ambientales para el área urbana.
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●

En la fila y columna al final de la Matriz FODA se realizó una sumatoria de las valoraciones individuales por cada factor, destacando así aquellos temas que presentan mayor relevancia o prioridad debido a que presentan la mayor cantidad de correlaciones directas o indirectas, incorporando aquellas temáticas que pueden ser abordadas por el instrumento de planificación desarrollado. Para ello se consideraron como temas prioritarios aquellos cuya valoración individual fuera mayor o igual al valor promedio calculado entre las valoraciones obtenidas. Cabe mencionar que este resultado fue revisado con los técnicos municipales a fin de validar los temas prioritarios, a partir de lo cual se identificaron algunos temas clave que debían incluirse aun cuando su valor se encontrara por debajo del promedio, por lo cual se acordó incorporarlos.

A partir de dicho resultado se identificaron, mediante juicio experto, Categorías de análisis para agrupar los distintos temas que presentan mayor valoración, en función de las relaciones de causalidad y efecto. Lo que en definitiva permitió identificar los Factores Críticos de Decisión. Al respecto cabe aclarar que estas relaciones pueden abarcar más de un FCD, por ejemplo, el problema de congestión vehicular se relaciona con el patrón de viajes en modos motorizados (vehículo privado), que a su vez se asocia con el patrón de ocupación en baja densidad.

Opcionalmente dependiendo de la complejidad que se vaya observando en estas relaciones se podría ocupar un método cualitativo que permita establecer la prioridad de los distintos temas. A continuación, se sintetizan las Prioridades Ambientales y de sustentabilidad identificadas a partir del Análisis FODA y las Categorías en las cuales se agruparon.

Cuadro 6.1-3 Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad

Prioridades Ambientales y de sustentabilidad	Categorías de Agrupamiento (FCD)
• Alta valoración de la densidad acorde con escala y vida de barrios residenciales. • Alto estándar de dotación de áreas verdes por habitante. • Valoración del paisaje natural precordillerano, dado su uso recreativo y rol como prestador de servicios ambientales para el área urbana. • Resguardo de valores socioculturales asociados al modo de vida rural.	Conformación de lugares con identidad y áreas residenciales de calidad de vida, tranquilas y seguras.
• Urbanización de los bordes de contacto del área urbana con el entorno natural genera efectos en el paisaje y alteración de los componentes ecosistémicos. • Intensificación de la urbanización en los sectores periurbanos. • Intervención de cauces (Estero el Carrizo, Las Hualtatas) alteran elementos naturales y ecosistémicos. • Deterioro / Pérdida de servicios ambientales por potencial cambio de destino de espacios públicos y naturales insertos en el espacio urbano (quebradas, tranques y cerros isla existentes) • Cambio climático y sus efectos en riesgos de aparición lenta como factor determinante del proceso de urbanización (déficit hídrico, perdida de cobertura vegetacional, incremento del potencial de incendio forestal) • Incremento del déficit hídrico influye en la sostenibilidad del desarrollo urbano. • Infradotación (de equipamiento e infraestructura), deterioro y apropiación del espacio público en sectores residenciales del Arrayán y sectores de vivienda social.	Deterioro del paisaje y alteración de las condiciones de amenidad ambiental por efecto de la urbanización.
• Deterioro / Pérdida de servicios ambientales por potencial cambio de destino de espacios públicos y naturales insertos en el espacio urbano (quebradas, tranques y cerros isla existentes) • Intervención de cauces (Estero el Carrizo, Las Hualtatas) alteran elementos naturales y ecosistémicos. • Cambio climático y sus efectos en riesgos de aparición lenta como factor determinante del proceso de urbanización (déficit hídrico, perdida de cobertura vegetacional, incremento del potencial de incendio forestal) • Incremento del déficit hídrico influye en la sostenibilidad del desarrollo urbano	Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad por exposición a riesgos como factor para la urbanización del territorio en un escenario de cambio climático.

Prioridades Ambientales y de sustentabilidad	Categorías de Agrupamiento (FCD)
• Intensificación de la urbanización en los sectores periurbanos	
• Alta valoración de la densidad acorde con escala y vida de barrios residenciales. • Alto nivel y calidad de la urbanización. • Segregación residencial, concentración y homogenización socioeconómica. • Infradotación (de equipamiento e infraestructura), deterioro y apropiación del espacio público en sectores residenciales del Arrayán y sectores de vivienda social. • Crecimiento del stock de viviendas y reducción del tamaño medio de los hogares • Proyectos de vivienda de integración social mejoran la cohesión y acceso a la población residente a oportunidades habitacionales en la comuna.	Integración socio espacial y socioeconómica de la población como determinante de la configuración urbana y acceso a bienes públicos
• Congestión vehicular en principales ejes de acceso a la comuna y sectores de mayor concentración de servicios y establecimientos educacionales. • Incremento de la congestión vehicular y su interacción negativa con el modo peatonal y transporte no motorizado. • Incremento en la fricción de usos de suelo y transporte debido a la potencial consolidación de vías de nivel metropolitano (PRMS), a través de barrios residenciales. • Incremento de Red de ciclovías metropolitanas. • Infradotación de modos no motorizados de transporte (ciclovías electromovilidad) debido a las diferencias topográficas de la comuna y las distancias entre áreas de servicio y residenciales. • Llegada del Metro a lo Barnechea es una posibilidad que reforzaría la centralidad de servicios y posibilitaría alternativas de transporte. • Crecimiento y traslados de roles de empresas que tributan, está repercutiendo en el aumento de la demanda de oficinas y servicios en la comuna como factor de atracción urbana y de empleos, generando a su vez un aumento de viajes con destino a Lo Barnechea.	Diversificación hacia modos de transporte sustentables buscando reducir congestión vehicular e incrementar la participación del transporte público
• Alta valoración de la densidad acorde con escala y vida de barrios residenciales • Alto estándar de dotación de áreas verdes por habitante. • Urbanización de los bordes de contacto del área urbana con el entorno natural genera efectos en el paisaje y alteración de los componentes ecosistémicos. • Segregación residencial, concentración y homogenización socioeconómica. • Crecimiento del stock de viviendas y reducción del tamaño medio de los hogares	Regeneración y renovación de entornos urbanos deteriorados

Fuente: Elaboración propia (2022).

6.2 FACTORES CRITICOS DE DECISIÓN

Las prioridades identificadas, así como las categorías en las que fueron agrupadas, se validaron en instancias de reunión con los entes técnicos municipales, lo que permitió establecer los enunciados finales de los Factores Críticos de Decisión, así como el alcance de cada uno.

En función de las Prioridades Ambientales y de Sustentabilidad se definieron los siguientes Factores Críticos de Decisión para la Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, describiendo su alcance en el siguiente cuadro y tomando como referencia las indicaciones de la "Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile".

Cuadro 6.2-1 Factores Críticos de Decisión del PRC Lo Barnechea

Factores Críticos de Decisión	Descripción del alcance
FCD-1 Lugares con Identidad y Calidad de Vida	• Equilibrio de las proyecciones de crecimiento y desarrollo urbano con la cobertura actual y proyectada de servicios sanitarios, priorizando la conservación del recurso hídrico. • Condiciones urbanísticas acordes con los elementos identitarios de los distintos barrios con valores asociados a la identidad.
FCD-2 Resguardo Ambiental y Paisajístico	• Reconocimiento de la presencia de valores naturales y paisajísticos como elementos conformadores de la imagen urbana comunal, compatibilizando los usos de suelo e intensidades de ocupación.
FCD-3 Gestión del Riesgo y Reducción de la Vulnerabilidad	• Condicionantes y/o restricciones de uso y ocupación para las áreas expuestas a riesgo. • Medidas de Gestión de riesgo orientadas a la evacuación de sectores expuestos a riesgos.
FCD-4 Integración Socio Espacial y Socioeconómica	• Disponibilidad de suelo para desarrollo urbano que dé cabida a distintos intereses de uso y ocupación. • Acceso a servicios y equipamientos mediante condiciones de movilidad local orientada a la circulación peatonal, considerando la vocación de cada sector del área urbana para la conformación de centralidades
FCD-5 Sistema de Movilidad Urbana Sostenible	• Cambios en los patrones de movilidad aumentando la participación de modos de transporte no motorizados y equilibrando los desplazamientos urbanos, en concordancia con la distribución de los equipamientos y servicios. • Mejora en la conectividad comunal promoviendo la reducción del flujo vehicular.
FCD-6 Regeneración y renovación urbana	• Áreas susceptibles de regeneración/renovación urbana que reviertan el deterioro. • Áreas con potencial de cambio, atractoras de nuevos desarrollos y transformaciones urbanas.

Fuente: Elaboración propia (2022)

7 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO

Tal como se plantea en la "Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile", el Diagnóstico Ambiental Estratégico (en adelante DAE) se basa en el análisis situacional de tendencias o patrones de conducta de los Criterios de Evaluación aplicados en los Factores Críticos de Decisión. En este sentido se describe, analiza y valora el estado actual del desarrollo urbano y territorial del área objetivo del Plan, lo que implica tomar en cuenta los problemas ambientales y de sustentabilidad, los valores y conflictos (detectados a partir de las instancias de participación), como temáticas que no se explican por sí solas como efectos de las acciones sobre los componentes ambientales, sino como resultado de procesos o dinámicas que se encuentran ligados entre sí, y que en su conjunto configuran el contexto o anomalía del desarrollo urbano y territorial, que determinan la necesidad de elaborar el Plan.

7.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE TENDENCIAS DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN

Se presenta a continuación la caracterización y tendencias de los Factores Críticos de Decisión en base a los Criterios e Indicadores establecidos en el Marco de Evaluación Estratégica.

7.1.1 FCD-1 Lugares con Identidad y Calidad de Vida

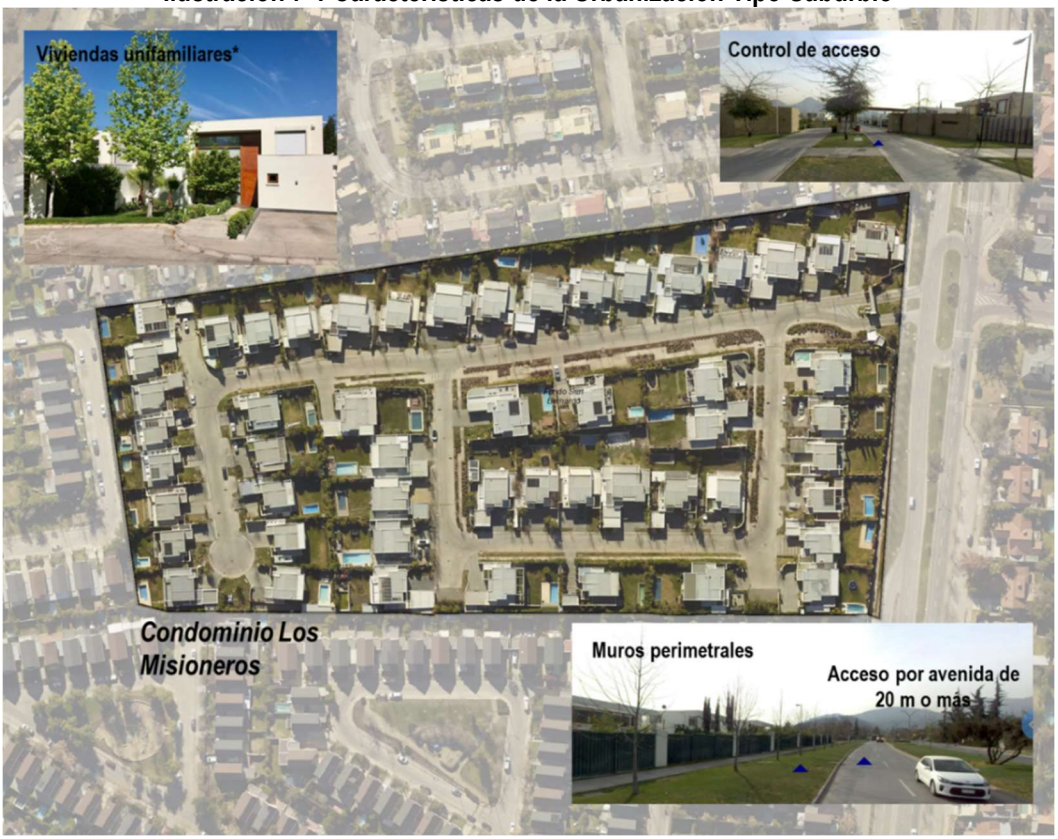
Este FCD se caracteriza de acuerdo con dos criterios de evaluación que refieren a la Urbanización Tipo Suburbio, que presenta características de uso y ocupación del suelo particulares, siendo altamente valoradas por la comunidad, pero con una importante huella ecológica. El segundo criterio corresponde al modo de vida tradicional el cual se encuentra asociado a ciertos sectores de la comuna donde se conservan valores de identidad y cohesión.

a) Urbanización Tipo Suburbio

Respecto a esta temática destaca la alta valoración que hace la comunidad a la calidad del entorno y estilo de vida predominante en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea", lo cual se reflejó en que estos dos atributos sumaran el 71% de las preferencias, como los principales aspectos diferenciadores de la Comuna, según la encuesta realizada en la Etapa de Diagnóstico.

Esta tendencia se asocia en gran medida con la **forma de ocupación que históricamente ha caracterizado la comuna, basada en un modelo de baja densidad** en el que predomina el **uso residencial exclusivo**. Al respecto vale mencionar que a partir del diagnóstico de uso de suelo se estableció que el **uso residencial alcanza un 70,8 %** de predominancia en relación a la superficie total construida en el área urbana, mientras que, en relación a la intensidad de ocupación, la **densidad promedio del área urbanizada alcanza los 42 hab/ha**, considerando una población urbana de 103.092 habitantes (según cifras del Censo INE 2017) y una superficie urbana consolidada destinada a vivienda de 2.453 ha. Estas cifras revelan una urbanización dispersa **tipo suburbio**, que representa un **19,6% (580 ha) del área urbana consolidada destinada a vivienda** y se caracteriza por la conformación de **núcleos residenciales de viviendas unifamiliares, cerrados con muros perimetrales y controles de acceso, con vialidad privada** (siguiente ilustración).

Ilustración 7-1 Características de la Urbanización Tipo Suburbio



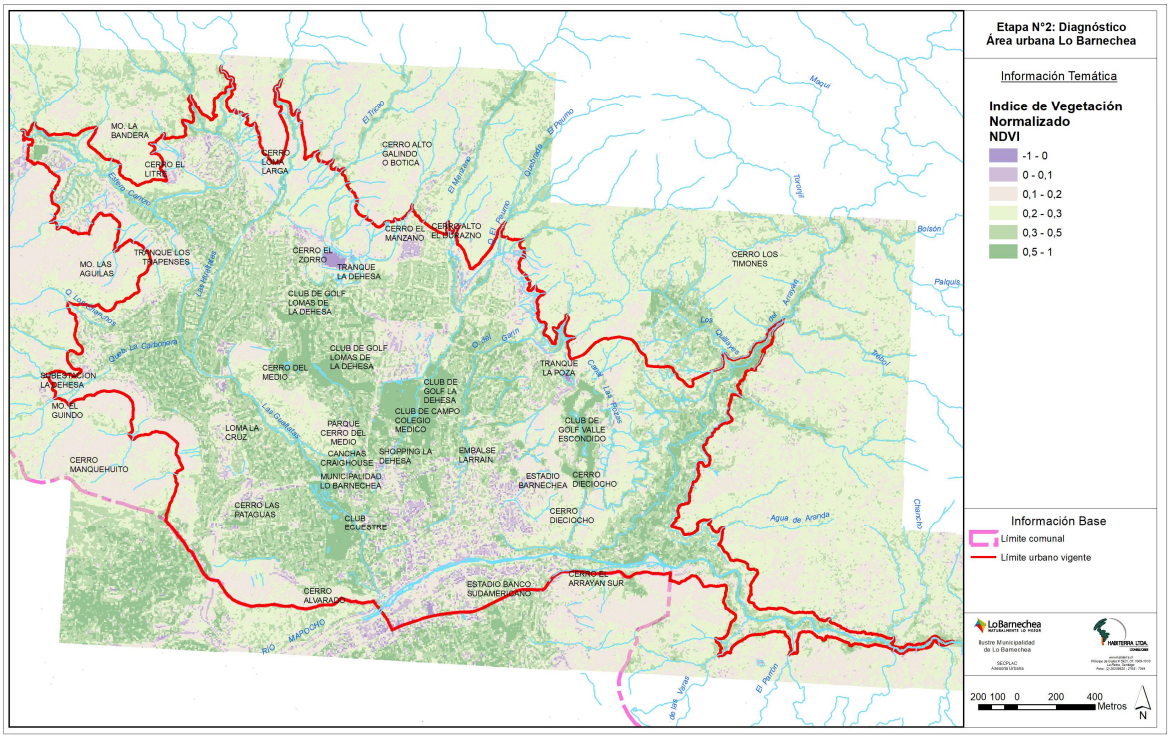
Fuente: DMCL STREET Viewer DIGIMapas (2019) / Toctoc.com

Desde el punto de vista normativo, asociado al Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, este tipo de urbanización se ha desarrollado en la Zona J de dicho instrumento, donde sólo se permite el uso residencial con una densidad máxima de 43 hab/ha y 2 pisos de altura. Es decir, no hay cabida para la localización de otros usos como el equipamiento, los que en el Plan Regulador comunal vigente se definen como zonas de carácter exclusivo, principalmente orientadas al reconocimiento de los establecimientos existentes (educacionales, culto y servicios).

Cabe agregar que, este modelo de ocupación otorga una alta valoración a la presencia de vegetación, lo cual pudo evidenciarse en un análisis de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés)[8] mediante el cual se pudo observar que los más altos valores de este índice (0.3 - 1) se asocian a las áreas de desarrollo residencial preferente como las anteriormente descritas, así como a equipamientos recreacionales y deportivos (clubes de golf) e instalaciones de tipo cultural[9] (como la Fundación Caz), donde las coberturas vegetales se componen de especies exóticas destinadas al paisajismo de estas instalaciones; ello contrasta con las áreas rurales colindantes donde los valores de NDVI son mucho más bajos (0.1 – 0.3) pese a que en estas áreas predominan coberturas vegetales nativas (ver siguiente ilustración).

[8] Análisis desarrollado en función de una imagen satelital SENTINEL tomada el 30 de noviembre de 2019.
[9] De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza del PRC Lo Barnechea 2002, la zona N corresponde a terrenos destinados a servicios de producción mantención y cuidado profesional de especies animales en peligro de extinción

Ilustración 7-2 Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) – "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



Fuente: Elaboración Propia con base en NDVI Imagen SENTINEL (noviembre 30 de 2019)

La presencia de estas amplias superficies de vegetación ornamental se ha sustentado en un alto consumo de agua destinada a riego. Ello se ha podido establecer a partir de una estimación, considerando que el césped en temporada de verano necesita en promedio de 6 a 9 litros de agua al día por m2. Es decir, si se asume que en promedio una vivienda cuenta con 500 m2 de jardines, el consumo promedio anual de agua será de 684 m3/anuales por vivienda considerando 6 meses de riego.

Esta situación es relevante en el contexto actual de sequía, considerando que la comuna ha sido declarada como Zona de Escasez Hídrica, lo que no hace sostenible un desarrollo urbano que implique el mantenimiento de amplias superficies de riego. Además, tiene incidencia en relación a la ocupación residencial dispersa en baja densidad (19 hab/ha) que se observa en los Cajones Cordilleranos (sector El Arrayan y Camino a Farellones), donde el poblamiento se ha llevado a cabo mediante distintas fases de parcelación, en núcleos cerrados con escasa presencia de bienes públicos (calles y área verdes) y baja accesibilidad, hecho que dificultaría la evacuación de la población frente a la ocurrencia de algún desastre, ya que como se verá más adelante, estas áreas presentan una alta exposición a riesgos de remoción en masa, flujos e incendio.

b) Modo de Vida Tradicional

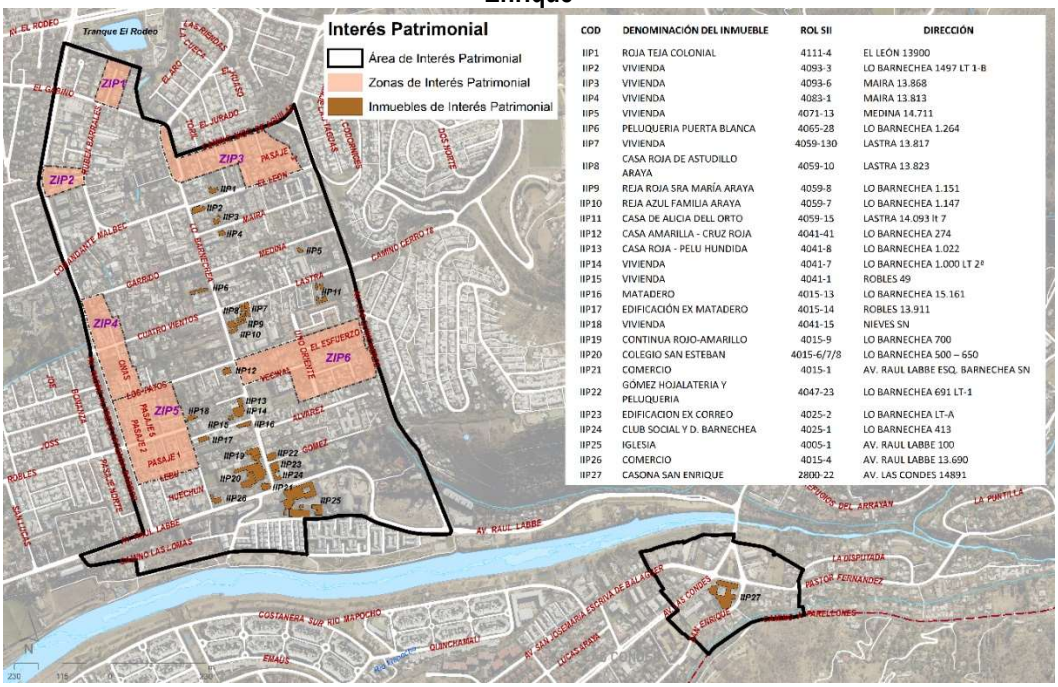
Corresponde al segundo criterio que caracteriza el FCD-1 y refiere a aquellos **barrios tradicionales donde los aspectos valorados por la comunidad refieren a factores de "identidad y cohesión"** cuyo origen se remonta a los distintos procesos históricos de poblamiento y ocupación del territorio, destacando mediante características y elementos espaciales, funcionales, físicos, culturales o perceptuales, como:

- Tejido urbano legible, que mantiene la continuidad de la trama urbana
- Ausencia de muros o barreras perimetrales

- Mixtura de usos, complementándose el uso residencial con equipamientos de salud, educación, servicios, social, entre otros.
- Presencia de nodos e hitos en su interior, en razón de la alta complejidad de usos existente y de los elementos de relevancia histórica y patrimonial que se concentran.
- Localización aledaña a ejes urbanos, caracterizados como avenidas de 15 a 20 m entre líneas oficiales que disponen de usos mixtos y estructuran áreas de densidad media baja, como principal medio de conectividad con el resto del área urbana

Considerando estas características los sectores de la comuna que conservan un importante patrimonio inmaterial y construido asociado a tradiciones y manifestaciones culturales huasas corresponden al Pueblo de Lo Barnechea y entorno de Plaza San Enrique. En estos sectores se han desarrollado iniciativas de conservación del patrimonio material como el estudio "Ruta Patrimonial de Lo Barnechea", en función del cual se seleccionaron aquellos conjuntos y edificaciones considerados de interés patrimonial, a efectos de evaluar su posible inclusión en la propuesta del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea (ver siguiente ilustración).

Ilustración 7-3 Zonas e inmuebles de interés patrimonial "Pueblo Lo Barnechea" y "Entorno Plaza San Enrique



COD	DENOMINACIÓN DEL INMUEBLE	ROL SII	DIRECCIÓN
IIP1	ROJA TEJA COLONIAL	4111-4	EL LEÓN 13900
IIP2	VIVIENDA	4093-3	LO BARNECHEA 1497 LT 1-B
IIP3	VIVIENDA	4093-6	MAIRA 13.868
IIP4	VIVIENDA	4083-1	MAIRA 13.813
IIP5	VIVIENDA	4071-13	MEDINA 14.711
IIP6	PELUQUERIA PUERTA BLANCA	4065-28	LO BARNECHEA 1.264
IIP7	VIVIENDA	4059-130	LASTRA 13.817
IIP8	CASA ROJA DE ASTUDILLO ARAYA	4059-10	LASTRA 13.823
IIP9	REJA ROJA SRA MARÍA ARAYA	4059-8	LO BARNECHEA 1.151
IIP10	REJA AZUL FAMILIA ARAYA	4059-7	LO BARNECHEA 1.147
IIP11	CASA DE ALICIA DELL ORTO	4059-15	LASTRA 14.093 lt 7
IIP12	CASA AMARILLA - CRUZ ROJA	4041-41	LO BARNECHEA 274
IIP13	CASA ROJA - PELU HUNDIDA	4041-8	LO BARNECHEA 1.022
IIP14	VIVIENDA	4041-7	LO BARNECHEA 1.000 LT 2ª
IIP15	VIVIENDA	4041-1	ROBLES 49
IIP16	MATADERO	4015-13	LO BARNECHEA 15.161
IIP17	EDIFICACIÓN EX MATADERO	4015-14	ROBLES 13.911
IIP18	VIVIENDA	4041-15	NIEVES SN
IIP19	CONTINUA ROJO-AMARILLO	4015-9	LO BARNECHEA 700
IIP20	COLEGIO SAN ESTEBAN	4015-6/7/8	LO BARNECHEA 500 – 650
IIP21	COMERCIO	4015-1	AV. RAUL LABBE ESQ. BARNECHEA SN
IIP22	GÓMEZ HOJALATERIA Y PELUQUERIA	4047-23	LO BARNECHEA 691 LT-1
IIP23	EDIFICACION EX CORREO	4025-2	LO BARNECHEA LT-A
IIP24	CLUB SOCIAL Y D. BARNECHEA	4025-1	LO BARNECHEA 413
IIP25	IGLESIA	4005-1	AV. RAUL LABBE 100
IIP26	COMERCIO	4015-4	AV. RAUL LABBE 13.690
IIP27	CASONA SAN ENRIQUE	2800-22	AV. LAS CONDES 14891

Fuente: Elaboración Propia con base en "Memoria y Territorio: Ruta Patrimonial en Lo Barnechea", 2014

De acuerdo con la ilustración anterior se reconocen **26 inmuebles y 6 zonas** de interés patrimonial en el **Pueblo de Lo Barnechea** y **1 Inmueble en el entorno de la Plaza de San Enrique**. A continuación, se identifican de manera específica las zonas que reúnen conjuntos habitacionales de interés patrimonial[10]:

- Zona Cooperativa El Gabino Interior (ZIP1)
- Zona Rubén Barrales Interior (ZIP2)
- Zona Villa Nido de Águilas (ZIP3)

[10] La delimitación y selección de las 6 ZIP se realizó en base al estudio "Memoria y Territorio: Ruta Patrimonial en Lo Barnechea" (2014), considerando las zonas con alto valor patrimonial en base a 6 atributos (natural, histórico, paisajístico, cultural y singularidad), valoración que se homologó a los atributos de valor establecidos en la circular DDU 400 (histórico, urbano, económico, social, arquitectónico)

- Zona Cuatro Vientos (ZIP4)
- Zona Estados Americanos (ZIP5)
- Zona Cooperativa El Esfuerzo (ZIP6)

De igual forma en el siguiente cuadro se detallan las edificaciones que reúnen atributos como Inmuebles de Interés Patrimonial en función de la valoración de algunos de los criterios establecidos en la circular DDU 400[11].

Cuadro 7.1-1 Inmuebles de Interés Patrimonial – IIP

COD	Nº FICHA	DENOMINACIÓN DEL INMUEBLE	ROL SII	DIRECCIÓN	VALOR				
					Urb.	Arq.	Hist.	Ecón.	Social
IIP1	T43	VIVIENDA ROJA	4111-4	EL LEÓN 13900	2	1	0	2	2
IIP2	S/I	VIVIENDA	4093-3	LO BARNECHEA 1497 LT 1-B	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP3	S/I	VIVIENDA	4093-6	MAIRA 13.868	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP4	S/I	VIVIENDA	4083-1	MAIRA 13.813	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP5	S/I	VIVIENDA	4071-13	MEDINA 14.711	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP6	B39	PELUQUERIA PUERTA BLANCA	4065-28	LO BARNECHEA 1.264	2	1	0	2	2
IIP7	S/I	VIVIENDA	4059-130	LASTRA 13.817	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP8	T18	CASA ROJA DE ASTUDILLO ARAYA	4059-10	LASTRA 13.823	2	1	1	2	2
IIP9	B14	VIVIENDA REJA ROJA SRA MARÍA ARAYA	4059-8	LO BARNECHEA 1.151	2	1	1	2	2
IIP10	B13	REJA AZUL FAMILIA ARAYA	4059-7	LO BARNECHEA 1.147	2	1	1	2	2
IIP11	T22	CASA DE ALICIA DELL ORTO	4059-15	LASTRA 14.093 lt 7	1	1	1	1	1
IIP12	B33	CASA AMARILLA - CRUZ ROJA	4041-41	LO BARNECHEA 274	2	1	0	2	2
IIP13	B31	COMERCIO "PELUQUERÍA FRANCISCA KONY"	4041-8	LO BARNECHEA 1.022	2	1	1	2	2
IIP14	DEMOLIDA	VIVIENDA	4041-7	LO BARNECHEA 1.000 LT 2ª	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP15	S/I	VIVIENDA	4041-1	ROBLES 49	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP16	B30	COMERCIO "ALMACÉN Y BOTILLERÍA FUENZA"	4015-13	LO BARNECHEA 15.161	2	1	1	2	2
IIP17	T44	EDIFICACIÓN EX MATADERO	4015-14	ROBLES 13.911	2	1	1	2	2
IIP18	S/I	VIVIENDA	4041-15	NIEVES SN	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP19	B26	CONTINUA ROJO-AMARILLO	4015-9	LO BARNECHEA 700	2	1	0	2	2
IIP20	B25	COLEGIO SAN ESTEBAN	4015-6/7/8	LO BARNECHEA 500 – 650	2	1	1	2	2
IIP21	S/I	COMERCIO	4015-1	AV. RAUL LABBE ESQ. BARNECHEA SN	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP22	B3	COMERCIO "ALMACÉN EXTRAHORRO"	4047-23	LO BARNECHEA 691 LT-1	2	1	1	2	2
IIP23	B2	COMERCIO "PANADERÍA ESFUERZO"	4025-2	LO BARNECHEA LT-A	2	1	1	2	2
IIP24	B1	CLUB SOCIAL Y D. BARNECHEA	4025-1	LO BARNECHEA 413	2	1	0	2	2
IIP25	S/I	IGLESIA	4005-1	AV. RAUL LABBE 100	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP26	S/I	OFICINAS	4015-4	AV. RAUL LABBE 13.690	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
IIP27	S/I	CASONA SAN ENRIQUE	2800-22	AV. LAS CONDES 14891	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia en base a catastro en terreno (2019), DIGIMAPAS (2019) y "Memoria y Territorio: Ruta Patrimonial Lo Barnechea" (2014)

[11] La selección de los 27 IIP se realizó en base al estudio "Memoria y Territorio: Ruta Patrimonial en Lo Barnechea" (2014), considerando aquellos con alto y muy alto valor patrimonial en base a 6 atributos (natural, histórico, paisajístico, cultural y singularidad), valoración que se homologó a los atributos de valor establecidos en la circular DDU 400 (histórico, urbano, económico, social, arquitectónico).

Las 6 Zonas de Interés Patrimonial preseleccionadas fueron evaluadas en base a cada uno de los atributos definidos en la Circular DDU 440 en función de lo cual se determinó que ninguna cumple con las condiciones de valor urbano, arquitectónico, histórico, económico y social, para ser considerada como Zona de Conservación Histórica en la presente modificación del Plan.

Lo propio se llevó a cabo con los 27 inmuebles de interés patrimonial preseleccionados, para los cuales se llevó a cabo una verificación y catastro en terreno que derivó en la incorporación de dos inmuebles de interés patrimonial adicionales correspondientes al "IIP28 LO BARNECHEA EMPRENDE" y "IIP29 VIVIENDA BLANCA". Con el listado final de 29 inmuebles y la información recopilada en catastro se procedió a realizar una valoración preliminar considerando los 5 criterios generales de la circular DDU 400 (Urbano, Arquitectónico, Histórico, Económico y Social) cuyo resultado permitió reducir dicho listado a 12 edificaciones de interés patrimonial (siguiente Cuadro)

Cuadro 7.1-2 Listado de Inmuebles preliminarmente identificados

ID	Nombre	Dirección
IIP01	Vivienda Roja	El León 13 900
IIP09	Vivienda Reja Roja Sra. María Araya	Lo Barnechea 1151
IIP13	Comercio "Peluquería Francisca Kony"	Lo Barnechea 1022
IIP16	Comercio "Almacén y Botillería Fuenza"	Lo Barnechea 940
IIP20	Colegio San Esteban	Lo Barnechea 500 - 650
IIP22	Comercio "Almacén Extrahorro"	Lo Barnechea 691
IIP23	Comercio "Panadería Esfuerzo"	Lo Barnechea 503
IIP24	Club Social y Deportivo Barnechea	Lo Barnechea 413
IIP26	Oficinas	Av. Raúl Labbé 13690
IIP27	Casona San Enrique	Av. Las Condes 14.891
IIP28	Lo Barnechea Emprende	Av. Padre Alfredo Arteaga 1.141
IIP29	Vivienda Blanca	Lo Barnechea 1042

Fuente: Estudio de Patrimonio que hace parte de la presente actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Los 12 inmuebles previamente listados se sometieron nuevamente a evaluación aplicando la base de puntuación de la metodología de la DDU 400 que considera 12 atributos para asignar puntos proporcionales a cada inmueble y generar un ranking, fijando la línea de corte en los 10 puntos, según los siguientes criterios.

- **Puntuación total entre 0 y 9 puntos**: Se entiende que el inmueble no contaría con valores y atributos patrimoniales que justifiquen su protección local en el Plan Regulador Comunal.
- **Puntuación total de 10 o más puntos**: El inmueble si contaría con valores y atributos patrimoniales que justifiquen su protección local, en el Plan Regulador Comunal.

A continuación, se sintetizan los resultados obtenidos de dicha puntuación para los 12 inmuebles previamente identificados.

Cuadro 7.1-3 Síntesis de valoración individualizada por inmuebles de interés patrimonial DDU400

ID	Nombre	Puntuación
IIP01	Vivienda Roja	6
IIP09	Vivienda Reja Roja Sra. María Araya	6
IIP13	Comercio "Peluquería Francisca Kony"	7
IIP16	Comercio "Almacén y Botillería Fuenza"	6
IIP20	Colegio San Esteban	5
IIP22	Comercio "Almacén Extrahorro"	5
IIP23	Comercio "Panadería Esfuerzo"	6

ID	Nombre	Puntuación
IIP24	Club Social y Deportivo Barnechea	8
IIP26	Oficinas	6
IIP27	Casona San Enrique	9
IIP28	Lo Barnechea Emprende	8
IIP29	Vivienda Blanca	8

Fuente: Estudio de Patrimonio que hace parte de la presente actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Tal como se observa en el cuadro anterior la Casona San Enrique se encuentra en el límite de la puntuación para definir si se considera como un Inmueble de Conservación Histórica, no obstante, dado que es un inmueble municipal se aportaron antecedentes complementarios por parte de la municipalidad referidos a planos históricos del inmueble, los que se compararon con su estado actual, en función de lo cual se pudo determinar que más del 60% de las construcciones de la casona, son ampliaciones y remodelaciones que transformaron su carácter original, y dan cuenta de la reducción de la valoración

En consecuencia, ningún inmueble cumple con las condiciones de valor urbano, arquitectónico, histórico, económico y social, de conformidad con lo señalado en la Circular DDU 400, para ser considerado como Inmueble de Conservación Histórica en la presente modificación del Plan

Respecto a las tendencias relativas al FCD-1 los Lugares con Identidad y Calidad de vida importa señalar lo siguiente:

- Barrios Exclusivos

En las instancias de participación se pudo corroborar que los habitantes de los barrios exclusivos manifiestan una oposición a la localización de equipamiento de mayor escala que pueda alterar la vida de barrio, particularmente por las condiciones de ruido, estacionamientos y circulación de personas ajenas a estos entornos.

Sin embargo, en los procesos de consulta realizados como parte del desarrollo del Plan, se han presentado solicitudes para cambiar el destino de algunas zonas señaladas como zonas de equipamiento exclusivo en el PRC vigente, destinadas principalmente a establecimientos educacionales, ello con el fin de permitir una mayor mixtura de usos en caso que dichos establecimientos decidan trasladarse. Frente a esta disyuntiva el plan debe avanzar en decisiones que compatibilicen las dos visiones planteadas que se observan respecto del equipamiento en los barrios exclusivos.

- Incorporación de usos de suelo mixtos, preferentemente habitacionales y exclusivos de equipamiento

Producto de las instancias de participación y de manera de cumplir con el objetivo de generar una comuna eficiente y que preste mayores servicios a nivel barrial, se plantea la posibilidad de evaluar la incorporación a los usos de suelo residenciales zonas mixtas que permitan el desarrollo de pequeños equipamientos que convivan con el uso habitacional y que puedan dotar de comercio y servicios a los distintos sectores de la comuna. Esto trae beneficios importantes, como la disminución de los tiempos de traslados e incentiva la convivencia vial, utilizando distintos modos de transporte. Asimismo, se debe tener presente el reconocimiento de equipamientos exclusivos donde ya funcionan las clases de educación, cultura, deporte, comercio y servicios, como también los terrenos que han sido definidos para equipamiento en los planos de loteo aprobados por la Dirección de Obras.

- Suelo Urbanizable en sectores de Borde Urbano

Es importante mencionar que, si bien las decisiones de planificación debieran estar enfocadas a intensificar la ocupación del suelo urbanizable, también se debe tener en consideración que las áreas rurales circundantes a dicho suelo corresponden a territorios de alta fragilidad ambiental, tal como se describe en la caracterización del FCD -2 Resguardo Ambiental y Paisajístico (numeral 7.1.2) y en este sentido la ocupación de los suelos urbanizables de borde deberá realizarse considerando el resguardo de los valores ambientales allí localizados, así mismo se tiene que prever la incidencia de áreas de riesgo ya que además en estos sectores predominan altas pendientes, lo cual puede corroborarse más adelante en la caracterización del FCD-3 Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad (numeral 7.1.3 del presente documento).

De esta forma la urbanización de este suelo, único disponible para el futuro crecimiento de la comuna, deberá realizarse de manera eficiente, propendiendo a equilibrar la ocupación urbana con la presencia de valores ambientales y la consideración del riesgo.

7.1.2 FCD-2 Resguardo Ambiental y Paisajístico

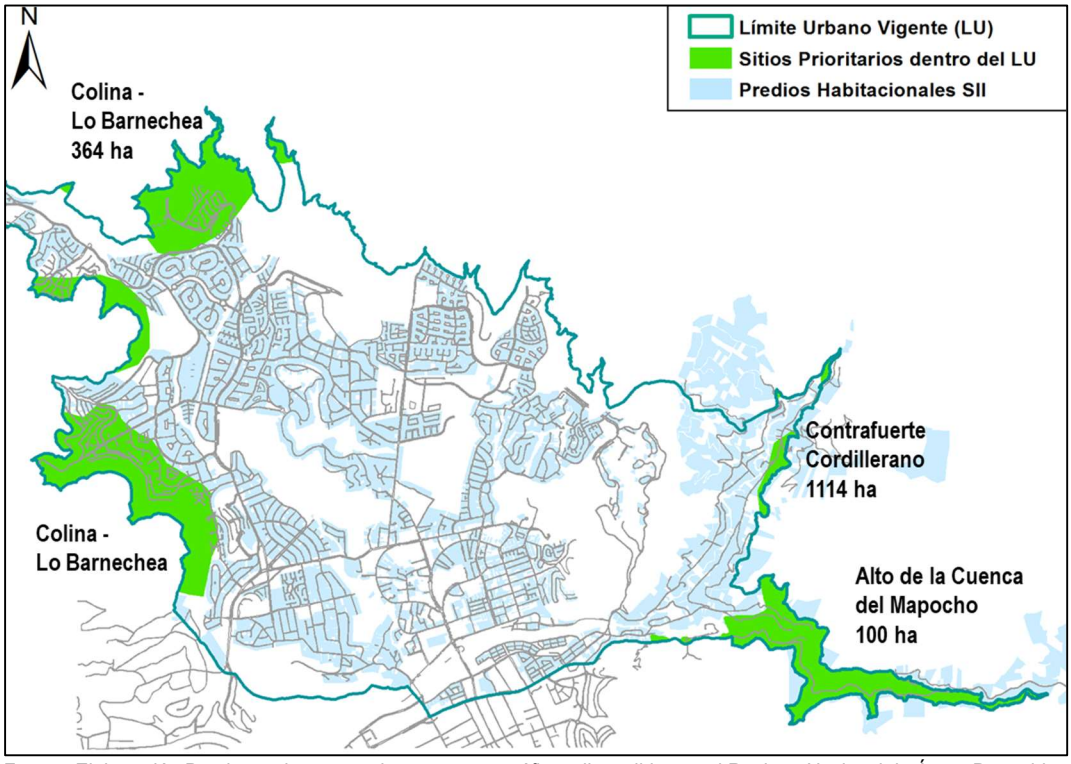
Para la caracterización de este FCD, se identificaron tres criterios de evaluación a través de los cuales se identifican los elementos de valor ambiental y paisajístico de la comuna, así como los principales problemas o amenazas que generan deterioro de dichos valores, relacionados con alteraciones asociadas a la urbanización, así como a la disponibilidad de recurso hídrico en el actual contexto de sequía.

a) Espacios Naturales de relevancia ecológica y paisajística

Al igual que la Calidad de Vida el entorno natural paisajístico de Lo Barnechea corresponde a un aspecto muy valorado por los vecinos, situación que también se evidencio en la encuesta realizada en la Etapa de Diagnóstico, con un 47 % de las preferencias identificando la “Calidad del Entorno” como aspecto diferenciador de la comuna, contexto en el cual el “Patrimonio Natural”, aparece como uno de los aspectos positivos principales, ya que obtuvo el 40% de las preferencias.

Esta valoración se encuentra asociada a la presencia de distintos elementos del contexto natural del territorio comunal, dada su localización en un ambiente de precordillera y cordillera andina, que le otorgan características particulares, desde el punto de vista ambiental-ecológico y paisajístico. En este contexto destaca la presencia de 3 Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad, correspondientes al “Contrafuerte Precordillerano”, “Alto de la Cuenca del Mapocho” y “Colina -Lo Barnechea” (siguiente ilustración), los cuales presentan incidencia en límite urbano de Lo Barnechea debido a que aproximadamente 525 ha (12,5%) de dicho límite hacen parte de alguno de estos sitios.

Ilustración 7-4 Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad con incidencia en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



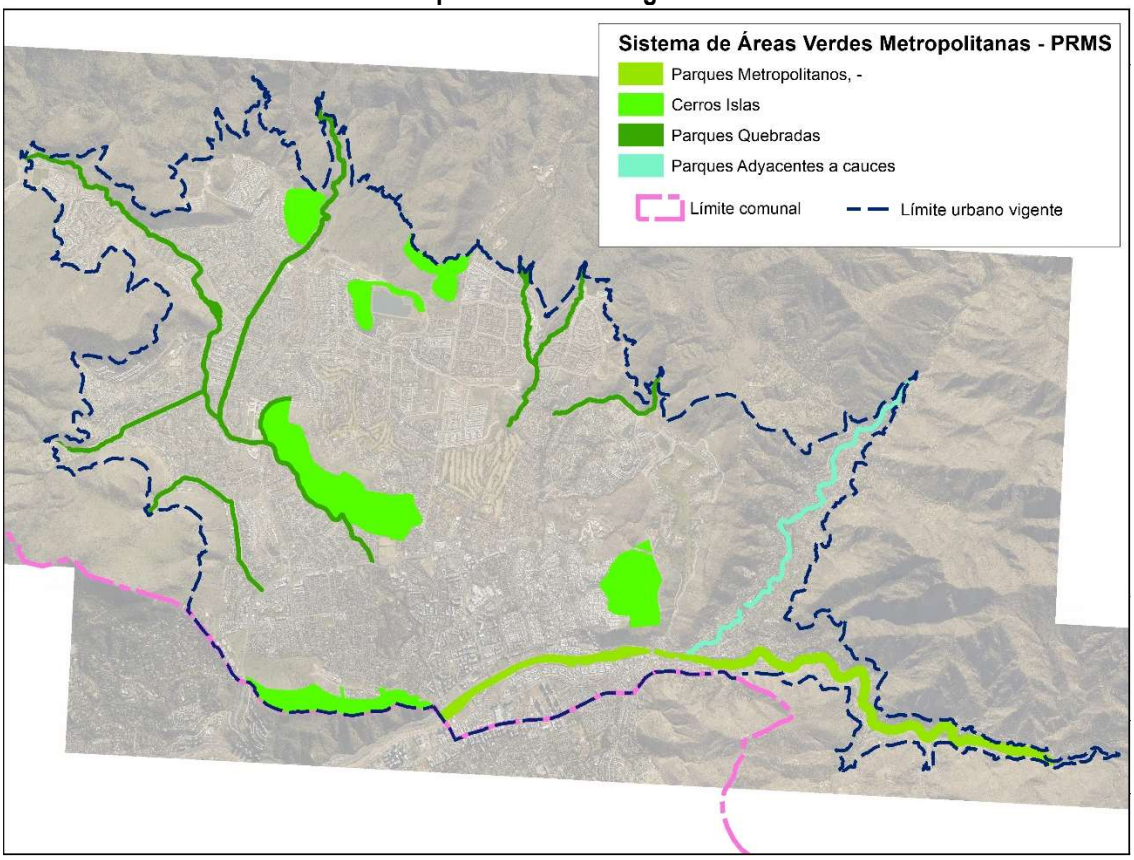
Fuente: Elaboración Propia con base en coberturas cartográficas disponibles en el Registro Nacional de Áreas Protegidas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/)

La mayoría de estos sitios refieren a territorios que albergan formaciones vegetacionales de Bosque y Matorral Esclerófilo, típicas de piedemonte y cordillera andina, cuya mayor superficie se extiende por sobre los 1000 m.s.n.m. Es por ello que el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) estableció condicionantes a la ocupación del territorio localizado por sobre dicha cota, delimitando Áreas de Preservación Ecológica en estos sectores, donde de acuerdo con lo estipulado en el artículo 8.3.1.1 de su Ordenanza, estas *"áreas serán mantenidas en estado natural para asegurar y contribuir al equilibrio y calidad del medio ambiente, como así mismo preservar el patrimonio paisajístico*".

No obstante, en el contexto urbano consolidado también se identifican varios **hitos naturales** vinculados a **cerros islas, quebradas y vegetación periurbana** que conservan remanentes de vegetación nativa y otorgan a la comuna una impronta natural, dado que ocupan cerca de un **10%** del límite urbano. Varías de estas áreas han sido **consideradas en el PRMS,** siendo incorporadas dentro del sistema de parques y áreas verdes de nivel intercomunal, estableciendo distintos tipos de prescripciones normativas mediante las cuales se propende su resguardo. De esta forma se establecieron **Parques Metropolitanos** como la faja de área verde de uso público adyacente al cauce del río Mapocho por ambos costados; **Cerros Isla** definidos como áreas verdes intercomunales, incorporando en esta categoría 5 cerros isla: Parte del Cerro Dieciocho, Parte del Cerro del Medio, Parte del Cerro Alvarado, Parte del Cerro Estero El Manzano y Parte del Cerro Loma Larga.

De igual forma se establecen **Parques Quebradas**, como la Quebrada el Carrizo, La Hualtatas, El Manzano y El Gabino entre otras. Así mismo se definió una **Avenida Parque** a lo largo del Estero El Arrayán. De forma adicional, se definió una faja de restricción de 40m por alto riesgo de inundación en todas las quebradas que atraviesan el área urbana.

Ilustración 7-5 Hitos Naturales del área urbana considerados en la normativa del Plan Regulador Metropolitano de Santiago - PRMS



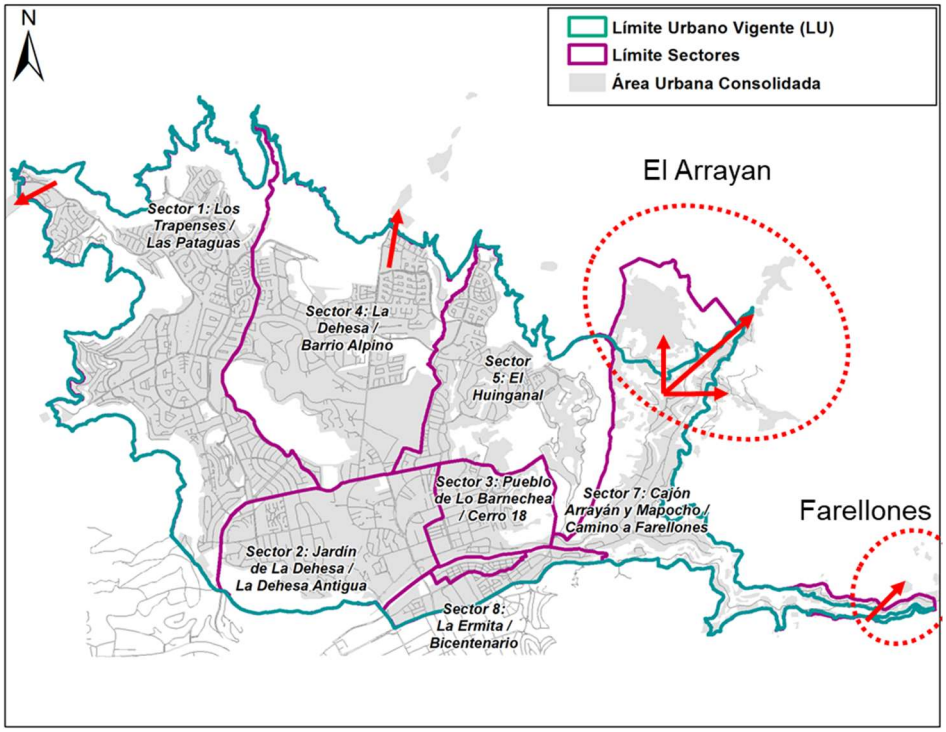
Fuente: Elaboración Propia con base en coberturas cartográficas Plan Regulador Metropolitano de Santiago – PRMS

b) Urbanización que Altera el Paisaje

Existen algunas situaciones asociadas al desarrollo urbano de la comuna que amenazan con la alteración y deterioro de este entorno natural y paisajístico. Al respecto vale mencionar el crecimiento de la huella urbana fuera del límite urbano vigente, el cual alcanza aproximadamente 239 ha de las cuales **125 ha se encuentran destinadas a vivienda** y se localizan **principalmente en el sector de los Cajones Cordilleranos** (sector El Arrayan y Camino a Farellones) (siguiente ilustración) superando la capacidad de carga del territorio para sustentar dicho crecimiento e imposibilitando la regulación urbana de la ocupación de un territorio que además se emplaza en el **Área de Preservación Ecológica** definida por el PRMS vigente (art. 8.3.1.1).

Sin embargo, el proceso de urbanización de Lo Barnechea no solo amenaza con deteriorar las áreas de valor natural localizadas en los bordes de contacto periurbanos, sino también los hitos naturales y paisajísticos del área urbana, situación que se evidencia por ejemplo en la porción de **Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad localizados al interior del límite urbano**, identificándose 150 ha urbanizadas emplazadas dentro del Sitio “Colina-Lo Barnechea”, 66 ha dentro del Sitio “Contrafuerte Cordillerano” y 46 ha dentro del Sitio “Alto de la Cuenca del Mapocho”.

Ilustración 7-6 Crecimiento de la mancha Urbana fuera del Limite Urbano Vigente



Fuente: Elaboración Propia (2020)

Así mismo en las áreas verdes intercomunales se observa la ocupación urbana con usos distintos a los normados por el PRMS, lo cual se evidencia en mayor medida en el Parque Metropolitano Río Mapocho en cuya franja, se identifican viviendas y comercios ocupando 5% de la superficie total del parque lo que supera el 1% de ocupación máxima de suelo establecida en el PRC vigente.

De igual forma los Cerros Isla localizados al interior del área consolidada, se encuentran bajo la presión del desarrollo inmobiliario (siguiente ilustración). Uno de los cerros isla más emblemáticos de la comuna y que representa de manera más evidente esta situación, corresponde al **Cerro del Medio**, ya que actualmente se encuentra rodeado en todo su perímetro por zonas residenciales siendo la ladera norte la que presenta mayor intervención por presentar casas y vialidades en la medida que la topografía lo permite, debido a que el PRMS estableció para esta ladera un área urbanizable[12]. Otro de los cerros que destacan en el contexto urbano de Lo Barnechea es el **Cerro Alvarado**, cuya ladera norte pertenece administrativamente a la comuna y es la que conserva en gran parte la vegetación natural, no obstante, de acuerdo con el PRMS solo una parte de la superficie de esta ladera, correspondiente a la cima y las quebradas que la atraviesan, está considerada como Parque Intercomunal, lo que permite la ocupación del uso vivienda en el territorio restante, situación que puede deteriorar los parches de vegetación remanentes en los sectores más bajos, de igual forma a lo ocurrido en la ladera sur, perteneciente a la comuna de Vitacura[13].

[12] Según lo reportado en el portal web https://www.santiagocerrosisla.cl/
[13] Tal como se describe en la sinopsis publicada en el portal web https://www.santiagocerrosisla.cl/

Ilustración 7-7 Ocupación Urbana en Cerros Isla al interior del Área Urbana consolidada



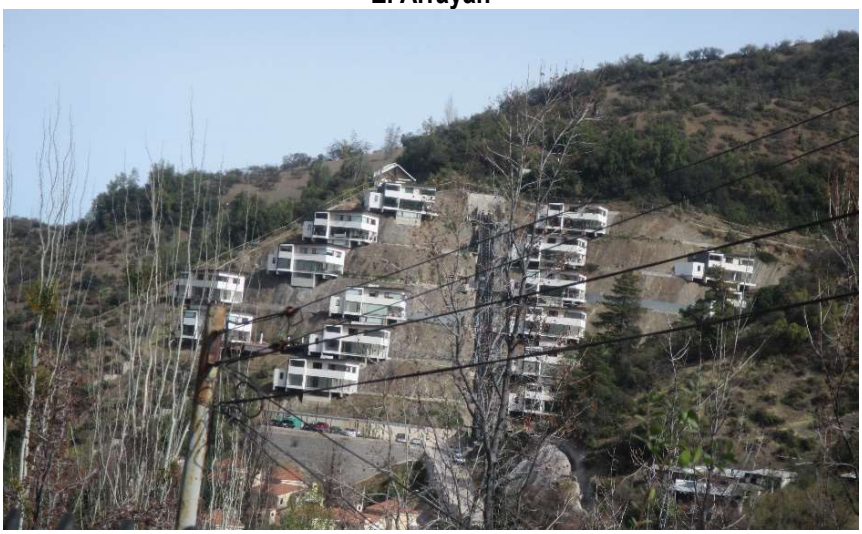
Fuente: Elaboración Propia con base en coberturas cartográficas Plan Regulador Metropolitano de Santiago - PRMS

Una situación similar se observa en el **Cerro 18**, donde se observa un contexto de localización particular, debido a que en su entorno conviven poblaciones de viviendas sociales, condominios, áreas residenciales de altos ingresos y establecimientos educativos, siendo las laderas poniente y norte las que presentan la mayor intervención urbana. Al igual que en el caso del Cerro Alvarado solo una parte de esta superficie se encuentra considerada como Parque Intercomunal por el PRMS, destinando el territorio restante a uso residencial, con los consecuentes efectos sobre la vegetación nativa remanente[14].

De acuerdo con lo descrito previamente se puede determinar que una importante proporción de las áreas de valor natural como de suelos urbanizables de la comuna, se encuentran en territorios inclinados donde predominan fuertes pendientes; específicamente una superficie de 825ha del área consolidada (34%) se localiza en pendientes promedio iguales o superiores al 20%. Según lo indicado en el artículo. 2.1.20 OGUC, la urbanización de dichos territorios requiere del establecimiento de condicionantes que controlen la ocupación y resguarden los recursos de valor natural y paisajístico localizados en estas áreas a fin de evitar su deterioro y/o alteración, con desarrollo urbanísticos que no solo tienen efectos en la estructura de los cerros en términos de su estabilidad, sino que a su vez impactan visualmente el paisaje, lo cual se puede observar como ejemplo en la siguiente fotografía tomada en el sector del Arrayán.

[14] Según lo reportado en el portal web https://www.santiagocerrosisla.cl/

Ilustración 7-8 Alteración del paisaje por urbanización en sectores de alta fragilidad ambiental – Sector El Arrayan



Fuente: Fotografías de Terreno Agosto (2019)

c) Efectos del Cambio Climático

Adicional a la urbanización de las áreas de valor ecológico- paisajístico, previamente descrita, se debe considerar la situación de **sequía** que ha sido declarada durante el último año en el territorio comunal mediante la emisión de dos decretos de **escasez hídrica** por parte de la Dirección General de Aguas (DGA) del MOP[15]. Este hecho cobra relevancia en relación a la disponibilidad de agua para crecimiento urbano, considerando que el estándar de consumo por persona es de 200 l/hab/día; situación que se torna alarmante si se suma a dicho consumo la demanda hídrica para el riego del sistema de áreas verdes públicas y privadas, ya que de acuerdo con la estimación realizada (y descrita previamente en el FCD-1), el consumo anual de agua potable destinada a riego de una sola vivienda, permitiría abastecer el consumo de 9 habitantes.

De igual forma la escasez de agua tiene incidencia en el deterioro de la vegetación nativa lo que a su vez incrementa el riesgo de incendio, especialmente en los bordes periurbanos, amenazando con la potencial perdida de coberturas vegetales asociadas a espacios de valor natural y paisajístico, ya que se identifican 1.002 ha con alto NDVI (0,3 a 1) afectas por riesgo alto de incendio que incluyen los 3 Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad insertos en el área urbana.

[15] Entre 2019 y 2020 la DGA ha emitido tres decretos que declaran zona de escasez a las comunas de Lo Barnechea, Las Condes y Vitacura: Decreto 124 por un periodo de seis meses entre Octubre de 2019 y Abril 2020; el Decreto 58 por otro periodo de seis meses entre Abril y Octubre de 2020 y el Decreto 125 que inicia en Octubre de 2020 y se extiende hasta Abril 2021 por seis meses más.

Respecto a las tendencias relativas al FCD -2 Resguardo Ambiental y Paisajístico, destacan los siguientes temas:

- Interpretación de la faja de área verde del Parque Metropolitano Río Mapocho

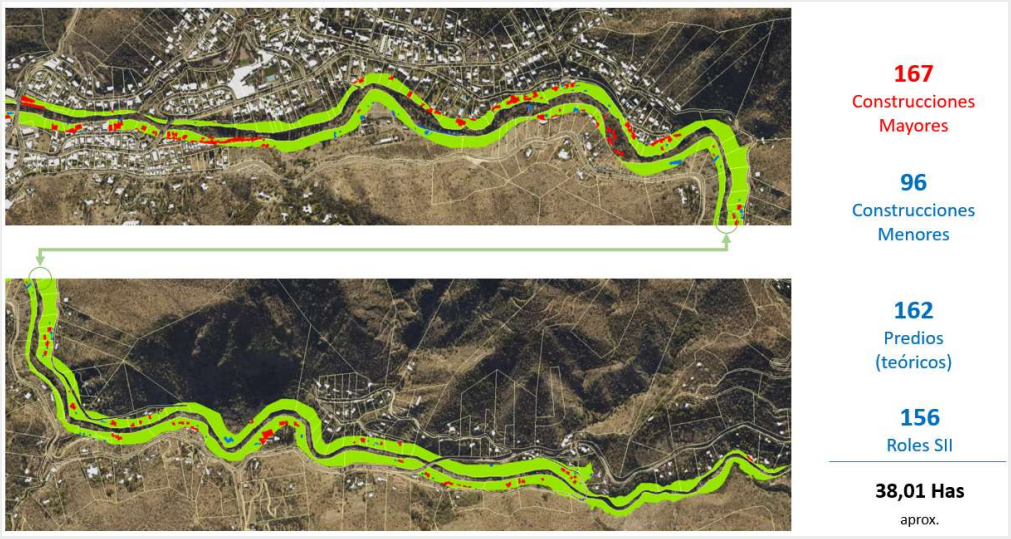
En el artículo 5.2.2 del PRMS que identifica entre los Parque Metropolitanos, en la comuna de Lo Barnechea, el Parque Metropolitano Río Mapocho (cuenca del Río Mapocho), se precisa que en las áreas verdes de uso público se pueden acoger actividades relacionadas con lo recreacional, deportivo, de culto, cultural científico, de esparcimiento y turismo al aire libre.

El PRC de Lo Barnechea vigente, identifica como Parque Metropolitano Río Mapocho en el tramo al oriente del Puente San Enrique (cajones cordilleranos), una franja de área verde de 50 m medidos a cada costado del eje geométrico del cauce en cuestión.

Es relevante consignar que se desconoce el fundamento aplicado para la interpretación empleada en la definición del perfil del Parque Metropolitano Río Mapocho, en atención a que en la Ordenanza del Plan Metropolitan*o de Santiago (PRMS)no se hace mención alguna a una distancia y el plano original no aparece señalado* con precisión la cota que indique dicho perfil. No obstante, los usos de suelo y condiciones urbanísticas asociadas al área Parque están definidos en el Capítulo 8.2 del PRMS "Áreas de Alto Riesgo para los Asentamientos Humanos", específicamente en el Artículo 8.2.1.1. "De Inundación", donde además se señala: *"Conforme a lo anterior, y mediante modificación del Plan Regulador comunal, las áreas urbanizadas y urbanizables afectadas por este riesgo, podrán aumentar la intensidad de ocupación del suelo, como asimismo la densidad de población."*

El área verde que comprende el Parque Metropolitano Río Mapocho actualmente presenta sectores consolidados con presencia de predios privados y viviendas construidas, que cuentan en su mayoría, con permisos antiguos lo que dificulta la disponibilidad de suelo para que dicho parque se concrete. De acuerdo con antecedentes recabados en los planos catastrales, en la actualidad en el área afecta a utilidad pública se emplazan aproximadamente 167 construcciones dispuestas 156 predios con roles del Servicio de impuestos Internos que abarcan aproximadamente 38 has. En la ilustración siguiente es posible observar las construcciones identificadas en el plano de catastro que se encuentran afectas a la declaratoria de utilidad pública.

Ilustración 7-9 Consolidación del borde Río Mapocho normado como Parque Metropolitano de acuerdo con el PRMS



Fuente: Base cartográfica digital y zonificación plano interpretativo PRC Lo Barnechea vigente

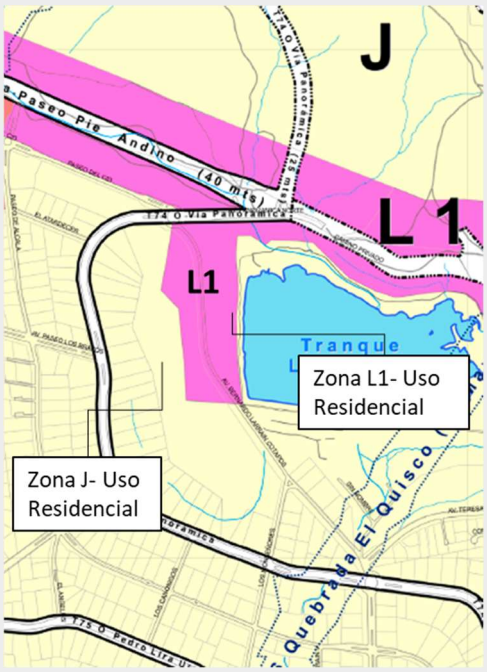
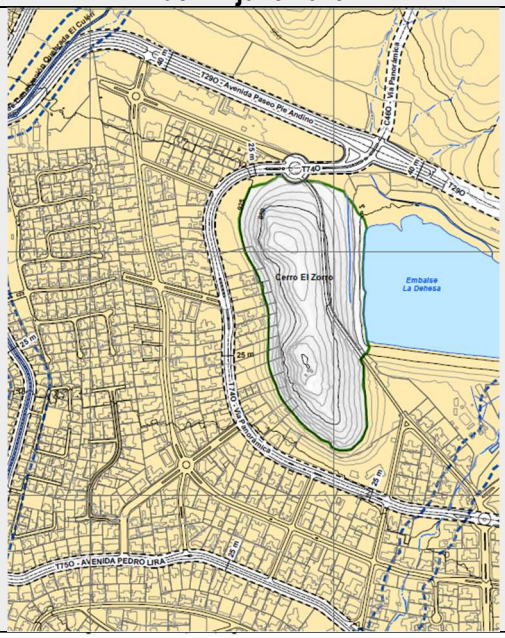
En este contexto y considerando las condiciones de riesgo descritas más adelante en la caracterización y tendencias del FCD-3, las decisiones de planificación estarán encaminadas a determinar la posibilidad de ajustar el área verde del Parque Metropolitano, específicamente en los terrenos consolidados, debido a la imposibilidad de materializar un Parque en la ribera del rio en este sector.

- Área verde Cerro El Zorro

Durante el proceso de elaboración del Plan se enviaron solicitudes del Órgano Responsable dirigidas a la SEREMI Metropolitana de vivienda y Urbanismo, para que a través de interpretación mediante las facultades del artículo 4 de la LGUC, se pronunciara respecto de la calidad normativa en el PRMS del Cerro El Zorro.

En ese sentido, de acuerdo a interpretación PRMS Ord. 1991 SEREMI 24/07/2023, dicha área se encuentra normada por el Art. 5.2.1 del PRMS, “áreas verdes metropolitanas privada”, por lo que su definición no es materia que se pueda regular a partir del PRC, por lo cual las decisiones de planificación deberán estar destinadas a reconocer dicho Cerro como parte del sistema de áreas verdes metropolitano ajustando la zonificación del Plan Regulador Comunal vigente, ya que el área en cuestión está normada con Uso de Suelo Residencial. En la ilustración es posible observar el contraste entre lo que señala el PRC vigente y el pronunciamiento de la SEREMI MINVU.

Ilustración 7-10 Cerro El Zorro

Zonificación PRC vigente	Interpretación Cerro El Zorro según ORD. N° 1991 del 24 julio 2023
	

2. SISTEMA METROPOLITANO DE ÁREAS VERDES Y RECREACIÓN. Artículo 5.2.1. PRMS.

Cerro El Zorro. Uso de Suelo Equipamiento de Áreas Verdes, conforme a Plano N°RM-PRMS-92-1A, Resolución GORE N°20/ D.O. 04.11.1994. (Lámina 1 del presente plano).

"En este sistema se considerarán las áreas verdes de carácter metropolitano y aquellas de otros niveles que se le integren, de nivel vecinal y comunal. Este sistema se relaciona e integra con áreas de carácter no edificable que en conjunto generan un nivel adecuado de saneamiento ambiental y de resguardo del bienestar de la comunidad."

Fuente: Plan Regulador vigente y Ord. 1991 SEREMI 24/07/2023

- Área verde en Ex tranque Los Trapenses

Al igual que en el caso del Cerro el Zorro, el Órgano Responsable dirigió solicitudes a la SEREMI Metropolitana de vivienda y Urbanismo, para que a través de interpretación mediante las facultades del artículo 4 de la LGUC, se pronunciara respecto de la calidad normativa en el PRMS de los terrenos que formaban parte del Tranque Los Trapenses, y que en el PRC vigente de Los Barnechea aparecen como parte del cuerpo de agua. Ello en atención a las obras de canalización de la Quebrada El Carrizo aprobadas por la Dirección de Obras Hidráulicas y ejecutadas durante el periodo de elaboración el plan, por parte de los propietarios. En la siguiente ilustración se presenta la evolución de las obras de canalización contrastando el estado previo y la situación actual en que se encuentra el cauce de la Quebrada El Carrizo.

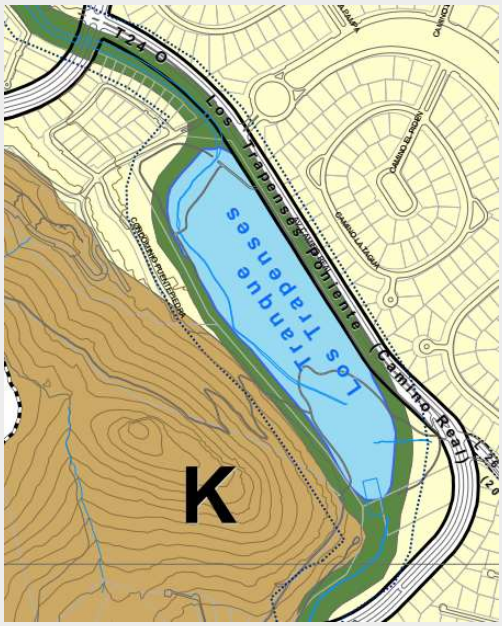
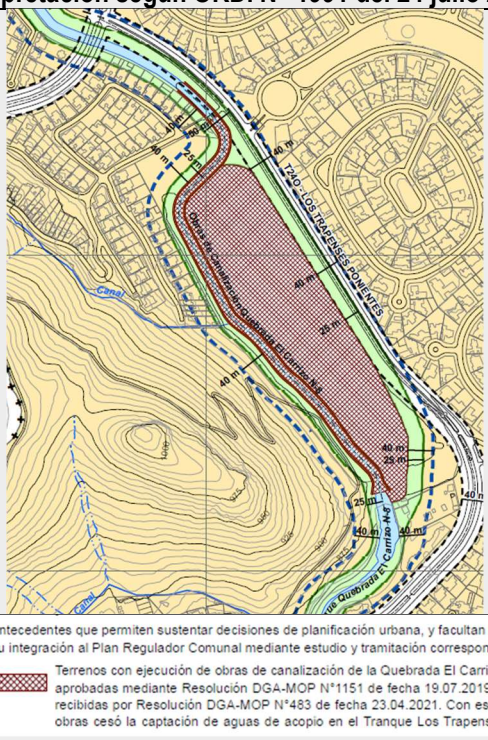
Ilustración 7-11 Evolución Obras de Canalización Quebrada El Carrizo



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

Mediante ORD N° 1991 de 24 de julio de 2023, la SEREMI Metropolitana de vivienda y urbanismo, se pronunció respecto de la calidad normativa de los terrenos del ex tranque Los Trapenses, señalando que la definición de normas en el sector ha quedado radicada en el Plan Regulador Comunal (siguiente ilustración), cambiando el criterio señalado en el ORD N° 2289 de julio de 2021.

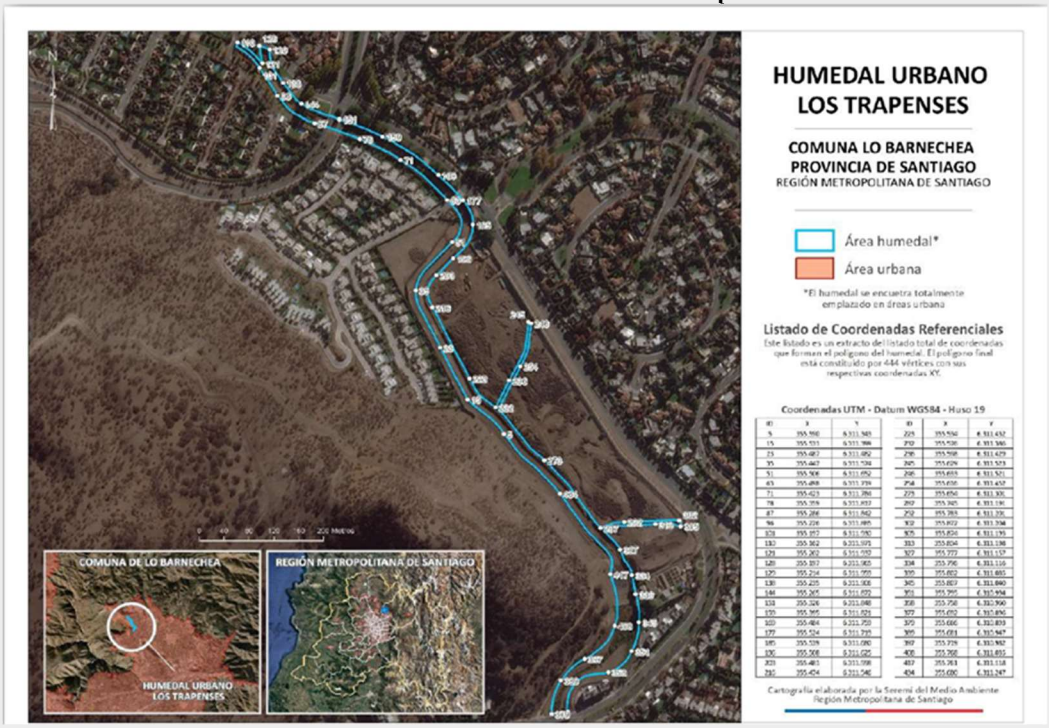
Ilustración 7-12 Contraste entre PRC vigente e interpretación PRMS SEREMI MINVU

PRC vigente	Interpretación según ORD. N° 1991 del 24 julio 2023
	

Fuente: Plan Regulador vigente y Ord. 1991 SEREMI 24/07/2023

Otro antecedente que cabe mencionar respecto al sector, refiere al Humedal Urbano Los Trapenses el cual fue declarado mediante Resolución Exenta N° 727 del 19/07/2021 del Ministerio del Medio Ambiente. Según consta en los documentos que hacen parte del expediente que dan cuenta del proceso de declaración, el área inicialmente propuesta para reconocer dicho humedal, que cubría la totalidad de los terrenos del ex Tranque con una superficie de 11,5 h, fue sujeta a una serie de revisiones, tanto por el municipio como por el Ministerio del Medio Ambiente. Para ello se consideraron, entre otros antecedentes, información allegada por terceros que determinaron el ajuste de la superficie definitiva en atención al régimen de propiedad, las obras de canalización de la Quebrada El Carrizo y la eliminación del Embalse, de esta forma la poligonal quedó determinada por una superficie de 3,2 ha circunscritas al estero El Carrizo delimitado por los gaviones de las obras de canalización, un sector de la parte Sur del humedal y dos canales transversales delimitados según la vegetación existente (siguiente ilustración).

Ilustración 7-13 Humedal Urbano Los Trapenses



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

De esta forma considerando el pronunciamiento de la SEREMI MINVU respecto a la calidad normativa de los terrenos del ex tranque Los Trapenses y la presencia del Humedal Urbano, el desafío para la actualización del presente instrumento de planificación, refiere a establecer una zonificación compatible tanto con la presencia del área protegida como con los usos existentes en el entorno.

7.1.3 FCD-3 Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad

Este FCD se caracteriza en función de dos criterios de evaluación, mediante los cuales se identifican las amenazas de origen natural y antrópico que se observan en el territorio comunal considerando su localización y extensión. Así mismo se estimó el nivel de exposición que presenta la población frente a los distintos peligros, atendiendo a la localización de viviendas y equipamientos esenciales en áreas susceptibles a riesgo.

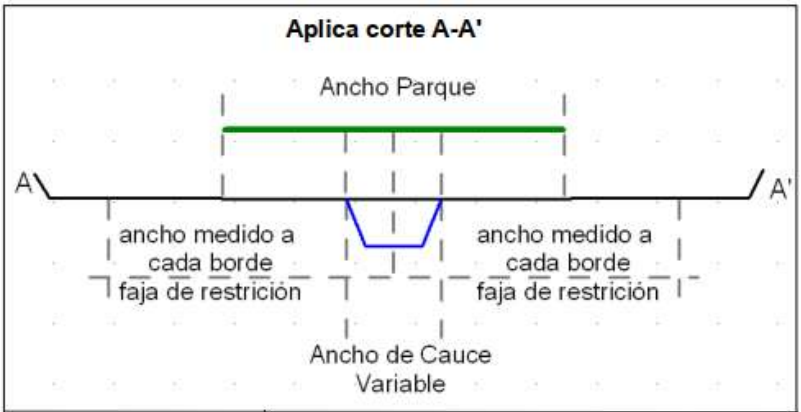
a) Susceptibilidad y Riesgo

Respecto a esta variable cabe mencionar que el actual Plan Regulador Comunal vigente de Lo Barnechea no establece una zonificación que identifique las áreas de la comuna susceptibles a la ocurrencia de riesgos de origen natural y antrópico. En este sentido las prescripciones normativas relativas a esta variable estarían reguladas por lo establecido en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, que considera áreas de alto riesgo natural por inundación y corresponden a las áreas recurrentemente inundables asociadas al Río Mapocho y las áreas de quebradas.

Entre estas últimas, se encuentran las siguientes quebradas dentro de la comuna de Lo Barnechea: N-1 Agua de Aranda, N-2 El Ají, N-3 Las Zorras, N-4 El Gabino o Del Garín, N-5 Los Loros y brazo secundario, N-5 El Manzano, N-6 El Quisco, N-7 El Maqui y brazos secundarios 1,2 y 3, N-7 Estero Las Hualtatas, N-8 El Carrizo, N-9 Los Chanchos, N-10 Los Carboneros y N-11 El Guindo.

De acuerdo a lo expresado en Ord. N° 1991 del 24.07.2023 del Departamento de Desarrollo Urbano e Infraestructura de la SEREMI MINVU Región Metropolitana, que remite pronunciamiento técnico mediante plano interpretativo comunal (plano RM-PRMS-22-60), relativo a las disposiciones del PRMS que afectan a la comuna de Lo Barnechea; en torno a las quebradas antes mencionadas se establecen fajas de restricción de 40 m de ancho a cada borde de la quebrada.

Ilustración 7-14 Perfil Parque Quebrada y Franja Restricción PRMS



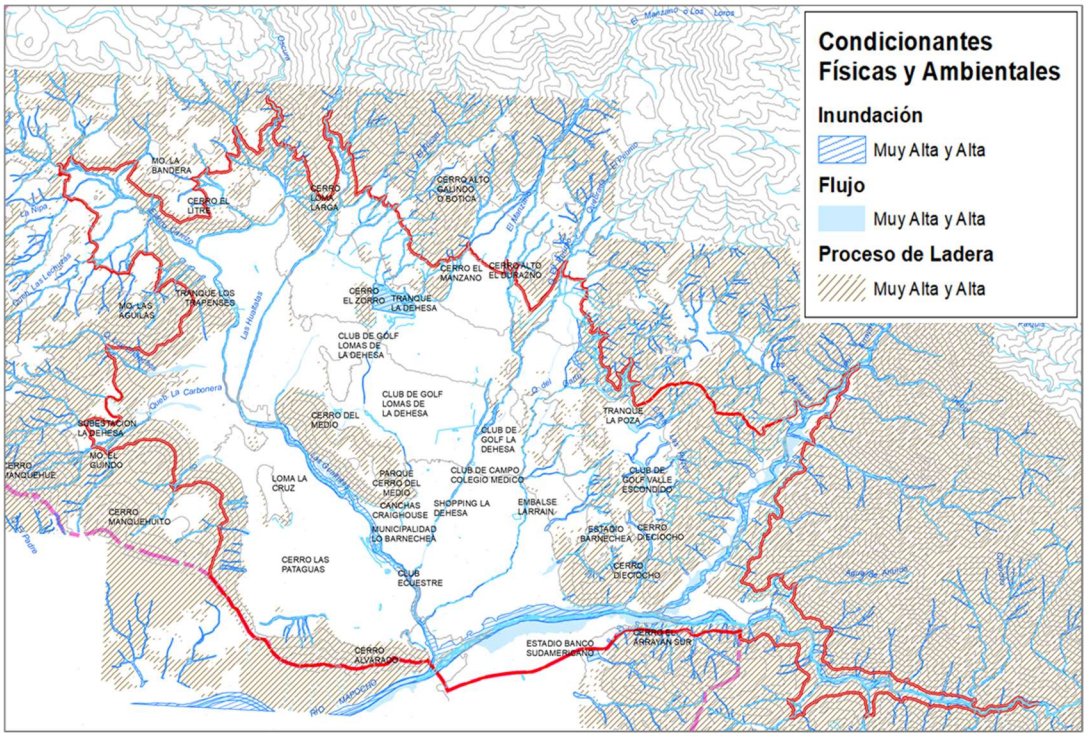
Parques Quebrada PlanoRM-PRM-93-1A6 Res.20/ D.O. 04.11.1994	Faja de 50 m (25 m a cada lado del eje)
Inundación Quebrada Fajas de resguardos individualizadas	Faja de 40 m de ancho a cada borde de la quebrada. Art. 8.2.1.1. Letra a.1.3. PRMS.
Definición del cauce natural: conforme a los organismos competentes, Bienes Nacionales y Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.	

Fuente: Extraído de Plano Interpretativo RM-PRMS-22-60

Si bien dicho instrumento consideró en un inicio **áreas de riesgo geofísico asociado a remoción en masa**, asociadas al estero Las Hualtatas y quebrada de El Manzano, la modificación del PRMS - desafectación remoción en Masa-Lo Barnechea (DO 14.11.2001), excluyó del Art. 8.2.1.4 de la ordenanza del PRMS, las áreas de remoción en masa que afectan el área urbana metropolitana.

Como parte del proceso de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea se ha desarrollado un Estudio Fundado de Riesgo, de conformidad con lo señalado en el artículo 2.1.7 de la OGUC, en el cual se revisaron y precisaron las áreas de riesgo indicadas en el PRMS. De esta forma se pudo establecer que desde el punto de vista físico natural el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" se encuentra expuesta a peligros de Inundación, Flujos de Barro y Procesos de Ladera (siguiente ilustración), afectando cerca de **1.324 ha del área urbanizable con susceptibilidades altas y muy altas;** es decir que aproximadamente un **31,6% de dicha área se encuentra expuesta a estos peligros.**

Ilustración 7-15 Riesgos de Origen Natural, presentes en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



Fuente: Elaboración propia (2020)

Además, si se considera la incidencia de estos peligros en el área urbana actualmente destinada a usos residenciales se tiene que un 16% (487 ha), se encuentra afecta a alguna amenaza de origen natural.

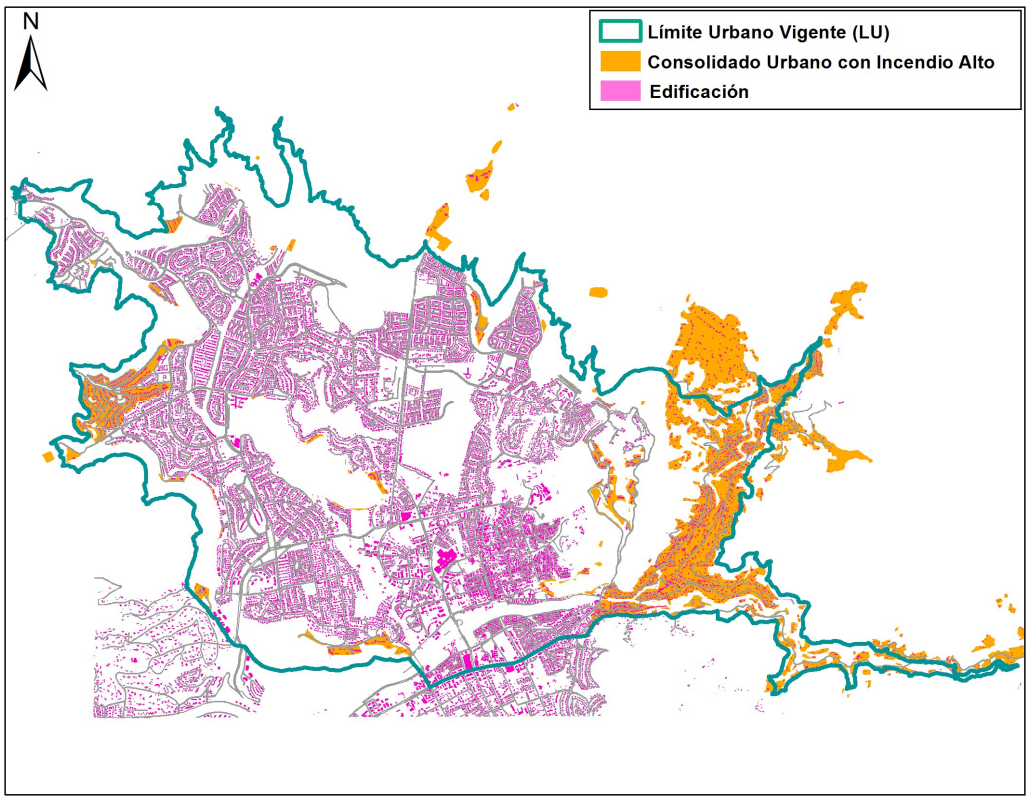
Ello cobra relevancia respecto de los peligros de Flujos de Barro y Procesos de Ladera, ya que gran parte de del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" coincide con sectores donde la morfología predominante se asocia a altas pendientes, elevaciones y desnivel, situación que condiciona el poblamiento, lo cual fue establecido en el estudio de riesgo, definiendo susceptibilidades muy altas y altas a los procesos de ladera y flujos de barro en los territorios con pendientes promedio entre los 25° y los 35° grados o más. Traduciendo estos criterios de pendiente en términos de porcentaje, se determinó que los sectores de la comuna que presentan importantes restricciones a la ocupación urbana, corresponden a aquellos donde las pendientes promedio sobrepasan el 47%.

No obstante, se debe considerar que en esta área se encuentra el suelo disponible para desarrollo urbano, razón por la cual el Plan Regulador Comunal vigente zonificó estas áreas permitiendo la localización de vivienda y equipamientos[16] en áreas de altas pendientes propensas a flujos y procesos de ladera, las que alcanzan una superficie de 537 ha y abarcan un 12% del Limite Urbano vigente. Cabe aclarar que, en términos de ocupación, solo 96 ha de estos territorios se encuentran consolidados actualmente, lo que determina que, dentro de las decisiones de planificación asociadas a la actualización del PRC, se puedan establecer criterios que apunten a la restricción, control o condicionamiento de la urbanización en estas áreas.

[16] Las zonas del PRC que coinciden con áreas de alta pendiente, afectas a susceptibilidades muy altas y altas de Flujo y remoción en masa corresponden a: Zona C1 Pueblo de San Enrique; Zona E Equipamiento Educacional; Zona G Cajón del Río Mapocho; Zona H Cajón El Arrayán; Zona I El Arrayan Alto; Zona J La Dehesa; Zona K La Dehesa Alta

A los riesgos de origen natural, previamente descritos se suma el riesgo de origen antrópico, que para el caso de la comuna refiere al peligro de incendio, siendo especialmente propensa a la ocurrencia de este tipo de eventos debido su relieve caracterizado por laderas de cerros que enmarcan el área urbana (en especial hacia su límite oriental), donde se presenta una masa vegetal combustible en contacto o en inmediaciones de los centros poblados y caminos; condiciones que comprometen un mayor riesgo de ignición (intencional o fortuita). En términos de la extensión territorial el riesgo alto de incendio abarca un 22% (637 ha) del área urbana consolidada de Lo Barnechea destinada a vivienda (siguiente ilustración).

Ilustración 7-16 Alto Riesgo de Incendio en el Área Urbana Consolidada de Lo Barnechea destinado a vivienda

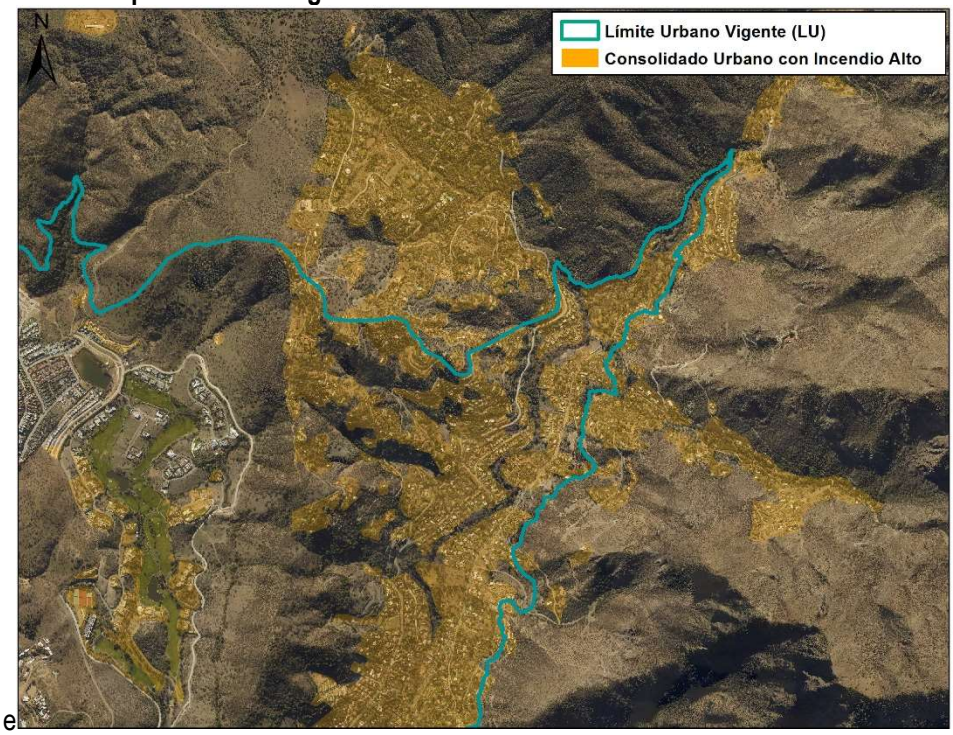


Fuente: Elaboración propia (2020)

b) Exposición al riesgo

Se estimó el nivel de exposición de la población a los riesgos identificados, en función de la localización de uso residencial (viviendas) y equipamientos esenciales (salud y educación en el caso de Lo Barnechea) en las áreas de muy alta y alta susceptibilidad a peligros físico-naturales (inundación, flujos de barro y procesos de ladera), así como en el área de alto riesgo de incendio. De esta forma se obtuvo que aproximadamente **11.233 viviendas se encuentran expuestas a riesgos de origen físico natural y/o antrópico** considerando en esta cifra 3.248 viviendas, localizadas en su mayoría en el sector del Arrayan (siguiente ilustración), que también se encuentran expuestas a alto riesgo de incendio.

Ilustración 7-17 Exposición a Riesgo Alto de Incendio Área Urbana Consolidada Sector el Arrayán



e

Fuente: Elaboración propia (2020)

A esto se suman 11 equipamientos esenciales (3 de salud y 8 de educación) expuestos a riesgos naturales y antrópicos altos, y corresponden a los que se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 7.1-4 Equipamientos expuestos a riesgo alto

Equipamientos de Educación	Equipamientos de Salud
Escuela Básica The International Preparatory School	CECOSF Cerro 18
Colegio Maimónides School	CECOSF Bicentenario
Colegio Instituto Estados Americanos	Clínica Monteblanco
Colegio San Juan de Krondstadt	
Colegio Angloamerican International School	
Betterland School	
Preescolar Cantagallo	
Preescolar Los Manzanos	

Fuente: Elaboración propia (2020)

En cuanto a las tendencias del FCD 3 Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad, importa señalar lo siguiente:

- Suelos Urbanizables en áreas propensas a riesgos de origen natural y antrópico

Tal como se ha podido constatar en el estudio de riesgos del PRC el sector periurbano presenta condiciones de pendientes y/o áreas de riesgos que sugieren restricciones o condiciones a la ocupación.

El Plan regulador vigente considera que todas las zonas que forman el periurbano de Lo Barnechea, Zonas K, H, son áreas urbanizables con baja intensidad de ocupación 19 hab/has.

Considerando las disposiciones normativas vigentes del PRC señaladas, se observa que se han materializado urbanizaciones en parte importante del perímetro del área urbana Lo Barnechea las que cubren un total aproximado de 1000has. consolidadas y en proceso de consolidación.

Se hace una clara distinción de las zonas de contacto con el área rural normada y en particular las áreas de preservación ecológica del PRMS, respecto de aquellas zonas que colindan con otras zonas del área urbana o borde interior.

En este sentido se debe considerar que el suelo localizado en los sectores de borde urbano, pese a estar en áreas propensas a amenazas de origen natural y antrópico, es el único que se encuentra libre y disponible para el crecimiento urbano de la comuna, tal como fue descrito previamente en la caracterización del FCD1, y por lo tanto para llevar a cabo su adecuada ocupación y hacer un uso eficiente de este recurso, se tiene que prever, entre otros factores, la incidencia del riesgo, a fin de resguardar la población allí asentada y a la vez controlar la localización de equipamiento crítico en estos sectores, lo cual cobra relevancia frente al hecho de que varios establecimientos educacionales y de salud se encuentran en áreas expuestas.

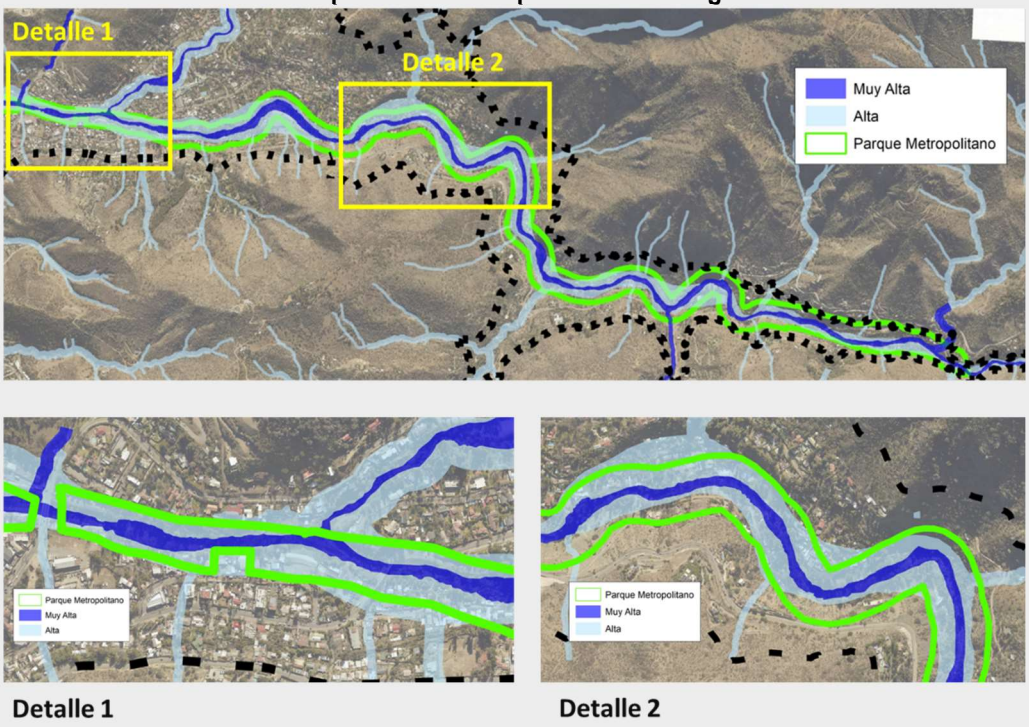
- Riesgo de Inundación por desborde de Cauce del Río Mapocho

Tal como fue descrito en las tendencias del FCD-1 el PRMS en su artículo 5.2.2 estableció como parte del sistema de áreas verdes metropolitanas el Parque Río Mapocho, señalando explícitamente que caben en la categoría de área verdes declaradas de utilidad pública. También como fue señalado, el PRC vigente de Lo Barnechea reconoció esta declaratoria en su zonificación estableciendo una franja de área verde de 50m medidos a cada costado del eje geométrico del cauce en cuestión; no obstante, en dicha área parque existe la consolidación de predios privados y viviendas construidas, gran parte de estas con permisos de edificación y recepciones finales otorgadas, lo que torna dificultoso que se pueda materializar el Parque Metropolitano en las condiciones establecidas en el IPT.

En ese sentido, en el Capítulo 8.2 del PRMS “Áreas de Alto Riesgo para los Asentamientos Humanos”, específicamente en el Artículo 8.2.1.1. “De Inundación”, precisa que, “Los propietarios de terrenos afectados por estas normas, podrán desarrollar estudios y proyectos específicos, debidamente aprobados por el Ministerio de Obras Públicas, en los cuales se determinen en detalle los límites del área inundable que afecte a su predio, como asimismo, las obras que deben realizarse para protegerlo. Conforme a lo anterior, y mediante **modificación del Plan Regulador comunal**, las áreas urbanizadas y urbanizables afectadas por este riesgo, podrán aumentar la intensidad de ocupación del suelo, como asimismo la densidad de población.”

El estudio de riesgo realizado en el contexto de la presente actualización precisa las áreas expuestas a susceptibilidad en la escala de resolución del instrumento de planificación comunal, pudiendo constatarse que el área de mayor exposición (susceptibilidad muy alta) es considerablemente inferior al ancho del Parque y por otro lado el área de susceptibilidad alta presenta anchos que superan dicha faja de parque y que no se ajustan a su geometría exacta (siguiente ilustración).

Ilustración 7-18 Áreas expuestas a susceptibilidad de riesgos PRC Lo Barnechea



Fuente: Elaboración Propia con base en Estudio de Riesgo desarrollado en el contexto de la presente actualización

En este sentido las decisiones de planificación deben estar encaminadas a considerar esta situación a fin de determinar si se reconocen las áreas actualmente consolidadas dentro una zonificación distinta a la de áreas verdes metropolitanas, estableciendo medidas para controlar la intensidad de ocupación a fin de resguardar la población allí localizada.

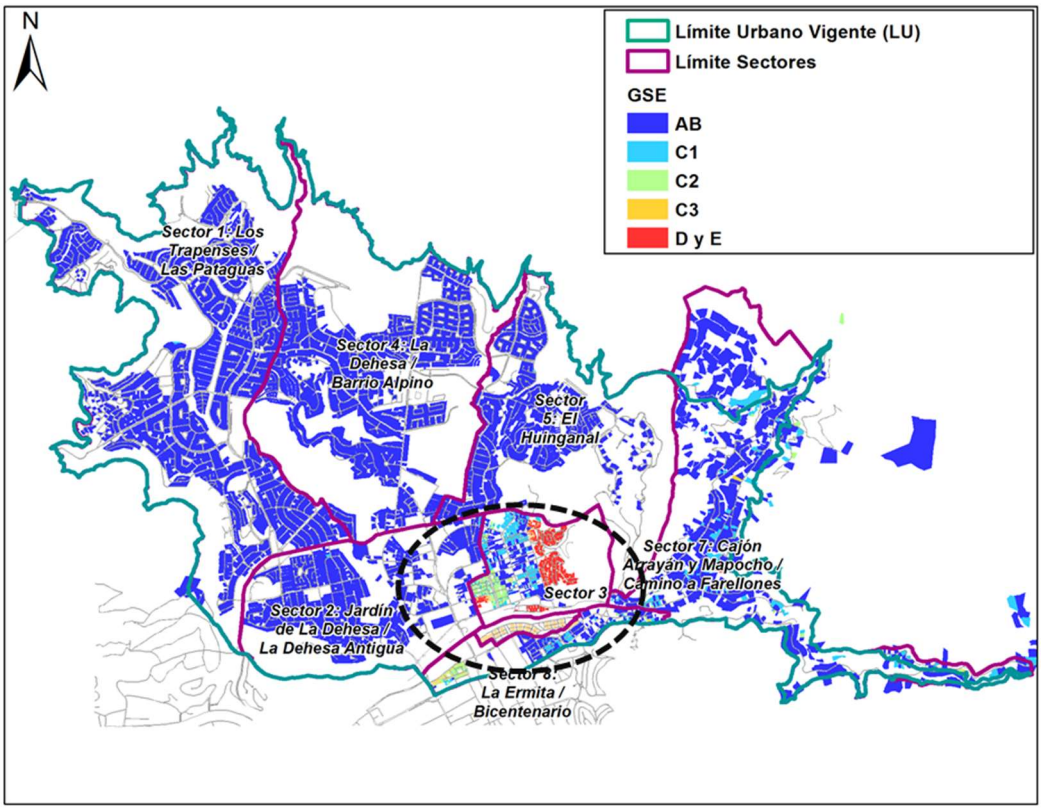
7.1.4 FCD-4 Integración Socioespacial y Socioeconómica

La caracterización de este FCD se realiza en función de tres criterios de evaluación que refieren a la homogeneidad socioeconómica que se observa en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" considerando el predominio de estratos socioeconómicos altos frente a una minoría de población de bajo estrato, altamente concentrada y segregada. Otro de los criterios relacionado con el anterior se relaciona con la oferta de vivienda para estratos medios y bajos, que es prácticamente inexistente en la comuna. Finalmente se integra un criterio que refiere a la deficiente accesibilidad a equipamiento que se observa principalmente en los sectores de la población de estratos socioeconómicos altos, lo que ha determinado la dependencia de vehículos motorizados para realizar los desplazamientos.

a) Homogeneidad Socioeconómica

Uno de los aspectos que caracteriza a la comuna de Lo Barnechea es la **alta homogeneidad socioeconómica** de la población, situación que se traduce en que un 90% de los predios habitacionales pertenezcan a estratos socioeconómicos altos y sólo un 10% correspondan a los estratos D y E (siguiente ilustración).

Ilustración 7-19 Distribución de la Población por Estrato Socioeconómico - "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



Fuente: Elaboración propia (2020)

Tal como se observa en la ilustración la población de estratos socioeconómicos bajos se encuentra muy concentrada en el área centro sur de la comuna, localizada principalmente en el sector del Pueblo de Lo Barnechea/ Cerro 18 y el sector de la Ermita/ Bicentenario, territorio que no sobrepasa las14 ha de extensión y que coincide con las áreas donde se observa deterioro urbano y problemas de hacinamiento, ya que allí se localizan 489 casos de un total de 873; es decir que en esta área se concentra cerca un 56% del total de casos de hacinamiento observados a nivel comunal.

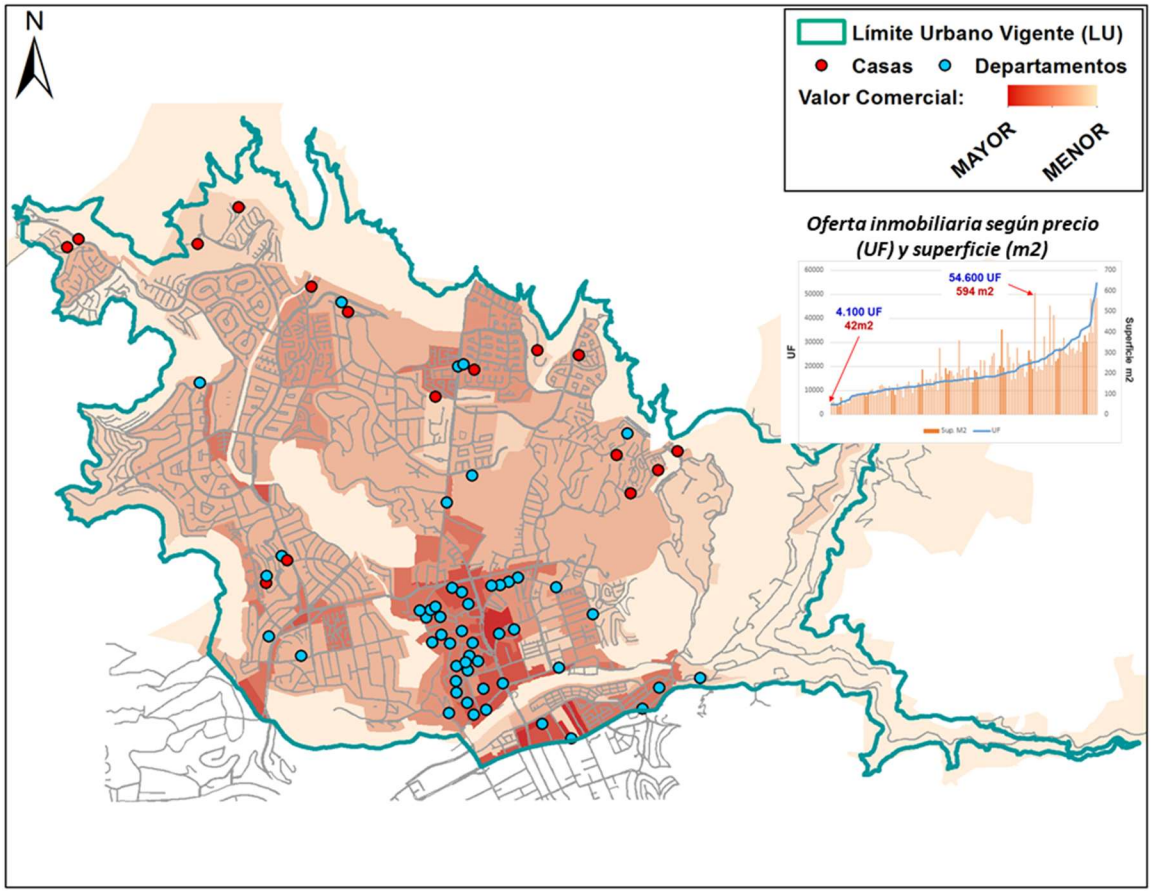
b) Oferta Habitacional para estratos medios y bajos

Este patrón de acentuada homogeneidad socioeconómica, se agudiza con la **escasa oferta de vivienda para estratos socioeconómicos medios y bajos**, debido al alto valor comercial de los terrenos en casi la totalidad del área urbana.

En la siguiente ilustración se presenta la distribución del valor comercial de los terrenos en el área urbana, contrastada con la oferta actual de proyectos inmobiliarios destinados a vivienda (77 proyectos), a partir de lo cual se observa que la mayoría de proyectos de casas y departamentos ofertados en la comuna se localizan en áreas de alto valor comercial, con precios que oscilan entre las 4.100 UF (departamento de 42 m2) y las

54.600 UF (casa de 594 m2), evidenciado de esta forma que la oferta de vivienda está destinada principalmente a estratos socioeconómicos altos y no considera la potencial demanda de los estratos medios y bajos.

Ilustración 7-20 Distribución del Valor Comercial de los terrenos y Oferta de proyectos Inmobiliarios en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"

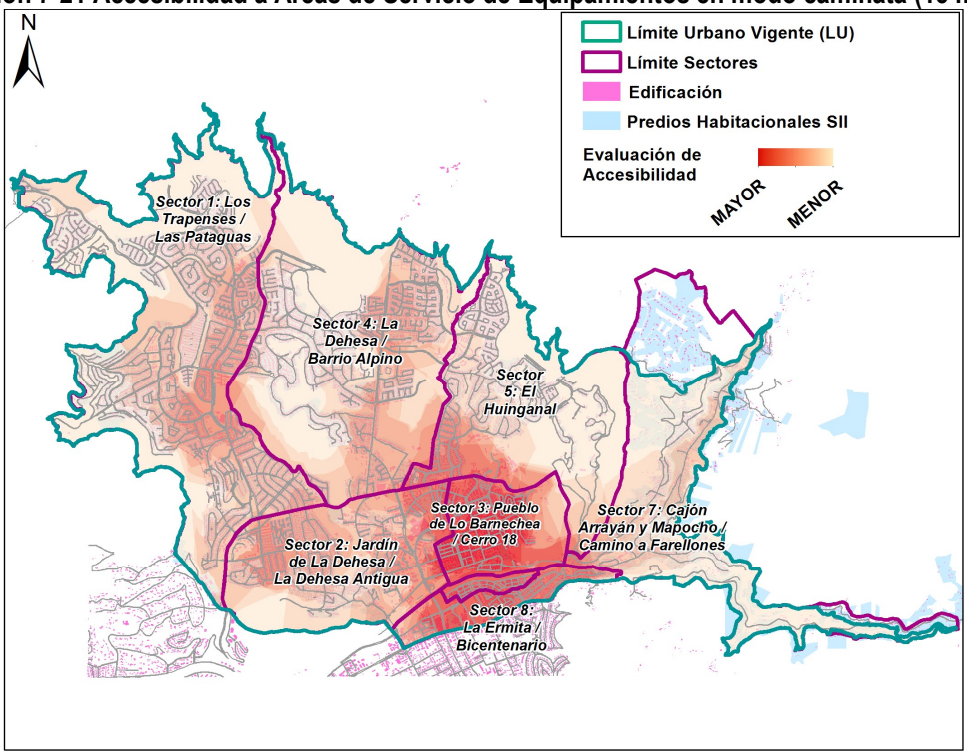


Fuente: Elaboración propia (2020)

c) Déficit de Acceso a Equipamientos

En contraste con las problemáticas y conflictos descritos en los sectores de la comuna que albergan población de estratos socioeconómicos bajos, se identifica otro tema clave relativo a la integración socio espacial y que afecta principalmente a los estratos socioeconómicos altos, ya que se relaciona con la baja accesibilidad y dotación de equipamientos en modo caminata (15 minutos) que presenta gran parte del área urbana, abarcando aproximadamente al 50% de la población (ver siguiente ilustración).

Ilustración 7-21 Accesibilidad a Áreas de Servicio de Equipamientos en modo caminata (15 minutos)



Fuente: Elaboración propia (2020)

Tal como se observa en la ilustración, los equipamientos se concentran en el sector centro sur de la localidad, dejando prácticamente la totalidad del área urbana norte, que incluye los sectores de Los Trapenses/ Las Pataguas, La Dehesa/ Barrio Alpino y El Huinganal fuera del área de servicio de la centralidad de equipamiento en modo caminata. Llama la atención en el sector oriente de la localidad el Cajón del Arrayan y Mapocho /Camino a Farellones ya que en este caso el déficit de accesibilidad a equipamientos es aún más crítico que el observado en las demás áreas previamente señaladas.

Como se verá más adelante esta problemática se relaciona con los problemas de congestión vehicular que se observan en las vías aledañas al sector de centralidad, dado que las distancias para acceder hacia los equipamientos generan dependencia del uso del automóvil.

En relación a las tendencias del FCD-4 Integración Socioespacial y Socioeconómica, cabe señalar lo siguiente:

- Iniciativas para enfrentar el déficit habitacional de la comuna

Al respecto vale mencionar que de manera paralela a la presente actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea el Órgano Responsable ha llevado a cabo una modificación del PRC Lo Barnechea denominado “MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas”, el cual surge a partir de la necesidad de modificar la norma urbanística vigente para dar factibilidad a la construcción de conjuntos de viviendas de Interés Público. Esto ante el anuncio del Presidente de la República de la entrega del terreno del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) del Ministerio de Bienes Nacionales, el cual cuenta con una superficie de 99.037 m2 aprox., para el desarrollo de un proyecto de vivienda de Interés Público, con el objetivo de dar solución al problema habitacional a familias de la comuna. Se suma la reciente entrada en vigencia de la Ley 21.450 sobre integración social en la planificación urbana,

gestión de suelo y plan de emergencia habitacional, publicada con fecha 27.05.2022, para la redefinición de las normas urbanísticas a fin de contemplar criterios de integración e inclusión social y urbana.

Vale mencionar que dicha modificación es compatible con las consideraciones ambientales y de sustentabilidad de la presente actualización y por lo tanto las decisiones de planificación apuntaron a modificar sustancialmente tanto la densidad habitacional máxima como la altura máxima de edificación normada por el PRC vigente en los terrenos destinados al proyecto habitacional, considerando que la norma urbanística vigente aplicable era Zona J en la cual se establecía una densidad de 43 hab/ ha y altura máxima de edificación de 2 pisos, hacían inviable la ejecución de un proyecto de vivienda de Interés Público.

En el contexto de la presente actualización las decisiones de planificación refieren a incorporar los cambios normativos realizados por la modificación MPRC-LB-30: Nido de Águila.

De igual forma como parte de la estrategia comunal para enfrentar el déficit habitacional el órgano responsable ha determinado que en el contexto de la presente actualización se introduzcan cambios normativos en otros terrenos de Bienes Nacionales localizados en el territorio de planificación con el fin de establecer condiciones que permitan la realización de proyectos de vivienda de Interés Público en la comuna.

7.1.5 FCD-5 Sistema de Movilidad Urbana Sostenible

Para caracterizar este FCD se identificaron dos criterios de evaluación relacionados con la situación de congestión vehicular que se observa actualmente en la comuna, donde la interacción de múltiples factores asociados a las condiciones naturales del territorio, el patrón de ocupación que caracteriza la urbanización y la localización del equipamiento, ha determinado una alta dependencia de viajes en vehículo motorizado particular. A ello se suma un segundo criterio mediante el cual se analiza la oferta de transporte público y la participación de los modos no motorizados en la movilidad del área urbana.

a) Congestión vehicular y Accesibilidad

En relación a este tema vale mencionar que las condiciones topográficas que predominan en la comuna asociadas a un relieve precordillerano con importantes ondulaciones del terreno, dificultan las posibilidades de circulación, lo que se refleja en las restringidas opciones de acceso vial que actualmente existen para conectar el área urbana con las comunas aledañas o con el territorio cordillerano. De hecho, las principales vías de acceso a la localidad se concentran en el sector sur, aledañas a la Av. Las Condes (5 accesos) y en el borde intercomunal con Vitacura (2 accesos), mientras que en el sector norte y oriente los accesos principales son más limitados, ya que desde y hacia la comuna de Colina la única vía disponible corresponde a la Av. Paseo Pie Andino, al igual que en el caso de Camino a Farellones.

En concordancia con la concentración de accesos viales en el sector sur del área urbana, fue posible determinar, a partir del diagnóstico del Estudio de Capacidad Vial, que estas vías son las que acogen la mayor cantidad de viajes y por ende presentan mayor congestión, con niveles de saturación que en algunos casos alcanzan valores iguales o superiores al 80%, destacando en horas de alta circulación los siguientes corredores viales:

Cuadro 7.1-5 Vías con Saturación en horas de alta circulación - "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"

Nombre de la vía	Saturación	Tramo
Av. Camino Los Trapenses	91% – 96%	Camino Real y Av. José Alcalde Délano (ambos sentidos)
Av. José Alcalde Délano	100%	Av. Camino Los Trapenses y Gran Vía (sentido OP)
		Gran Vía y Av. El Tranque (sentido PO)
Av. La Dehesa	80% - 100%	Bernardo Larraín Cotapos y Av. Raúl Labbé (sentido NS)
El Rodeo	80% - 100%	Av. El Rodeo y El Tranque (sentido NS)
Av. Raúl Labbé	100%	Av. La Dehesa y Av. Las Condes (sentido OP)
Av. Las Condes	90%	Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer y Av. Raúl Labbé (PO)

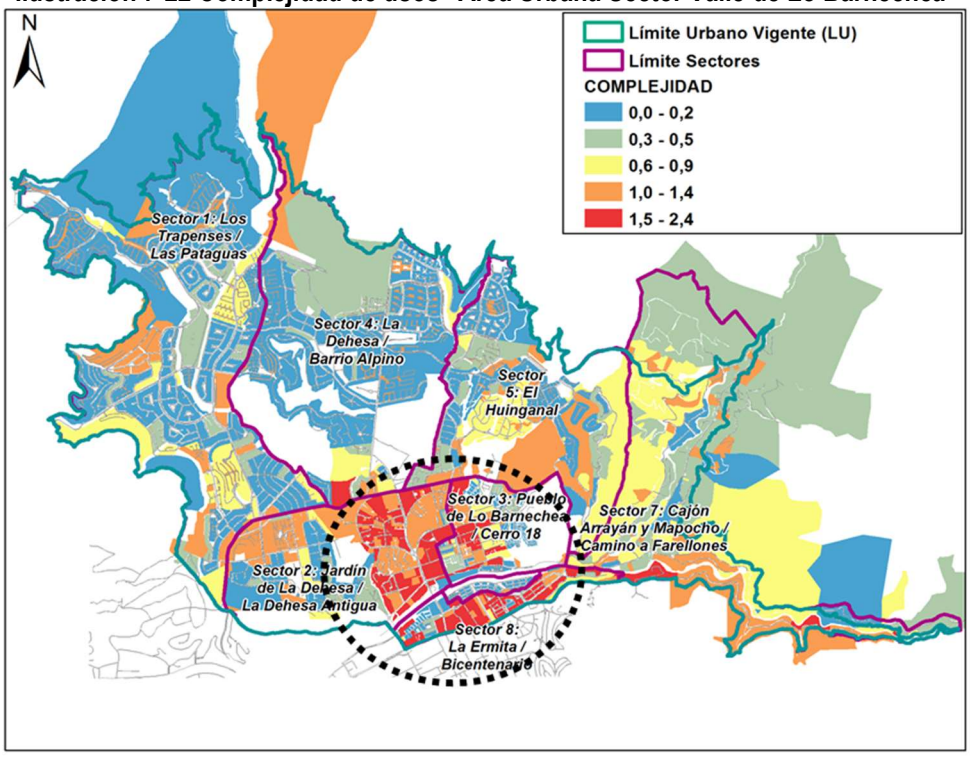
Fuente: Elaboración propia con base en Estudio de Capacidad Vial (2022)

Si bien la morfología del relieve en el territorio comunal genera importantes restricciones a la circulación dentro del área urbana, no es el único factor que aporta en los niveles de congestión observados. En este sentido destaca un hecho evidenciado a partir del análisis de diagnóstico y que refiere al modo de ocupación en Núcleos Residenciales Cerrados, cuya conformación es muy común en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea". En relación a la vialidad este tipo de urbanización ha traído como consecuencia que un **26% de las vías de la comuna correspondan a vialidad privada** y que un **15 % se encuentren inconexas**, es decir sin salida y sin continuidad funcional.

Otro tema que se asocia con los problemas de Congestión vehicular y Accesibilidad refiere a los altos niveles de homogeneidad funcional que presentan los sectores residenciales de la comuna, donde en general hay una escasa presencia de equipamientos y servicios, situación que ha determinado una alta dependencia de los viajes en vehículo motorizado particular, para recorrer distancias entre los 1,5 km y 4 km con el fin de acceder hacia los subcentros de equipamiento y servicios, cuya localización coincide con los corredores mayormente congestionados.

Ello se evidencia en función de un análisis de complejidad de usos (siguiente ilustración) a partir del cual se determinó que en los sectores del Pueblo Lo Barnechea /Cerro 18, La Ermita /Bicentenario y parte del Jardín de La Dehesa /La Dehesa Antigua se encuentran las manzanas donde existe una mayor mixtura de usos. Aun cuando **esta acotada área solo reúne un 5% del total de manzanas de la comuna, es donde se concentran los principales equipamientos y servicios existentes en el área urbana**, siendo enmarcadas por vías como Av. José Alcalde Délano, Av. Las Condes y Av. La Dehesa, que como fue descrito previamente, presentan importantes niveles de saturación.

Ilustración 7-22 Complejidad de usos "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"

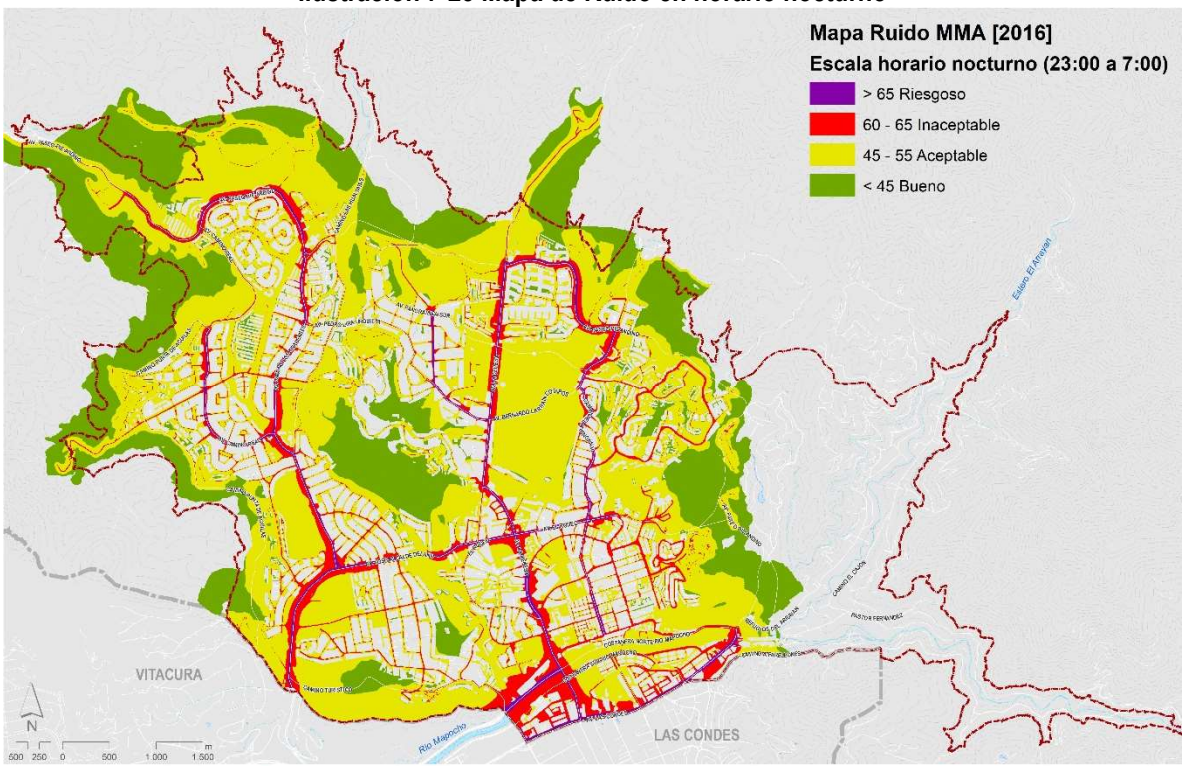


Fuente: Elaboración propia (2020)

Un factor que guarda relación, tanto con la saturación de las vías como con la alta complejidad de usos, corresponde a los niveles de ruido a los que se encuentran expuestos los habitantes del área urbana en estudio. De acuerdo con las escalas establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente, en horario diurno (7:00 a 23:00) el ruido aceptable abarca un rango de 65 decibeles o menos, mientras que en horario nocturno (23:00 a 7:00) el tope de dicho rango se reduce hasta un máximo de 55 decibeles. Teniendo esto en cuenta, y considerando el mapa de ruido en horario nocturno por ser el más restrictivo en términos de decibeles máximos aceptables, se observa que los niveles de ruido considerados inaceptables y riesgosos se concentran en las principales vías del área urbana destacando Av. La Dehesa y Camino Los Trapenses-Av. Paseo Pie Andino por ser los principales ejes de conexión norte-sur, mientras que Av. José Alcalde Délano-Av. El Rodeo como principal eje oriente-poniente, a los que se suma el entorno de la autopista Costanera Norte hasta Av. La Dehesa. Con iguales niveles de ruido, pero menor alcance sobre su entorno, destacan Camino El Huinganal-Av. Padre Alfredo Arteaga, Av. Camino Real, Lo Barnechea, Av. Raúl Labbé y Los Quincheros.

Importa señalar que para la modelación del ruido ambiental se considera la red de Transantiago, red de autopistas y la red vial de la comuna; por lo que los mayores niveles de ruido detectados pueden atribuirse tanto a la presencia de locomoción colectiva en dichos ejes viales como a las altas velocidades en la que transitan los vehículos por ellos, considerando que el parque automotor de la comuna no presenta mayor antigüedad por el alto poder adquisitivo de los habitantes de la misma.

Ilustración 7-23 Mapa de Ruido en horario nocturno



Fuente: Elaboración propia en base a Mapa de Ruido MMA (2016)

b) Transporte Público y Modos no Motorizados

Respecto a esta temática a partir del diagnóstico realizado en el Estudio de Capacidad Vial se pudo determinar la participación modal de los distintos modos de transporte[17], tal y como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 7.1-6 Participación modal de los distintos modos de transporte, "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"

Modo de Transporte	Porcentaje de Participación (%)
Transporte Privado	47,7%
Transporte publico	43,1%
Caminata	9,2%

Fuente: Elaboración Propia (2020)

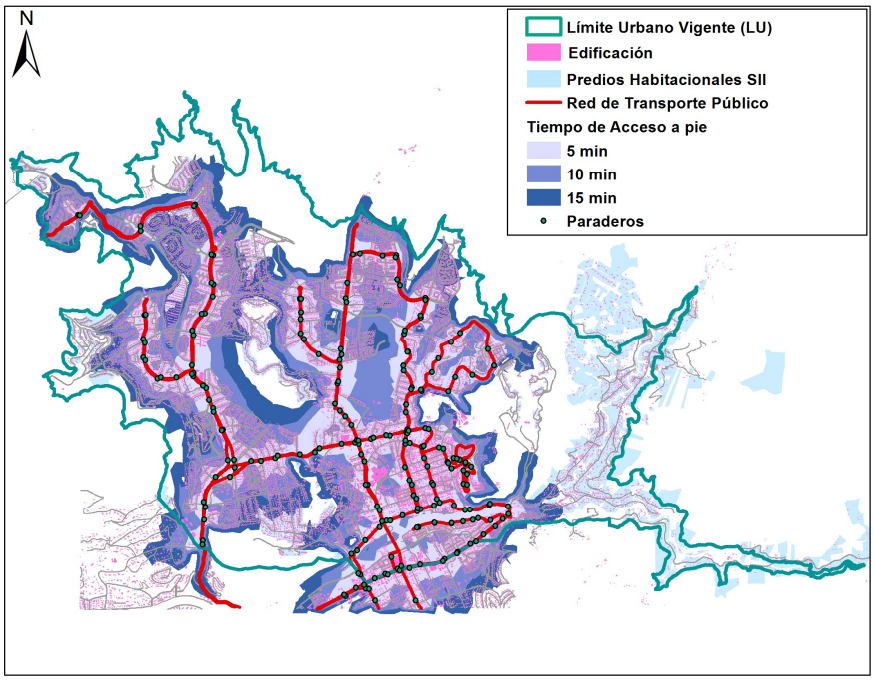
Con base en estos datos se confirma la alta dependencia de los viajes en vehículo motorizado particular, que se observa en la comuna, los cuales alcanzan un 47,7% de participación, superando la proporción que se observa para este modo de transporte en el Gran Santiago el cual alcanza el 46,4% de participación en función de los viajes totales[18]. De igual forma se evidencia la baja participación de los modos no motorizados, asociados principalmente al modo caminata, el cual alcanza solamente un 9,2% del total.

[17] Análisis realizado para horario punta mañana (6:30 – 8: 30)

[18] Información reportada en el documento SECTRA "Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Encuesta origen destino de viajes 2012" disponible para consulta pública en el portal web http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=3253

En relación al transporte público y su participación modal del 43,1%, se realizó un análisis complementario mediante el cual se determinó la accesibilidad a las áreas de servicio en modo caminata (15min) considerando los paraderos existentes en el área urbana (siguiente ilustración).

Ilustración 7-24 Accesibilidad a áreas de servicio transporte público (15min)



Fuente: Elaboración Propia (2020)

A partir del resultado se observa que gran parte del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" tiene acceso en modo caminata a los paraderos de transporte público, a excepción de los Cajones Cordilleranos (sector El Arrayan y Camino a Farellones) donde no hay cobertura, dejando fuera del área de servicio una población aproximada de 18.000 habitantes, que depende del automóvil para movilizarse.

Respecto a las tendencias relativas al FCD -5 Sistema de Movilidad Urbana Sostenible, importa señalar lo siguiente

- Vialidad asociada a la modificación del Plan Regulador vigente de Lo Barnechea "MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas"

Como ha sido mencionado en las tendencias del FCD-4 de manera paralela a la presente actualización el órgano responsable desarrolló una modificación del PRC Lo Barnechea con el fin de modificar las normas urbanísticas en el terreno Nido de Águilas para permitir la construcción de un proyecto de viviendas de Interés Público. En las decisiones de planificación de dicha modificación además de la definición de una zonificación coherente en términos de uso y densidad para acoger el proyecto de vivienda, se ha incorporado una vialidad colectora con dos salidas a la Avenida El Rodeo lo que mejora las condiciones existentes del sector en términos de conectividad dado que une y genera continuidad entre las conexiones (siguiente ilustración)

Ilustración 7-25 Propuesta de vialidad– Modificación Plan Regulador Vigente en el sector Nido De Águila



Fuente: Informe Ambiental de la Evaluación Ambiental Estratégica del Proyecto MPRC-LB-30 PROYECTO NIDO DE ÁGUILAS

A partir de la modelación de tránsito realizada en el Estudio de Capacidad Vial de dicha modificación se concluyó que el proyecto no genera impactos significativos sobre la red vial. Es así como la relocalización de los 650 hogares al interior del Área Urbana Bajo Cota 1.000 m.s.n.m. genera una redistribución de 29 viajes en auto, en la hora de modelación de la punta mañana. Por lo tanto, dado los valores del flujo que se concentran en las distintas vías y los bajos grados de saturación existentes, la conexión propuesta no debería presentar problemas de congestión.

Ello también fue relevado en el Informe Ambiental de la modificación, en el cual la Opción de Desarrollo Ajustada, que propone esta conexión vial es la que tuvo el mejor comportamiento ambiental en relación al FCD 1 Adecuada inserción de viviendas de interés público, que fue establecido para la modificación.

En este sentido la incorporación de los cambios normativos y vialidad realizados por la modificación MPRC-LB-30: Nido de Águila en la presente actualización, no supondría impactos significativos en la red vial que se establezca para el plan.

7.1.6 aFCD-6 Regeneración y Renovación Urbana

Este FCD se caracteriza con base en dos criterios de evaluación, uno de los cuales refiere a Deterioro Urbano y se localiza en algunos sectores del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea", donde se observa una alta vulnerabilidad social y baja calidad de la edificación. En contraste con esta situación se analizó un segundo criterio relativo a la Transformación Urbana que se ha desarrollado en sectores de la comuna, estratégicamente localizados en corredores con buena accesibilidad, sin embargo, se observan situaciones de fricción con las áreas residenciales aledañas debido a que no se ha previsto la dotación de espacios públicos y movilidad acorde con dicho desarrollo.

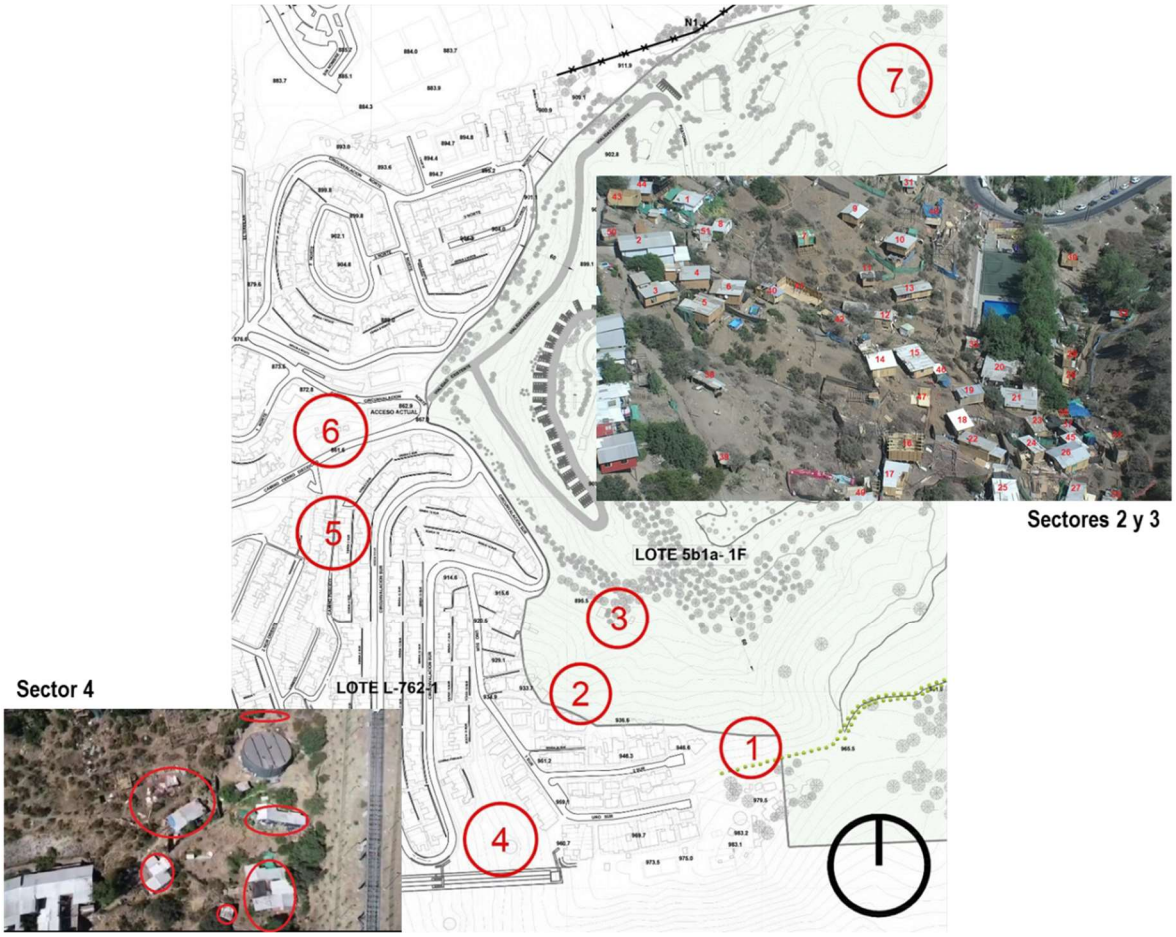
a) Deterioro Urbano

A partir de la información analizada en el diagnóstico se pudo establecer que el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" presenta sectores donde se ha concentrado una alta vulnerabilidad y deterioro físico-espacial de las construcciones, destacando el sector del Pueblo de Lo Barnechea / Cerro 18 y el sector La Ermita/Bicentenario donde principalmente se localizan proyectos de vivienda social desarrollados por SERVIU y que se caracterizan por albergar predios de 100 m^2 o menos cuyos principales conflictos asociados guardan relación con el hacinamiento de los hogares, baja habitabilidad interior con deficiente acondicionamiento ambiental (falta de asoleamiento e iluminación por ausencia de distanciamientos mínimos y rasantes), carencia espacial (poca superficie por persona), baja posibilidad de crecimiento o ampliación de las viviendas acordes a los requerimientos de constitución familiar, y allegamiento residencial por parte de grupos o personas que no pueden acceder a vivienda en la propia comuna.

Esta situación de vulnerabilidad se refleja en los datos de Calidad de la Edificación de las bases catastrales del SII, según los cuales los sectores mencionados concentran construcciones de calidad inferior, destacando Cerro 18, con un 81% de las construcciones en esta condición, que deteriora su estado físico, ambiental y estructural. Sin embargo, este no es el único hecho que contribuye al deterioro del sector ya que en el entorno del Cerro 18 además se ha detectado la presencia de ocupaciones irregulares y tomas de terreno. De acuerdo con la información municipal[19] en esta área se identifican 7 áreas que albergan 50 viviendas irregulares, mientras que los reportes de Seguridad de Lo Barnechea han contabilizado a las 80 denuncias asociadas a tomas de terreno entre 2019 y 2020, de las cuales el 72% refieren al sector de Cerro 18 y suman en total cerca de 60 casas adicionales.

[19] SECPLA y Seguridad de la Municipalidad de Lo Barnechea

Ilustración 7-26 Ocupaciones Irregulares y Tomas de Terreno "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



Fuente: Extraído de Informe de Monitoreo Satelital de Asentamientos Informales Sector Cerro 18 elaborado por SECPLA (Junio 2019) y Reporte de Tomas de Terreno en Comuna de Lo Barnechea elaborado por Seguridad Lo Barnechea (Marzo 2020)

b) Transformación Urbana

En contraste con los territorios que presentan deterioro urbano se identifican otras áreas dentro de la comuna donde se ha dado un importante proceso de Transformación Urbana de la mano de modificaciones normativas del PRC vigente, mediante las cuales se ha permitido e incentivado la llegada de nuevos proyectos inmobiliarios asociados a construcciones en media densidad, para usos comerciales, servicios (Oficinas) y residencia. Estos sectores se concentran en la zona centro del área urbana, específicamente en el sector Jardín de La Dehesa / La Dehesa Antigua, en torno a ejes como Av. La Dehesa, Av. El Tranque, El Rodeo y Av. Raúl Labbé. De igual forma, destacan los terrenos aledaños a Av. Las Condes, donde se observa un fuerte proceso de renovación urbana asociado a la construcción en alta densidad de edificaciones que han venido desplazando paulatinamente importantes paños residenciales de viviendas unifamiliares.

Debido a su localización, estas áreas se identifican como buenos atractores de localización y fuerte tendencia al cambio, sin embargo, los procesos de densificación no han estado acompañados de una adecuada calibración de los requerimientos de espacios públicos y movilidad para sus habitantes, a pesar de estar emplazados en sectores con buenas condiciones de accesibilidad al transporte público, y en el caso de Av. Las Condes, al Metro en un futuro próximo.

Adicional al sector mencionado vale destacar otras áreas donde se están realizado inversiones asociadas a vialidad y proyectos de vivienda social, que aportaran de forma positiva en la transformación urbana del área en estudio.

Una de estas inversiones corresponde a la prolongación de la autopista Costanera Norte entre Puente La Dehesa y Padre Arteaga, obra que a la fecha se encuentra terminada y mediante la cual se busca disminuir la congestión vehicular y mejorar los accesos para los vecinos del sector. Para ello consideró la construcción de dos pistas por sentido, con una extensión de 630 metros, y de un nuevo enlace mediante un puente sobre el Río Mapocho que conecta la Av. Padre Alfredo Arteaga con calle San José de la Sierra hacia Av. Las Condes[20] (siguiente ilustración).

Ilustración 7-27 Prolongación de la autopista Costanera Norte entre Puente La Dehesa y Av. Padre Alfredo Arteaga



Fuente: Costanera Norte
https://web.costaneranorte.cl/se-inician-obras-de-prolongacion-de-costanera-norte-entre-puente-la-dehesa-y-calle-padre-arteaga/

Desde el punto de vista urbano este nuevo acceso traerá consigo un mejoramiento de la accesibilidad y conectividad del sector centro sur de Lo Barnechea, impactando directamente sobre el entorno de Av. Padre Arteaga, promoviendo un cambio en la forma y dinámica urbana de dicha área. Ello determinara que, dentro de las decisiones de planificación asociadas a la actualización del PRC, se establezcan lineamientos y normas que orienten la transformación del sector y garanticen la generación de una oferta de vivienda diversa y un desarrollo compatible con los usos y morfología presente en el sector.

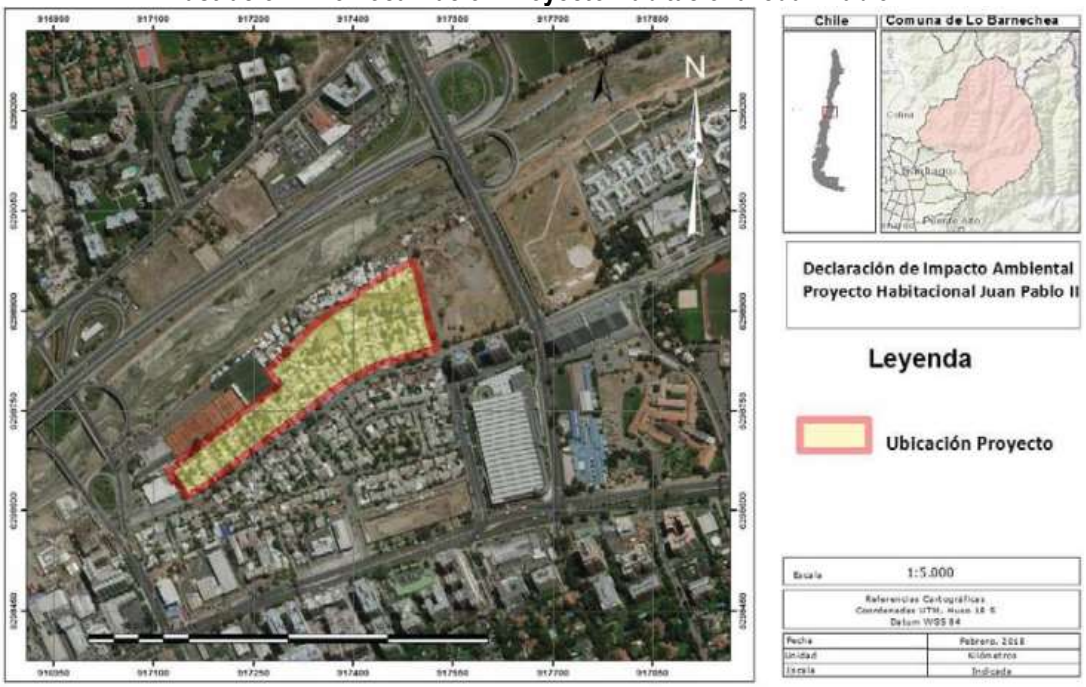
Respecto a los proyectos de vivienda de interés público existen dos iniciativas de inversión municipales correspondientes al “Proyecto Habitacional Juan Pablo II” y “Proyecto Nido de Águilas”.

En el primer caso, el proyecto que se encuentra en ejecución tiene como objetivo principal, entregar una solución habitacional definitiva a las familias del antiguo campamento Juan Pablo II, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de dicho lugar. Consiste en la construcción de 380 viviendas, localizadas en la Avenida San Josemaría Escrivá de Balaguer en un terreno de propiedad Municipal y que corresponde al mismo sitio donde habitaban las familias en situación de vulnerabilidad, razón por la cual se ha identificado como el lugar

[20] Información reportada en el portal web de la Dirección General de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas. http://www.concesiones.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=628

más adecuado para emplazar el proyecto ya que los habitantes se encuentran arraigados a su entorno (ver siguiente ilustración).

Ilustración 7-28 Localización Proyecto Habitacional Juan Pablo II

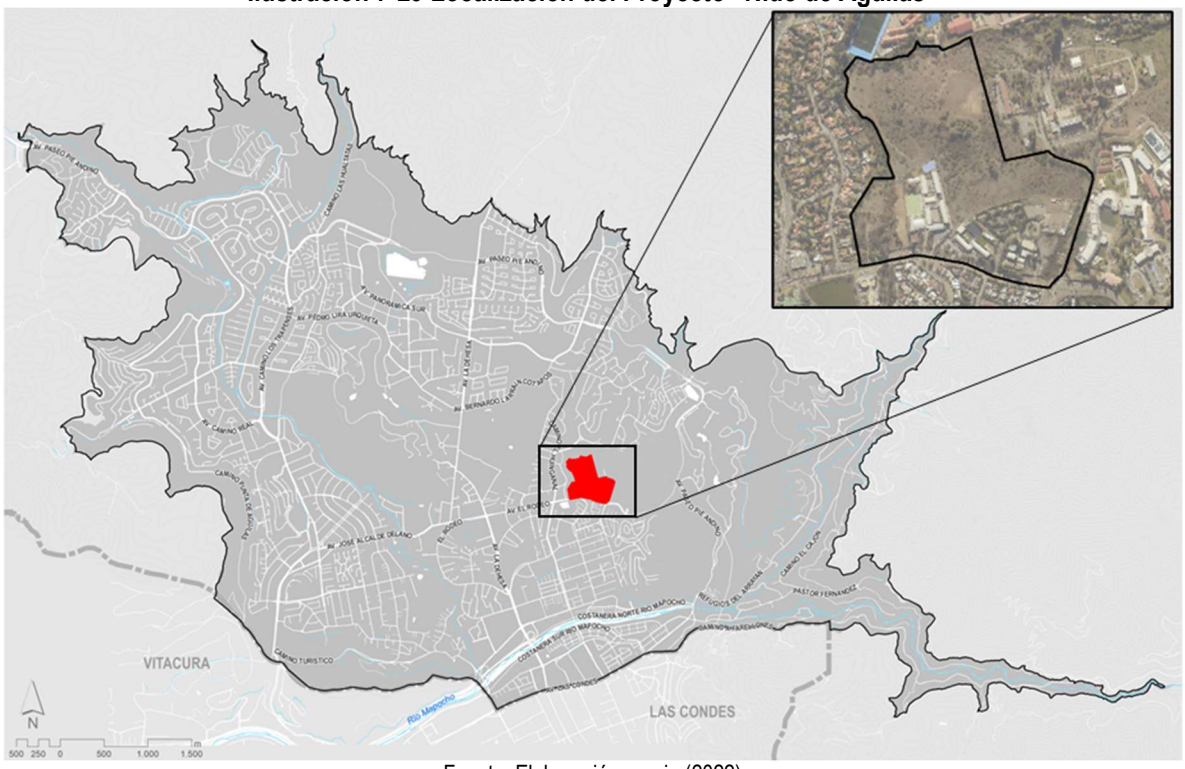


Fuente: DIA – Proyecto Habitacional Juan Pablo II

Este proyecto permitirá transformar de manera positiva el sector, mejorando las condiciones de habitabilidad de los hogares, así como su estructuración urbana en términos de áreas verdes, espacios públicos y vialidad, aspectos que serán reconocidos en el contexto de la actualización del PRC; buscando potenciar e integrar el área intervenida con su entorno.

La segunda iniciativa de inversión se encuentra a nivel de propuesta (a la fecha), y refiere a la construcción de un conjunto de viviendas de interés público en el terreno del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (en adelante CPEIP) del Ministerio de Bienes Nacionales, con el que se busca dar solución al problema habitacional de 500 familias (ver siguiente Ilustración).

Ilustración 7-29 Localización del Proyecto "Nido de Águilas"



Fuente: Elaboración propia (2022)

Debido a que la normativa actual de la zona J del Plan Regulador Comunal vigente (43 hab/ha), donde se encuentra emplazada la propuesta de proyecto no permite la cabida de viviendas proyectada para 500 familias, actualmente se encuentra en curso la modificación MPRC-LB-30 al PRC, necesaria para otorgar factibilidad normativa al terreno en el marco de la emergencia habitacional y lo indicado por la Ley 21.450 de Integración Social y Urbana.

Considerando esta propuesta habitacional, en el contexto de la actualización del PRC y la MPRC-LB-30 mencionada, se permitirá la materialización de esta iniciativa, ya que ambas proyectan la transformación urbana del sector dando cabida a una oferta residencial diversificada, lo cual a su vez estaría alineado con el alcance del FCD-4 Integración Socioespacial y Socioeconómica.

En cuanto a las tendencias del FCD-6 Regeneración y Renovación Urbana, importa señalar lo siguiente:

- Sectores deteriorados con resistencia al cambio

A partir de los procesos de consulta y participación ciudadana realizados durante las distintas etapas de desarrollo de la actualización del Plan Regulador Comunal se pudo constatar una oposición por parte de la comunidad del Pueblo de Lo Barnechea a cualquier intento de renovación que signifique incrementar la altura de edificación del sector. Por lo cual las decisiones de planificación para esta área deberán considerar esta posición a fin de determinar el nivel de intervención normativa que se realizará en el Pueblo de Lo Barnechea.

En ese sentido, se ha solicitado por parte de la comunidad mantener las condiciones actuales en ese sector y considerar revisar su vocación en un proceso posterior al actual en curso.

- Sectores con Potencial de Cambio

En relación a estos sectores se advierte la existencia de posiciones enfrentadas que manifiestan distintas visiones respecto de las posibilidades de renovación en algunos barrios consolidados, lo cual se evidenció principalmente en un sector localizado en avenida Las Condes con Av. San Josemaría Escriba de Balaguer, donde se puede evaluar aumentos de densidad y altura asociados a incentivos normativos, que también permitan la integración social y el uso de suelos mixtos.

8 IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES ESTRATEGICAS

La formulación de las opciones de desarrollo o alternativas de estructuración consideró un largo trabajo de diseño y toma de decisiones que combinó instancias técnicas y de participación ciudadana que finalmente culminaron en la formulación de opciones de desarrollo. Las primeras dos corresponden a las alternativas de estructuración preliminares formuladas y evaluadas por el órgano responsable para ser discutidas en una instancia de participación ciudadana tipo taller previo a la Consulta Pública de la Imagen Objetivo del Plan, a partir de estas instancias de participación fue posible recopilar observaciones que finalmente se vieron reflejadas en una opción de desarrollo sugerida.

De acuerdo a lo consignado en el artículo 28 octies de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, se llevó el procedimiento de exposición y consulta de la imagen objetivo del Plan Regulador la que fue refrendada a través de un periodo destinado a recibir observaciones que dio el paso al pronunciamiento del Concejo Municipal de Lo Barnechea, que adoptó acuerdos respecto de las observaciones recibidas y estableció las condiciones para el desarrollo del anteproyecto del plan.

Se describen a continuación las opciones de desarrollo o alternativas de estructuración que fueron evaluadas en el marco del proceso de decisión.

8.1 ALTERNATIVAS PRELIMINARES

Tal como se señala precedentemente el proceso de planificación consideró el desarrollo de dos alternativas de estructuración del territorio que vienen a dar respuesta a los seis desafíos o factores críticos de decisión, en adelante FCD, planteados en el diagnóstico y a los objetivos o metas estratégicas propuestas, considerando los lineamiento o elementos a partir de los cuales se estructura el plan en esta etapa de desarrollo del proceso de planificación.

Las alternativas se describen a partir de la propuesta de estructuración incorporando la distribución de categorías de usos de suelo, la intensidad de ocupación y la forma en que se abordan los temas de vulnerabilidad y movilidad sostenible.

8.1.1 Alternativa 1 Ciudad integradora y policéntrica

Esta alternativa propone la desconcentración mediante la generación de subcentros de equipamientos y servicios de distintas escalas, que tienen como propósito maximizar la accesibilidad local de la población en tiempos de 15 minutos

Coherente con el criterio de estructuración señalado, esta alternativa propone usos mixtos en el sector central y en distintos subcentros menores (16) distribuidos y emplazados en las principales intersecciones del sistema de circulación, propiciando la cercanía a comercio y servicios en sectores con alta accesibilidad. La diversidad de usos de suelo admitidos se relaciona con la jerarquía de cada subcentro, que puede ser intercomunal, comunal o vecinal.

1. Subcentros de primera jerarquía (intercomunales), presentan mayor diversidad de usos del suelo y admiten establecimientos con mayor carga de ocupación como grandes centros comerciales y tiendas, oficinas y supermercados.
2. Subcentros de segunda jerarquía (comunales), se asocian al emplazamiento de centros comerciales medianos, mercados y otros servicios de ámbito comunal.
3. Subcentros de tercera jerarquía (vecinales o locales), corresponden a núcleos menores, con baja carga de ocupación y baja intensidad de usos del suelo; emplazados en entornos preferentemente habitacionales y

asociados a servicios complementarios al uso del suelo residencial como locales comerciales, cafeterías, y almacenes vecinales.

a) Bordes de Contacto:

Con el objeto de reducir el impacto de la urbanización sobre áreas de fragilidad ambiental y con exposición a riesgos, esta alternativa controla y restringe el desarrollo urbano en el borde contacto con el territorio rural, mediante áreas verdes y áreas de muy baja intensidad de ocupación, incorporando 425 ha de áreas verdes nuevas. En el caso de sectores no urbanizados con alta exposición a dichas amenazas se manejan acciones de mayor restricción al desarrollo urbano

b) Intensidad de Ocupación del Suelo:

Desde el punto de vista de la intensidad de ocupación del suelo, predominan las densidades medias y bajas y se reduce la altura máxima de edificación del plan, de los 12 pisos que permite el PRC vigente, a 8 pisos en los sectores centrales y se incorpora una rebaja importante de la densidad de las áreas de borde contacto que pasan de 19 hab/ha en el PRC vigente a densidades que fluctúan entre 4 y 16 hab/ha, dependiendo de las condiciones ambientales y de susceptibilidad de riesgos. Lo anterior, se traduce en una densidad promedio de 90,2 hab/ha.

c) Movilidad Sostenible:

En lo que respecta a movilidad, esta alternativa privilegia los desplazamientos cortos y en modos de transporte no motorizados, reconociendo una extensa red de circulación de aproximadamente 92 km de ciclovías, que complementa el espacio de circulación vial y el sistema de área verdes lineales.

Desde el punto de vista de la oferta vial, se agrega a la oferta existente 14 km de vías comunales proyectadas, de las cuales 4 km se encuentran consignados en el PRC vigente y los restantes 10 km corresponden a nuevas aperturas

8.1.2 Alternativa 2 Ciudad dinámica y distribuida

Propone la concentración de servicios y equipamientos en corredores de movilidad reforzando la organización axial de las funciones urbanas y la mayor densificación en torno a principales corredores o ejes de movilidad, en una gradiente centro – periferia, sobre los cuales confluyen los servicios y actividades, aprovechando la mayor accesibilidad y cualidad de desplazamiento de los mismo.

Esta alternativa propone la concentración de las áreas mixtas de mayor diversidad de actividades en torno a los corredores de mayor capacidad de circulación, conservando los usos preferentemente residenciales en el resto del territorio. Se proyectan 422 ha. de uso mixto en 20 km de corredores viales.

a) Bordes de Contacto:

Esta alternativa privilegia una estrategia de desarrollo controlado o de habilitación condicionada en el borde contacto con el territorio rural, asociada a la exigencia de implementar medidas de mitigación de carácter obligatorio para todos los proyectos y desarrollos que se emplacen en dichos sectores; apuntando con ello a la reducción de riesgos y la recuperación ambiental.

La implementación de áreas de muy baja intensidad de ocupación en los sectores que conforman la periferia urbana puede acoger desarrollos con una cabida de 21.464 nuevos habitantes e incorporando 169 ha de áreas verdes nuevas.

b) Intensidad de Ocupación del Suelo:

En esta alternativa predominan las densidades medias y altas en los sectores centrales, se mantienen las alturas del PRC vigente de 12 pisos en Av. Las Condes y los 8 pisos en sectores centrales de Av. La Dehesa.

Lo anterior, se traduce en una densidad promedio de 99,9 hab/ha.

En línea con las directrices estratégicas de integración social, regeneración y renovación urbana, esta alternativa propone un mejor aprovechamiento de los corredores y sectores centrales, con mayor dotación de servicios y accesibilidad, posibilitando la generación de una oferta diversificada de viviendas, mediante la aplicación de mecanismos de incentivos normativos orientados a la integración social y a evitar el desplazamiento de la población residente.

c) Movilidad Sostenible:

Esta alternativa privilegia la conectividad vial, incorporando nuevas aperturas, ensanches y mixtura de usos en las principales avenidas. Se busca optimizar las condiciones de accesibilidad y conectividad mediante el mejoramiento de la infraestructura y la gestión del tránsito motorizado y no motorizado.

En total, se proponen 18 km de vías comunales proyectadas, de las cuales 4 km se encuentran consignados en el PRC vigente y los restantes 14 km corresponden a nuevas aperturas

8.2 ALTERNATIVA SUGERIDA

A partir de la evaluación técnica de sustentabilidad y la presentación a la comunidad a través de talleres y consultas, se avanzó en la recopilación e integración de los elementos mejor valorados de cada una de las **alternativas preliminares**, y los ajustes que surgieron a partir de solicitudes ciudadanas; lo que dio origen a la Alternativa Imagen Objetivo Sugerida, en adelante Alternativa Sugerida, la cual es el principal elemento que se presentó en la Consulta Pública de Imagen Objetivo para ser observado por todos los interesados.

La Alternativa Sugerida, se funda en la estructura territorial propuesta en la Alternativa 1, y complementa la generación y consolidación de subcentros más relevantes y accesibles del área urbana, con la creación de corredores de movilidad en determinados sectores propuestos en la Alternativa 2; apuntando con ello a una mayor desconcentración de los servicios y equipamientos que promueva el acceso equitativo a éstos

De esta forma, aporta al **cambio de los patrones de movilidad y desplazamiento** existentes, y otorga mayor autonomía a los distintos sectores residenciales que componen el territorio en estudio, en concordancia con los principios asociados al **concepto de "ciudad de 15 min".**

A continuación, se presentan las directrices consideradas para la formulación de la Alternativa Sugerida, agrupadas por lineamiento o elemento que estructura el plan.

8.2.1 Usos del Suelo

En consideración a lo mencionado anteriormente y a los objetivos y metas planteados en la Política Nacional de Desarrollo Urbano (2014) relativos a garantizar el acceso equitativo a bienes públicos urbanos y generar condiciones urbanas que fomenten el desarrollo económico, innovación y creación de empleo; la Alternativa Sugerida propone una mayor mixtura de usos que se organiza en torno a subcentros y ejes de mayor jerarquía urbana.

Otro aspecto que sustenta y complementa la propuesta de mixtura de usos, guarda relación con la implementación de los conceptos de movilidad asociados a calles prósperas, completas y habitables, las cuales se asocian a beneficios en términos de salud, seguridad, ingresos económicos (patentes y empleos) y reducción del gasto público, de acuerdo con el informe “Safer streets, Stronger Economies”.

Tomando en consideración los aspectos señalados, se definió una propuesta de clasificación de las distintas zonas que regularán el desarrollo en el “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea”, conformada por 6 categorías, de acuerdo con la vocación de uso preferente.

1. Áreas de Desarrollo Controlado. Corresponden a sectores prioritariamente residenciales, con restricciones para la localización de equipamientos críticos y/o esenciales, en atención a la presencia de condiciones de riesgos, sectores de relevancia ambiental y paisajística, y dificultades de conectividad.
2. Áreas Habitacionales Exclusivas. Corresponden a barrios residenciales preferentes, con limitaciones para la localización de equipamientos que alteren el entorno residencial. Admiten exclusivamente el uso habitacional, permitiendo la vivienda y usos complementarios a ella, e incluyen las zonas de desarrollo controlado.
   3. Áreas Habitacionales Preferentes. Corresponden a sectores preferentemente residenciales, donde se admite la localización de equipamientos que complementan y se supeditan a la función residencial preferente.
   4. Áreas con Mixtura de Usos. Corresponden a zonas que permiten el desarrollo de actividades diversas. Admiten una amplia gama de usos del suelo, incluidos el residencial y distintas clases de equipamientos.
   5. Áreas de Equipamientos Preferentes. Corresponden a zonas en las que se da prioridad a la localización de equipamientos.
   6. Áreas de Equipamiento e Infraestructura Exclusivos. Corresponden a zonas que reconocen equipamientos e infraestructura existentes en el área urbana.
   7. Áreas Verdes. Reconocen las áreas verdes de distintas categorías y escalas, que integran el sistema de áreas verdes del área urbana.

8.2.2 Intensidad de Ocupación del Suelo

Con el propósito de mejorar las condiciones ocupación del suelo en aquellos sectores del área urbana que cuentan con buena accesibilidad y conectividad, se incorpora en términos de intensidad de ocupación, algunos criterios contenidos en la Alternativa 2 que posibilita la renovación urbana con mayor diversidad socioeconómica, de aquellos sectores que presentan mejores condiciones de accesibilidad.

Por otro lado, la distribución equitativa de equipamientos a través de corredores y subcentros reduce notablemente el tamaño de su distrito central, concentrando las intensidades medias y altas en una menor superficie; lo que, a su vez, posibilita el desarrollo de procesos de renovación urbana en dicho sector y genera oferta de viviendas para diversos estratos socioeconómicos.

Esta propuesta de ocupación del suelo genera una cabida adicional de 30.867 hab. que, sumada a los 111.966 hab. del “Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea”, permite alcanzar una población total de 142.833

habitantes; número considerablemente menor a la cabida máxima asociada al PRC vigente, correspondiente a 154.817 habitantes.

El cálculo de densidad bruta promedio de la Alternativa Sugerida arroja 92,4 hab/ha, cifra inferior a los 92,8 hab/ha del Plan Regulador Comunal vigente, pero superior a la densidad bruta promedio mínima de 85 hab/ha con una tolerancia de 15 hab/ha, cumpliendo de esta forma con lo establecido en el artículo 4.4. del PRMS.

En relación a las viviendas, la Alternativa Sugerida proporciona un escenario de desarrollo urbano en el cual se agregan 8.021 viviendas nuevas, que se suman a las 29.095 viviendas existentes en el área urbana (proyección 2019), alcanzando un total de 37.116 viviendas.

8.2.3 Movilidad Sostenible

Esta alternativa reconoce dos directrices estratégicas asociadas a la generación de un Sistema de Movilidad Sostenible, por una parte, promueve el mejoramiento de las condiciones de accesibilidad y conectividad y por otra la promoción de cambios en los patrones de movilidad existentes dentro del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea".

Teniendo presente los lineamientos de movilidad sostenible, se propone la diversificación de la red vial estructurante incorporando los conceptos de calles prósperas, completas y habitables a la clasificación vial establecida en el artículo 2.3.2 de la OGUC en base a su función y diseño (expresas, troncales, colectoras, servicio y locales).

1. Calles Prósperas (28 km, 20%): reconociendo los sectores donde la presente alternativa plantea el desarrollo de áreas mixtas asociadas a subcentros o corredores de movilidad.
   2. Calles Completas (52 km, 36%): reconociendo los principales ejes de circulación y conexión intercomunal presentes en el territorio, la alternativa propone una transformación progresiva hacia calles completas.
   3. Calles Habitables (64 km, 44%): supeditan la circulación vehicular a la presencia de peatones y medios no motorizados, a través de la reducción de pistas de circulación vehicular, la presencia de platabandas con franjas de vegetación, el tránsito de carácter calmo, y la presencia de estacionamiento en alguno de sus costados.

De forma complementaria a la inclusión de los conceptos de movilidad recién mencionados, y con miras a promover un cambio en los patrones de movilidad y desplazamiento dentro del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea", la presente alternativa propone una red de ciclovías de 126 km que comparte el espacio de circulación vial y busca conectar las áreas preferentemente residenciales con los principales subcentros y sectores atractores de viajes mediante desplazamientos cortos que no superen los 15-20 minutos. Esta red de se compone por distintos tipos o categorías de ciclovías:

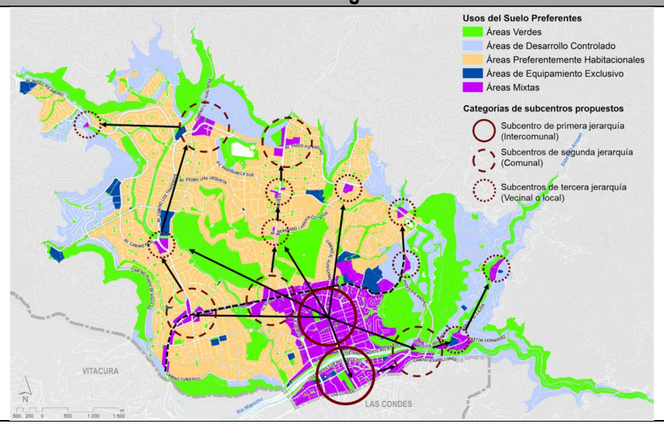
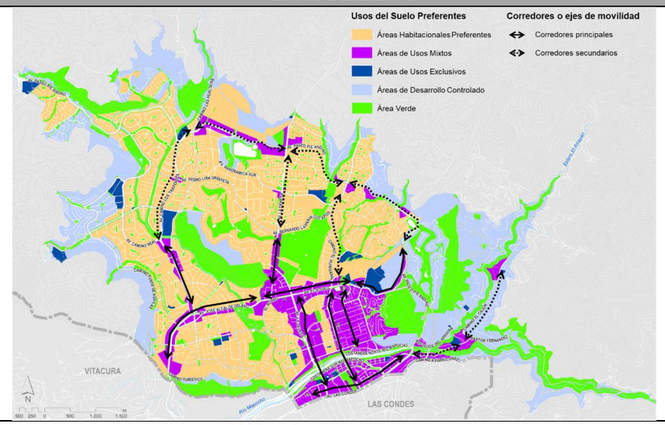
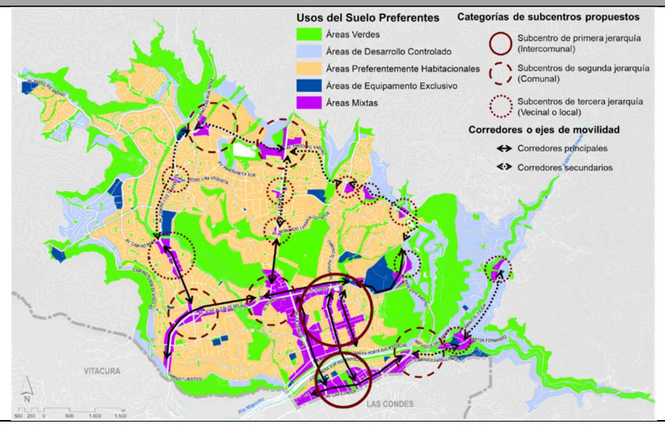
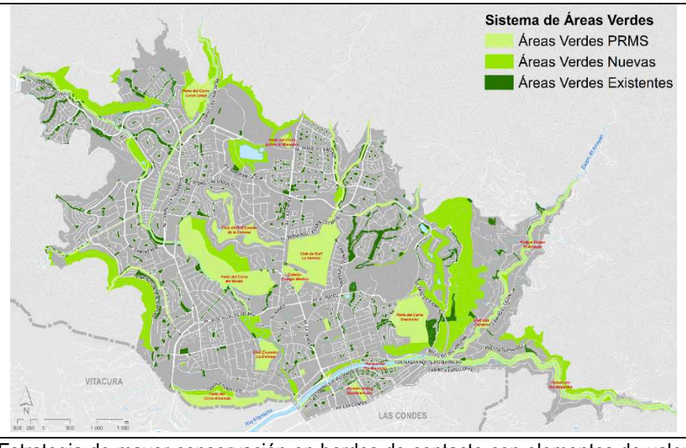
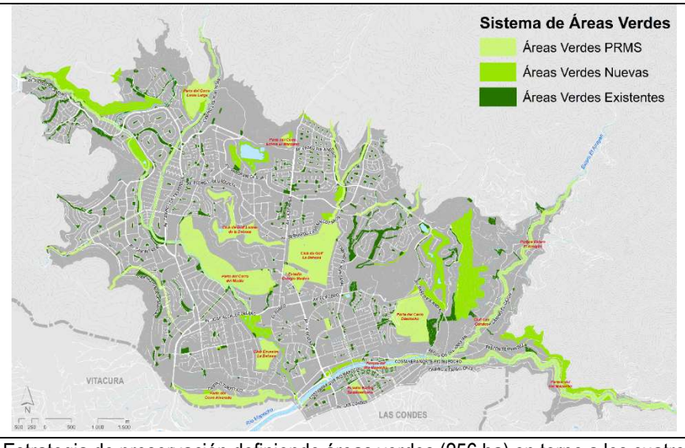
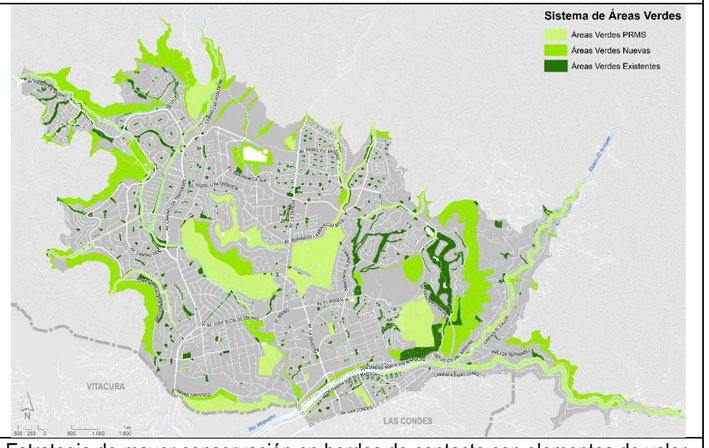
1. Segregadas: corresponden a ciclovías de uso exclusivo asociadas a vías expresas, troncales y algunas colectoras con altas velocidades de desplazamiento, entre las que destacan: Av. La Dehesa, eje Av. Pedro Lira Urquieta-Av. Bernardo Larraín Cotapos, Av. Camino Real, Av. Paseo Pie Andino (entre Av. El Rodeo y Av. Camino Real). En total se proyectan 47 km de ciclovías segregadas, que representan el 37% de la red.
   2. Independientes: corresponden a ciclovías de uso exclusivo que se emplazan mayormente en parques y áreas verdes. En total se proyectan 35 km de ciclovías independientes (28%) que se emplazan en el Parque Río Mapocho, en torno al Estero Las Hualtatas, y al interior de áreas verdes nuevas asociadas a los tranques y al Cerro Isla Parte del Cerro del Medio.
   3. Compartidas: corresponden a ciclovías que comparten espacio con el vehículo automotor y se encuentran asociadas a vías de servicio y locales con velocidades máximas de 30 km/h. En total se

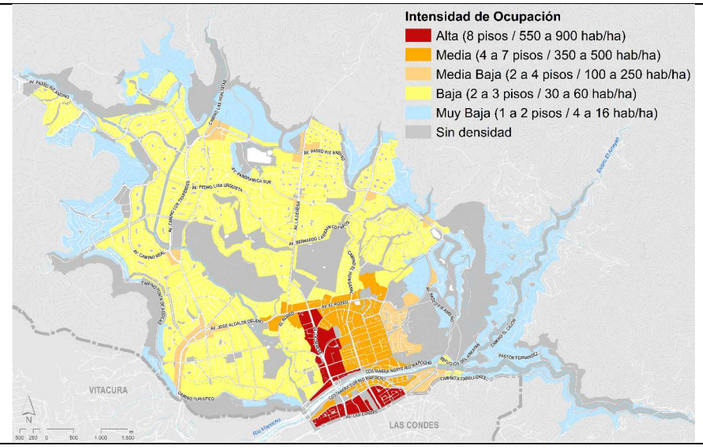
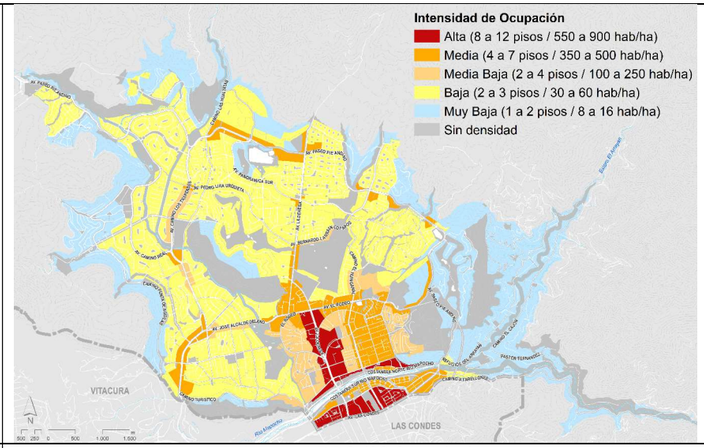
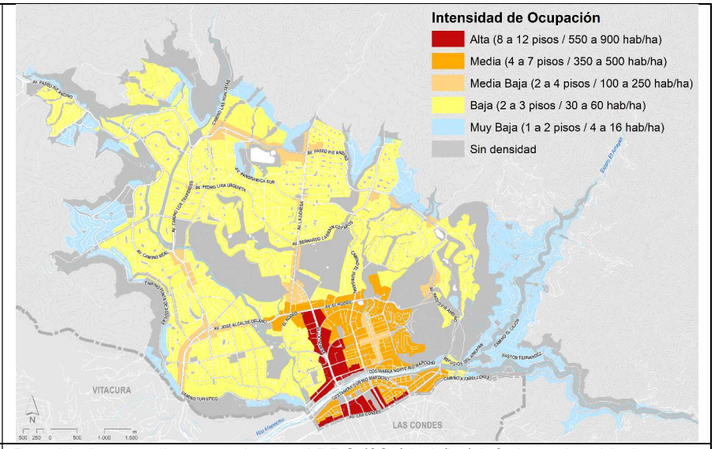
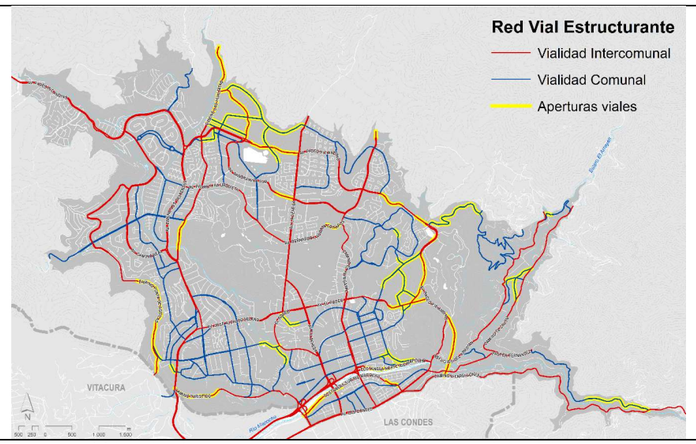
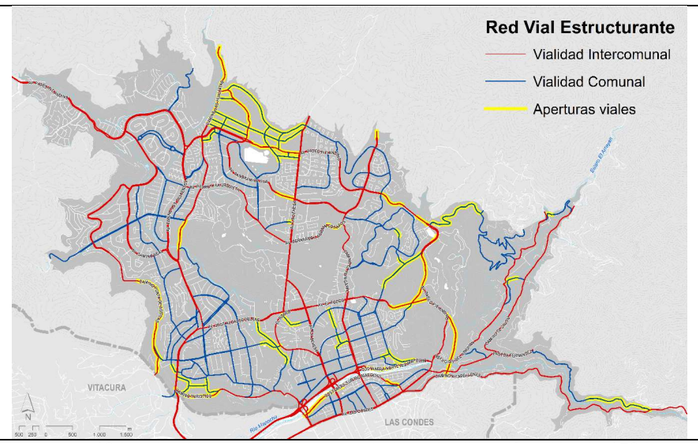
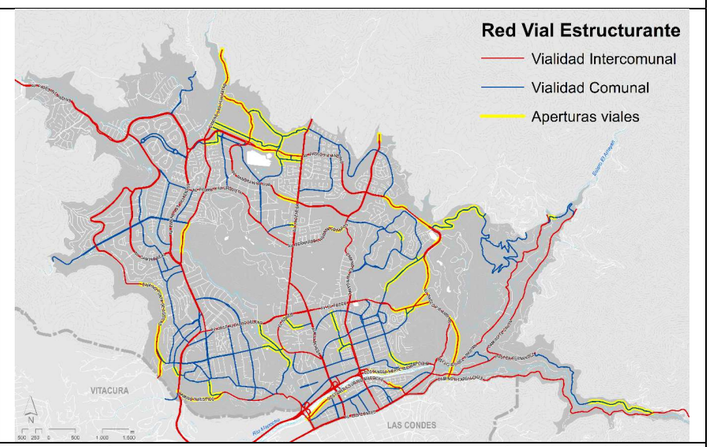
proyectan 44 km de ciclovías compartidas (35%), las cuales se emplazan en sectores preferentemente residenciales como Las Pataguas y La Dehesa Antigua o en aquellos con alto flujo peatonal como el Pueblo de Lo Barnechea y cercanías a la Plaza San Enrique.

8.3 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se expone a continuación un resumen comparativo de las opciones de desarrollo presentadas en relación a los lineamientos de planificación antes listados:

Cuadro 8.3-1 Comparación de alternativas u opciones de desarrollo por lineamiento

Lineamiento	Opción de Desarrollo o Alternativa 1 Ciudad Integradora	Opción de Desarrollo o Alternativa 2 Ciudad Dinámica	Opción de Desarrollo o Alternativa Sugerida
Usos de suelo			
	Proyecta áreas mixtas en la zona central y principales intersecciones del sistema vial (395 ha), generando o consolidando 16 subcentros que se emplazan en sectores con alta accesibilidad propiciando la cercanía a comercio y servicios. Desconcentra equipamientos y servicios, proporcionando un acceso más equitativo a éstos por parte de la población que vive en sectores preferentemente residenciales.	Concentra las áreas mixtas (422 ha) de mayor diversidad de actividades en torno a los corredores de mayor capacidad de circulación (20 km) Concentra servicios y equipamientos en torno a Av. La Dehesa y Av. Padre Alfredo Arteaga Barros.	Mantiene gran área mixta en el sector central y genera distintos tipos de subcentros cuya jerarquía varía en relación a la diversidad de usos e intensidad de ocupación que acogen. Refuerza desconcentración de servicios y equipamientos incorporando nuevos subcentros y aumentando la superficie destinada a áreas mixtas al adicionar dos subcentros.
Sistema de Áreas Verdes			
	Estrategia de mayor conservación en bordes de contacto con elementos de valor natural y paisajístico (cerros islas, quebradas y tranques), incorporando 482 ha asociadas a áreas verdes nuevas. El 28% del territorio urbano se encuentra asociado a alguna categoría de área verde.	Estrategia de preservación definiendo áreas verdes (256 ha) en torno a los cuatro tranques y aquellos sectores emplazados en Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad dentro del área urbana. El 22% del territorio urbano se encuentra asociado a alguna categoría de área verde.	Estrategia de mayor conservación en bordes de contacto con elementos de valor natural y paisajístico (cerros islas, quebradas y tranques) propuesta por la Alternativa 1, incorporando 602 ha asociadas a áreas verdes nuevas. El 31% del territorio urbano se encuentra asociado a alguna categoría de área verde.

Intensidad de ocupación			
	Densidad promedio normada por el PRC (90,2 hab/ha) inferior a densidad promedio del PRC vigente (92,8 hab/ha). Cabida adicional de 26.607 hab. que, sumada a los 111.966 hab. del área urbana de Lo Barnechea, alcanza una población total de 138.573 hab. menor a los 154.817 habitantes admitidos por el PRC vigente. Se agregan 6.914 viviendas nuevas, que se suman a las 29.095 viviendas existentes en el área urbana en cuestión en 2019, alcanzando las 36.009 viviendas.	Densidad promedio normada por el PRC (99,9 hab/ha) superior a densidad promedio del PRC vigente (92,8 hab/ha). Cabida adicional de 34.927 hab. que, sumada a los 111.966 hab. del área urbana de Lo Barnechea, alcanza una población total de 146.893 hab. menor a los 154.817 habitantes admitidos por el PRC vigente. Se agregan 9.076 viviendas nuevas, que se suman a las 29.095 viviendas existentes en el área urbana en cuestión en 2019, alcanzando las 38.171 viviendas.	Densidad promedio normada por el PRC (92,4 hab/ha) inferior a densidad promedio del PRC vigente (92,8 hab/ha). Cabida adicional de 30.867 hab. que, sumada a los 111.966 hab. del área urbana de Lo Barnechea, alcanza una población total de 142.833 hab. menor a los 154.817 habitantes admitidos por el PRC vigente. Se agregan 8.021 viviendas nuevas, que se suman a las 29.095 viviendas existentes en el área urbana en cuestión en 2019, alcanzando las 37.116 viviendas.
Movilidad Sostenible			
	Incorpora 14 km de vías comunales proyectadas y una red de ciclovías propuesta de 92 km.	Incorpora 18 km de vías comunales proyectadas y la diversificación de 153 km de la red vial en vías prósperas, completas y habitables.	Incorpora 13 km de vías comunales proyectadas, la diversificación de 144 km de la red vial (prósperas, completas y habitables), y una red de ciclovías propuesta de 126 km.

Fuente: Elaboración propia (2022)

9 EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE DESARROLLO

De acuerdo con lo señalado en la "Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile"[21], las opciones de desarrollo se evalúan en términos de los riesgos y oportunidades para el ambiente y la sustentabilidad inherentes a cada opción de desarrollo, sobre la base de los Factores Críticos de Decisión. Se busca de esta forma identificar la opción preferente para el proceso de decisión que se está evaluando.

9.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Se propone una metodología de evaluación ambiental mediante la cual se descompone cada Factor Crítico de Decisión en Criterios e Indicadores de Evaluación.

Los Criterios refieren a condiciones, reglas, medidas o acciones que cumple cada Opción de Desarrollo (en adelante OD), y que se establecen en función de las tendencias que caracterizan cada FCD, con el fin de resolver o mitigar las problemáticas y/o potenciar los valores identificados. Por su parte los Indicadores de evaluación actúan como métrica para contrastar los atributos o propuestas de cada Opción de Desarrollo respecto de la medida o acción establecida.

La valoración de los indicadores previamente presentados se realiza mediante una escala que combina números binarios (-1, 0, 1) y colores semáforo según los siguientes criterios:

Ilustración 9-1 Escala de Valoración de los indicadores

-1	0	1
El atributo de la OD **representa riesgos** para la decisión de planificación en relación a la medida o acción planteada para el FCD	El atributo de la OD **es neutral en cuanto a riesgos y oportunidades** para la decisión de planificación en relación a la medida o acción planteada para el FCD	El atributo de la Opción de Desarrollo **representa oportunidades** para la decisión de planificación en relación a la medida o acción planteada para el FCD

Fuente: Elaboración propia (2020)

Se busca establecer una prelación o prioridad entre los atributos evaluados, para lo cual se define el riesgo u oportunidad de un atributo según su valor comparado entre las opciones de desarrollo evaluadas.

9.2 RESULTADOS

El resultado de la evaluación de cada Alternativa según la metodología previamente descrita se presenta en el siguiente cuadro, detallando posteriormente los riesgos y oportunidades para el ambiente y la sustentabilidad.

[21]Ministerio del Medio Ambiente. 2015. Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile.

Cuadro 9.2-1 Evaluación Ambiental Opciones de Desarrollo PRC Lo Barnechea

FCD	Alcance	Preguntas	Criterio	Indicador	Alt 1	Alt 2	Alt 3 Sugerida	Alt 1	Alt 2	Alt 3
FCD 1	Calidad de Vida	¿Qué Alternativa controla mejor la huella ecológica?	Intensidad de ocupación y grado de urbanización en borde urbano no consolidado. Efectos sobre el patrón de consumo hídrico	Proporción superficie zona ZH2 / superficie zonas ZDC	27 ha zona ZH2 / 404 ha zonas ZDC = 0,06	81 ha zona ZH2 / 511 ha zonas ZDC = 0,16	36 ha zona ZH2 / 273 ha zonas ZDC = 0,13	1	-1	0
			Cabida de Población en el borde urbano	N° de habitantes proyectados en zonas del borde urbano	12944 habitantes	20648 habitantes	16476 habitantes	1	-1	0
			Consumo hídrico por áreas verdes mantenidas	Superficie de áreas verdes mantenidas en relación a las zonas de uso preferentemente residencial	5,3 ha	16,3 ha	7,2 ha	1	-1	0
			Eficiencia en cuanto al consumo de agua según intensidad de ocupación propuesta para la totalidad del área urbana	Densidad promedio bruta en Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea	81 hab/ha	93 hab/ha	90 hab/ha	-1	1	0
		¿Cuál Alternativa genera menos fricción en relación barrios exclusivos?	Propuesta de zonas mixtas en zonas de uso residencial exclusivo según PRC vigente (C2, H, I, J, J1, J2, K, L1, O)	Patrón de Distribución de las zonas mixtas en relación a zonas de usos residencial exclusivo	Subcentros	Corredores	Subcentros Extendidos	-1	1	-1
	Identidad	¿Cuál Alternativa establece mejores condiciones urbanísticas compatibles con los valores asociados a la identidad?	Nivel de intervención en barrios de valor de identidad (Pueblo Barnechea y San Enrique) según cambios en: **Densidad** Densidad Prom. Observada Pueblo de Lo Barnechea= 161hab/ha Densidad Prom. Observada Entorno Plaza San Enrique= 101 hab/ha	Densidad Prom. Proyectada	Pueblo de Lo Barnechea: 358 hab/ha Entorno Plaza San Enrique: 248 hab/ha	Pueblo de Lo Barnechea: 365 hab/ha Entorno Plaza San Enrique: 348 hab/ha	Pueblo de Lo Barnechea: 284 hab/ha Entorno Plaza San Enrique: 163 hab/ha	0	-1	1
			Altura de edificación Altura prom Observada (N° Pisos) Pueblo de Lo Barnechea= 1,5 Altura prom Observada (N° Pisos) Entorno Plaza San Enrique= 2	Altura Prom. Propuesta (N° Pisos)	4 pisos	5 pisos	2 pisos	0	-1	1
			Distribución Porcentual de usos de suelo no residenciales Pueblo de Lo Barnechea= Res 68% - No residenciales 32% Entorno Plaza San Enrique= Res66% No residenciales 34%	Distribución Porcentual de usos no residenciales	Pueblo de Lo Barnechea=38% Entorno Plaza San Enrique= 41%	Pueblo de Lo Barnechea=41% Entorno Plaza San Enrique= 43%	Pueblo de Lo Barnechea=36% Entorno Plaza San Enrique= 40%	0	-1	1
FCD 2	Resguardo Valores Naturales	¿Qué Alternativa considera mejores condiciones urbanísticas que resguarden e integren los valores naturales existentes?	Criterio de gradualidad de ocupación de la urbanización en territorios con pendientes sobre el 20% (OGUC)	Densidad propuesta en Zonas de Desarrollo Controlado	ZDC 1 = 16hab / ha ZDC 2 = 8 hab/ha - ZM-DC = 8 hab/ha ZDC 3 = 4 hab/ha	ZDC 1 = 16 hab/ha - ZMDC =16 hab/ha ZDC 2 = 8 hab/ha	ZDC 1 = 16hab / ha ZDC 2 = 8 hab/ha - ZM-DC = 8 hab/ha ZDC 3 = 4 hab/ha	1	-1	1
			Afectación de Áreas de Relevancia Ecológica Paisajística	En sectores de borde urbano: Proporción sup. áreas verdes / sup Zonas de Desarrollo Controlado	624 ha área verde / 729 ha ZDC =0,85	452 ha área verde / 829 ha ZDC =0,54	748 ha área verde / 583 ha ZDC =1,28	0	-1	1
			Afectación Paisajística en Cerros Islas producto de la Urbanización	% de zonas áreas verdes	69%	54%	69%	1	-1	1
				% Zonas de Desarrollo Controlado	8%	21%	8%			
			Huella ecológica: Agua para riego	% de áreas verdes nuevas	12%	6%	14%	0	1	-1

FCD	Alcance	Preguntas	Criterio	Indicador	Alt 1	Alt 2	Alt 3 Sugerida	Alt 1	Alt 2	Alt 3
FCD 3	Reducción de la vulnerabilidad	¿Cómo se ven reflejadas en las Alternativas las áreas de susceptibilidad?	Estrategia de Ocupación de las áreas de susceptibilidad	% de área verde	47%	35%	53%	0	-1	1
				% Zonas de Desarrollo Controlado	35%	44%	28%			
		¿En qué medida se diferencia el criterio de restricción a la ocupación respecto del criterio de condicionamiento a la ocupación en las áreas de susceptibilidad	Exposición según estrategia de ocupación en áreas de susceptibilidad	Densidad promedio proyectada en áreas de susceptibilidad	18 hab/ha	24 hab/ha	18 hab/ha	1	-1	1
			Incidencia del riesgo de incendio según estrategia de ocupación en áreas de susceptibilidad	porcentaje de zonas urbanizables en bordes de contacto urbano -rural (precordillerano)	40%	55%	20%	0	-1	1
	Gestión del Riesgo	¿Qué alternativa propone una mejor gestión del riesgo?	Evacuación en áreas de susceptibilidad con dificultad de acceso	N° de habitantes proyectados en Cajones Cordilleranos (sector El Arrayan y Camino a Farellones)	5000 habitantes	5500 habitantes	4900 habitantes	0	-1	1
FCD 4	Cohesión e Integración Social	¿Qué Alternativa promueve la Integración social?	Oferta Residencial diversificada (nuevos hogares en densidades medias y altas)	Proporción N° hogares media-alta densidad / N° hogares baja densidad	4.479 hogares / 2.435 hogares = 1,8	5.443 hogares / 3.633 hogares = 1,5	5.410 hogares / 2.199 hogares = 2,5	0	-1	1
	Acceso equitativo a servicios y equipamientos	¿Qué Alternativa establece mejores condiciones para el acceso equitativo a bienes públicos urbanos?	Acceso en modo caminata a servicios y equipamientos	Estrategia de distribución de las centralidades	Subcentros	Corredores	Subcentros Extendidos	-1	1	0
				% vivienda/ %equipamiento	73% vivienda 27% equipamiento	71% vivienda 29% equipamiento	73% vivienda 27% equipamiento	-1	1	-1
FCD 5	Oferta de conectividad	¿Cuál Alternativa promueve una distribución equilibrada de usos no residenciales en el territorio?	Nivel de especialización de las zonas en usos no residenciales	Proporción Sup. Propuesta Usos No residenciales / Sup. Propuesta Uso residencial	2.325.692 m2 usos no residenciales / 6.198.365 m2 uso residencial = 0,37	2.768.318 m2 usos no residenciales / 6.799.007m2 uso residencial = 0,41	2.382.891 m2 usos no residenciales / 6.368.930m2 uso residencial = 0,37	-1	1	-1
			Nivel de complejidad de las zonas (diversidad de usos de suelo)	Numero de zonas con complejidad ³ 1	17	20	18	-1	1	0
		¿Cuál Alternativa contribuye en mayor medida a la descongestión?	Reducción de flujo	Estrategia de distribución de las centralidades	Subcentros	Corredores	Subcentros Extendidos	-1	1	0
			Oferta de modos no motorizados	m lineales de ciclovía propuesta	81.600 m	88.725m	117.700m	-1	0	1
FCD 6	Revertir el Deterioro	¿Cuál Alternativa promueve el cambio en sectores con potencial de transformación?	Nivel de intervención de sectores con potencial de transformación (ejes Av. Las Condes, Av. Arteaga y Av. El Rodeo) según: **Densidad:** Densidad Prom. Observada= 124 hab/ha	Densidad Prom. Proyectada en sectores con potencial de transformación	384 hab/ ha	452 hab/ha	430 hab/ha	-1	1	0
			Altura de edificación Altura prom Observada (N° Pisos) = 2	Altura Prom. Propuesta (N° Pisos)	6 pisos	7 pisos	7 pisos	-1	1	1
			Distribución Porcentual de usos de suelo no residenciales Porcentaje Observado de usos no residenciales= 44%	Distribución Porcentual de usos no residenciales	46%	47%	46%	-1	1	-1
		¿Cuál Alternativa genera menor alteración en sectores deteriorados con resistencia al cambio?	Intensidad de ocupación en barrios deteriorados con resistencia al cambio (Pueblo de Lo Barnechea)	Densidad Prom. Proyectada	358 hab/ha	365 hab/ha	284 hab/ha	0	-1	1
			Cambios de uso de suelo en barrios deteriorados con resistencia al cambio	Proporción Sup. Propuesta Usos No residenciales / Sup. Propuesta Uso residencial	96.541 m2 uso no residencial / 156.851 m2 uso residencial = 0,6	106.14 m2 uso no residencial / 154.991 m2 uso residencial = 0,7	91.826 m2 uso no residencial / 165.192 m2 uso residencial = 0,6	1	-1	1

Fuente: Elaboración propia (2020)

Cuadro 9.2-2 Riesgos y Oportunidades de las Opciones de Desarrollo PRC Lo Barnechea

FCD	Riesgos	Oportunidades
FCD 1	**Alt1**: Si bien la estrategia de ocupación propuesta por esta opción para los suelos del borde urbano rural **presenta oportunidades para el control de la huella ecológica**, no sucede de igual forma respecto a la propuesta de urbanización relacionada con las áreas consolidadas, dado tiende a mantener el modelo de urbanización tradicional tipo suburbio en baja densidad, lo que finalmente incide en una baja densidad promedio bruta del área urbana que alcanza los 81 hab/ha y es más baja que la propuesta por la Alt 2. Ello evidencia un desarrollo urbano extensivo que tiene efectos en la eficiencia de consumo de agua ya que acoge un menor número de población en la misma superficie urbanizable y con la misma cobertura de infraestructura sanitaria. Además, esta opción presenta riesgos en lo relativo a **barrios exclusivos debido** a la estrategia de localización de las centralidades, las cuales se distribuyen mediante un modelo de nodos dispersos por el territorio, con subcentros y microcentros muy acotados aledaños a áreas residenciales exclusivas. Esta estructura de igual forma puede generar fricción debido a que las centralidades se ubican en el entorno de condominios y núcleos residenciales cerrados, donde la presencia de algunas actividades comerciales y servicios, incidirá en la dinámica urbana de estos sectores, alterando la intimidad individual vecinal, aspecto que es muy valorado por la comunidad como parte de la calidad vida Finalmente, en lo referente a los **barrios de valor de identidad**, esta Opción induce menos cambios en los barrios tradicionales, por lo cual los riesgos se relacionan con una menor mitigación de la situación de deterioro de las edificaciones que actualmente se evidencia principalmente en el Pueblo de Lo Barnechea	**Alt 1:** Es la opción que presenta **mejor evaluación en términos de oportunidades respecto a la huella ecológica** en función de los siguientes aspectos: - Muy baja ocupación de zonas preferentemente residenciales (ZH-2) controlando el consumo hídrico del desarrollo urbano tradicional asociado a condominios cerrados con amplias zonas verdes, dando una baja cabida a la zona ZH-2 en una relación de 0,06ha por cada 1 ha de Zona de Desarrollo condicionado - En este sentido se prioriza la urbanización mediante Zonas de Desarrollo Controlado - ZDC que apuntan a mantener las condiciones naturales y paisajísticas del territorio, propendiendo a la gradualidad en la ocupación del suelo no consolidado localizado en el borde urbano, tal como se evidencia en la evaluación del FCD2. - Ello propicia una baja Cabida de población (12.944 habitantes), en los sectores de borde urbano lo que tendrá menores efectos en la demanda de agua para el desarrollo urbano, así como también para el riego y mantenimiento de áreas verdes ya que se define una menor superficie de zonas preferentemente residenciales en el borde urbano-rural. En cuanto a los **barrios exclusivos** la propuesta dispersar las centralidades para incrementar la provisión de servicios y equipamientos, genera una menor fricción con estos barrios debido a que corresponden a subcentros o micro centros que acogen equipamientos y servicios de baja carga de ocupación y baja intensidad de uso y por lo tanto de escala menor. En lo relativo a **barrios de valor de identidad** esta opción propone mejoramientos en los barrios patrimoniales, presentando oportunidades en los siguientes aspectos: - Promueve algunos cambios que permitirán mitigar la situación actual de deterioro que se observa principalmente en el Pueblo de Lo Barnechea ya que se propone una mayor densidad promedio (358hab/ha) y altura de edificación (4 pisos) con lo cual se pudiera promover la regeneración de los sectores que presentan deterioro sin alterar de manera significativa los valores patrimoniales. - De igual forma en lo relacionado a la conformación de centralidades esta opción mantiene el patrón de localización tendencial que se ha venido desarrollando en la comuna, por lo tanto la redistribución de usos de suelo no residenciales para el caso de los barrios que reúnen valores identitarios aumenta solo en un 6% lo existente, reconociendo las áreas mixtas de equipamiento y servicios existentes y dando un margen para su consolidación en el sector central, lo que genera una menor alteración en las dinámicas urbanas y tradicionales.
	Alt 2: En lo relativo a **huella ecológica** esta opción presenta más riesgos que oportunidades considerando los siguientes factores: - Da una mayor cabida a zonas preferentemente residenciales que las otras dos Alternativas, en una relación de 0,16ha de ZH-2 por cada 1ha de Zona de Desarrollo Controlado, lo que permitirá la urbanización mediante viviendas unifamiliares en condominios cerrados con amplias áreas verdes que demandarán agua para el riego, modelo que se alinea en menor medida con el control de la huella ecológica. - Si bien al igual se definen Zonas de Desarrollo Condicionado al igual que las otras dos Alternativas, se propicia una menor gradualidad en la ocupación de los territorios de borde no consolidados, ya que solo se establecen dos rangos de densidad tal como se evidencia en la evaluación del FCD2. - La presencia de una mayor proporción de zonas destinadas a la urbanización, con una mayor intensidad de ocupación del borde urbano generará una mayor cabida de población (20648 habitantes) que tendrá efectos en el patrón del consumo hídrico, dado que aumentará la demanda de agua, para consolidar el desarrollo urbano. - Considerando esta mayor cabida, también se generará una mayor superficie de áreas verdes especialmente para las zonas de uso preferentemente residencial, situación que también demandará agua para el riego y mantenimiento. En lo relativo a **barrios exclusivos** si bien esta opción apunta a una menor fricción, la definición de centralidades solo en sectores de alto dinamismo comercial genera riesgos en cuanto a mantener áreas desprovistas de cualquier servicio o equipamiento, lo que a su vez repercute en problemas de movilidad (congestión vehicular). Respecto a los **barrios de valor de identidad,** esta Opción presenta más riesgos debido a que las condiciones urbanísticas que se proponen, según las siguientes características: - Se aumenta la Densidad Promedio Proyectada, duplicándose en el caso del Pueblo de Lo Barnechea respecto de la densidad observada, mientras que en el caso de la Plaza San Enrique la densidad propuesta se triplica -Este aumento de densidad se explica por las alturas de edificación que se proponen ya que la altura promedio de edificación proyectada es de 5 pisos, contrastado marcadamente frente a la altura promedio existente en Pueblo de Lo Barnechea (1,5 pisos) y en Plaza San Enrique (2 pisos). Esta normativa induce cambios en la morfología de urbanización alterando el tejido urbano predominante compuesto en su mayoría por edificaciones de baja altura, lo que a su vez tendría efectos en los inmuebles y conjuntos de interés patrimonial. - Además esta opción favorece la consolidación de centralidades de servicios y equipamientos en torno a los principales ejes, situación que para el caso del Pueblo de Lo Barnechea y el Entorno de la Plaza de San Enrique se traduce en la redistribución porcentual de los usos de suelo, aumentando en un 10% la cabida a usos no residenciales respecto a lo existente, lo cual generará cambios en la dinámica urbana y tradicional especialmente en el entorno de corredores como Av. Padre Alfredo Arteaga y AV. Las Condes	**Alt 2**: En relación a la **huella ecológica** y la eficiencia en el consumo del agua para la totalidad del área urbana, esta opción de desarrollo presenta más oportunidades que la Alt 1, debido a que promueve un desarrollo urbano compacto, mediante la propuesta de cambios en la forma de urbanización tradicional de la áreas consolidadas, permitiendo la densificación de algunos sectores que presentan aptitud y potencial para ello, de manera que se acoge una mayor población en la misma superficie urbanizable disponible y con la misma cobertura de infraestructura sanitaria, lo que se refleja en la densidad promedio bruta para el área urbana de 93hab/ha. Respecto a los **barrios exclusivos** la propuesta de zonas mixtas de esta opción presenta más oportunidades, debido a que propone una estructuración axial de las centralidades en torno los principales corredores de transporte, que genera una menor fricción con las áreas residenciales exclusivas, ya que plantea la generación de espacios de diversificación de actividades en aquellos sectores que por su cercanía a vías intercomunales o cambios en la dinámica urbana, evidencian tendencia de cambio en la vocación de uso, el cual se ha traducido en el reemplazo de viviendas por equipamientos comerciales y de servicios Referido a los **barrios de valor de identidad** esta opción presenta oportunidades en lo relativo a las condiciones urbanísticas que propone, fomentando cambios que buscan sacar el mayor provecho desde el punto de vista urbanístico a las inversiones públicas que se están realizando en cuanto a vialidad como es el caso del eje Av. Padre Alfredo Arteaga el cual se transformará en un nuevo acceso al área urbana de la comuna que conectará con Av. Costanera y Av. Las Condes, y en torno al cual es compatible que se acoja una mayor población junto con la consolidación de una centralidad de servicios y equipamientos.

FCD	Riesgos	Oportunidades
FCD 1	**Alt Sugerida**: en cuanto a la **huella ecológica**, si bien esta opción presenta una propuesta intermedia entre las Alt 1 y Alt2 que en general tendría un comportamiento neutral, de igual forma presenta riesgos dado que permite la localización de zonas preferentemente residenciales en el borde urbano en una proporción de 0,13 ha de ZH-2 por cada 1 ha de Zona de Desarrollo Controlado, las que demandarán agua para riego, así como para el consumo de la población proyectada (16476 habitantes) En lo referente a **barrios exclusivos** esta opción presenta riesgos similares a los identificados para la Alt 1debido a que conserva la localización de las centralidades en nodos dispersos por el territorio que se encuentran aledaños a áreas residenciales exclusivas. Esta estrategia genera riesgos respecto a alterar la dinámica urbana de los barrios exclusivos, con efectos en la calidad de vida asociada a la intimidad vecinal de estos barrios. Respecto a los **barrios de valor de identidad** esta Opción mantiene la propuesta de la Alt 1 en la cual se inducen menos cambios en los barrios tradicionales, por lo cual los riesgos se relacionan con una menor mitigación de la situación de deterioro de las edificaciones que actualmente se evidencia principalmente en el Pueblo de Lo Barnechea.	**Alt Sugerida**: Esta opción mantiene la propuesta de la Alt 2 en lo relativo a la **huella ecológica** y, por lo tanto, presenta oportunidades en la eficiencia del consumo de agua debido a que promueve un desarrollo urbano compacto, mediante la propuesta de cambios en la forma de urbanización tradicional de la áreas consolidadas, permitiendo la densificación de algunos sectores que presentan aptitud y potencial para ello, de manera que se acoge una mayor población en la misma superficie urbanizable disponible y con la misma cobertura de infraestructura sanitaria, lo que se refleja en la densidad promedio bruta para el área urbana de 90hab/ha. Además, debido a que esta opción mantiene varias de las estrategias establecidas en la Alt 1 e incorpora elementos de la Alt2, valorados por los vecinos (durante los talleres online realizados), presenta oportunidades en lo relativo a propiciar una menor ocupación de usos residenciales en el borde urbano, respecto a la propuesta de la Alt2, incorporando la Zonas de Desarrollo Condicionado3 - ZDC -3 de muy baja densidad propuesta de la Alt1. Así mismo refuerza una mayor conservación de los elementos de valor natural y paisajístico localizados en estas áreas aumentando la superficie de Áreas Verdes. En lo referente a **barrios exclusivos** esta opción ajusta la extensión de los subcentros propuestos por la Alt1 en torno a algunos ejes viales principales, lo que se considera como una oportunidad en lo relativo a Integración socioespacial, dado que mejora la estrategia de la Alt 1 en cuanto a la accesibilidad a servicios y equipamientos, alineándose en mayor medida con el alcance del FCD 4. Respecto a los **barrios de valor de identidad**, esta opción de desarrollo recopiló la solicitud ciudadana (en los talleres online realizados) relativa a poder reconocer los valores patrimoniales y culturales de la comuna localizados en el Pueblo de Lo Barnechea y entorno de Plaza San Enrique, de manera que los cambios propuestos no alteren de manera significativa dichos valores. Es por ello que luego de incorporar estas solicitudes, esta opción presenta mayores oportunidades de acuerdo con los siguientes aspectos que la caracterizan: - La densidad promedio que se establece tanto por el Pueblo de Lo Barnechea como para el Entorno de la Plaza San Enrique mantiene en gran medida la morfología actual de los barrios patrimoniales, lo que también queda reflejado a través de la Altura promedio de las edificaciones que se mantiene en 2 pisos. - Además en lo relativo a la cabida de usos de suelo no residenciales, esta opción genera mínimas variaciones respecto de la proporción existente de manera que conservaría las dinámicas urbanas y tradicionales que actualmente se dan en estos territorios.
FCD 2	**Alt 1**: Si bien el establecimiento de áreas verdes aporta en el resguardo de los valores naturales y paisajísticos, evitando la alteración de la urbanización en áreas de fragilidad ambiental, en relación al control de la huella ecológica el mantenimiento de un mayor porcentaje de áreas verdes nuevas (12%) en el área urbana, generará una mayor demanda de agua para el riego, situación que genera riesgos, dada la escasez hídrica que se encuentra declarada en la comuna.	**Alt 1**: En términos de oportunidades esta opción tiene un comportamiento similar al de la Alternativa Sugerida dado que la estrategia de ocupación del borde urbano y los cerros isla apunta a la conservación de las áreas de valor natural y paisajístico mediante la definición de tres Zonas de Desarrollo Controlado que propenden a la gradualidad de uso complementadas con áreas verdes con el fin de resguardar las áreas de fragilidad ambiental
	Alt 2: Esta opción presenta más riesgos que oportunidades en lo referente al Resguardo de valores naturales y paisajísticos considerando los siguientes factores: - En los territorios que presentan altas pendientes (superiores al 20%) se opta por la definición de Zonas de Desarrollo Controlado, con una menor gradualidad de ocupación dado que para dichas zonas solo se definen dos rangos de densidad de 16 hab/ha y 8 hab/ha; - Ello también se refleja en la estrategia de ocupación que se propone para los territorios aledaños al borde urbano donde se da una menor cabida a la definición de áreas verdes en una relación de 0,54ha de área verde por cada 1ha de Zona de Desarrollo Controlado, con lo cual la urbanización de estas áreas tiene un mayor riesgo de alterar las áreas de fragilidad ambiental como los Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad que presentan parte de su superficie inserta en el área urbana. - Un tratamiento similar se aplica en los cerros isla, dado que la definición de áreas verdes es menor (54% de la superficie de los cerros isla) a la establecida en las demás Alternativas, permitiendo una mayor consolidación de Zonas de Desarrollo Controlado (21%), las si bien apuntan a una baja intensidad de ocupación, de igual forma optan por la urbanización, alterando en mayor medida el valor natural y paisajístico de estos hitos naturales del área urbana.	**Alt 2**: Considerando el FCD 1 que refiere al control de la huella ecológica asociada a la urbanización, esta opción de desarrollo presenta mayores oportunidades, dado que en términos generales propone un menor porcentaje de áreas verdes nuevas para el área urbana (6%), lo que demandará menores requerimientos de recurso hídrico para el mantenimiento y riego de las áreas verdes, situación que resulta relevante en el actual contexto de sequía.
	Alt Sugerida: Esta opción presenta una propuesta similar a la Alt 1 y por lo tanto los riesgos son similares a los de dicha alternativa debido a que propone 14% de áreas verdes nuevas dentro del área urbana, lo que genera riesgos en relación al control de la huella ecológica por la demanda de recurso hídrico que se requerirá para mantenimiento y riego de dichas áreas	**Alt Sugerida**: En lo relativo al Resguardo de los valores naturales y paisajísticos esta opción es la que resulta mejor evaluada en términos de oportunidades debido a que mejora algunos aspectos de la Alt1 según los factores que se presentan a continuación: - En el territorio que presenta pendientes iguales o superiores al 20% se propone una distribución en la intensidad de ocupación considerando la definición de tres Zonas de Desarrollo Controlado, que propenden a la gradualidad de uso de los territorios en pendiente mediante el control de la densidad poblacional (ZDC 1 con 16hab/ha, ZDC 2 con 8 hab/ha y ZDC 3 con 4 han/ha). Además, estas zonas se complementan con áreas verdes, con el fin de mantener la vegetación natural en los cerros y de esta forma alterar en menor medida su valor paisajístico. Finalmente, las zonas habitacionales, así como las de uso mixto, y destinadas a equipamiento exclusivo se establecen principalmente en los territorios que actualmente presentan consolidación urbana y que por lo tanto ya presenta una alta intervención de las condiciones naturales. - Teniendo en cuenta que en el borde urbano, aledaño a ambientes de precordillera menos intervenidos, se localizan las áreas de valor natural como los Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad, en esta opción se da un importante cabida a la definición de áreas verdes en una relación de 1,28 ha de área verde por cada 1ha de Zona de Desarrollo Controlado, cautelando de esta forma que la urbanización de estas áreas no genere presión sobre territorios de fragilidad ambiental. - De igual forma en los cerros islas que constituyen hitos de valor natural al interior del área urbana se opta por dar prioridad al establecimiento de áreas verdes (69% de la superficie de los cerros isla) de manera que mantenga su valor paisajístico para el desarrollo urbano aledaño.

FCD	Riesgos	Oportunidades
FCD 3	**Alt 1:** Esta opción genera un 35% de Zonas de desarrollo controlado en el borde periurbano, situación que si bien no es tal alta comparada con la Alt2 de igual forma genera riesgos en la población que se localice en estos territorios que pudieran se amagados por peligros de origen natural, ya que una mayor ocupación tendrá incidencia en los planes de evacuación, ello considerando que algunos sectores como El Arrayan y Farellones presentan accesibilidad restringida debido a su topografía.	**Alt 1 - Alt Sugerida**: En relación a la estrategia de ocupación de las áreas que presentan susceptibilidad alta y muy alta a peligros de origen natural se opta por reforzar la estrategia de conservación de los bordes de contacto periurbanos, lo que en términos de oportunidades prioriza un Criterio de Restricción a la ocupación de áreas propensas a riesgos de origen natural mediante la definición de un alto porcentaje de áreas verdes (47%) evitando de esta forma la localización de población, ya que se proyecta una densidad promedio de 18hab/ha, de manera que la exposición personas y viviendas es menor, situación que también contribuye a una menor incidencia del riesgo de incendio dado que el borde urbano rural mantiene las condiciones naturales de la vegetación. Considerando la evacuación de las áreas susceptibles a la ocurrencia de peligros de origen natural, estas opciones presentan mayores oportunidades debido a que optan por un criterio conservador respecto al desarrollo residencial, número de hogares y población en el sector del Arrayan y cajones cordilleranos, lo que facilitaría una evacuación más expedita en caso de ocurrir un evento catastrófico.
	Alt 2: Esta opción presenta mayores riesgos debido a que la estrategia de ocupación de las áreas de susceptibilidad, apunta a un Criterio de Condicionamiento definiendo un mayor porcentaje de Zonas de Desarrollo Controlado (44%) y por ende una mayor presencia de población, con una densidad proyectada de 24hab/ha, lo que generaría una mayor exposición de personas y viviendas ante la ocurrencia de un desastre natural. Además, esta mayor ocupación urbana en la interface urbano-rural (precordillerano), incrementa el riesgo de incendio, considerando la presencia de más viviendas y habitantes junto a las condiciones de pendiente y vegetaciones reinantes, lo que puede gatillar incendios con mayor facilidad que en un entorno menos habitado donde se mantengan las condiciones naturales. En lo relativo a la evacuación de los sectores con dificultad de acceso esta opción presenta un escenario con mayor número de hogares, desarrollo residencial y población en los Cajones Cordilleranos (sector El Arrayan y Camino a Farellones), situación que dificultaría la evacuación acentuando el riesgo de la población localizada en estas áreas frente a la ocurrencia de un desastre natural.	**Alt 2:** Esta opción de desarrollo apunta a ocupar el suelo destinado a urbanización buscando que el poblamiento efectivamente se realice dentro del límite urbano establecido por el instrumento de planificación intercomunal (PRMS), para lo cual busca equilibrar la urbanización con la presencia de riesgos y valores naturales, mediante condicionamientos a la ocupación, más que con restricciones.
	Alt Sugerida: Considerando el FCD 2, esta opción estaría aportando en el resguardo de los valores naturales y paisajísticos al mantener un borde periurbano destinado a áreas verdes, no obstante, este mismo hecho puede generar riesgos desde el punto de vista de la incidencia de los incendios forestales, dado que, al mantener dichas áreas verdes solamente con las condiciones de la vegetación natural, esta puede deteriorarse ante las intensas sequías y ser foco para el inicio de un incendio.	**Alt Sugerida**: Esta alternativa define una estrategia de ocupación similar a la propuesta en la Alt 1, optando por reforzar la estrategia de conservación de los bordes de contacto periurbanos sin embargo, esta Opción de desarrollo sugerida apunta a una menor ocupación del borde urbano, mediante el aumento del porcentaje de áreas verdes (53%) y la disminución de las zonas de desarrollo controlado (28%) lo que en definitiva consolida el Criterio de Restricción a la ocupación de áreas propensas a riesgos de origen natural, de manera que la exposición personas y viviendas es menor. Esta estrategia a su vez presenta oportunidades en relación a las medidas de gestión de riesgo y específicamente en lo relacionado con la evacuación, ya que una menor concentración de población en áreas propensas a la ocurrencia de peligros de origen natural y antrópica, ayudará a que el proceso de evacuación sea más expedito.
FCD 4	**Alt 1**: Esta opción presenta riesgos en lo relativo a integración socioespacial debido a que la estrategia de distribución de las centralidades opta por nodos dispersos por el territorio, con subcentros y microcentros muy acotados en los cuales los usos no residenciales presentan una menor participación (27%), lo que también tendrá incidencia en una menor accesibilidad a ciertos tipos de actividades.	**Alt1:** En lo relativo a la cohesión social esta opción de desarrollo propone una mayor oferta residencial diversificada, respecto a la Alt2, lo que da oportunidad a la localización de proyectos inmobiliarios de media y alta densidad, dando cabida a hogares de estratos medios y bajos
	Alt 2: Esta opción es la que genera menor oferta residencial diversificada destinada a nuevos hogares en densidades medias y altas, de manera tal que genera riesgos dado que promueve una baja integración social.	**Alt 2**: En relación a la integración socio espacial esta opción presenta una mejor evaluación en términos de oportunidades debido a que propone un modelo de estructuración axial mediante la cual se diversifican los usos de suelo en torno a los principales Corredores de transporte, aumentando la provisión de equipamientos y servicios (29%) y mejorando la accesibilidad hacia las centralidades, especialmente de los sectores residenciales exclusivos localizados hacia el sector norte del área urbana.
	Alt Sugerida: Si bien esta opción considera mejoras a la Alt1 incorporando nuevos subcentros y aumentando en algunos la superficie destinada para zonas mixtas, sigue manteniendo la estrategia de nodos para su localización, lo que tendría incidencia en una menor accesibilidad de ciertos sectores de usos residencial exclusivo a centralidades diversificadas en términos de equipamientos y servicios, dado que la participación de usos no residenciales se mantiene en la misma proporción que la propuesta por la Alt1 (27%).	**Alt Sugerida:** Esta opción considera las características más valoradas de las Alt1 y Alt2 en lo relativo a Integración socioespacial y socioeconómica razón por la cual presenta mayores oportunidades, de acuerdo con los siguientes aspectos: - Con el fin de dar una mayor cabida a estrategias de integración social, identifica de manera específica aquellos territorios con mayor vocación para intensificar la edificación y ocupación del suelo considerando dentro de los criterios para ello los sectores que cuentan con buena accesibilidad y conectividad, como es el caso del costado norte de Av. Raúl Labbé, el entorno de Av. La Dehesa, Camino Central y Av. El Rodeo y parte de Av. Paseo Pie Andino. Es así como esta opción la mayor oferta residencial diversificada, dado una cabida de 2,5 hogares en zonas de densidad media y alta (que permitirán proyectos de vivienda para estratos socioeconómicos para clases media y baja) por cada 1 hogar en zonas de densidad baja, (correspondientes a la urbanización tradicional para estrato altos).
FCD 5	**Alt 1:** Respecto a la distribución de los usos no residenciales en el territorio, para promover cambios en los patrones de movilidad, esta opción presenta riesgos, en cuanto a: - Propone una baja proporción de usos no residenciales los que se localizan en subcentros y microcentros dispersos y muy acotados en el área urbana. Algunos de estos subcentros por encontrarse en entornos de uso preferentemente residenciales solamente acogen equipamientos y servicios de baja carga de ocupación y baja intensidad de uso, situación que lleva a que las centralidades tengan baja diversidad de uso o complejidad. - Ello incide en la movilidad dado que el acceso a subcentros de mayor complejidad requerirá de desplazamientos motorizados, dado que se deberán recorrer mayores distancias y a además esta opción de desarrollo es la que genera la menor oferta de ciclovías.	**Alt 1:** Considerando el FCD 1 relativo a la Calidad de Vida la distribución de las centralidades propuestas en esta opción de desarrollo es la que genera menor fricción en relación a los barrios exclusivos, donde se valora la intimidad individual vecinal.
	Alt 2: Esta opción concentra los servicios y equipamientos a lo largo de un sistema de corredores, lo que, sumado a una mayor carga de ocupación en términos de población en las áreas periféricas, presenta el riesgo de mantener la relación entre flujos y saturaciones observadas, ello considerando la menor oferta de ciclovías que se define para esta alternativa, que permita los desplazamientos no motorizados.	**Alt2:** Esta opción presenta una mejor evaluación en términos de oportunidades respecto a la distribución de los usos no residenciales en el territorio de acuerdo con los siguientes aspectos que la caracterizan: - Presenta una menor especialización en el uso residencial, promoviendo una mayor distribución de las centralidades en torno a los principales corredores de transporte. - Debido a esta localización las centralidades permiten una mayor diversidad de usos de equipamiento y servicios mediante la conformación de cuencas operativas sobre las que tributan los sectores residenciales circundantes, mejorando su accesibilidad. - Desde el punto de vista de la movilidad esta distribución axial de las centralidades, permite una mayor distribución de los flujos vehiculares a lo largo de los distintos corredores, que debido a su mayor extensión pueden albergar una mayor diversidad de actividades lo que contribuye a desconcentrar la carga que presenta actualmente el sector centro sur del área urbana.

FCD	Riesgos	Oportunidades
FCD 5	**Alt Sugerida:** Debido a que esta opción de desarrollo considera algunas de las estrategias de a Alt1 presenta riesgos similares en lo referido al bajo nivel de especialización (baja proporción de usos no residenciales) y complejidad que presentan las zonas destinadas a equipamiento, lo que tiene repercusiones en los patrones de desplazamiento de la población para acceder a subcentros de mayor complejidad incidiendo en la movilidad.	**Alt Sugerida**: En relación a las oportunidades esta opción propone desconcentrar los servicios y equipamientos, repartiéndolos en diferentes subcentros dispersos en el territorio, algunos de los cuales se extienden en superficie y distancia, por lo tanto privilegia de mayor manera los desplazamientos cortos de nivel local, que en gran parte se presentan como realizables de manera peatonal o en bicicleta, lo que se facilita dada la mayor oferta de ciclovías que se define para esta alternativa, (117.700m) contribuyendo a una menor dependencia del automóvil y a disminuir el flujo de vehículos.
FCD 6	**Alt 1**: Esta opción presenta riesgos debido a que promueve en menor medida la renovación /regeneración de los sectores que presentan potencial de transformación, estableciendo menores densidades promedio (384hab/ha) y alturas promedio de edificación (6 pisos), así como una menor proporción de usos no residenciales (46%). Ello genera el riesgo que estos sectores no aprovechen el potencial de transformación que presentan en cuanto a su localización y buena conectividad, dado que se encuentran aledaños a los principales corredores de transporte, lo que a mediano o largo plazo puede generar deterioro urbano.	**Alt 1**: En lo relativo a realizar mejoramientos en los barrios patrimoniales como el Pueblo de Lo Barnechea, esta opción presenta mayores oportunidades porque promueve algunos cambios que permitirán mitigar la situación actual de deterioro que se observa ya que se propone una mayor densidad promedio (358hab/ha) con lo cual se pudiera promover la regeneración de los sectores que presentan deterioro sin alterar de manera significativa los valores patrimoniales
	Alt 2: La estrategia de ocupación que propone esta opción en lo relativo a renovación/regeneración apunta a un mayor nivel de crecimiento y generación de espacios de diversificación de actividades especialmente en las áreas con potencial de transformación y aquellas que presentan deterioro urbano. No obstante, en este último caso dicha estrategia puede generar riesgos en los sectores con mayor resistencia al cambio como el Pueblo de Lo Barnechea y específicamente el área adyacente a Av. Arteaga. Allí la mayor intensidad de ocupación propuesta puede alterar de manera significativa, los componentes morfológicos predominantes en el Pueblo de Lo Barnechea, transformando el tejido urbano tradicional por incompatibilidad entre los tipos de edificación existentes de baja altura y las nuevas edificaciones en altura, las que se explican en función de la mayor densidad promedio propuesta (365hab/ha). Ello unido a la mayor cabida de usos no residenciales genera el riesgo de expulsión de los pobladores tradicionales y la transformación de entornos de interés patrimonial amenazando con su perdida.	**Alt 2**: Esta opción genera mayores oportunidades para la renovación de sectores con potencial de transformación, aprovechando su localización estratégica aledaña a corredores de transporte como Av. Las Condes, Av. Padre Alfredo Arteaga y Av. El Rodeo, en torno a los cuales acoge una mayor densidad promedio (452 hab/ha), así como edificaciones de mayor altura (en promedio 7 pisos). De esta forma se busca evitar y /o revertir el deterioro urbano de estas áreas, generando a su vez oportunidades en lo relativo a integración social de acuerdo con el alcance del FCD 4. Este desarrollo se complementa con una mayor diversidad de usos no residenciales (47%) que cubren la demanda de la nueva población que se propone albergar, aumentando la oferta de equipamientos y servicios, lo que además permite una mejor accesibilidad a este tipo de actividades por parte de los sectores residenciales adyacentes, lo que también aporta con el alcance del FCD 4 en lo relativo a acceso equitativo a centralidades.
	Alt Sugerida: Si bien en la estructuración de esta Alternativa se consideraron ajustes a la Alt1, considerando una mayor densidad promedio y altura de edificación para los sectores con tendencia a la transformación, esta estrategia no se acompaña con la consolidación de centralidades ya que mantiene la baja participación de estos usos de acuerdo con la propuesta de la Alt 1 (46%), por lo cual se asimilan con los descritos para dicha opción.	**Alt Sugerida:** Debido a que en esta opción la estrategia de renovación/regeneración se encuentran más acotada genera una menor alteración de los sectores con mayor resistencia al cambio como el Pueblo de Lo Barnechea. En este sentido la densidad promedio propuesta para este sector (284hab/ha) genera una menor alteración de su entorno evitando la afectación de la morfología de edificación tradicional correspondiente a viviendas de baja altura, algunas de las cuales reúnen atributos de interés patrimonial. De igual forma en lo relacionado a la conformación de centralidades esta opción mantiene el patrón de localización tendencial que se ha venido desarrollando en la comuna, definiendo para el sector de Av. Padre Alfredo Arteaga una menor proporción de usos de suelo no residenciales, reconociendo las áreas mixtas de equipamiento y servicios existentes y dando un margen para su consolidación en el sector central, lo que genera una menor alteración en las dinámicas urbanas y tradicionales.

Fuente: Elaboración propia (2022)

9.3 OPCION DE DESARROLLO RECOMENDADA

La evaluación ambiental de las Alternativas, dio como resultado que **la Opción de Desarrollo denominada "Alternativa Sugerida" es la que ofrece mayores oportunidades para el desarrollo urbano de Lo Barnechea** abordando los temas ambientales y de sustentabilidad relevantes en lo relativo al reconocimiento de los valores de Identidad dado que las normas urbanísticas que se proponen en términos de densidad promedio, altura de las edificaciones y proporción de usos de suelo no residenciales para el Pueblo de Lo Barnechea y el entorno de la Plaza San Enrique son compatibles con la conservación de los inmuebles y zonas de valor patrimonial allí localizados, así como con la dinámicas urbanas y tradicionales que se desarrollan en estos barrios.

De igual forma esta Opción de Desarrollo se alinea en mayor medida con el Resguardo Ambiental y Paisajístico dado que opta por reforzar la estrategia de mayor conservación en bordes de contacto donde se localizan los Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad que reconocen importantes ecosistemas precordilleranos, reconociendo además la presencia de los cerros islas como hitos de valor paisajístico y natural para el área urbana, propendiendo a su baja ocupación urbana y promoviendo el uso de área verde.

Esta estrategia de baja ocupación de los bordes periurbanos también tiene incidencia en que la Alternativa sugerida aparezca mejor evaluada en cuanto a Gestión de Riesgo y reducción de la vulnerabilidad, dado que al priorizar la conservación de los valores naturales se restringe la ocupación urbana de áreas propensas a riesgos de origen natural exponiendo a una menor población y viviendas, situación que también contribuye a una menor incidencia del riesgo de incendio dado que el borde urbano rural mantiene las condiciones naturales de la vegetación.

Además, en términos de integración socioeconómica, la Alternativa Sugerida presenta el mejor comportamiento en cuanto a oportunidades dado que su estructuración consideró los mejores aspectos de las Alternativas 1 y 2 optando por identificar de manera específica aquellos territorios con mayor vocación para intensificar la edificación y ocupación del suelo, considerando dentro de los criterios para ello los sectores que cuentan con buena accesibilidad y conectividad, como es el caso del costado norte de Av. Raúl Labbé, el entorno de Av. La Dehesa, Camino Central y Av. El Rodeo y parte de Av. Paseo Pie Andino. En torno a estos territorios se establecieron zonas destinadas a densidades medias y altas que amplían la oferta de vivienda para estratos socioeconómicos medios y bajos.

Pese a lo anterior, hay algunos aspectos donde la Alternativa Sugerida presenta un comportamiento neutro en cuanto a riesgos y oportunidades, como en lo relacionado al control de la huella ecológica del desarrollo urbano residencial exclusivo, donde la Alternativa 1 aparece mejor evaluada dado que promueve una baja intensidad de ocupación en los suelos urbanizables localizados en el borde urbano rural, lo que tendrá incidencia en el consumo de agua. Así mismo propende a que las zonas preferentemente residenciales tengan muy baja cabida en dichos territorios controlando de esta forma el consumo hídrico asociado a áreas verdes ornamentales típicas del desarrollo urbano tradicional correspondiente a condominios y núcleos residenciales cerrados.

También se observa, a partir de la evaluación, que en lo relativo al Sistema de Movilidad Sustentable el comportamiento de la Alternativa Sugerida es neutro, siendo en este caso mejor evaluada la Alternativa 2 debido a que su estructuración apunta a distribuir de manera más generalizada los flujos vehiculares mediante la localización de las centralidades en torno a los principales corredores viales, conformando cuencas operativas sobre las que tributen los sectores residenciales circundantes, mejorando su accesibilidad.

Esta Alternativa 2 también exhibe un mejor comportamiento en cuanto a Regeneración/Renovación Urbana dado que potencia el cambio en los sectores con mayor vocación a la transformación, aprovechando su

localización estratégica aledaña a corredores de transporte en torno a los cuales acoge una mayor densidad y altura de edificación evitando y /o revirtiendo el deterioro urbano de estas áreas, generando a su vez oportunidades en lo relativo a integración social. Este desarrollo se complementa con una mayor diversidad de usos no residenciales que cubren la demanda de la nueva población que se propone albergar, aumentando la oferta de equipamientos y servicios, lo que además permite una mejor accesibilidad a este tipo de actividades por parte de los sectores residenciales adyacentes, lo que también aporta en lo relativo a acceso equitativo a centralidades. Desarrollar

9.4 AJUSTES A LA OPCION DE DESARROLLO RECOMENDADA

Con base en la Opción de Desarrollo Recomendada se elaboró la propuesta de Anteproyecto del Plan el cual fue ingresado a la SEREMI Metropolitana de Medio Ambiente junto con el Informe Ambiental, que posterior a su revisión informó que se aplicó adecuadamente la Evaluación Ambiental Estratégica. No obstante, posterior al mencionado pronunciamiento, el Órgano Responsable recibió ORD. N° 1991 del 24 de julio de 2023 emitido por la SEREMI MINVU Región Metropolitana, donde se informa interpretación de las disposiciones del PRMS que rigen el territorio de la comuna de Lo Barnechea, graficada en el Plano N° RMPRMS-22-60 (5 láminas a escala 1:5.000) denominado *"Instrumentos de Planificación Territorial vigentes en el Área Urbana de la comuna de Lo Barnechea y componentes de su estructura territorial actualizados conforme a los procesos de urbanización ejecutados*".

Adicionalmente, mediante Acuerdo de Concejo Municipal de Lo Barnechea N°6971, adoptado en Sesión Extraordinaria N°293 de fecha 29 de junio de 2023, se aprobó el Anteproyecto y Evaluación Ambiental Estratégica de la Modificación N°30 al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea denominado MPRC-LB-30 "Proyecto Nido de Águilas"; que implica un ajuste, en términos de zonificación y vialidad en el área que incluye el terreno fiscal Rol 3597-798, aledaño al Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP), ubicado en Camino Nido de Águilas N° 14.520, con el propósito de dar cabida a un proyecto de habitacional de viviendas de interés público destinado a acoger la demanda habitacional de la comuna.

Por último, el Órgano Responsable continuó desarrollando revisiones y ajustes menores a la propuesta de zonificación y vialidad que fue ingresada a la SEREMI MMA el 25 de noviembre de 2022, los que se encuentran mayormente asociados a la incorporación de nuevas zonas de equipamiento exclusivo y eliminación de algunas vías existentes de la red vial estructurante.

Todos estos ajustes fueron analizados por el Órgano Responsable y presentados al Concejo Municipal, el cual dio visto bueno para acogerlos. En función de lo anterior se presentan a continuación los ajustes y modificaciones realizadas, agrupadas según temática, y que motivan el ingreso de un informe ambiental complementario a la SEREMI de Medio Ambiente de la Región Metropolitana.

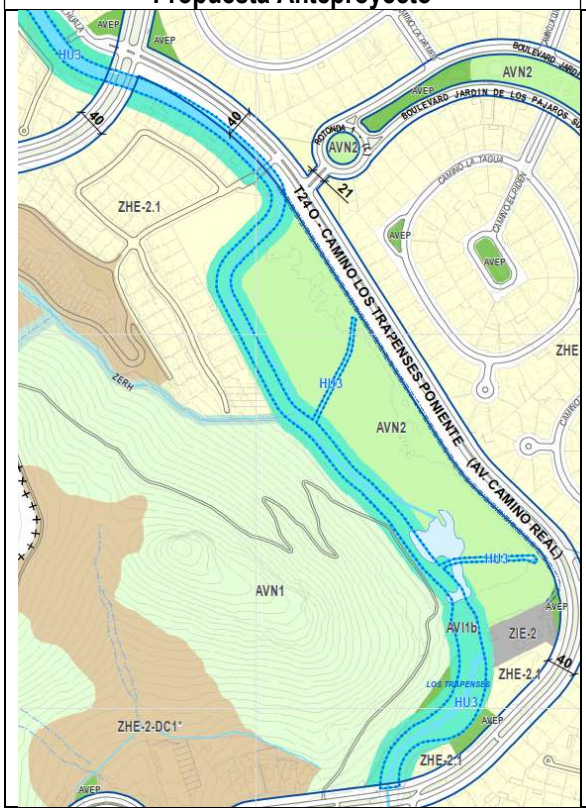
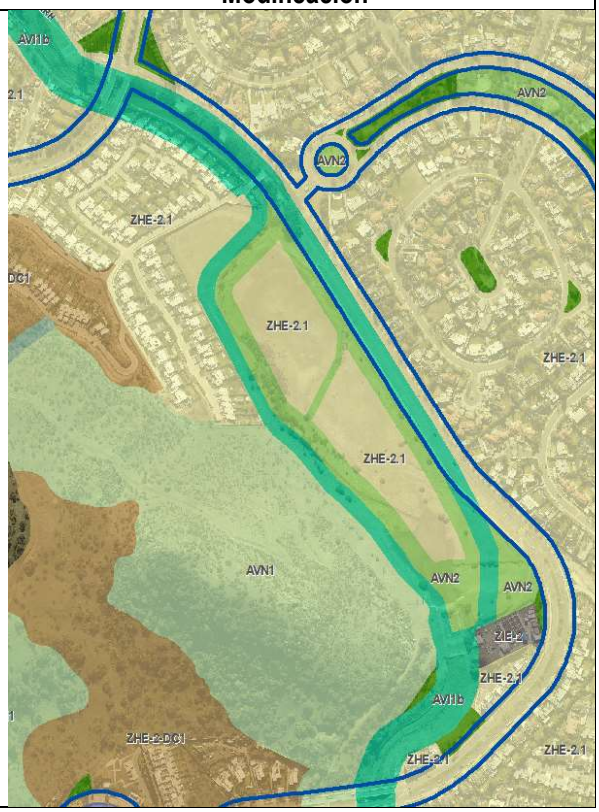
9.4.1 Ajuste al Área Verde en sector Estero El Carrizo N° 8 / Ex Tranque los Trapenses en función del ORD. Nº 1991 del 24 de julio de 2023 (Interpretación PRMS)

Considerando los nuevos antecedentes recibidos por parte de la SEREMI MINVU RM mediante interpretación PRMS, se confirma la interpretación realizada por el PRC de Lo Barnechea vigente, respecto del sector en cuestión, manteniendo el área verde asociada al Parque Quebrada El Carrizo N° 8.

En ese sentido, en reunión con dicha SEREMI sostenida el día 02 de agosto de 2023, se acordó que la zona achurada donde cesó la captación de acopio de agua del Tranque Los Trapenses, es materia de regulación por parte del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.

Posterior a esta reunión, el Municipio procedió a elaborar una propuesta de zonificación para el área achurada, incorporando una franja de área verde privada (AVN2) de 25 m de ancho desde el eje hidráulico del Estero El Carrizo, con la finalidad de definir un área de amortiguación en torno al Humedal Urbano Estero El Carrizo. De igual forma, el ajuste a la zonificación también considera la incorporación de una zona residencial ZHE-2.1 de 3,87 ha emplazada al interior del sector achurado, tal como se presenta en la siguiente ilustración

Ilustración 9-2 Ajustes en Estero El Carrizo N° 8 / Ex - Tranque Los Trapenses

Propuesta Anteproyecto	Modificación
	

9.4.2 Ajuste al Parque Metropolitano Río Mapocho (Sector Cajones Cordilleranos)

El artículo 8.2.1.4[22] De riesgos Geofísicos Asociaos a Eventos Naturales, del PRMS identifica en su literal b los territorios expuestos a inundación recurrente, indicando que, en **las áreas urbanizadas y urbanizables**

[22] "b. De Riesgo Geofísico Asociados a Inundación Recurrente.
Corresponden a aquellas áreas próximas a los bordes de: cauces naturales permanentes, esteros y/o canales, con riesgo de erosión o socavamiento, producido por el aumento de volumen y velocidad del caudal de agua. Para efectos de precisar restricciones, se identifican las siguientes áreas conforme lo graficado en el plano RM-PRM-92-1A. y RM-PRM-95-CH.1.C.: Áreas asociadas al Río Mapocho, Río Maipo, Zanjón de La Aguada, Estero Las Cruces, Estero Lampa y ramales, Estero Colina y ramales, Estero Chacabuco, Estero Santa Margarita, Estero Til-Til, Estero Polpaico y Estero Carén.
En estas áreas sólo se permitirá el Equipamiento de Áreas Verdes, incorporándose éstas al Sistema Metropolitano de Parques, los que a su vez deben diseñarse de tal forma que la vegetación no afecte el cauce. A su vez, en las áreas urbanizadas y urbanizables afectadas por este riesgo potencial, se podrá solicitar una modificación del destino de Equipamiento de Área Verde del área de riesgo establecida. Esto, a través de una modificación del Plan

afectadas por este riesgo potencial, se podrá solicitar una **modificación del destino de Equipamiento de Área Verde del área de riesgo establecida.** Esto, a través de una modificación del Plan Regulador comunal, que implique un aumento de la ocupación del suelo, como asimismo de la densidad de población, la que deberá fundamentarse mediante **estudios técnicos específicos**, aprobados por organismos competentes, que contemplen las condiciones y obras necesarias para asegurar la minimización de los riesgos identificados para estas áreas.

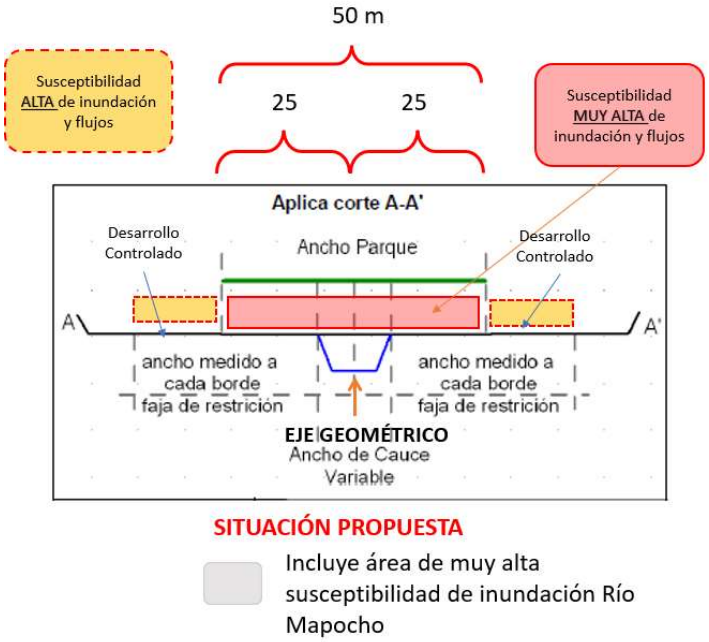
En el marco del estudio de actualización del Plan Regulador de Lo Barnechea, se desarrollaron estudios de riesgos que han permitido precisar a la escala de resolución del instrumentos de planificación (1:1000) las áreas expuestas a susceptibilidad de inundación y exposición a flujos de barros o detritos, las que han quedado representadas en dos niveles peligro muy alto y alto, respecto de los cuales el anteproyecto del plan ha adoptado criterios de ocupación diferenciando área urbanizadas respecto de aquellas área que no se encuentran urbanizadas, todas sujetas a disposiciones normativas establecidas en el artículo 2.1.17 de la OGUC.

En función de lo anterior el Municipio propuso, conforme al Estudio de Riesgos, una franja homogénea de Área Parque Rio Mapocho de 50 m, correspondiente a 25 m medidos desde el eje geométrico del cauce hacia cada costado. Con ello se garantiza lo siguiente:

- Franja que se puede determinar objetivamente por el Plan Regulador Comunal, mediante la cartografía elaborada. Los bordes del cauce son complejos de definir en toda la extensión urbana del cauce, por cuanto varían y deben realizarse estudios específicos por predio, de manera que la DOH- MOP lo pueda establecer.
- Incorporación, dentro del área parque de 50 m, del MUY ALTO Riesgo de Inundación, conforme al Estudio Fundado de Riesgo que acompaña al presente estudio de actualización.
- Incorporación, dentro del área parque de 50 m, del futuro polígono de Humedal Urbano asociado al Rio Mapocho.
- Coherencia con el criterio aplicado a los Parques Quebrada y Estero del Arrayán, los cuales se asocian a zonas cuyo ancho total es similar (50 m total, 25 m a cada costado del eje geométrico).

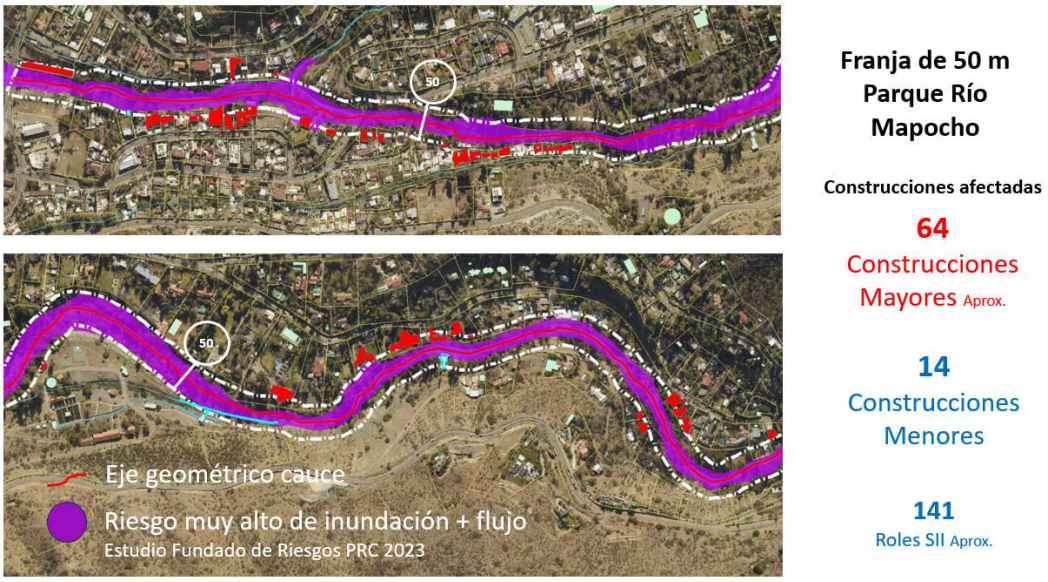
Regulador Comunal, que implique un aumento de la ocupación del suelo, como asimismo de la densidad de población, la que deberá fundamentarse mediante estudios técnicos específicos, aprobados por organismos competentes, que contemplen las condiciones y obras necesarias para asegurar la minimización de los riesgos identificados para estas áreas."

Ilustración 9-3 Franja de 50m: propuesta Municipal, según los criterios definidos



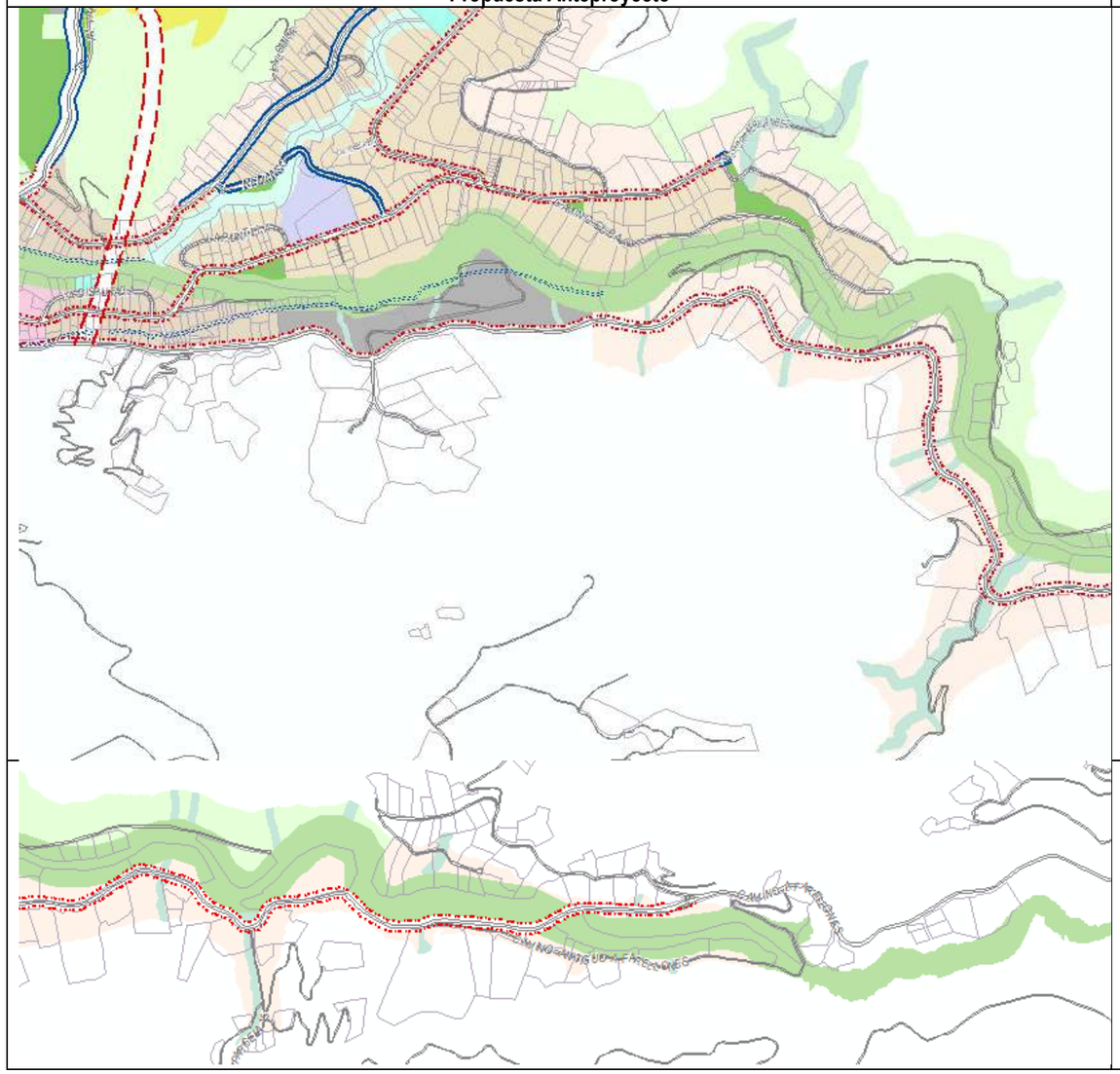
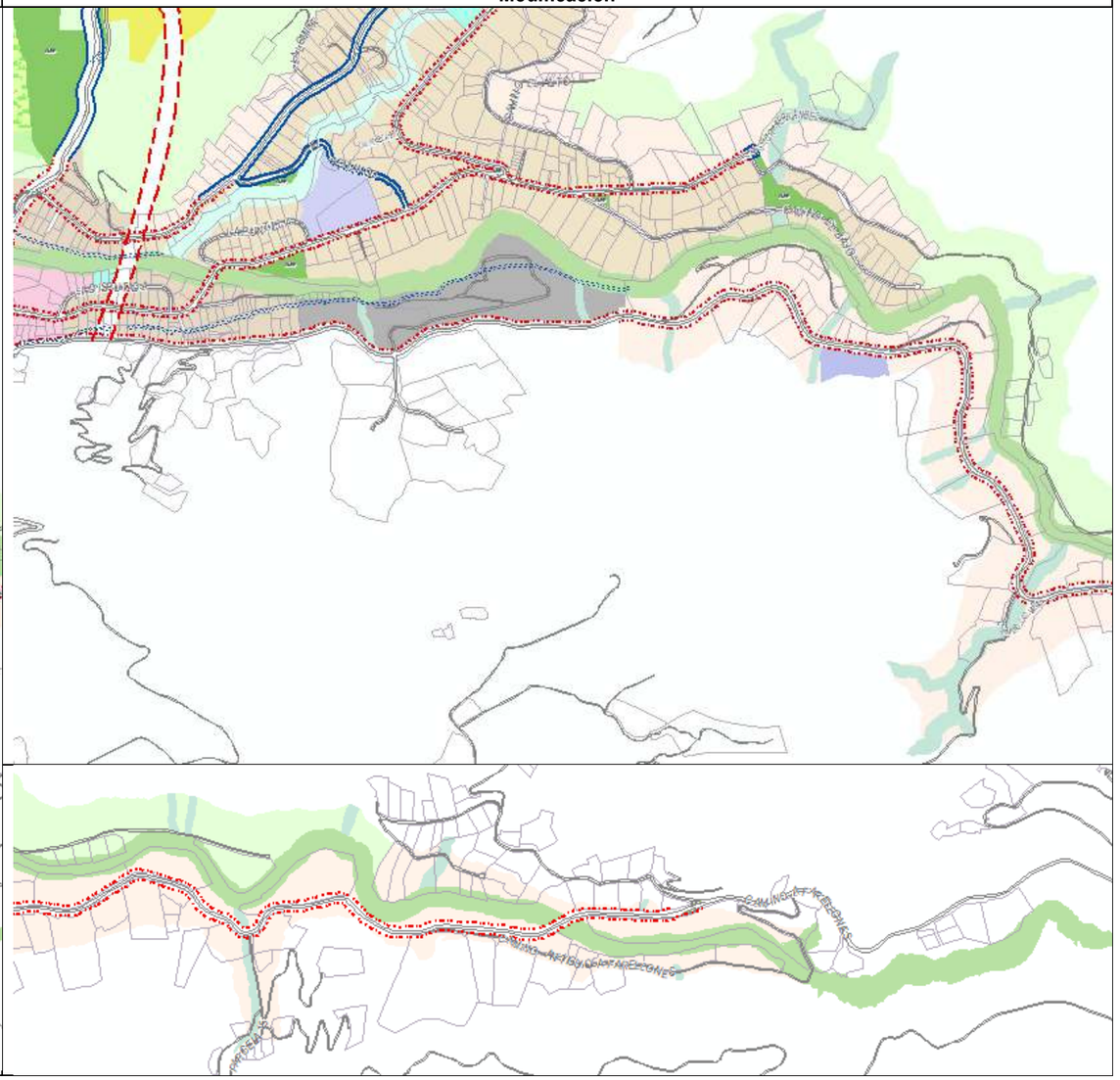
- Reducción de la cantidad de predios privados y viviendas construidas que cuentan, en su mayoría con permisos antiguos, y que resultan afectas a utilidad pública.

Ilustración 9-4 Reducción del Número de Predios al Interior del Parque Metropolitano



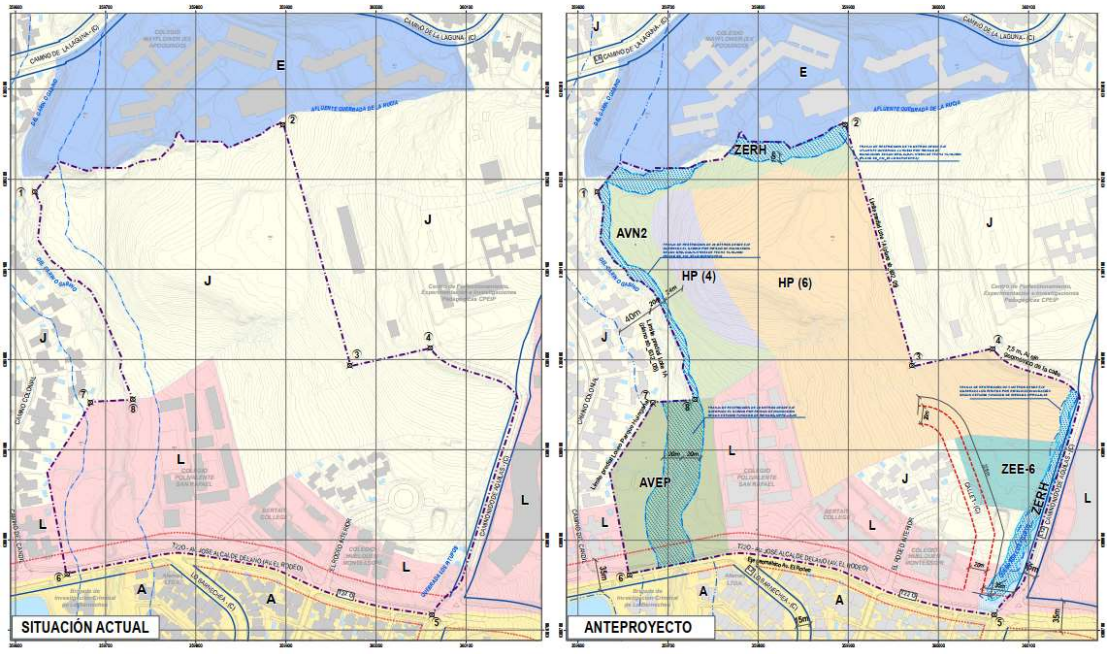
- Regulación de las zonas aledañas como Zonas de Desarrollo Controlado (ZHE-2-DC2 y ZHE-2-DC3), las que consideran una muy baja densidad que apunta únicamente al reconocimiento de las viviendas existentes (una por sitio) correspondientes a propiedades antiguas que colindan con la ribera del rio, las cuales, en un porcentaje no menor, cuentan con permisos de edificación recepcionados. Esta zona residencial de muy baja densidad, si bien considera en parte áreas de alto riesgo, éstas pueden ser mitigadas, conforme al Artículo 2.1.17 de la OGUC.

Ilustración 9-5 Ajuste al Parque Metropolitano Río Mapocho (sector cajones cordilleranos)

Propuesta Anteproyecto	Modificación
	

9.4.3 Ajustes en Función de la Modificación MPRC-LB-30

La modificación MPRC-LB-30 aprobada consideró un cambio en la zona J establecida por el PRC vigente, así como la incorporación de una apertura vial orientada a conectar el terreno donde se emplazará el proyecto de vivienda con Av. El Rodeo.



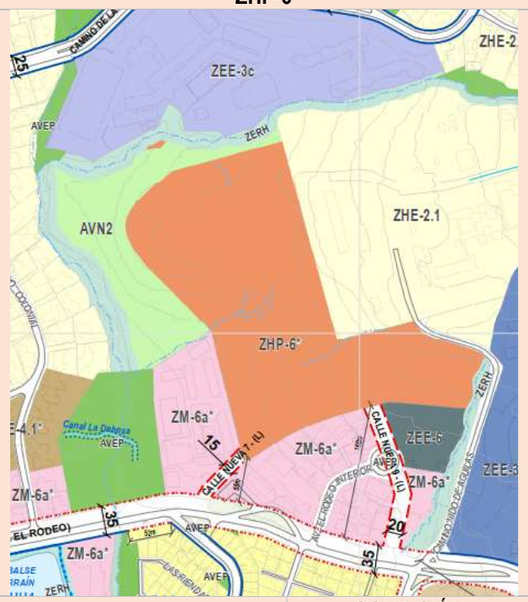
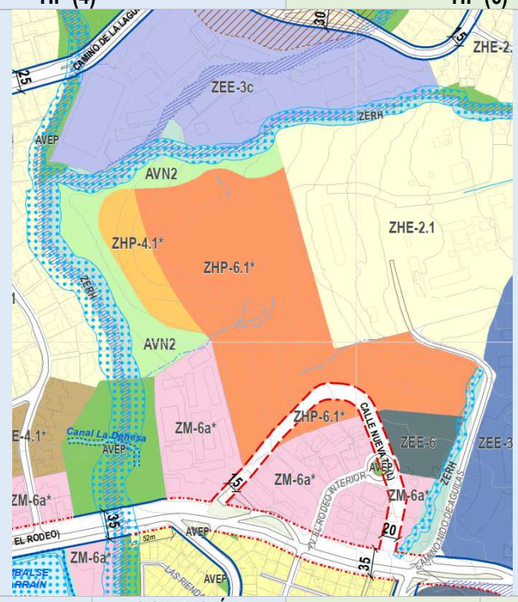
En función de lo anterior, se modifica la zona ZHP-6 inicialmente propuesta, dividiéndola en 2 nuevas subzonas (ZHP-6.1 y ZHP-4.1), lo que conlleva a una disminución de la densidad tanto en condición base como en condición con aplicación de incentivos. De igual forma, se reduce la zona de áreas verdes (AVN2) en 0,58 ha respecto de la superficie inicialmente considerada para este sector, mientras que la superficie de la zona ZEE-6 se mantiene y la zona residencial incrementa en 0,26 ha (ver imagen y cuadro siguiente).

Cuadro 9.4-1 Contraste de superficie entre zonas ZHP-6, HP (4) y HP (6)

Zona	Propuesta Anteproyecto	Modificación	Diferencia
ZHP-6 (ahora subzona ZHP-6.1)	7,11 ha	6,53 ha	**-0,58**
ZHP-4.1 (nueva subzona)	N/A	0,84 ha	**+0.84**
AVN2	2,10 ha	1,52 ha	**-0.58**
ZEE-6	0,61 ha	0,61 ha	0

Por último, desde el punto de vista de la vialidad, la modificación MPRC-LB-30 considera una apertura vial con una salida hacia Av. El Rodeo, la que se complementa en el presente ajuste al anteproyecto con una segunda salida hacia Av. El Rodeo y conexión entre ambas, lo que implica un incremento aproximado de 3.160 m2 en la superficie afecta a declaratoria de utilidad pública.

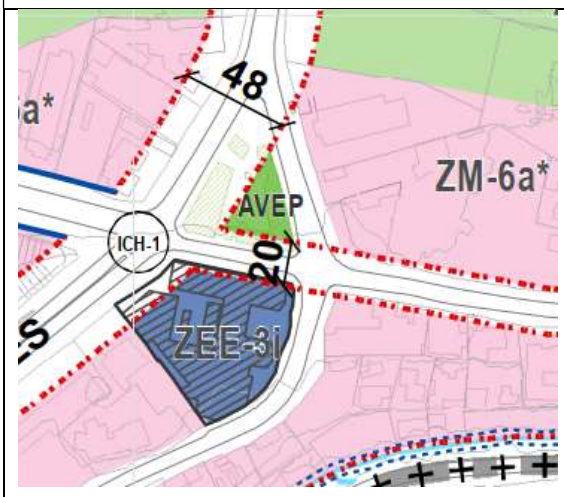
Cuadro 9.4-2 Contraste de normativa entre zonas ZHP-6, HP (4) y HP (6)

	Propuesta Anteproyecto		Modificación			
	ZHP-6		HP (4)		HP (6)	
					
NORMA	CONDICIÓN BASE	CONDICIÓN INCENTIVO	CONDICIÓN BASE	CONDICIÓN INCENTIVO	CONDICIÓN BASE	CONDICIÓN INCENTIVO
Densidad Bruta Máxima	420 hab/ha	800 hab/ha	43 hab/ha	300 hab/ha	43 hab/ha	350 hab/ha
Superficie de Subdivisión Predial Mínima	250 m2	250 m2	350 m2	350 m2	350 m2	350 m2
Sistema de Agrupamiento	Aislado	Aislado	Aislado	Aislado	Aislado	Aislado
Altura máxima de edificación	14 m (4 pisos)	21 m (6 pisos)	10,5 m (2 pisos)	14 m (4 pisos)	10,5 m (2 pisos)	21 m (6 pisos)
Coeficiente de Ocupación de Suelo	0,6	0,6	0,35	0,4	0,35	0,4
Coeficiente de Constructibilidad	1,5	2,4	0,42	2	0,42	2
Antejardín	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
Rasante y Distanciamiento	60° y 3 m	60° y 10 m	70° y 3 m con/sin vano en 1° y 2 pisos.	OGUC	70° y 3 m con/sin vano en 1° y 2 pisos.	OGUC
Adosamiento	OGUC	OGUC	OGUC	OGUC	OGUC	OGUC

9.4.4 Precisiones y modificaciones al Plan por parte del Órgano Responsable

Producto del proceso de revisión continua de antecedentes que desarrolla el Órgano Responsable del presente estudio de actualización, tanto por la revisión de antecedentes secundarios, como por los procesos de participación ciudadana, sumado a la actualización y precisión de los antecedentes utilizados para la elaboración del plan, se han efectuado ajustes tanto a la zonificación como a la vialidad que forman parte de la propuesta de Anteproyecto. Estos ajustes se enmarcan dentro de los Factores Críticos de Decisión considerados dentro del Diagnóstico Ambiental Estratégico, pudiendo ser clasificados de la siguiente forma:

a) Ajustes vinculados a FCD1: Lugares con Identidad y calidad de vida:

Propuesta Alternativa 3:	**Propuesta Anteproyecto Ajustado:**
Zonificación como Inmueble de Conservación Histórica de la casona San Enrique.	Posterior a la evaluación de la casona San Enrique descrita en el Diagnóstico Ambiental Estratégico mediante los criterios establecidos en la DDU 400, se determina que la casona no cumple con los requerimientos para ser declarado inmueble patrimonial, contando con las siguientes modificaciones sucesivas: Permiso de Edificación 900 año 1987, Regularización 4940 año 1987, Planos de instalación de calefacción marzo 1995, Plano Seccional MR-80, plano seccional PS-41, Plancheta de levantamiento aerofotogramétrico Fuerza Aérea de Chile Enero-Marzo 1988. Se zonifica como zona de equipamiento exclusivo ZEE-3i.
	

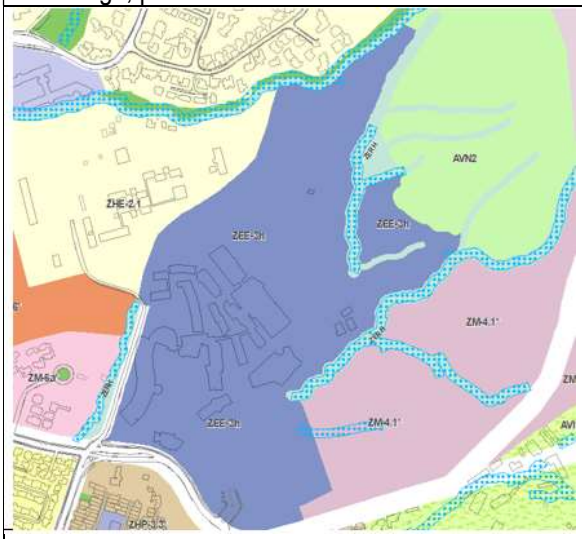
b) Ajustes vinculados a FCD2: Resguardo Ambiental y Paisajístico

- **Cerro El Zorro**

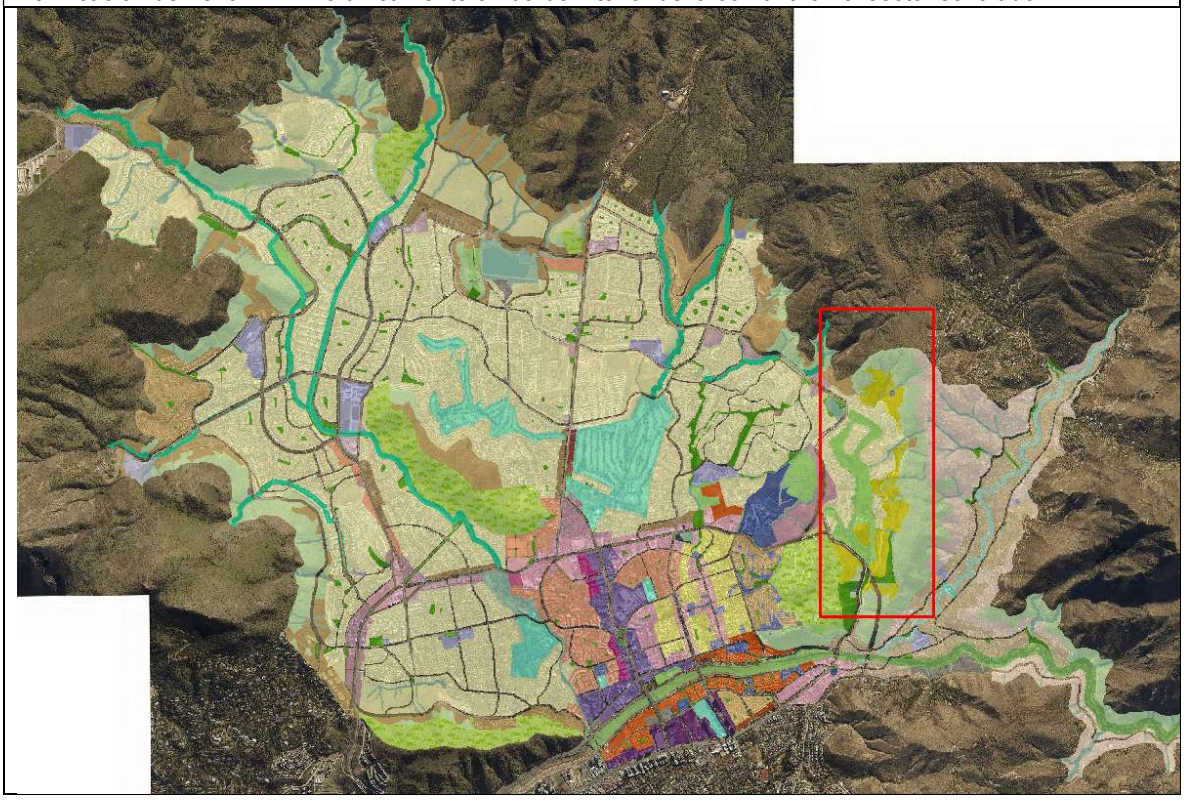
Propuesta Alternativa 3:	**Propuesta Anteproyecto Ajustado:**
El cerro El Zorro se encuentra normado con AVN1 y AVN2.	Posterior al plano interpretativo PRMS según ORD. N° 1991 del 24 julio 2023, detallado en el Diagnóstico Ambiental Estratégico, el cerro El Zorro queda normado como área verde de carácter metropolitano, regulada por el Art. 5.2.1 del PRMS. Esta normativa se asimila a AVN2 en la propuesta del plan.
	

-Precisión de límites Zona ZERH:

En base a la precisión del estudio de Riesgos actualizado a Octubre 2023, se determina el criterio para las zonas de Recurso Hídrico: Se mantiene el Riesgo AR1v (Área de riesgo de inundación por desborde de cauces), incluso en los tramos con cauces entubados reconocidos por la Dirección de Obras Hidráulicas; pero se ajusta la zona ZERH a los cauces principales.

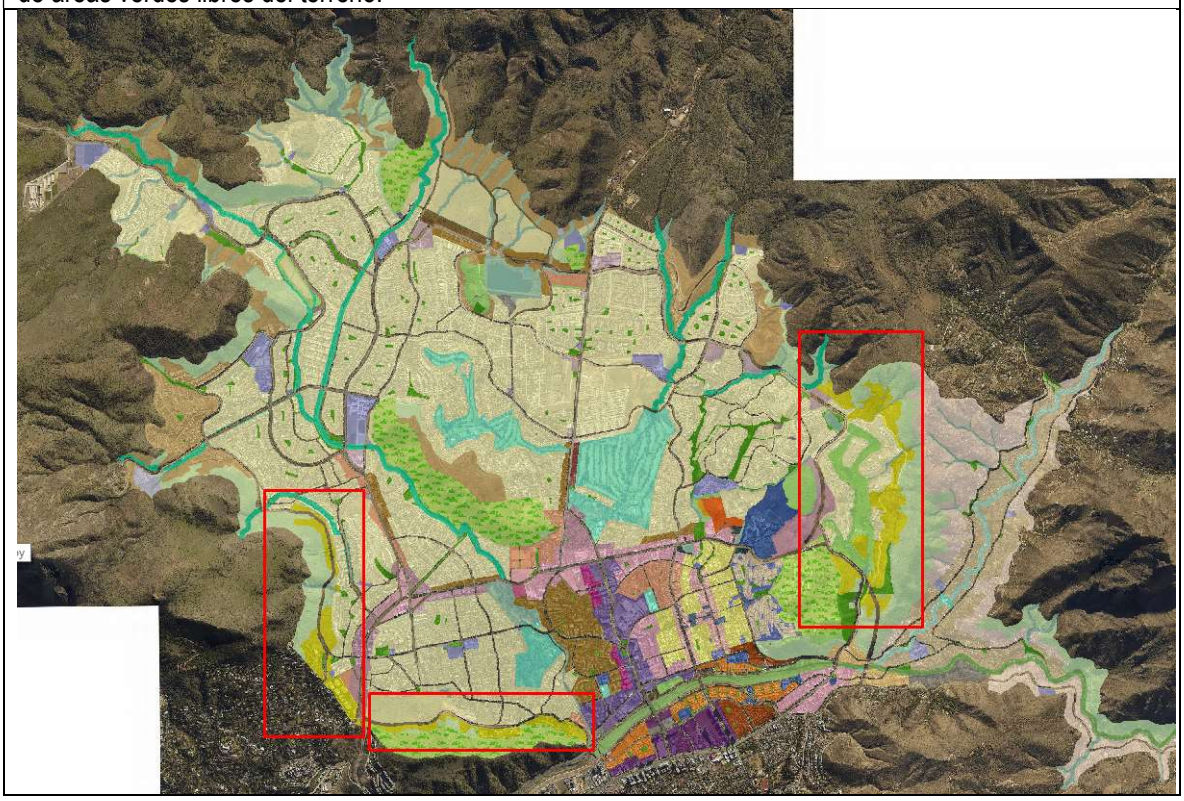
Propuesta Alternativa 3:	**Propuesta Anteproyecto Ajustado:**
ZERH en áreas mayores al área definida como área de Riesgo, presente en cauces menores.	Ajuste de ZERH a cauces principales con el fin de proteger el recurso hídrico
	

c) Ajustes vinculados a FCD3: Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad

Propuesta Alternativa 3:
Zonificación de Zona ZHE-2.3 únicamente en borde interior de la comuna en el sector señalado.


Propuesta Anteproyecto Ajustado:

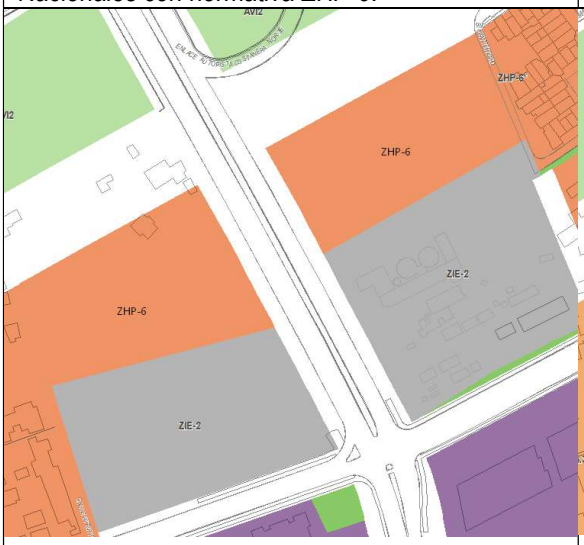
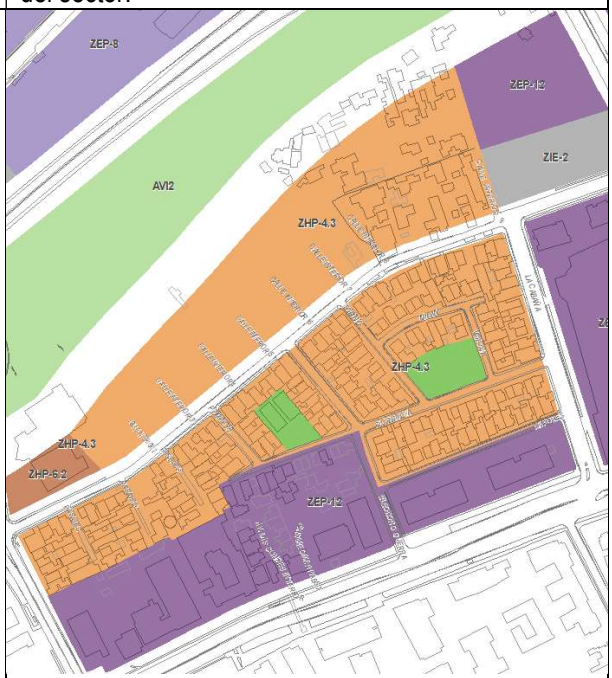
Posterior a las diferentes solicitudes recibidas en los talleres de participación temprana del Anteproyecto, se adopta un criterio común de planificación en las zonas urbanas de la comuna que posean la situación de "borde interior" tanto como con las comunas de Vitacura y Las Condes, y dentro de la misma comuna, en el caso del sector de Valle Escondido. La urbanización de estas zonas, anteriormente con zona J (43 hab/ha) y zona K (19 hab/ha), queda ajustada a una densidad baja y con norma Habitacional Exclusiva de 30 hab/ha como norma base. Estas condiciones normativas pueden aumentarse a 60 hab/ha, condicionado al cumplimiento de incentivos normativos, baja ocupación de suelo y la presentación de Proyecto de Tratamiento Urbano Exterior sujeto a aprobación municipal, incluyendo una propuesta paisajística y manejo de áreas verdes libres del terreno.

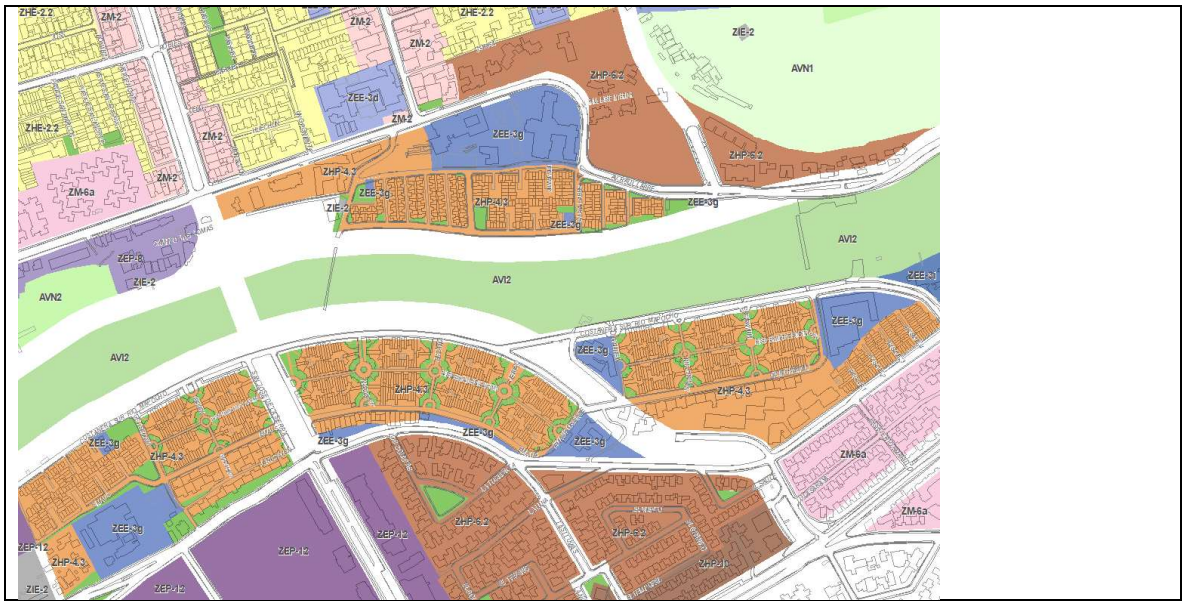


d) Ajustes vinculados a FCD4: Integración Socioespacial y Socioeconómica

En el marco de la Ley de Integración Social en la planificación urbana, gestión de suelo y plan de emergencia habitacional, una de las exigencias solicitadas a los instrumentos de planificación, es incorporar territorios dentro del plan para dar cabida a viviendas de interés público.

El déficit habitacional de la comuna de Lo Barnechea se estima acumulado para el año 2021 en 2.336 viviendas, de acuerdo al estudio realizado por Urbanismo Social y Déficit Cero (2022). Por tanto, respondiendo a esta necesidad de la comuna, los ajustes incorporados dentro de este apartado, apuntan a generar estrategias y dar factibilidad normativa a proyectos enmarcados en el plan de emergencia habitacional, adicionales a la modificación MPRC-LB-30 Nido de Águilas descrita anteriormente:

Propuesta Alternativa 3:	**Propuesta Anteproyecto Ajustado:**
Terrenos de propiedad del Ministerio de Bienes Nacionales con normativa ZHP-6.	Cambio de zona de ZHP-6 a ZEP-12 en terrenos indicados.
	
Propuesta Alternativa 3:	**Propuesta Anteproyecto Ajustado:**
Sector zonificado con norma ZHP-6 (420 hab/ha, 650 hab/ha con incentivo)	Disminución de Densidad en Sector de La Ermita y Juan Pablo II a norma ZHP-4.3 (350 hab/ha y 500 hab/ha con incentivo) la gentrificación y desplazamiento de los habitantes al otorgar una norma más atractiva, pero permitir el desarrollo de iniciativas municipales que permitan regenerar el entorno y generar proyectos para radicar a las familias del sector.
	

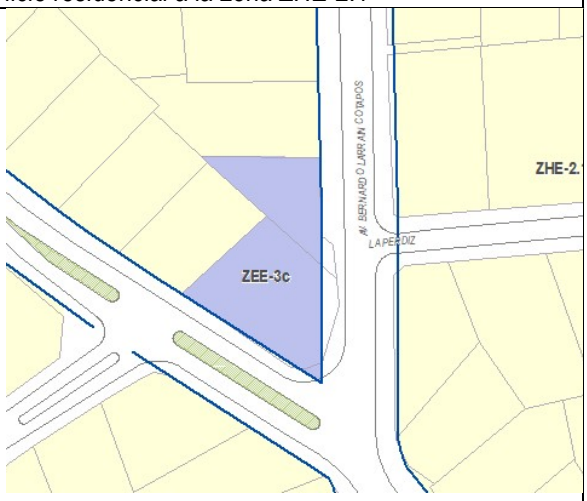


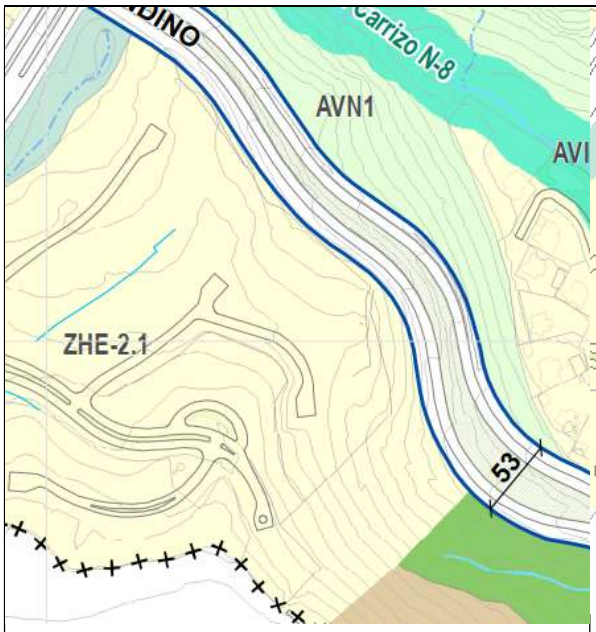
- Revisión de equipamientos existentes e incorporación de éstos al plan:

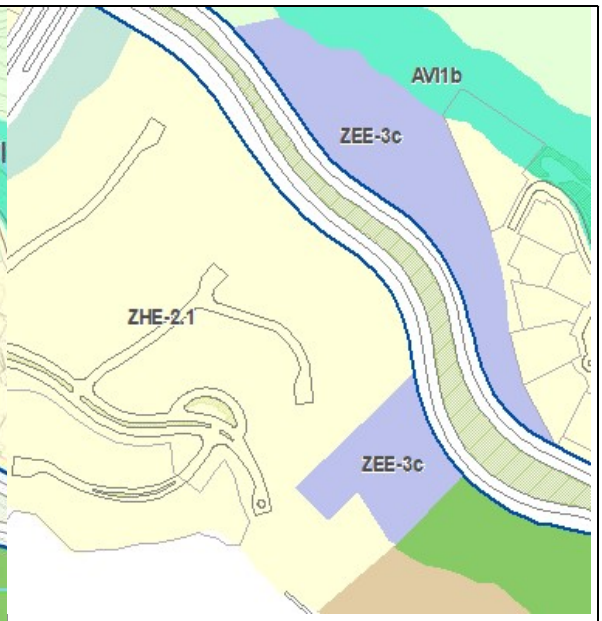
Dentro de los ajustes realizados en la etapa, se incorporan como zona de equipamiento exclusivo, los terrenos municipales existentes con norma ZEE-3, ZEE-4 y ZEE-6 para propiciar focos de desarrollo de equipamiento y servicios a la comunidad:

ZEE_Alternativa 3	ZEE_ Anteproyecto	Diferencia
107,06 ha	121,03 ha	13,98 ha

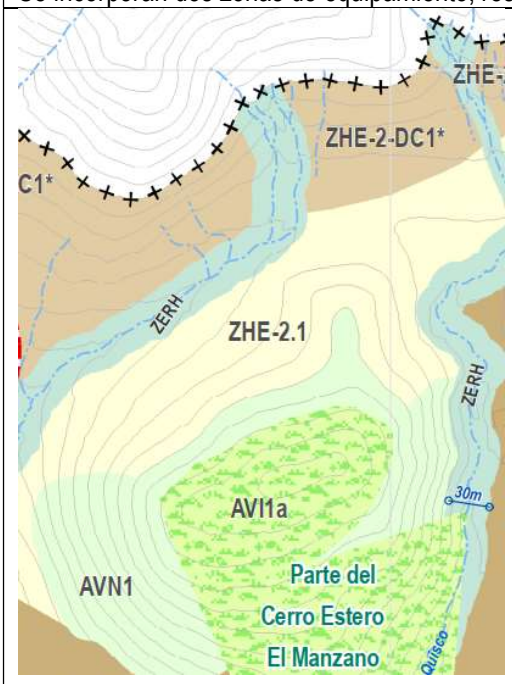
Incorporación de terrenos de dominio municipal dentro del plan como equipamiento exclusivo:

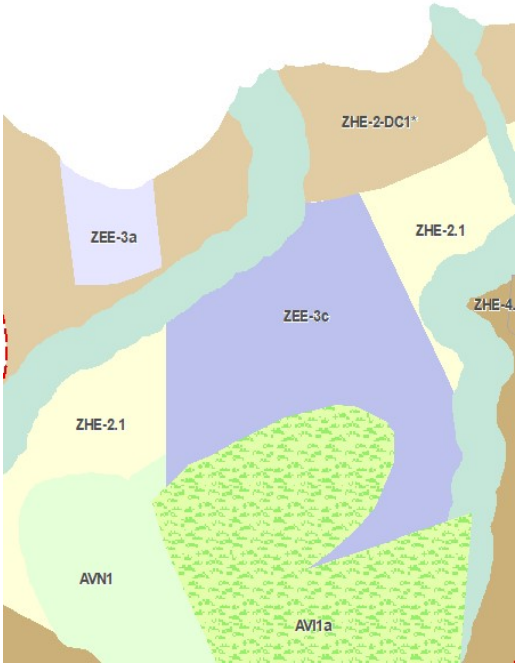
Propuesta Anteproyecto	Propuesta Anteproyecto Ajustado
Se incorpora un predio a zona ZEE-3c, restando superficie residencial a la zona ZHE-2.1	
	
Propuesta Anteproyecto	**Propuesta Anteproyecto Ajustado**
Se incorporan 2 zonas de equipamiento ZEE-3c, reduciendo en 1,48 ha el área verde AVN1.	



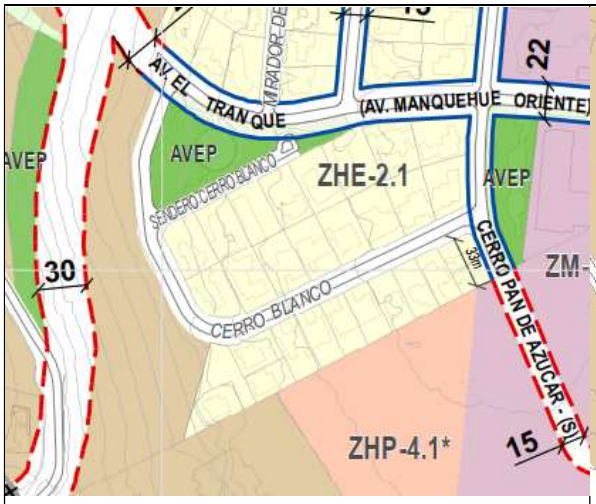


Se incorporan dos zonas de equipamiento, restando superficie a la ZHE-2-DC1, ZHE-2.1 y AVN1.



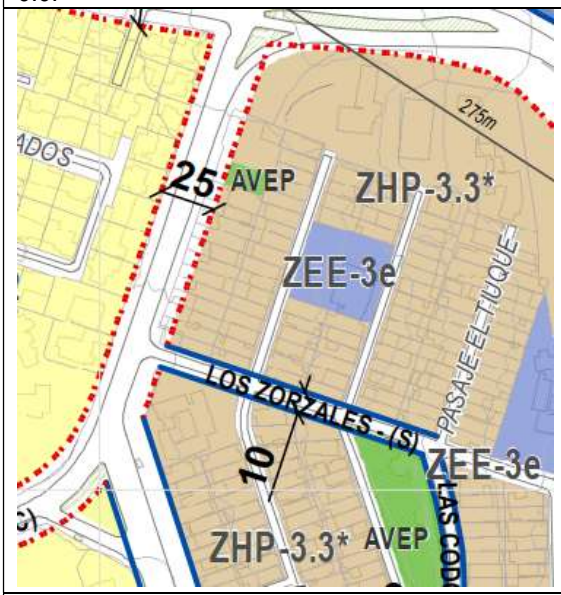


Se incorpora una zona de equipamiento ZEE-3c restando superficie residencial a la ZHE-2-DC1





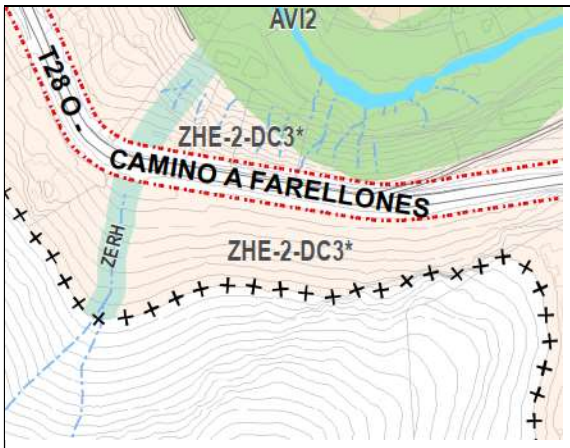
Se incorporan dos subzonas de equipamiento (ZEE-3e y ZEE-6) restando superficie residencial a la ZHP-3.3.

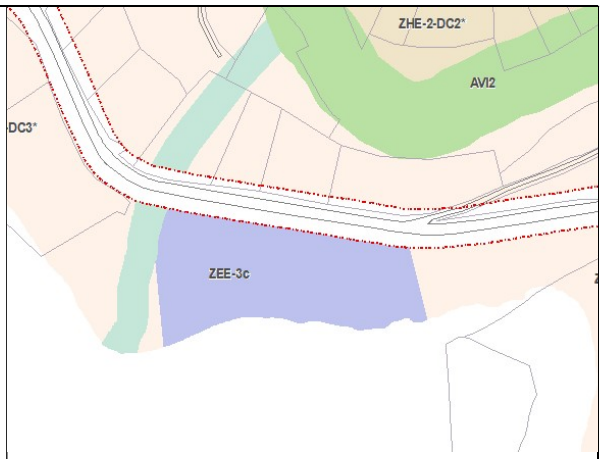




Propuesta Anteproyecto	**Propuesta Anteproyecto Ajustado**

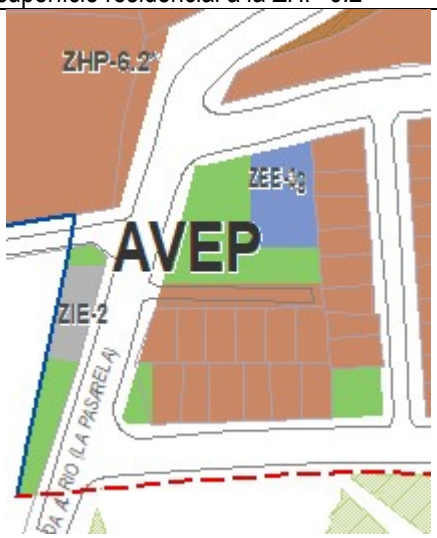
Se incorpora una zona de equipamiento ZEE-3c, restando superficie residencial a la ZHE-2-DC3



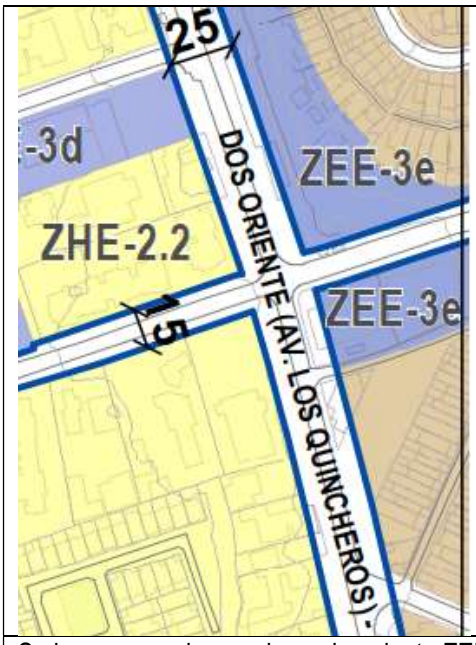


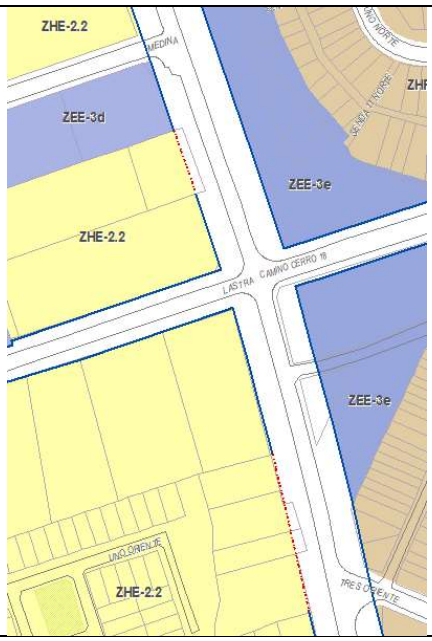
Se incorpora zona de equipamiento ZEE-3g restando superficie residencial a la ZHP-6.2



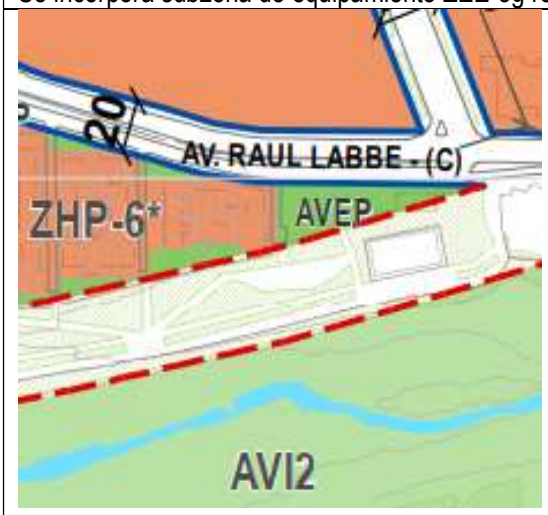


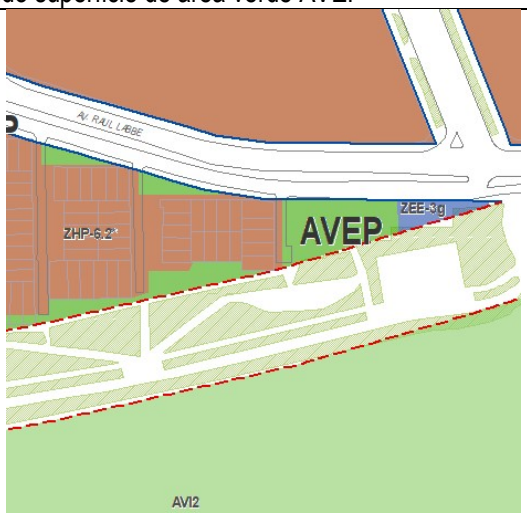
Se incorpora subzona de equipamiento ZEE-3e restando superficie residencial a la ZHP-3.3



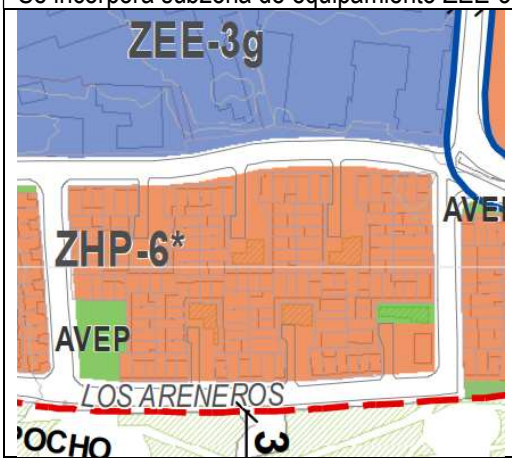


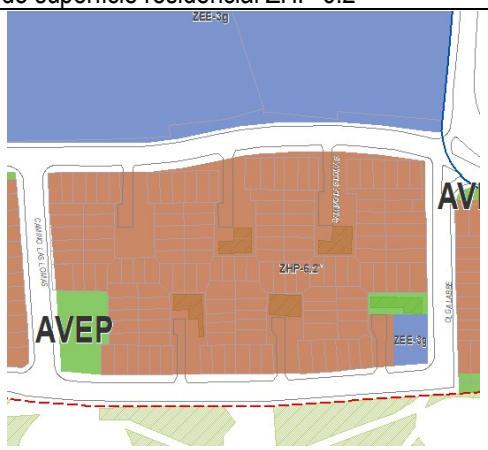
Se incorpora subzona de equipamiento ZEE-3g restando superficie de área verde AVEP





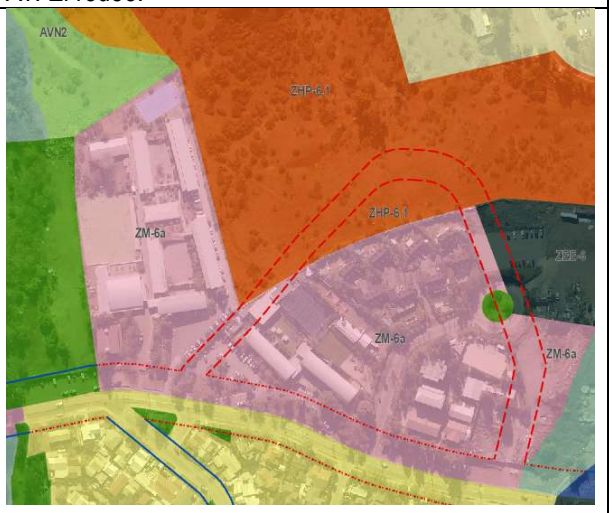
Se incorpora subzona de equipamiento ZEE-3g restando superficie residencial ZHP-6.2



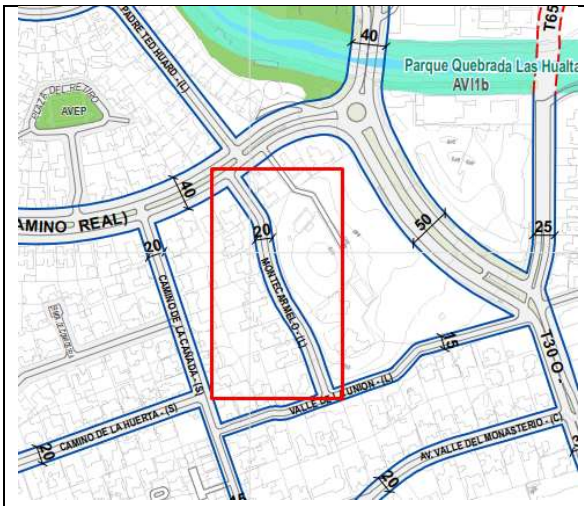
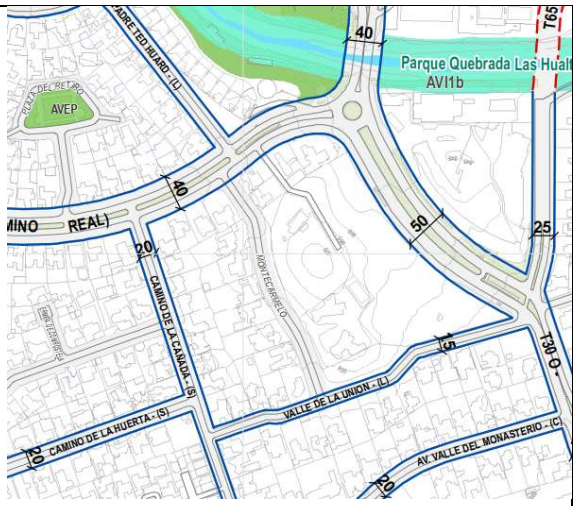


e) Ajustes vinculados a FCD5: Sistema de Movilidad Urbana Sostenible

-Dentro de los ajustes realizados para propiciar la movilidad sostenible, se debe considerar la apertura generada para otorgar acceso al terreno SERVIU que alojará el proyecto PUH Vista de Águila para viviendas de interés público.

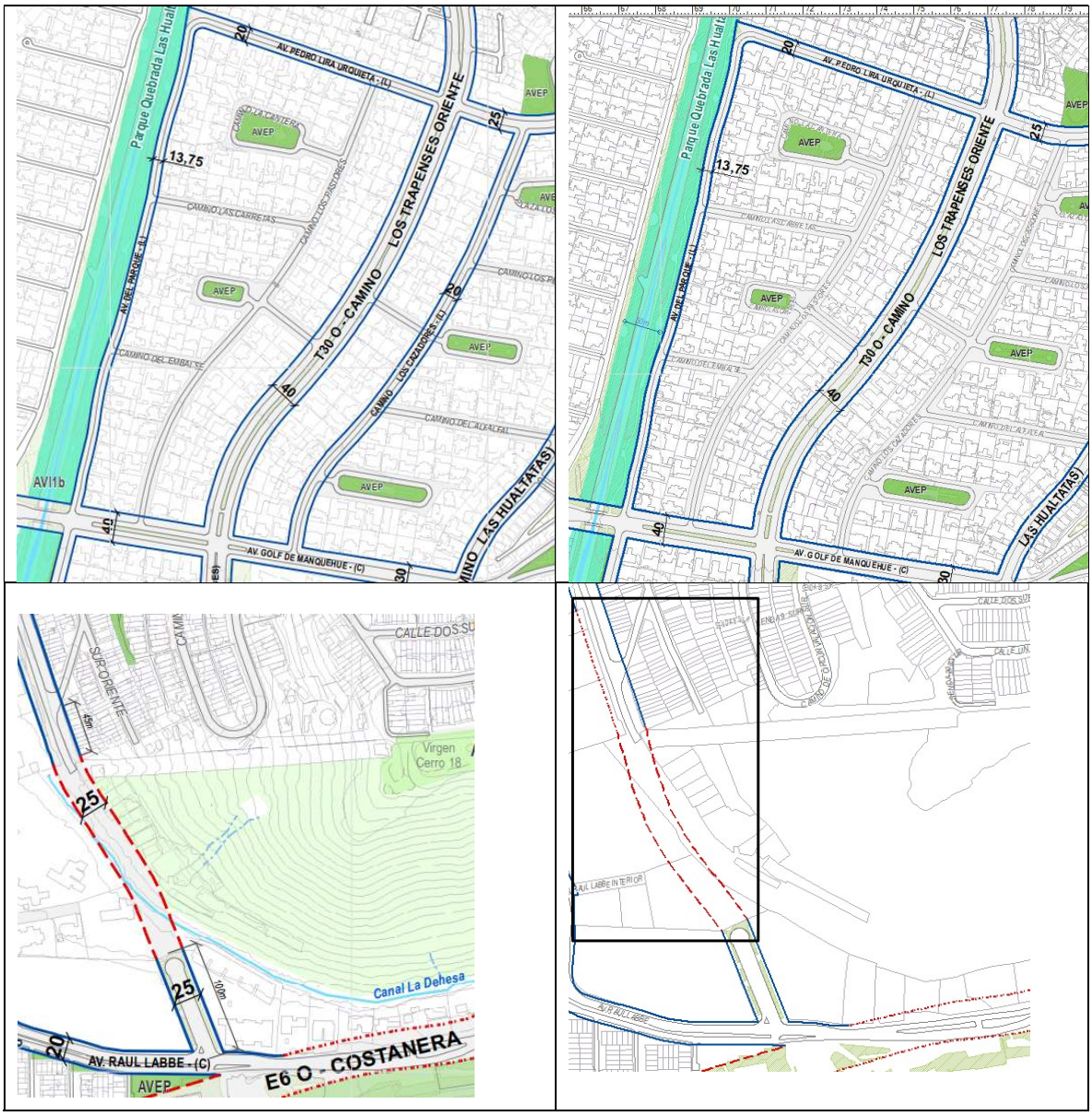
Propuesta Alternativa 3:	**Propuesta Anteproyecto Ajustado**
Se contempla la apertura de la calle nueva 7 y calle nueva 9, sin la afectación del terreno.	Apertura vial que se desprende de MPRC-LB-30, añadiendo dos conexiones del sector del proyecto con Av. El rodeo.
	

A continuación se identifican las vías comunales existentes que se optó por eliminar de la red vial estructurante del Plan, toda vez que no forman parte de la red de modelación empleada para el desarrollo del Estudio de Capacidad Vial.

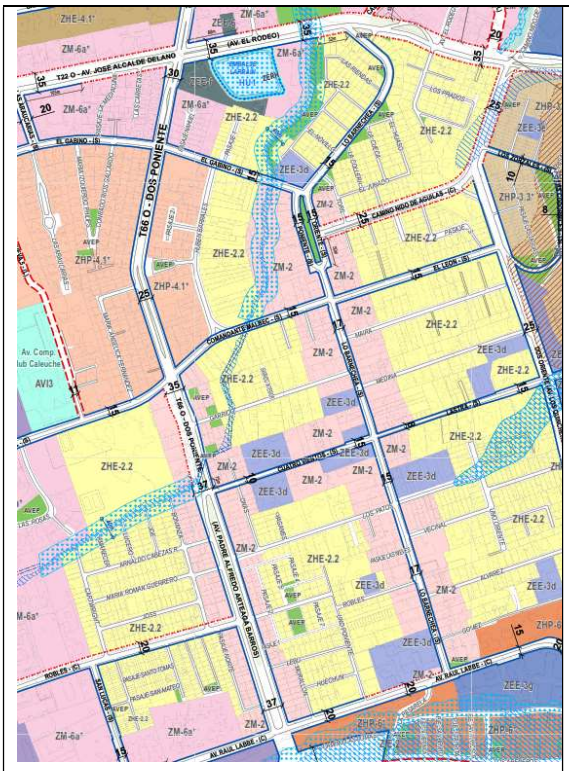
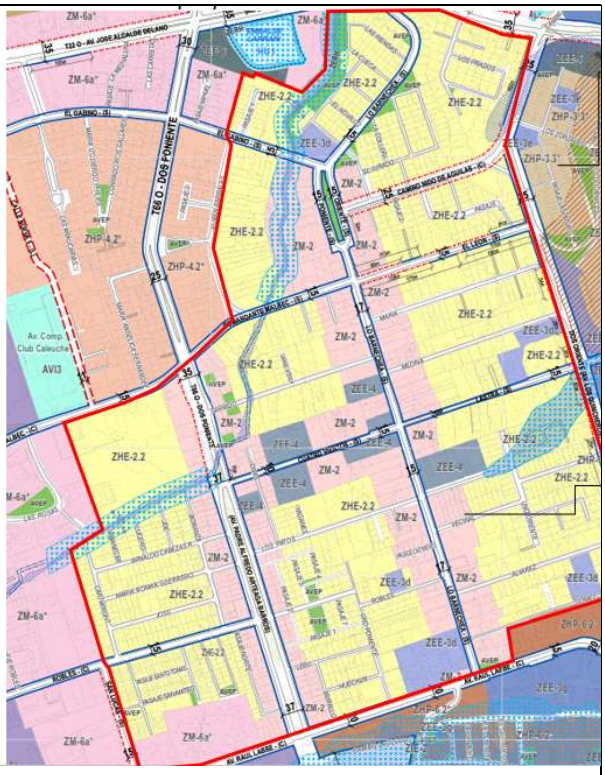

AVEP
LOS ZORZALES - (S)
E AGUILAS - (C)
PASAJE
EL LEON - (S)
PASAJE LAS TAGUAS
LAS CODORNICES - (S)
UNO NORTE
CAMINO DEL CORREGIDOR - (S)
T66 O - CAMINO
T22 O - AV. JOSE ALCALDE DELANO
LAS ARAUCARIAS - (S)
EL GABINO - (S)
PASAJE LA MEDIALUNA
LAS CARRETAS
ONIENTE
PASAJE LAS TAGUAS
PASAJE LAS CHUNCHO
PASAJE EL TIUQUE
LAS CODORNICES
T29 O - AV. PASEO PIE ANDINO
CALLE PARQUE - (L)


CAMINO LA CUMBRE - (S)
RIO SARMIENTO
RIO ROTTEN
RIO SIMME
PAYERNE
VALAIS
GINEBRA
VADUZ
RIBURGO
BLUDENZ
BERNA NORTE - (S)
BELLINZONA
AVEP
42
28
50
T29 O - AV. PASEO PIE ANDINO
T29 O - AV. PASEO PIE ANDINO
T15O - CAMINO LOS MILITARES
(CAMINO LAS HUALTATAS)
T14 O - VIA PANORAMICA
(AV. PANORAMICA SUR)
AVN1
AVN2
Parte del Cerro El Zorro
AVI1a



f) Ajustes vinculados a FCD6: Revertir el Deterioro

Propuesta Alternativa 3:	Propuesta Anteproyecto Ajustado
Posterior a los talleres de participación temprana del Anteproyecto y en sesiones de trabajo con el Concejo Municipal, se toma la decisión de planificación de mantener condiciones normativas de PRC Vigente en zona A, Pueblo Lo Barnechea, al tratarse de un sector con resistencia al cambio; para posteriormente realizar una modificación al Plan Regulador enfocada únicamente en ese polígono.	

	
Propuesta Anteproyecto	**Propuesta Anteproyecto Ajustado**

Cambio de zonificación de zona ZHP-3.1 a ZHP-6.2 y ZHP-10 en sector de Av. Las Condes. Esto surge a partir la solicitud de la comunidad tanto en los talleres de participación temprana del Anteproyecto, solicitudes y consultas y una segunda mirada a la interpretación realizada a las observaciones recibidas durante la consulta de la Imagen Objetivo del Plan. Únicamente 20 cartas (16% solicitan mantener la altura y densidad del sector) y 71 cartas (58% solicitan aumento de altura y densidad en el sector, incluyendo la junta de vecinos Los Prados de Maiecura).




ZEE-10
ZHP-3.1
ZHP-3
ZHP-8
ZEP-12


ZEE-10
ZHP-6.2
ZHP-6.3
ZHP-7.5
ZEP-12
ZHP-7.6
ZHP-7.7

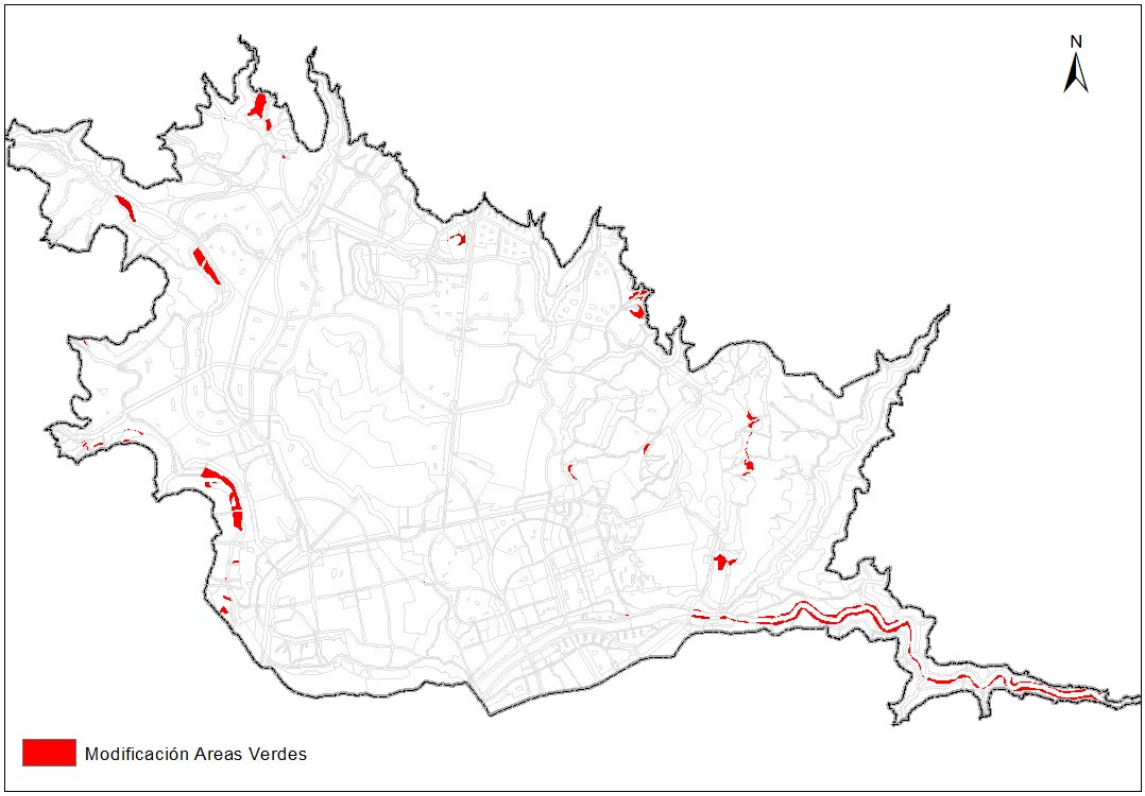
9.4.5 Síntesis de Modificaciones Sustanciales y Alteraciones a los Contenidos del Informe Ambiental

En función de los ajustes ejecutados a la propuesta de Anteproyecto a continuación se realiza el análisis según temática, a fin de determinar si constituyen una modificación sustancial de acuerdo con los criterios definidos en el Artículo 29 del Reglamento EAE, y si además se alteran los contenidos del informe ambiental según lo definido en el Art25 del mencionado Reglamento.

a) Ajustes a las áreas verdes

Tal como ha sido descrito previamente se realizaron una serie de ajustes a las áreas verdes del Plan que involucran la modificación en la delimitación de las Áreas Verdes Intercomunales de acuerdo con la interpretación del PRMS realizada por la SEREMI MINVU, junto con variados ajustes realizados a las áreas verdes del nivel comunal, lo que en suma generó una reducción de 33ha respecto de las áreas verdes inicialmente propuestas por el Anteproyecto. En la siguiente ilustración se observan los sectores donde ocurrieron los ajustes de áreas verdes.

Ilustración 9-6 Ajustes a las Áreas Verdes propuestas en la Opción de Desarrollo Recomendada en función de las modificaciones realizadas en el Anteproyecto



Fuente: Elaboración Propia

Considerando los criterios definidos en el Artículo 29 del Reglamento EAE, el ajuste previamente señalado **no constituye una modificación sustancial**, ya que la superficie de áreas verdes disminuye en un 3% de la propuesta de Anteproyecto inicialmente presentada, lo que se encuentra por debajo del 5% establecido en los criterios del mencionado artículo.

No obstante, estas modificaciones **si alteran los contenidos del informe ambiental** de acuerdo con lo definido en el artículo 25 del Reglamento EAE, debido a que la superficie de áreas verdes se consideró como criterio

para la evaluación de las alternativas en lo relativo al Resguardo Ambiental y Paisajístico (FCD-2) y la Gestión del Riesgo y Reducción de la Vulnerabilidad (FCD-3)

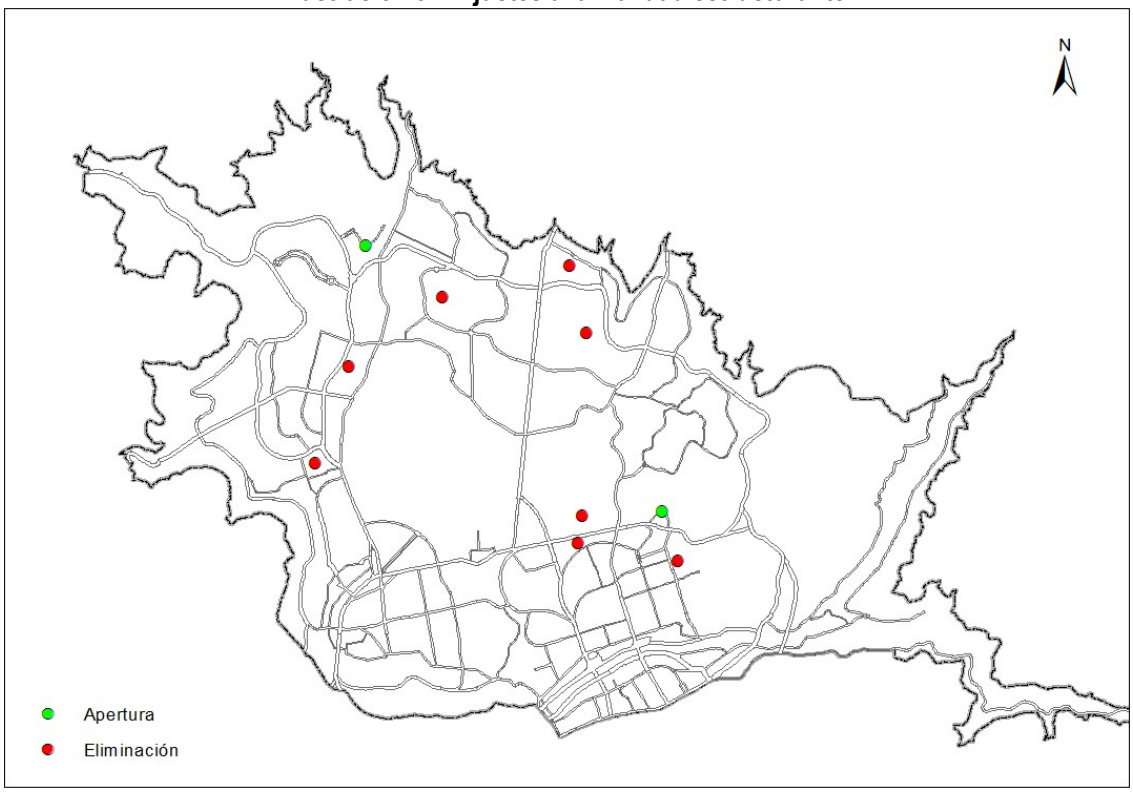
b) Ajustes a la vialidad estructurante

Respecto de los ajustes realizados en esta temática la mayoría de los ajustes correspondieron a la **eliminación de algunos trazados viales** que no formaron parte de la red de modelación empleada para el desarrollo del Estudio de Capacidad Vial. De acuerdo con los criterios establecidos en el Artículo 29 del Reglamento EAE, dichos ajustes **no constituyen modificaciones sustanciales**.

Sin embargo, como parte de la modificación MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas, se consideró una **apertura vial estableciendo una nueva declaratoria de utilidad pública de una vía colectora**, que no había sido considerada en la propuesta de Anteproyecto, lo que según los criterios del mencionado Artículo 29, **corresponde a una modificación sustancial.**

No obstante, **estas modificaciones al Anteproyecto no alteran los contenidos del informe ambiental**, que de acuerdo con la modelación de transporte realizada en el contexto de la modificación se concluyó que la incorporación de dicha vía no genera impactos significativos sobre la red vial.

Ilustración 9-7 Ajustes a la vialidad estructurante



Fuente: Elaboración Propia

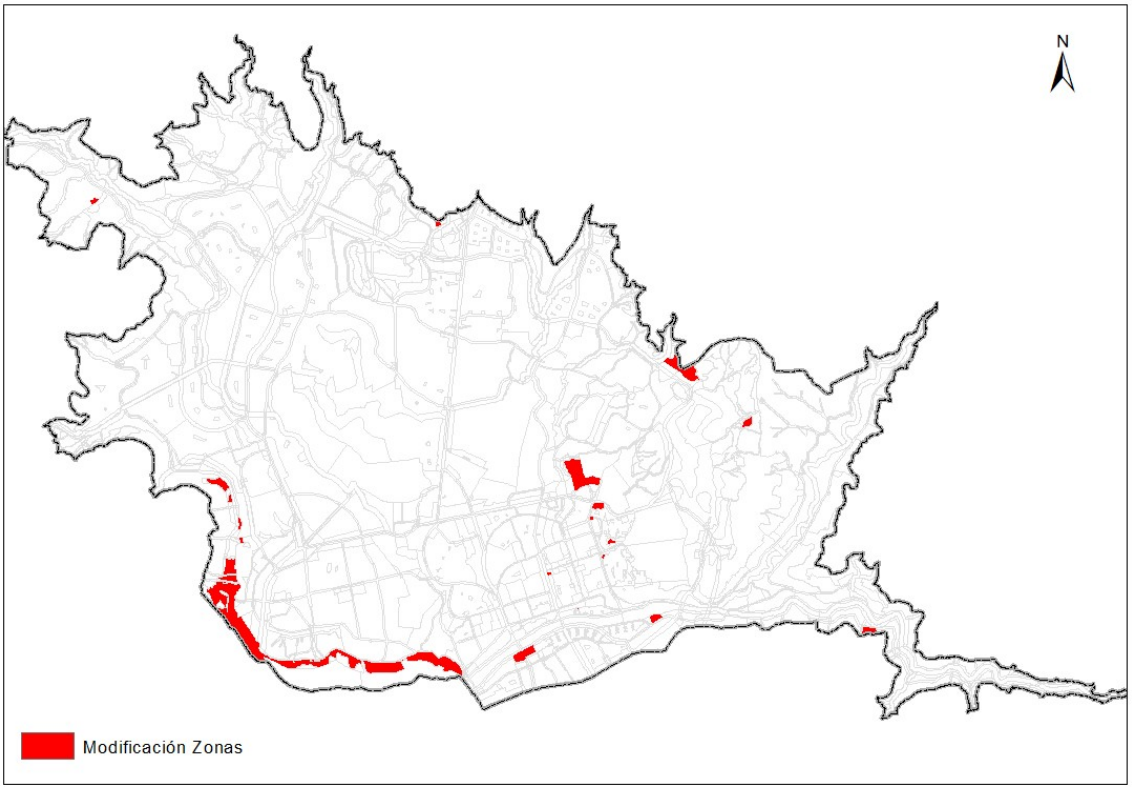
c) Ajustes de zonas que implican modificaciones en las normas urbanísticas de altura, densidad, coeficiente de ocupación y constructibilidad

De acuerdo con las modificaciones previamente descritas algunas refieren a la incorporación de zonas habitacionales preferentes, zonas mixtas de equipamiento, y zonas exclusivas de equipamiento ajustando la delimitación de otras zonas habitacionales exclusivas, preferentes y/o de desarrollo controlado, lo cual implica que a su vez se modifiquen las normas de edificación inicialmente propuestas. En la siguiente ilustración se observan los sectores donde ocurrieron este tipo de ajustes.

En este sentido **considerando las normas de altura y densidad**, se observa que si bien dichas modificaciones son puntuales y no cubren grandes superficies de igual forma modifican las mencionadas normas urbanísticas aumentando estos parámetros en proporciones que oscilan entre 30% y 100% de lo inicialmente propuesto, por lo cual **constituyen modificaciones sustanciales** de acuerdo a lo establecido en el artículo 29 del Reglamento EAE dado que se incrementa la Altura de edificación y la densidad por encima del 20%.

De igual forma **se alteran los contenidos del informe ambiental**, según lo establecido en el Artículo 25 del mencionado Reglamento, debido a que tanto la altura como la densidad se tomaron como criterios para realizar la evaluación de las opciones de desarrollo en lo relativo a Lugares con Identidad y Calidad de Vida (FCD-1), Gestión del Riesgo y Reducción de la Vulnerabilidad (FCD-3) y Regeneración y Renovación Urbana (FCD-6).

Ilustración 9-8 Ajustes de zonas que implican modificaciones en las normas urbanísticas de altura, densidad, coeficiente de ocupación y constructibilidad



Fuente: Elaboración Propia

En otros casos, como en la modificación MPRC-LB-30 Proyecto Nido de Águilas los ajustes en la altura de edificación y densidad de las zonas no constituyen modificaciones sustanciales debido a que opta por disminuir estos parámetros respecto de lo inicialmente normado, sin embargo, si se alteran los contenidos del informe

ambiental, ya que como se mencionó previamente estas normas se consideraron en la evaluación de las opciones de desarrollo.

En lo relativo a **Coeficiente de Ocupación y Constructibilidad los ajustes realizados también constituyen una modificación sustancial**, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 29 del Reglamento EAE, debido a que el aumento de estos parámetros sobrepasa en algunos casos más del 100% de la norma inicialmente definida. Sin embargo, **dichas modificaciones no alteran los contenidos del Informe Ambiental**, según lo establecido en el Artículo 25, ya que dichas normas urbanísticas no se consideraron dentro de los criterios para realizar la evaluación de las opciones de desarrollo.

Finalmente es importante aclarar que **el ajuste en la delimitación de algunas zonas y subzonas** como ZHE 2.1, ZHE 2.2, ZHE-2-DC1 y ZHE-2-DC3, para integrar zonas de mayor intensidad de uso y/u ocupación como zonas mixtas (ZM) y de equipamiento exclusivo (ZEE) si bien no se consideran modificaciones sustanciales, si **alteran los contenidos del Informe Ambiental**, debido a que la superficie tanto de las zonas residenciales exclusivas, desarrollo controlado, mixtas y de equipamiento exclusivo, se consideró en el cálculo de algunos indicadores que permitieron la evaluación de las opciones de desarrollo en lo relativo a Lugares con Identidad y Calidad de Vida (FCD-1), Resguardo Ambiental y Paisajístico (FCD-2), Gestión del Riesgo y Reducción de la Vulnerabilidad, (FCD-3), Sistema de Movilidad Urbana Sostenible (FCD-5) y Regeneración y Renovación Urbana (FCD-6)

d) Ajustes a los Inmuebles Patrimoniales

El ajuste realizado en este aspecto refiera a la eliminación de un Inmueble de Conservación Histórica, lo que acuerdo al Artículo 29 del Reglamento **EAE no constituye una modificación sustancial y tampoco altera los contenidos del Informe Ambiental**, ya que no fue un criterio considerado en la evaluación ambiental de las opciones de desarrollo relativo a Lugares con Identidad y Calidad de Vida (FCD-1).

9.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL ANTEPROYECTO

A partir de los ajustes previamente señalados, se realiza la Evaluación del Anteproyecto, considerando aquellos aspectos que resultaron en modificaciones que alteran los contenidos del Informe Ambiental respecto de evaluación realizada a la Opción de Desarrollo Recomendada o Alternativa 3.

En el cuadro de evaluación que se presenta a continuación muestra el comportamiento ambiental del Anteproyecto respecto de las demás Opciones de Desarrollo propuestas. Cabe anotar que la metodología y los criterios aplicados son los mismos ya descritos previamente al inicio del presente capítulo. Para ello se aplica la misma escala de evaluación inicialmente propuesta, mediante la cual se asigna el valor 1, 0 o -1 de manera de establecer una prelación o prioridad entre los atributos evaluados. Posteriormente se realizó una evaluación parcial por cada Factor Crítico de Decisión a partir de la suma de los criterios evaluados para cada Opción de Desarrollo.

A continuación, se presenta la evaluación del Anteproyecto comparada con la realizada a las demás Opciones de Desarrollo Incluida la Opción de Desarrollo Recomendada, en función de la cual se realizaron las modificaciones previamente descritas, incluyendo en la tabla una columna denominada “Cambios Sustanciales” en la que se indica con la palabra “SI” los criterios que resultaron alterados como producto de las modificaciones realizadas. Mientras con la palabra “NO”, se indican aquellos criterios de evaluación que, aunque pudieron resultar ajustados no corresponden a modificaciones sustanciales, o los criterios que no tuvieron cambios.

FCD		Preguntas	Criterio	Cambios Sustanciales	Indicador	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Anteproyecto	Alt 1	Alt 2	Alt 3	ANPY
FCD 1	Calidad de Vida	¿Qué Alternativa controla mejor la huella ecológica?	Intensidad de ocupación y grado de urbanización en borde urbano no consolidado. Efectos sobre el patrón de consumo hídrico	SI	Proporción superficie zona ZH2 / superficie zonas ZDC	27 ha zona ZH2 / 404 ha zonas ZDC = 0,06	81 ha zona ZH2 / 511 ha zonas ZDC = 0,16	36 ha zona ZH2 / 273 ha zonas ZDC = 0,13	205 ha zona ZH2 / 241 ha zonas ZDC = 0,85	1	-1	0	-1
			Cabida de Población en el borde urbano	SI	N° de habitantes proyectados en zonas del borde urbano	12944 habitantes	20648 habitantes	16476 habitantes	21580 habitantes	1	-1	0	-1
			Consumo hídrico por áreas verdes mantenidas	SI	Superficie de áreas verdes /espacio público mantenidas en relación a las zonas de uso preferentemente residencial	5,3 ha	16,3 ha	7,2 ha	41ha	1	-1	0	-1
			Eficiencia en cuanto al consumo de agua según intensidad de ocuapción propuesta para la totalidad del área urbana	NO	Densidad promedio bruta en área urbana Lo Barnechea	81 hab/ha	93 hab/ha	90 hab/ha	84 hab/ha (156 hab/ha)	-1	1	0	0
		Cual Alternativa genera menos fricción en relación barrios exclusivos	Propuesta de zonas mixtas en zonas de uso residencial exclusivo según PRC vigente (C2, H, I, J, J1, J2, K, L1, O)	NO	Patron de Distribución de las zonas mixtas en relación a zonas de usos residencial exclusivo	Subcentros	Corredores	Subcentros Extendidos	Subcentros Extendidos	-1	1	0	0
	Identidad	¿Cuál Alternativa establece mejores condiciones urbanísticas compatibles con los valores asociados a la identidad?	Nivel de intervención en barrios de valor de identidad (Pueblo Barnechea y San Enrique) según cambios en: **Densidad** Densidad Prom. Observada Pueblo de Lo Barnechea= 161hab/ha Densidad Prom. Observada Entorno Plaza San Enrique= 101 hab/ha	NO	Densidad Prom. Proyectada	Pueblo de Lo Barnechea: 358 hab/ha Entorno Plaza San Enrique: 248 hab/ha	Pueblo de Lo Barnechea: 365 hab/ha Entorno Plaza San Enrique: 348 hab/ha	Pueblo de Lo Barnechea: 284 hab/ha Entorno Plaza San Enrique: 163 hab/ha	Pueblo de Lo Barnechea: 361 hab/ha Entorno Plaza San Enrique: 195 hab/ha	0	-1	1	0
			Altura de edificación Altura prom Observada (N° Pisos) Pueblo de Lo Barnechea= 2 Altura prom Observada (N° Pisos) Entorno Plaza San Enrique= 3	NO	Altura Prom. Propuesta (N° Pisos)	4 pisos	5 pisos	2 pisos	3 pisos	0	-1	1	0
			Distribución Porcentual de usos de suelo no residenciales Pueblo de Lo Barnechea= Res 68% - No residenciales 32% Entorno Plaza San Enrique= Res66% No residenciales 34%	NO	Distribución Porcentual de usos no residenciales	Pueblo de Lo Barnechea=38% Entorno Plaza San Enrique= 41%	Pueblo de Lo Barnechea=41% Entorno Plaza San Enrique= 43%	Pueblo de Lo Barnechea=36% Entorno Plaza San Enrique= 40%	Pueblo de Lo Barnechea=31% Entorno Plaza San Enrique= 33%	0	-1	1	1
									Evaluación Parcial FCD 1	**1**	**-4**	**3**	**-2**
FCD 2	Resguardo Valores Naturales	¿Qué Alternativa considera mejores condiciones urbanísticas que resguarden e integren los valores naturales existentes?	Criterio de gradualidad de ocupación de la urbanización en territorios con pendientes sobre el 20% (OGUC)	NO	Densidad propuesta en Zonas de Desarrollo Controlado	ZDC 1 = 16hab / ha ZDC 2 = 8 hab/ha - ZM-DC = 8 hab/ha ZDC 3 = 4 hab/ha	ZDC 1 = 16 hab/ha - ZMDC =16 hab/ha ZDC 2 = 8 hab/ha	ZDC 1 = 16hab / ha ZDC 2 = 8 hab/ha - ZM-DC = 8 hab/ha ZDC 3 = 4 hab/ha	ZDC 1 = 19 hab / ha ZDC 2 = 19 hab/ha ZDC 3 = 8 hab/ha	1	-1	1	1
			Afectación de Áreas de Relevancia Ecológica Paisajística	NO	En sectores de borde urbano: Proporción sup. áreas verdes / sup ZDC	624 ha área verde =**0,85** 729 ha ZDC	452 ha área verde =**0,54** 829 ha ZDC	748 ha área verde =**1,28** 583 ha ZDC	546 ha área verde =**1,03** 527 ha ZDC	0	-1	1	0
			Afectación Paisajística en Cerros Islas producto de la Urbanización	NO	% de zonas áreas verdes % Zonas de Desarrollo Controlado	69% 8%	54% 21%	69% 8%	69% 8%	1	-1	1	1
			Huella ecológica: Agua para riego	NO	% de áreas verdes nuevas	12%	6%	14%	8%	0	1	-1	1
									Evaluación Parcial FCD 2	**2**	**-2**	**2**	**3**

FCD		Preguntas	Criterio	Cambios Sustanciales	Indicador	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Anteproyecto	Alt 1	Alt 2	Alt 3	ANPY
FCD 3	Reducción de la vulnerabilidad	¿Como se ven reflejadas en las Alternativas las áreas de susceptibilidad?	Estrategia de Ocupación de las áreas de susceptibilidad	NO	% de área verde	47%	35%	53%	43%	0	-1	1	0
					% Zonas de Desarrollo Controlado	35%	44%	28%	25%				
		¿En qué medida se diferencia el criterio de restricción a la ocupación respecto del criterio de condicionamiento a la ocupación en las áreas de susceptibilidad?	Exposición según estrategia de ocupación en áreas de susceptibilidad	NO	Densidad promedio proyectada en áreas de susceptibilidad	18 hab/ha	24 hab/ha	18 hab/ha	22 hab/ha	1	-1	1	0
			Incidencia del riesgo de incendio según estrategia de ocupación en áreas de susceptibilidad	NO	porcentaje de zonas urbanizables en bordes de contacto urbano -rural (precordillerano)	40%	55%	20%	35%	0	-1	1	0
	Gestión del Riesgo	¿Qué alternativa propone una mejor gestión del riesgo?	Evacuación en áreas de susceptibilidad con dificultad de acceso	NO	N° de habitantes proyectados en cajones cordilleranos	5000 habitantes	5500 habitantes	4900 habitantes	5850 habitantes	0	-1	1	-1
									Evaluación Parcial FCD 3	**1**	**-4**	**4**	**-1**
FCD 4	Cohesión e Integración Social	¿Qué Alternativa promueve la Integración social?	Oferta Residencial diversificada (nuevos hogares en densidades medias y altas)	NO	Proporción N° hogares media-alta densidad / N° hogares baja densidad	4.479 hogares / 2.435 hogares = 1,8	5.443 hogares / 3.633 hogares = 1,5	5.410 hogares / 2.199 hogares = 2,5	5.410 hogares / 2.199 hogares = 2,5	0	-1	1	1
	Acceso equitativo a servicios y equipamientos	¿Qué Alternativa establece mejores condiciones para el acceso equitativo a bienes públicos urbanos?	Acceso en modo caminata a servicios y equipamientos	NO	Estrategia de distribución de las centralidades	Subcentros	Corredores	Subcentros Extendidos	Subcentros Extendidos	-1	1	0	0
				NO	% vivienda/ %equipamiento	73% vivienda 27% equipamiento	71% vivienda 29% equipamiento	73% vivienda 27% equipamiento	73% vivienda 27% equipamiento	-1	1	-1	-1
									Evaluación Parcial FCD 4	**-3**	**2**	**0**	**0**
FCD 5	Oferta de conectividad	¿Cuál Alternativa promueve una distribución equilibrada de usos no residenciales en el territorio?	Nivel de especialización de las zonas en usos no residenciales	NO	Proporción Sup. Propuesta Usos No residenciales / Sup. Propuesta Uso residencial	2.325.692 m2 usos no residenciales= 0,37 / 6.198.365 m2 uso residencial	2.768.318 m2 usos no residenciales= 0,41 / 6.799.007m2 uso residencial	2.382.891 m2 usos no residenciales= 0,37 / 6.368.930m2 uso residencial	2.767.511 m2 usos no residenciales= 0,36 / 7.651.670m2 uso residencial	-1	1	-1	-1
		¿Cuál Alternativa contribuye en mayor medida a la descongestión?	Reducción de flujo	NO	Estrategia de distribución de las centralidades	Subcentros	Corredores	Subcentros Extendidos	Subcentros Extendidos	-1	1	0	0
			Oferta de modos no motorizados	NO	m lineales de ciclovía propuesta	81.600 m	88.725m	117.700m	125.900m	-1	0	1	1
									Evaluación Parcial FCD 5	**-4**	**3**	**0**	**0**
FCD 6	Revertir el Deterioro	¿Cuál Alternativa promueve el cambio en sectores con potencial de transformación?	Nivel de intervención de sectores con potencial de transformación (ejes Av. Las Condes, Av. Arteaga y Av. El Rodeo) según: **Densidad:** Densidad Prom. Observada= 124 hab/ha	NO	Densidad Prom. Proyectada en sectores con potencial de transformación	384 hab/ ha	452 hab/ha	430 hab/ha	616 hab/ha	-1	1	0	1
			Altura de edificación Altura prom Observada (N° Pisos)= 2	NO	Altura Prom. Propuesta (N° Pisos)	6 pisos	7 pisos	7 pisos	6 pisos	-1	1	1	0
		¿Cuál Alternativa genera menor alteración en sectores deteriorados con resistencia al cambio?	Intensidad de ocupación en barrios deteriorados con resistencia al cambio (Pueblo de Lo Barnechea)	NO	Densidad Prom. Proyectada	358 hab/ha	365 hab/ha	284 hab/ha	361 hab/ha	0	-1	1	0
			Cambios de uso de suelo en barrios deteriorados con resistencia al cambio	NO	Proporción Sup. Propuesta Usos No residenciales / Sup. Propuesta Uso residencial	96.541 m2 uso no residencial / 156.851 m2 uso residencial = 0,6	106.14 m2 uso no residencial / 154.991 m2 uso residencial = 0,7	91.826 m2 uso no residencial / 165.192 m2 uso residencial = 0,6	91.826 m2 uso no residencial / 165.192 m2 uso residencial = 0,6	1	-1	1	1
									Evaluación Parcial FCD 6	**-2**	**1**	**2**	**2**

9.6 RESULTADO FINAL DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL ANTEPROYECTO

En función del resultado de la evaluación parcial realizada para cada Factor Crítico de Decisión, a continuación, se realiza la suma de dichos resultados parciales, asignando a este resultado los colores semáforo inicialmente establecidos en la metodología de evaluación a fin de evidenciar el comportamiento ambiental de cada Opción de Desarrollo y en específico de la propuesta de Anteproyecto.

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ANTPY
FCD 1	1	-4	3	-2
FCD 2	2	-2	2	3
FCD 3	1	-4	4	-1
FCD 4	-3	2	0	0
FCD 5	-4	3	0	0
FCD 6	-2	1	2	2
Evaluación Final por Opción de Desarrollo	**-5**	**-4**	**11**	**2**

A partir de este análisis se observa que la propuesta de Anteproyecto aparece como una de las Opciones de Desarrollo que presenta mejor evaluación respecto de los Factores Críticos de Decisión de las cuatro opciones evaluadas**. Es posible constatar que todas las modificaciones realizadas a la Alternativa 3 mediante la propuesta de Anteproyecto (ANTPY), no presenta un mayor riesgo dentro del rango evaluado para cada uno FCD de las distintas Alternativas.**

En virtud del análisis de las tendencias y el comportamiento de cada FCD, además de la información secundaria proporcionada para realizar los ajustes dentro de la etapa, es posible determinar que todos los cambios realizados en la propuesta de Anteproyecto se encuentran dentro de los parámetros de sustentabilidad propuestos por el Diagnóstico Ambiental Estratégico y no alteran las metas ambientales del plan.

Por tanto, todos los riesgos que dicha propuesta generan en algunos de los FCD, se encuentran adecuadamente abordados más adelante a través de las Directrices de gestión, planificación y gobernabilidad, de manera tal que **las decisiones de planificación planteadas en las modificaciones realizadas, se enmarcan dentro de los Criterios de Sustentabilidad y por lo tanto, no se ven comprometidas las metas ambientales.**

En el acápite a continuación se indican en detalle los riesgos y oportunidades identificados para esta propuesta de Anteproyecto, en función de los cuales se realizó el ajuste o reforzamiento de las Directrices de gestión, planificación y gobernabilidad inicialmente propuestas.

9.7 DIRECTRICES DE GESTIÓN, PLANIFICACIÓN Y GOBERNABILIDAD

De acuerdo con lo establecido en la Guía de orientación para el uso de la evaluación ambiental estratégica en Chile, las directrices identifican y formulan las principales acciones y propuestas para abordar los riesgos y oportunidades de la opción de desarrollo preferente.

No obstante, tal como fue descrito previamente la opción de desarrollo preferente fue modificada, mediante la propuesta de Anteproyecto, la cual a su vez ha sido sometida a distintas instancias de revisión y discusión, por lo tanto las Directrices de gestión, planificación y gobernabilidad, se definen en función de los riesgos y oportunidades de la última propuesta de Anteproyecto, considerando además los acuerdos establecidos por el

Concejo Municipal luego de hacer una revisión de las observaciones generadas en el marco de la Consulta Pública de Imagen Objetivo.

Cuadro 9.7-1 Directrices de Gestión, Planificación y Gobernabilidad PRC Lo Barnechea

FCD	Riesgos	Oportunidades	Directrices
FCD 1 Lugares con Identidad y Calidad de Vida	En cuanto a la **huella ecológica**, la propuesta Anteproyecto presenta riesgos que se asocian a su estrategia de ocupación en la que se permite una mayor proporción de zonas preferentemente residenciales en el borde urbano con un factor de incremento de 0,85 de zonas habitacionales exclusivas lo que implica un incremento en la cabida y densidad de población, así como una alta demanda de agua, para riego y consumo para la población. Pese a ello la densidad promedio bruta del área urbana (84hab/ha) se mantiene relativamente baja lo que es menos eficiente en relación a al consumo de agua para la totalidad del área urbana En lo referente a **barrios exclusivos** el Anteproyecto morigera el riesgo respecto a la Alternativa 3 debido a que conserva la localización de las centralidades en nodos dispersos por el territorio que se encuentran aledaños a áreas residenciales exclusivas, lo que genera riesgos respecto a alterar la dinámica urbana de estos barrios con efectos en la calidad de vida asociada a la intimidad vecinal. Respecto a los **barrios de valor de identidad** esta Opción induce a cambios en los barrios tradicionales, con un incremento en la altura de edificación observada en el sector de Plaza San Enrique.	Si bien en lo relativo a la **huella ecológica** la propuesta de Anteproyecto presenta los riesgos descritos, es importante aclarar que la estrategia de ocupación busca aprovechar al máximo el suelo urbanizable al interior del área urbana y además permite completar el anillo de circulación de Avenida Paseo Pie Andino y Camino Turístico. En lo referente a **barrios exclusivos** el Anteproyecto ajusta la extensión de los subcentros en intersecciones y ejes viales principales, lo que se considera como una oportunidad en lo relativo a Integración socioespacial, dado que mejora la estrategia en cuanto a la accesibilidad a servicios y equipamientos, alineándose en mayor medida con el alcance del FCD 4. Respecto a los **barrios de valor de identidad**, la cabida de usos de suelo no residenciales, esta opción genera mínimas variaciones respecto de la proporción existente de manera que conservaría las dinámicas urbanas y tradicionales que actualmente se dan en estos territorios. Por su parte el control de la ocupación del Pueblo de Lo Barnechea acoge una demanda expresada en las distintas instancias de participación desarrolladas en el marco del Plan, lo que a su vez permite establecer en otra instancia distinta al presente plan una acción más focalizada orientada a medidas de regeneración urbana del sector Pueblo de Lo Barnechea.	**Directriz de Planificación:** - Considerar medidas de amortiguación entre áreas residenciales exclusivas y subcentros de equipamiento. - Incluir criterios de gradualidad en la intensidad de ocupación que apunten a una densificación equilibrada en los barrios exclusivos y sectores tradicionales. - Aplicación de Incentivos Normativos condicionados a medidas de sustentabilidad y control de la ocupación en el borde urbano. **Directriz de Gestión:** - Estudiar iniciativas municipales de gestión del agua que involucren reutilización de aguas grises para el riego de áreas verdes públicas. - Verificar la inclusión de normas de incentivos normativos por parte de los nuevos proyectos que se desarrollen en la comuna propendiendo a una eficiente ocupación del suelo urbanizable. **Directriz de Gobernabilidad:** - Comprometer a servicios municipales en la gestión y supervigilancia de la aplicación de medidas de control de la ocupación en zonas de desarrollo controlado y áreas verdes
FCD 2 Resguardo Ambiental y Paisajístico	En lo relativo a los riesgos la propuesta de Anteproyecto presenta un comportamiento ambiental relativamente desfavorable en relación a que incrementa la intensidad de ocupación en sectores de fragilidad ambiental asociados a pendientes sumando zonas residenciales exclusivas y zonas de desarrollo controlado y por consecuencia una leve disminución en la superficie de área verde, respecto de la Alternativa 3	En lo relativo al Resguardo de los valores naturales y paisajísticos la propuesta de Anteproyecto resulta mejor evaluada según los factores que se presentan a continuación: - En el territorio que presenta pendientes iguales o superiores al 20% se propone una distribución equilibrada de la intensidad de ocupación considerando la definición de tres Zonas de Desarrollo Controlado, que propenden a la gradualidad de uso de los territorios en pendiente mediante el control de la densidad poblacional cuyas normas con incentivo son: ZDC 1 con 19hab/ha, ZDC 2 con 19 hab/ha y ZDC 3 con 14hab/ha; estas zonas apuntan a una baja ocupación de suelo y concentración de la edificación, complementándose con áreas verdes, destinadas a mantener la vegetación natural en los piedemontes que rodean la comuna y de esta forma alterar en menor medida su valor paisajístico. Sumado a lo anterior también se busca resguardar los valores naturales localizados al interior del área urbana, como son los cerros isla ya que en estos se aplica el mismo criterio que apunta establecer un bajo porcentaje de ocupación mediante zonas de desarrollo controlado y una alta proporción de áreas verdes con el fin de mantener las condiciones naturales.	**Directriz de Planificación:** - Incluir criterios de mayor gradualidad en la ocupación urbana de las áreas de contacto con los bordes precordilleranos, quebradas y Cerros Isla - Integración de beneficios normativos que permitan la conservación de sectores de borde contacto de alta relevancia ecológica, como cerros y terrenos colindantes con áreas de protección. **Directriz de Gobernabilidad**: - Convenios técnicos y económicos entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia para asegurar la consolidación de las Áreas Verdes y Parques de nivel Intercomunal mediante su ejecución y financiamiento - Coordinación del Municipio con Órganos de Administración del Estado con competencia para definir mecanismos de conservación de las zonas de mayor fragilidad ambiental **Directriz de Gestión:** - Definir una cartera de proyectos destinada a la materialización de áreas verdes y espacios públicos. - Diseño de una Ordenanza Municipal de áreas verdes, para definir las especies y tipología de vegetación a sembrar en dichas áreas, considerando las condiciones de sequía que presenta la comuna.

FCD	Riesgos	Oportunidades	Directrices
FCD 3 Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad	La propuesta de Anteproyecto presenta un comportamiento relativamente desfavorable respecto a la Alternativa 3 debido a que la estrategia de ocupación permite una mayor ocupación del borde urbano, tal como fue descrito en el FCD1, con zonas habitacionales exclusivas lo que implica un incremento densidad promedio (22 hab/ha) en sectores donde se observa mayor incidencia del riesgo tanto de origen geológico como antrópico (incendio) En lo relativo a la evacuación de los sectores con dificultad de acceso esta opción presenta un escenario con mayor número de habitantes en los Cajones Cordilleranos, que la Alternativa 3, lo que se explica en función del ajuste del Parque Metropolitano Río Mapocho, reconociendo la presencia de terrenos consolidados o con títulos de dominio que puede ser urbanizados y que se encuentran en áreas con alta susceptibilidad de inundación.	Si bien la propuesta de Anteproyecto puede presentar un comportamiento ambiental relativamente desfavorable respecto a la Alternativa 3, en lo relativo a la Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad, la estrategia de ocupación busca aprovechar al máximo el suelo urbanizable al interior del área urbana, que presenta mejores condiciones de habilitación para acoger las demandas de la población actual y futura. No obstante, la urbanización de estos sectores apunta a una distribución equilibrada de la intensidad de ocupación considerando la definición de Zonas de Desarrollo Controlado que propenden a la gradualidad de uso de los territorios de borde, reconociendo en esta forma de ocupación la incidencia del riesgo tanto geológico como antrópico.	**Directriz de Planificación:** - Definir la densidad poblacional de las Zonas de Desarrollo Controlado, considerando las limitaciones topográficas del terreno y la exposición a riesgos antrópicos (Cajones Cordilleranos, sector El Arrayan y Camino a Farellones) - Considerar como criterio de zonificación en las áreas que no presentan consolidación urbana y que se presentan muy alto riesgo de exposición a proceso de ladera, el control de la ocupación urbana. **Directriz de Gestión:** - Mejoramiento de los sistemas de alerta temprana extendido a todos los sectores amagados por riesgo. - Considerar la elaboración de un Plan de gestión de desastres mediante la incorporación vías de evacuación y áreas de seguridad. **Directriz de Gobernabilidad** - Coordinación entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia, para socializar los planes de emergencia y organizar simulacros de evacuación. - Comprometer a servicios municipales en la gestión y supervigilancia de la aplicación de medidas de control de la ocupación en zonas de desarrollo controlado que refieren a sectores expuestos a riesgos.
FCD 4 Integración Socio espacial y Socio económica	La propuesta de Anteproyecto considera nuevos subcentros de equipamiento extendidos, aumentando en algunos sectores la superficie destinada para zonas mixtas, sin embargo, mantiene la estrategia de nodos para su localización, lo que tendría incidencia en una menor accesibilidad de ciertos sectores de usos residencial exclusivo a centralidades diversificadas en términos de equipamientos y servicios, dado que la participación de usos no residenciales se mantiene es baja (27%).	El Anteproyecto presenta mayores oportunidades, de acuerdo con los siguientes aspectos: - Con el fin de dar una mayor cabida a estrategias de integración social, identifica de manera específica aquellos territorios con mayor vocación para intensificar la edificación y ocupación del suelo considerando dentro de los criterios para ello los sectores que cuentan con buena accesibilidad y conectividad, como es el caso del costado norte de Av. Raúl Labbé, el entorno de Av. La Dehesa, Camino Central y Av. El Rodeo y parte de Av. Paseo Pie Andino. Es así como esta opción prevé la mayor oferta residencial diversificada, dando una cabida de 2,5 hogares en zonas de densidad media y alta (que permitirán proyectos de vivienda para estratos socioeconómicos para clases media y baja) por cada 1 hogar en zonas de densidad baja, (correspondientes a la urbanización tradicional para estrato altos).	**Directriz de Planificación:** - Incorporación de beneficios normativos que permitan el desarrollo de proyectos de vivienda de integración social para estratos medios y bajos. - Generar condiciones normativas que incentiven el emplazamiento de equipamiento y permitan la consolidación de los subcentros. **Directriz de Gobernabilidad:** Coordinación para la habilitación urbana integral de los terrenos destinados a proyectos de integración social. **Directriz de Gestión:** - Definir una cartera de proyectos orientados a la generación de viviendas de integración social en la comuna.
FCD 5 Sistema de Movilidad Urbana Sostenible	El Anteproyecto presenta riesgos en lo referido al bajo nivel de especialización (baja proporción de usos no residenciales) y complejidad que presentan las zonas destinadas a equipamiento, lo que tiene repercusiones en los patrones de desplazamiento de la población para acceder a subcentros de mayor complejidad incidiendo en la movilidad.	En relación a las oportunidades el Anteproyecto propone desconcentrar los servicios y equipamientos, repartiéndolos en diferentes subcentros dispersos en el territorio, algunos de los cuales se extienden en superficie y distancia, por lo tanto privilegia de mayor manera los desplazamientos cortos de nivel local, que en gran parte se presentan como realizables de manera peatonal o en bicicleta, lo que se facilita dada la mayor oferta de ciclovías que se define para esta alternativa, (125.900m) contribuyendo a una menor dependencia del automóvil y a disminuir el flujo de vehículos.	**Directriz de Planificación:** - Materialización de los tramos de vías proyectadas estén asociados a condiciones normativas que viabilicen su eventual materialización. **Directriz de Gestión:** - Cambios en la partición modal de la comuna orientada a movilidad sustentable. - Definir una cartera de proyectos destinada a la materialización de ciclovías y espacios públicos. **Directriz de Gobernabilidad:** - Coordinación entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia, para impulsar iniciativas y

FCD	Riesgos	Oportunidades	Directrices
			proyectos que promuevan el uso de medios de transporte no motorizados - Convenios técnicos y económicos con Órganos de Administración del Estado con competencia para asegurar la ejecución y financiamiento de infraestructura de transporte
FCD 6 Regeneración y Renovación Urbana	El Anteproyecto presenta un comportamiento relativamente desfavorable en lo relativo a la estrategia de renovación /regeneración urbana de los sectores que presentan este potencial, puesto que se genera un aumento en la densidad promedio y carga de ocupación sin cambios importantes en lo que refiere a la dotación de espacios públicos y el manejo en la gradualidad en la intensidad de ocupación respecto a los barrios existentes con predomino de baja densidad. Como ejemplo se encuentra el sector Área Verde Complementaria del Banco Sudamericano, que se incorpora como un área urbanizable. Así mismo se observa un aumento en la intensidad de ocupación propuesta en los sectores con resistencia al cambio (361hab/ha). correspondiente al Pueblo de Lo Barnechea, manteniendo las condiciones normativas actuales que no han favorecido procesos de regeneración.	En el Anteproyecto la estrategia de renovación/regeneración para los sectores con potencial de cambio mejora la propuesta de la Alternativa 3, ya que apunta intensificar la ocupación en términos de la densidad promedio permitida (616 hab/ha), de manera que se aproveche el potencial de transformación que presentan en cuanto a su localización y buena conectividad, lo que genera oportunidades para ampliar el acceso a vivienda de interés público y la mejor dotación de espacios públicos a través de la aplicación de incentivos normativos. Por otra parte, en lo relativo a realizar mejoramientos en los barrios tradicionales como el Pueblo de Lo Barnechea, se controla la ocupación, acogiendo una demanda expresada en las distintas instancias de participación desarrolladas en el marco del Plan, lo que a su vez permite establecer en otra instancia distinta al presente plan una acción más focalizada orientada a medidas de regeneración urbana del sector Pueblo de Lo Barnechea.	**Directriz de Planificación:** - Incluir criterios de gradualidad y/o control de la densidad y las alturas de edificación en áreas de buena accesibilidad y conectividad con potencial de renovación urbana, resguardando la vida de barrio y apuntando a una densificación equilibrada. - Verificar la efectividad de las condiciones normativas que incentiven la regeneración urbana de sectores que acogen proyectos de vivienda interés público. - Verificar la efectividad de condiciones normativas para la habilitación o cesión de espacios públicos, asociado a las normas de incentivos normativos. **Directriz de Gestión:** - Impulsar proyectos para la conservación y construcción de espacios públicos y áreas verdes que promuevan el mejoramiento urbano de sectores deteriorados. - Impulsar el desarrollo de un programa de regeneración del Pueblo de Lo Barnechea para revertir el deterioro urbano y habitacional existente. **Directriz de Gobernabilidad:** - Creación de una repartición encargada de la implementación de planes de regeneración urbana de sectores deteriorados y vulnerables

Fuente: Elaboración propia (2020)

10 COORDINACIÓN Y CONSULTA A LOS ORGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO

Se describe la manera en que se trabajó con los Órganos de la Administración del Estado (OAE) en relación con el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica, y cómo estos realizaron sus observaciones y aportes al proceso de planificación.

En el ANEXO 1 "Coordinación y Consulta OAE" se pueden observar las actas levantadas en cada instancia de reunión y los listados de asistencia, en los que detallan los Órganos de Administración del Estado que efectivamente participaron durante el proceso EAE del PRC. Importa señalar que, posterior a la realización de los distintos talleres OAE realizados, fue enviada mediante ordinario alcaldicio una síntesis de los contenidos presentados y las observaciones y comentarios emitidas en dichas instancias, a cada uno de los OAE participantes independiente de su asistencia al taller.

A continuación, se sintetizan las observaciones y aportes realizados por los Órganos de Administración del Estado en función de los informes y/o estudios entregados, así como a partir de las sesiones de trabajo a las que fueron convocados:

10.1 FASE INICIO DEL PROCEDIMIENTO EAE

Con fecha 29 de enero de 2020, se llevó a efecto la primera convocatoria a Órganos de la Administración del Estado correspondiente al Taller 1 de Diagnóstico desarrollado en dependencias del centro cívico de la Municipalidad de Lo Barnechea entre las 9:00 y las 11:00 horas, que contó con la asistencia de 23 personas pertenecientes a 20 entidades públicas.

La dinámica propuesta para el desarrollo de la jornada consideró un conjunto de temáticas que a juicio del Órgano Responsable y los Órganos de la Administración del Estado se consideran relevantes como marco del problema de planificación. En el siguiente cuadro se listan los principales comentarios u observaciones realizados durante el Taller 1 OAE, indicando cómo se incorporan al Plan.

Cuadro 10.1-1: Comentarios y observaciones y su incorporación en el PRC

Temáticas	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
OFERTA Y DEMANDA DE VIVIENDA	Acelerado aumento de proyectos inmobiliarios y de viviendas de interés público en la comuna incrementa la congestión y demanda de estacionamientos	El Plan considera la modelación de la capacidad vial en relación al crecimiento urbano proyectado. Incluye disposiciones normativas relativas a estacionamientos por uso.
	Mayor fiscalización y medidas de mitigación de alto estándar con exigencias urbanísticas asociada a la Ley 20.958	Se considera la incorporación de beneficios e incentivos normativos contemplados en los artículos 184 y 184 bis de la LGUC
	Construcciones sobre la cota mil	El límite urbano es el máximo umbral permitido para la urbanización. El Plan incorpora zonas destinadas a áreas verdes y zonas de desarrollo controlado
SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS PÚBLICOS	Consolidar sectores o nuevos polos de equipamiento, servicios y oficinas, para disminuir los desplazamientos y promover medios de transporte sustentable no motorizado y así desincentivar el uso del automóvil.	El Plan promovió en sus opciones de desarrollo la consolidación de nuevos centros de equipamiento. Se integran incentivos o beneficios normativos para los proyectos residenciales que integren equipamientos en el primer piso.
INTEGRACIÓN SOCIAL URBANA	Preocupación de generar segregación de vecinos del Pueblo de Lo Barnechea y Cerro 18, por proyecto de tarificación de Av. Las Condes	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos de integración social asociados a la generación de vivienda de interés público.
	Se solicita incorporar propuestas de solución al hacinamiento y problema habitacional de sectores medios y vulnerables	El Plan Regulador aporta con la factibilización normativa de terrenos fiscales para la materialización de proyectos que atiendan las necesidades habitacionales de los sectores más vulnerables (terreno del CPEIP)

Temáticas	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
ÁREAS VERDES, ESPACIOS PÚBLICOS Y ELEMENTOS NATURALES	**Protección de cursos de agua** • Necesidad de mayor resguardo y protección del recurso hídrico y espacios naturales por parte de nuevos proyectos inmobiliarios • La intervención de cursos de agua debe estar dentro de los lineamientos normativos del Código de Aguas • Identificar cauces de agua y sus respectivas áreas de intervención para mantenerlos y resguardarlos. • Proteger la restricción de extracción de aguas en estero Las Hualtatas. • Se plantea la existencia de dos proyectos de canalización de aguas en quebradas por parte de iniciativas inmobiliarias lo cual conlleva un riesgo importante para los cauces. • Permiso entregado por la DGA para canalizar el Tranque Los Trapenses y su aplicabilidad frente a la nueva ley Art. 41.171. Ante la consulta, la representante de la Dirección General de Aguas propone enviar una consulta formal al director de la institución.	El Plan incorpora medidas de control de la ocupación en cauces y/o quebradas, a través del reconocimiento de áreas verdes, parques y una Zona Especial de protección de Recurso Hídrico (ZERH). El Plan reconoce las áreas de protección correspondientes a los humedales urbanos presentes al interior del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" complementando su entorno con área verdes o zonas especiales de protección del recurso hídrico.
	Protección de flora y fauna silvestre Presencia de especies silvestres dentro del límite urbano, lo que requiere promover la protección de corredores biológicos para el libre tránsito de dichas especies y el resguardo de flora nativa	Se reconoce en el Plan todo el sistema de área verdes de nivel intercomunal y/o metropolitano, así como las áreas verdes de nivel comunal. Se complementa con el reconocimiento de los principales cauces como áreas restringidas a la ocupación
	Marco de referencia Estratégico Solicita incorporar Planes y políticas en el Marco de Referencia estratégico	Se incorporan al Marco de Referencia Estratégico los planes y políticas señalados.
	Espacios públicos de uso mixto Considerar espacios mixtos con posibilidad de contar con corredores verdes, circuitos deportivos o ampliación de la capacidad vía	El espacio público destinado a áreas verdes puede ser habilitado con usos complementarios. Estarse a lo señalado en la normativa de urbanismo y construcciones (OGUC).
MOVILIDAD Y CONECTIVIDAD INTRA E INTER COMUNAL	**Fortalecer transporte público, tanto en lo relativo a recorridos y frecuencia de buses, como red de Metro y tranvía.**	La vialidad estructurante principal del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" que puede incorporar sistema de transporte público es regulada por el PRMS.
	Congestión vial asociada con Establecimientos educacionales. Sobreocupación de transporte privado en ejes estructurante Cierres de calles, condominios o loteos privados.	El plan propuso entre sus medidas estratégicas promover usos de suelo diversos y la generación de subcentros en las alternativas de estructuración. Se integra en el Plan una propuesta de trazados para movilidad no motorizada (red de ciclovías)
	Seguridad Vial asociada a la Ruta G21 tránsito de camiones	La Ruta G21 no es una ruta de escala comunal de planificación.
	Infraestructura para vehículos no motorizados	Se integra en la propuesta del plan propuesta de trazados para movilidad no motorizada
	Medidas de mitigación de mayor estándar con el entorno	No está considerado.
RIESGOS POR DESASTRES NATURALES	**Riesgos de Incendio** - Fiscalizar y regular el uso de leña para la calefacción en sectores límite del área urbana. - Riesgo de incendio en El Arrayán por tratarse de una zona de interfaz y amortiguación entre lo urbano y lo rural	El Plan regula los márgenes de ocupación en sectores con fuerte preeminencia de áreas de riesgos

Temáticas	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
	- Vientos y corrientes de aire impactan positivamente a la propagación de siniestros.	
	Sequía y cuidado del recurso hídrico	El plan regula las condiciones de ocupación en sectores de alta relevancia e incorpora disposiciones que regulan la ocupación en cauces y quebradas.
	Inundaciones y remoción en masa	El plan incorpora áreas restringidas al desarrollo urbano asociadas a procesos de laderas.
	Construcción sobre la cota mil	Se aclara que los alcances del Plan Regulador están contenidos al interior del límite urbano establecido por el PRMS
	Geomorfología Importancia de precisar cartográficamente la falla del Ramón.	Escapa de los alcances del presente estudio de actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea
	Ruido: Revisar Manual de Movilidad del MINVU.	No se precisan prescripciones normativas específicas.
	Otros: Necesidad de hacer un exhaustivo análisis de riesgos en la comuna e incluirlos en el nuevo instrumento de planificación urbana. Aclarar cómo se incorporan y norman las quebradas y corredores ecológicos.	Se incluye Estudio Fundados de Riesgos entre los estudios especiales del PRC y se adoptan las medidas en concordancia.
ENERGÍA	**Medir impactos ambientales del Parque Solar Cordillera**	No es una materia atingente al PRC
	Desarrollar proyectos de energía renovable no convencional:	No es una materia atingente al PRC

Fuente: Elaboración propia (2022)

Con motivo de la primera reunión de coordinación con Órganos de la Administración del Estado, **se enviaron ordinarios alcaldicios a 27 instituciones del Estado** adjuntando Síntesis del Taller 1 OAE desarrollado en el marco del Proyecto de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. A partir de dicho envío, se concedió plazo hasta el 20 de marzo de 2020 para formalizar observaciones y aportar información relevante para el desarrollo del estudio en cumplimiento a lo señalado en el artículo 7°bis y siguientes de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su Reglamento (DS. N° 32/2015), **recibiéndose un total de 10 oficios y un e-mail de parte de 11 instituciones del Estado.**

Cuadro 10.1-2 Registro de coordinación y consulta - Taller 1 OAE

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓN	Envío de Síntesis a OAE	Envío de Antecedentes	Respuesta a OAE
		ORD. ALC N°	N° OFICIO	ORD. ALC N°
1	Dirección de Obras Hidráulicas - MOP	124 del 26-02-2020	288 del 06-03-2020	621 del 26-11-2020
2	Dirección General de Aguas - MOP	126 del 26-02-2020	309 del 12-03-2020	620 del 26-11-2020
3	Carabineros de Chile	137 del 26-02-2020	330 del 16-03-2020	619 del 26-11-2020
4	Ministerio de Hacienda	130 del 26-02-2020	558 del 04-03-2020	
5	SEREMI Metropolitana Energía	117 del 26-02-2020	25 del 20-03-2020	628 del 27-11-2020
6	SEREMI Metropolitana Medio Ambiente	115 del 26-02-2020	249 del 24-03-2020	629 del 27-11-2020
7	Municipalidad de Colina	140 del 26-02-2020	241 del 20-03-2020	
8	Municipalidad de Vitacura	139 del 26-02-2020	19/124 del 03-04-2020	627 del 27-11-2020
9	SEREMI MINAGRI	116 del 26-02-2020	87 del 12-03-2020	622 del 26-11-2020
10	SEREMI Transporte y Telecomunicaciones RM	129 del 26-02-2020	2783 del 07-04-2020	642 del 01-12-2020
11	SISS	135 del 26-02-2020	EMAIL del 24-03-2020	636 del 01-12-2020
12	CONADI	114 del 26-02-2020	N/A	N/A
13	SEREMI Minería RM	118 del 26-02-2020	N/A	N/A

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓN	Envío de Síntesis a OAE	Envío de Antecedentes	Respuesta a OAE
		ORD. ALC N°	N° OFICIO	ORD. ALC N°
14	SEREMI Salud RM	119 del 26-02-2020	N/A	N/A
15	SEREMI MOP	120 del 26-02-2020	N/A	N/A
16	Unidad de Gestión Ambiental y Territorial - MOP	121 del 26-02-2020	N/A	N/A
17	Dirección Regional de Arquitectura - MOP	122 del 26-02-2020	N/A	N/A
18	Dirección Regional de Vialidad - MOP	125 del 26-02-2020	N/A	N/A
19	Dirección Regional de Planeamiento - MOP	127 del 26-02-2020	N/A	N/A
20	SEREMI MINVU RM	128 del 26-02-2020	N/A	N/A
21	SEREMI Economía, Fomento y Turismo RM	131 del 26-02-2020	N/A	N/A
22	SEREMI Bienes Nacionales RM	132 del 26-02-2020	N/A	N/A
23	SEREMI Desarrollo Social RM	133 del 26-02-2020	N/A	N/A
24	SEREMI de Educación RM	134 del 26-02-2020	N/A	N/A
25	Policía de Investigaciones de Chile (PDI)	136 del 26-02-2020	N/A	N/A
26	Municipalidad de Las Condes	138 del 26-02-2020	N/A	N/A
27	CONAF	141 del 28-02-2020	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia (2022)

10.2 FASE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO Y OPCIONES DE DESARROLLO

El 12 de agosto de 2020 se efectuó la segunda reunión o taller con Órganos de la Administración del Estado, realizada entre las 15:30 y las 17:30 horas a través de una videoconferencia mediante la plataforma ZOOM debido a las condiciones sanitarias presentes al momento de desarrollar esta instancia de reunión. Este taller contó con una asistencia de 26 personas en representación de diversos organismos públicos.

La dinámica bajo la cual se desarrolló la jornada consideró, en un primer momento, la exposición de los principales contenidos del marco del problema de planificación a partir del análisis sistémico territorial, las prioridades ambientales y de sustentabilidad, los objetivos ambientales, criterios de desarrollo sustentable y una descripción resumida de los Factores Críticos de Decisión. Posteriormente, lo presentado se sometió a discusión con los asistentes a la reunión, recibiéndose los comentarios, observaciones o alcances que se presentan de manera resumida en el cuadro siguiente, junto a la forma que ellos se incorporan en el Plan.

Cuadro 10.2-1: Comentarios y observaciones y su incorporación en el PRC

Temáticas	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
FCD 1: Lugares, identidad y calidad de vida	Alcance: Control de intervenciones en cuanto a condiciones de densificación e intensidad de ocupación que alteren el paisaje y elementos identitarios.	El Plan regula los márgenes de ocupación en sectores con valor natural y paisajístico relevantes para el resguardo de la identidad barnecheína.
	Se solicita aclarar sobre el efecto que tendría en la comuna la modificación PRMS 123, incorporar "uso turismo" en el área rural, si es que se concreta. Se aclara el área de intervención de la presente modificación corresponde al Área Urbana Principal.	El plan regulador comunal no considera prescripciones normativas sobre el territorio rural de la comuna, es una materia de alcance Metropolitano.
FCD 2: Resguardo ambiental y paisajístico	Alcance: Reconocimiento de la presencia de valores naturales y paisajísticos como elementos conformadores de la imagen urbana comunal que definen usos de suelo compatibles.	El plan incorpora área de desarrollo controlado con prescripciones normativas que se hacen cargo de la ocupación del suelo en áreas de mayor relevancia ecológica.

Temáticas	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
	Humedales, se consulta si se considera la ley y nuevo reglamento de humedales urbanos en los tranques insertos en el área urbana.	El plan incorpora los Humedales Urbanos declarados en conformidad con lo establecido en el artículo 2.1.18 de la OGUC
	Agua; Se plantea la posibilidad de reglamentar que las canchas de golf y tenis utilicen pasto sintético, para resguardar el recurso hídrico. Se consulta sobre la ordenanza de riego y Estrategia Hídrica Local como instrumentos que direccionen las decisiones de planificación.	No se ha planteado intervenir en los sectores de campos de golf, puesto que están consideradas como equipamientos complementarios al área verde en el PRMS.
	Cerros Islas, y el daño provocado por el desarrollo urbano en vegetación nativa**.**	Se considera la incorporación de las áreas destinadas a área verdes en Cerros Isla de nivel metropolitano y se complementa con disposiciones del nivel comunal en sectores que presentan riesgos y altas pendientes.
	Servicios Ecosistémicos; Agua y suelo se analicen también desde una perspectiva de servicios ecosistémicos. Se sugiere valorar la prestación de servicios ambientales de los sectores con vegetación nativa.	Respecto de los recursos hídricos, el Plan incorpora el resguardo de los cauces y quebradas estableciendo restricciones a su ocupación. En relación con las áreas que presentan vegetación nativa el plan incluye áreas verdes, parques y zonas de desarrollo controlado. En las zonas de desarrollo controlado se establecen incentivos y beneficios normativos que favorecen la reducción de la ocupación de suelo y la incorporación de planes de manejo y recuperación.
FCD 3: Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad	**Informe de riesgos Etapa 2:** Se solicita acceso a informe de riesgos	Se compromete envío de Informe de Riesgos.
	Informe de Incendio: Metodología	Se señala que el informe de incendio incluye parámetros de superposición cartográfica. No forma parte de los antecedentes a ser considerados en el estudio de riesgos.
	Falla de San Ramón: solicita complementar información	Estarse a respuesta Oficio 319 de 23-09-2020 de SEREMI MOP
	Inundación borde rio	Se consideran los distintos niveles de susceptibilidades al riesgo en el instrumento de planificación, las prescripciones normativas distinguen el nivel de consolidación.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Con motivo de la segunda reunión de coordinación con Órganos de la Administración del Estado, **se enviaron ordinarios alcaldicios a 26 instituciones del Estado** adjuntando Síntesis del Taller 2 OAE y link de descarga de estudios, informes y resultados de la Etapa N° 2 "Catastro, Diagnóstico y Tendencias" del Proyecto de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. A partir de dicho envío, se concedió un periodo para formalizar observaciones y aportar información relevante para el desarrollo del estudio en cumplimiento a lo señalado en el artículo 7°bis y siguientes de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su Reglamento (DS. N° 32/2015), **recibiéndose un total de 14 oficios de parte de 12 instituciones del Estado**.

Cuadro 10.2-2 Registro de coordinación y consulta - Taller 2 OAE

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓN	Envío de Síntesis a OAE	Envío de Antecedentes OAE	Respuesta a Observaciones OAE
		ORD. ALC N°	N° OFICIO	ORD. ALC N°
1	Dirección de Obras Hidráulicas - MOP	406 del 18-08-2020	741 del 09-09-2020	621 del 26-11-2020
2	Dirección General de Aguas - MOP	408 del 18-08-2020	958 del 01-09-2020	620 del 26-11-2020

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓN	Envío de Síntesis a OAE	Envío de Antecedentes OAE	Respuesta a Observaciones OAE
		ORD. ALC N°	N° OFICIO	ORD. ALC N°
3	SEREMI Economía, Fomento y Turismo RM	412 del 18-08-2020	5181 del 02-09-2020	
4	SEREMI Energía RM	401 del 18-08-2020	94 del 03-09-2020	628 del 27-11-2020
5	Municipalidad de Vitacura	422 del 18-08-2020	19/259 del 14-09-2020	627 del 27-11-2020
6	SEREMI MINAGRI	400 del 17-08-2020	189 del 25-08-2020	622 del 26-11-2020
7	SERNAGEOMIN	426 del 18-08-2020	1388 del 07-09-2020	625 del 01-12-2020
8	AMZORM	425 del 18-08-2020	37 del 28-08-2020	618 del 25-11-2020
9	SEREMI Transporte y Telecomunicaciones RM	411 del 18-08-2020	5419 del 03-09-2020 5642 del 16-09-2020	642 del 01-12-2020
10	SISS	418 del 18-08-2020	3196 del 23-09-2020	636 del 01-12-2020
11	SEREMI MOP	403 del 18-08-2020	05-319 del 23-09-2020	624 del 26-11-2020
12	SEREMI MINVU	410 del 18-08-2020	3232 del 09-11-2020 2007 del 29-06-2021	623 del 26-11-2020 N/A
13	SEREMI SALUD	402 del 18-08-2020	N/A	N/A
14	Unidad de Gestión Ambiental y Territorial - MOP	404 del 18-08-2020	N/A	N/A
15	Dirección Regional de Arquitectura - MOP	405 del 18-08-2020	N/A	N/A
16	Dirección Regional de Vialidad - MOP	407 del 18-08-2020	N/A	N/A
17	Dirección Regional de Planeamiento - MOP	409 del 18-08-2020	N/A	N/A
18	SEREMI Bienes Nacionales RM	413 del 18-08-2020	N/A	N/A
19	SEREMI Desarrollo Social RM	414 del 18-08-2020	N/A	N/A
20	SEREMI de Educación RM	417 del 18-08-2020	N/A	N/A
21	Policía de Investigaciones de Chile (PDI)	419 del 18-08-2020	N/A	N/A
22	Carabineros de Chile	420 del 18-08-2020	N/A	N/A
23	Municipalidad de Las Condes	421 del 18-08-2020	N/A	N/A
24	Municipalidad de Colina	423 del 18-08-2020	N/A	N/A
25	CONAF	424 del 18-08-2020	N/A	N/A
26	SEREMI Medio Ambiental	399 del 17-08-2020	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia (2022)

El detalle de las materias abordadas y las respuestas enviadas se puede observar en el ANEXO 2 “Respuestas_OAE_LB_v2” que acompaña al presente informe.

10.3 FASE IMAGEN OBJETIVO

Continuando con los procedimientos de coordinación y consulta con los Órganos de la Administración del Estado, se llevó a efecto una tercera reunión o taller el día 2 de diciembre de 2020 entre las 15:30 y las 17:30 horas. Dada las condiciones sanitarias reinantes al momento de efectuar la instancia, la actividad se desarrolló a través de la modalidad de videoconferencia (ZOOM).

La reunión programada tuvo una asistencia de 26 personas y contó con la participación del equipo municipal y la asesoría técnica del estudio. La reunión tuvo un primer momento en el cual se expusieron los ajustes a las temáticas planteadas como observaciones al Diagnóstico Ambiental Estratégico DAE en reuniones que preceden, se informó respecto de los resultados de las instancias de participación temprana de la etapa de imagen objetivo y finalmente se desarrollaron los fundamentos, objetivos y lineamientos que sirvieron de soporte para la elaboración de la imagen objetivo, junto a las alternativas de estructuración desarrolladas.

Los contenidos y alcances generales se detallan a continuación en el cuadro siguiente, junto a la forma que ellos se incorporan en el Plan.

Cuadro 10.3-1: Comentarios y observaciones y su incorporación en el PRC

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
DENSIFICACIÓN DEL SUELO	Se entiende la diferencia entre las tres alternativas, sin embargo, en la tercera alternativa, a pesar de que pretende generar una gradualidad mayor con el paso a zonas de crecimiento controlado, en la práctica, igual va a generar un crecimiento extensivo con un patrón que genera una movilidad principalmente basada en vehículos particulares y distancia a centralidades. Seguirá replicando el patrón suburbio que es el que genera algunos de los conflictos ambientales que hoy hay en la comuna, por lo que hay que ver cómo abordar este patrón de crecimiento desde un punto de vista más sustentable, es decir que tenga centralidades próximas, ver cómo le llega infraestructura, que no sigan tan dependientes del centro	Es importante hacer la distinción entre las zonas más residenciales (amarillo en los mapas) que corresponden al patrón de suburbio y que posibilitan que este modelo urbano se siga generando y las de desarrollo controlado (azul en el mapa). Las segundas apuntan a un desarrollo y un modelo de ocupación del territorio semejante al que se ve en los cajones cordilleranos, es decir, baja densidad (máximo 16 habitantes por hectárea) donde el modelo no permite construcción de grandes asentamientos habitacionales y además genera un menor consumo del recurso hídrico. Las alternativas varían en cuanto al desarrollo controlado que se plantea. La alternativa 2 es la que más mantiene el modelo ocupación de patrón suburbio, sin embargo, igual lo reduce. Las alternativas 1 y 3 optan por que la mayoría de los paños disponibles que se podrían urbanizar eventualmente queden como espacios de desarrollo controlado. Desde el punto de vista de acceso a los servicios, se busca redistribuir los sectores de servicios que hoy se concentran en el centro, a través de la alternativa de sub centralidades (alternativa 1) o de ejes (alternativa 2).
INTEGRACIÓN SOCIAL	¿Cómo se cruza este factor crítico (lugares con identidad y calidad de vida) con lo de integración social que está muy sectorizada en el centro? Quizás abordaría más diversidad de viviendas y tipologías residenciales ojalá en toda la comuna y no solo en un sector, debido a que eso sigue sectorizando y concentrando a la población que genera diferencias entre un segmento y otro.	La integración social se plantea en aquellos sectores donde hay necesidades y que soportan la aplicación de incentivos normativos que promuevan la integración social. Es importante que en estos sectores exista la capacidad de albergar altas densidades en términos de infraestructura, servicios, capacidad vial, etc., los que se concentran principalmente en la zona centro y sur de la comuna. Idealmente se apunta a que esto ocurra dentro de toda la comuna.

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
RIESGOS	¿Se consideró la eventual proyección de la de Falla de San Ramón hacia el Norte del Río Mapocho y, de ser así, de qué manera?	Se aclara que el municipio envió las respuestas a las preguntas y consultas efectuadas por los órganos del estado, entre las cuales se encontraba la consulta anterior. Efectivamente se considera la Falla de San Ramón, pero queda fuera del alcance del presente estudio y de las capacidades municipales el desarrollo de un estudio acabado que permita precisar en mayor detalle la ubicación de la Falla de San Ramón.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Con motivo de la tercera reunión de coordinación con Órganos de la Administración del Estado, **se enviaron ordinarios alcaldicios a 27 instituciones del Estado** adjuntando Síntesis del Taller 3 OAE y link de descarga de presentación efectuada, ficha de evaluación de alternativas y estudios, informes y resultados de la Etapa N° 3 "Imagen Objetivo y Alternativas de Estructuración del Territorio" del Proyecto de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea. A partir de dicho envío, se concedió un periodo para formalizar observaciones y aportar información relevante para el desarrollo del estudio en cumplimiento a lo señalado en el artículo 7°bis y siguientes de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y su Reglamento (DS. N° 32/2015), **no habiéndose recibido respuesta alguna de parte de ninguna institución del Estado.**

Cuadro 10.3-2 Registro de coordinación y consulta - Taller 3 OAE

N°	NOMBRE DE INSTITUCIÓN	Envío de Síntesis a OAE
		ORD. ALC N°
1	Dirección de Obras Hidráulicas - MOP	688 del 17-12-2020
2	Dirección General de Aguas - MOP	690 del 17-12-2020
3	SEREMI Economía, Fomento y Turismo RM	694 del 17-12-2020
4	SEREMI Energía RM	680 del 17-12-2020
5	Municipalidad de Vitacura	702 del 17-12-2020
6	SEREMI MINAGRI	679 del 17-12-2020
7	SERNAGEOMIN	706 del 17-12-2020
8	AMZORM	705 del 17-12-2020
9	SEREMI Transporte y Telecomunicaciones RM	693 del 17-12-2020
10	SISS	698 del 17-12-2020
11	SEREMI MOP	685 del 17-12-2020
12	SEREMI MINVU	692 del 17-12-2020
13	SEREMI SALUD	684 del 17-12-2020
14	Unidad de Gestión Ambiental y Territorial - MOP	686 del 17-12-2020
15	Dirección Regional de Arquitectura - MOP	687 del 17-12-2020
16	Dirección Regional de Vialidad - MOP	689 del 17-12-2020
17	Dirección Regional de Planeamiento - MOP	691 del 17-12-2020
18	SEREMI Bienes Nacionales RM	695 del 17-12-2020
19	SEREMI Desarrollo Social RM	696 del 17-12-2020
20	SEREMI de Educación RM	697 del 17-12-2020
21	Policía de Investigaciones de Chile (PDI)	699 del 17-12-2020
22	Carabineros de Chile	700 del 17-12-2020
23	Municipalidad de Las Condes	701 del 17-12-2020
24	Municipalidad de Colina	703 del 17-12-2020
25	CONAF	704 del 17-12-2020
26	SEREMI del Medio Ambiente	678 del 17-12-2020

Fuente: Elaboración propia (2022)

11 RESULTADOS DE LAS INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN

Durante el proceso de actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, se realizaron instancias de participación en los distintos territorios que componen el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" que convocaron a actores clave de la comunidad representados por vecinos, organizaciones sociales, gremiales y profesionales del área de la arquitectura y el urbanismo. La síntesis de la opinión respecto de los temas ambientales y de sustentabilidad se presenta a continuación para cada una de las jornadas realizadas. En el "ANEXO 4_Informes de Participación" que hace parte del expediente de Anteproyecto se puede consultar en extenso el detalle de las distintas jornadas de participación ciudadana realizadas.

11.1 ETAPA DE DIAGNÓSTICO

Entre los días 2 y 19 de diciembre se realizó el primer ciclo de talleres de participación ciudadana desarrollado en el marco de la Etapa Diagnóstico, cuyo principal objetivo fue levantar información desde la ciudadanía, para estructurar un diagnóstico sobre el estado actual del desarrollo urbano en el territorio, identificando aquellos elementos que son centrales para los vecinos, y las potencialidades y conflictos asociados a las actividades y usos llevados a cabo en la comuna.

Se realizaron ocho (8) talleres de participación ciudadana, los cuales se detallan continuación.

Cuadro 11.1-1: Talleres Etapa de Diagnóstico

Fecha	Tipo de Taller	Sector / Estamento
2 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 1**	**El Huinganal**
3 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 2**	**Los Trapenses/ Las Pataguas**
5 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 3**	**Arrayán/ Camino a Farellones**
9 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 4**	**La Ermita**
10 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 5**	**Jardín de la Dehesa/ La Dehesa Antigua**
12 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 6**	**La Dehesa/ Barrio Alpino**
16 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 7**	**San Enrique/ Las Condes**
19 de diciembre de 2019	**Taller Territorial Nº 8**	**Pueblo de Lo Barnechea/ Cerro 18**

Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en esta fase de participación ciudadana, descritas para cada una de las temáticas más importantes relevadas en los talleres.

Cuadro 11.1-2 Síntesis de resultados – Etapa de Diagnóstico

Temática	Condicionantes o aspectos relevantes	Incorporación al Plan
Áreas Verdes y Espacios Públicos	**Fortaleza:** Comuna de carácter verde. Existe una gran variedad de flora y fauna nativa, sobre todo en los cerros, y en especial en Cerro del Medio.	Se reconoce en el Plan todo el sistema de área verdes de nivel intercomunal y/o metropolitano, así como las áreas verdes de nivel comunal.
	Fortaleza: Comuna cuenta con un entorno natural y vista privilegiada, entregados por la cordillera, los cerros y cauces de agua.	El Plan incorpora medidas de control de la ocupación en cauces y/o quebradas, a través del reconocimiento de área verdes, parques y una Zona Especial de protección de Recurso Hídrico (ZERH).
	Debilidad: Espacios Públicos para encuentro y recreación son escasos. Se levanta la necesidad de potenciar su desarrollo.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos asociados a la habilitación y mejoramiento de áreas verdes existentes públicas, así como a la cesión de espacios públicos, fomentando con ello el aumento de las áreas verdes y espacios públicos existentes en la comuna.
	Debilidad: La mayoría de las áreas verdes presentes en la comuna son privadas. Se levanta la necesidad de aumentar dotación y mejorar el acceso a estas.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos asociados a la habilitación y mejoramiento de áreas verdes existentes públicas, así como a la cesión de espacios públicos, fomentando con ello el aumento de

Temática	Condicionantes o aspectos relevantes	Incorporación al Plan
		las áreas verdes y espacios públicos existentes en la comuna.
	Debilidad: Espacios públicos y quebradas se encuentran disgregados y/o desconectados entre sí. Se releva la importancia de unirlos a través de la generación de parques y/o circuitos.	El Plan establece áreas verdes, parques y una Zona Especial de protección de Recurso Hídrico (ZERH) en torno a los principales cursos de agua presentes en el área urbana, articulando con ello un sistema de áreas verdes y espacios públicos interconectado y accesible a todos los vecinos.
	Desafío: Existe gran preocupación por la protección de humedales, tranques, canales de regadío y cursos de agua de la comuna. Se considera que, de no ser así, estarían en riesgo de ser vulnerados.	El Plan reconoce las áreas de protección correspondientes a los humedales urbanos presentes al interior del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" complementando su entorno con área verdes o zonas especiales de protección del recurso hídrico.
	Desafío: Se considera importante proteger la flora nativa y especies endémicas en parques y áreas verdes, con el objetivo de evitar la sequía y hacer más sostenible la mantención de estos espacios.	Se reconoce en el Plan todo el sistema de área verdes de nivel intercomunal y/o metropolitano, así como las áreas verdes de nivel comunal.
	Desafío: Se releva la importancia de rescatar y recuperar el borde del río Mapocho.	El borde del río Mapocho corresponde a un Área Verde Intercomunal asociada al Parque Metropolitano Río Mapocho definida en el PRMS y reconocida por el presente Plan.
Movilidad inter e intraurbana	**Fortaleza:** Eje Costanera Norte favorece la conexión de la comuna con el resto de Santiago.	En la actualidad se encuentra materializado el enlace vial que conecta la autopista Costanera Norte con Av. Padre Alfredo Arteaga Barros, lo que se encuentra reconocido por el Plan.
	Fortaleza: En el último tiempo han proliferado nuevas formas de movilización no motorizada, como bicicleta, Scooter, etc., lo que se valora positivamente.	Se integra en el Plan una propuesta de trazados para movilidad no motorizada (red de ciclovías)
	Debilidad: Enlace vial en torno al centro comercial Vivo Los Trapenses es considerado peligroso para el tránsito de autos y peatones.	No es una materia atingente al PRC
	Debilidad: La alta congestión y flujo vehicular en principales vías, accesos de la comuna (Camino Los Trapenses, Camino Real, Av. La Dehesa, Av. José Alcalde Délano) y puntos de la comuna en los cuales se emplazan los principales equipamientos, representa un problema para las personas que transitan por la comuna.	El plan propuso entre sus medidas estratégicas promover usos de suelo diversos y la generación de subcentros en las alternativas de estructuración. Se integra en el Plan una propuesta de trazados para movilidad no motorizada (red de ciclovías)
	Debilidad: La baja dotación de estacionamientos produce la ocupación irregular de bordes de veredas y otros espacios públicos de la comuna.	Se revisan exigencias de estacionamiento por zona.
	Debilidad: Deficiente condición y discontinuidad de veredas de la comuna imposibilitan la accesibilidad universal para las personas que transitan por la comuna.	No es una materia atingente al PRC
	Debilidad: La baja dotación de ciclovías impide conectar los distintos sectores de la comuna a través de modos de transporte alternativos al auto.	Se integra en el Plan una propuesta de trazados para movilidad no motorizada (red de ciclovías)
Riesgos por desastres naturales	**Fortaleza:** La flora nativa contribuye a la mitigación de algunos riesgos, a través, por ejemplo, de la contención natural de sedimentos.	El plan incorpora áreas restringidas al desarrollo urbano asociadas a procesos de laderas.
	Fortaleza: Corrientes de aire contribuyen en la disipación de la contaminación atmosférica.	No es una materia atingente al PRC
	Amenaza: Riesgo de suspensión de servicios eléctricos bajo condiciones climáticas adversas (nevazones y vientos) supone la necesidad de soterrar y/o retirar cables en desuso.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos asociados al soterramiento de cableado exigible a proyectos de urbanización y/o edificación.
	Amenaza: Riesgo de derrumbes e inundaciones en bordes de cauces de agua, debido a la construcción de viviendas en estas zonas.	El plan incorpora áreas restringidas al desarrollo urbano asociadas a inundación por desborde de cauces y remociones en masa.

Temática	Condicionantes o aspectos relevantes	Incorporación al Plan
	Amenaza: Riesgo de derrumbes en laderas a causa de la deforestación y erosión del suelo provocada por la construcción de proyectos inmobiliarios en estas zonas.	El plan incorpora áreas restringidas al desarrollo urbano asociadas a remociones en masa.
	Amenaza: Riesgo de rebalse de cursos de agua, debido al posible desprendimiento de glaciares.	El plan incorpora áreas restringidas al desarrollo urbano asociadas a inundación por desborde de cauces y remociones en masa.
	Amenaza: Gran preocupación ante los posibles impactos de Falla San Ramón en la comuna. Se solicita gestionar la elaboración de un estudio de riesgos en esta zona.	No es una materia atingente al PRC
	Debilidad: No existe claridad sobre cuáles son las vías de evacuación presentes en la comuna.	El Plan incorpora una propuesta de Plan de Evacuación ante emergencias indicativo elaborado considerando ubicación de equipamientos esenciales, albergues existentes, alta y muy alta susceptibilidad a amenazas de origen natural y principales vías de evacuación.
Integración Social Urbana	**Fortaleza:** Cerros y quebradas son utilizados como espacios de encuentro y recreación (Ej.: Cerro El Durazno).	Se reconoce en el Plan todo el sistema de área verdes de nivel intercomunal y/o metropolitano, así como las áreas verdes de nivel comunal.
	Fortaleza: La diversidad en términos socioeconómicos, etarios y de estilos de vida presente en la comuna es un aspecto valorado por la comunidad.	Dicha diversidad socioeconómica es reconocida como valor dentro de los factores críticos de decisión considerados por el Plan.
	Fortaleza: Zonas comerciales se perciben como espacios de encuentro e integración social.	El plan propuso entre sus medidas estratégicas promover usos de suelo diversos y la generación de subcentros en las alternativas de estructuración.
	Fortaleza: Parques de la Chilenidad y Las Rosas se valoran como espacios de encuentro para vecino/as.	Se reconoce en el Plan todo el sistema de área verdes de nivel intercomunal y/o metropolitano, así como las áreas verdes de nivel comunal.
	Desafío: Ampliar y desarrollar lugares de encuentro como parques y plazas, que potencien la vida de barrio.	Se reconoce en el Plan todo el sistema de área verdes de nivel intercomunal y/o metropolitano, así como las áreas verdes de nivel comunal.
	Desafío: Desarrollar proyectos de densificación responsable y vivienda social de buena calidad.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos de integración social asociados a la generación de vivienda de interés público.
	Desafío: Garantizar y democratizar acceso a áreas verdes, movilidad, infraestructura pública y actividades.	El plan propuso entre sus medidas estratégicas promover usos de suelo diversos y la generación de subcentros en las alternativas de estructuración.
	Desafío: Mejorar movilidad intercomunal para favorecer integración entre sectores de la comuna.	Se integra en el Plan una propuesta de trazados para movilidad no motorizada (red de ciclovías) que busca conectar la comuna de Lo Barnechea con comunas vecinas y resto de la ciudad de Santiago.
	Desafío: Definir incentivos para proyectos inmobiliarios, que propicien el buen desarrollo de espacio público y AA.VV.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos asociados a la habilitación y mejoramiento de áreas verdes existentes públicas, así como a la cesión de espacios públicos, fomentando con ello el aumento de las áreas verdes y espacios públicos existentes en la comuna.
Oferta y demanda de vivienda	**Fortaleza:** Edificación de baja altura (hasta 4-5 pisos) presente en la comuna, respeta el carácter residencial de la comuna y favorece la vista.	El Plan considera dentro de su zonificación propuesta, zonas de altura y densidades medias de 4 a 6 pisos.
	Fortaleza: Viviendas sociales presentes en la comuna son percibidas como seguras y de buena calidad.	No es una materia atingente al PRC
	Fortaleza: Buena calidad de vida asociada a los sectores residenciales.	El Plan reconoce y mantiene las condiciones normativas de los sectores residenciales actualmente normados por una zona J, como una zona habitacional exclusiva de máximo 2 pisos.
	Debilidad: Creciente densificación y aumento de proyectos inmobiliarios ha generado problemas de	El Plan se acompaña por diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Capacidad Vial y de Movilidad Urbana Sustentable

Temática	Condicionantes o aspectos relevantes	Incorporación al Plan
	vialidad, ruidos molestos, destrozo de calles y veredas, así como de la naturaleza local.	
	Debilidad: La falta de diversidad en la nueva oferta de vivienda (Vivienda más accesible y/o de menor tamaño) impide seguir integrando diferentes estilos de vida dentro de la comuna.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos de integración social asociados a la generación de vivienda de interés público. El Plan Regulador aporta con la factibilización normativa de terrenos fiscales para la materialización de proyectos que atiendan las necesidades habitacionales de los sectores más vulnerables (terreno del CPEIP).
	Debilidad: Falta de soluciones habitacionales para allegados del sector (sobre todo en Cerro 18 y La Ermita) contribuye a perpetuar el déficit habitacional presente en la comuna.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos de integración social asociados a la generación de vivienda de interés público. El Plan Regulador aporta con la factibilización normativa de terrenos fiscales para la materialización de proyectos que atiendan las necesidades habitacionales de los sectores más vulnerables (terreno del CPEIP).
Servicios y equipamientos públicos	**Fortaleza:** Barrios consolidados de la comuna, que cuentan con servicios y equipamientos comerciales, son valorados positivamente por parte de la comunidad.	El plan propuso entre sus medidas estratégicas promover usos de suelo diversos y la generación de subcentros en las alternativas de estructuración.
	Fortaleza: Los negocios de barrio de baja escala son valorados positivamente por parte de la comunidad.	El plan propuso entre sus medidas estratégicas promover usos de suelo diversos y la generación de subcentros en las alternativas de estructuración.
	Fortaleza: Sistema de basureros, reciclaje y recolección de escombros municipal es valorado positivamente por parte de la comunidad.	No es una materia atingente al PRC
	Fortaleza: Feria se posiciona como un espacio de trabajo, solidaridad y encuentro que debería potenciarse.	No es una materia atingente al PRC
	Debilidad: Dotación de equipamientos e infraestructura de seguridad (señaléticas, cámaras, comisarías) en accesos de cerros es insuficiente.	No es una materia atingente al PRC
	Debilidad: Dotación de equipamientos y servicios de salud, como centros de atención primaria u hospital público, es insuficiente.	El Plan se acompaña por diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Equipamiento Comunal, donde se identifica el equipamiento existente y se analiza la suficiencia del equipamiento actual para proponer las zonas de equipamiento que sean necesarias para complementar la oferta de equipamiento futura.
	Debilidad: Servicios públicos (notarías, servicios de salud, oficinas del SII) presentes en la comuna son insuficientes.	El plan propuso entre sus medidas estratégicas promover usos de suelo diversos y la generación de subcentros en las alternativas de estructuración.
	Debilidad: Servicios básicos son de alto costo y tienen problemas (alcantarillado) en los sectores más alejados de la comuna (El Arrayán y San Enrique).	No es una materia atingente al PRC

Fuente: Elaboración propia (2022)

11.2 ETAPA DE ALTERNATIVAS

La participación ciudadana de la Etapa 3.1 Imagen Objetivo y Alternativas de Estructuración del Territorio, fue implementada entre el 10 de septiembre y el 13 de octubre tuvo como finalidad establecer un diálogo con la comunidad para entregar información respecto a la actualización del Plan Regulador Comunal y los desafíos de planificación territorial (Factores Críticos de Decisión) que este contempla y las alternativas de estructuración del territorio propuestas.

Cuadro 11.2-1: Talleres Etapa de Alternativas

Fecha	Tipo de Taller	Sector /Estamento
10 de septiembre 2020	**Seminario online, "La comuna que queremos: Lo Barnechea presente y futuro urbano"**	**Nivel comunal:** Vecinos, vecinas y actores de la comuna (Convocatoria abierta)
29 de septiembre de 2020	**Taller Online Nº1**	**Nivel comunal:** Vecino/as, funcionario/as municipales y otros actores de la comuna
6 de octubre de 2020	**Taller Online Nº2**	**Nivel comunal:** Vecino/as, funcionario/as municipales y otros actores de la comuna
8 de octubre de 2020	**Taller Online Nº3**	**Nivel comunal:** Vecino/as, funcionario/as municipales y otros actores de la comuna
10 de octubre de 2020	**Taller Online Nº4**	**Nivel comunal:** Vecino/as, funcionario/as municipales y otros actores de la comuna
13 de octubre de 2020	**Taller Online Nº5**	**Nivel comunal:** Vecino/as, funcionario/as municipales y otros actores de la comuna

Fuente: Elaboración propia (2022)

Al mismo tiempo, el proceso de participación ciudadana en esta etapa tuvo como objetivo levantar percepciones, comentarios y observaciones desde la ciudadanía respecto a la información presentada para usar como insumo en el ajuste de las alternativas.

Cuadro 11.2-2 Síntesis de resultados – Etapa de Diagnóstico

Temática	Condicionantes o aspecto relevante	Incorporación al Plan
Densificación y Uso de Suelo	Se releva la importancia de la puesta en valor de la identidad y resguardo de las características propias de los barrios	El Plan regula los márgenes de ocupación en sectores con valor natural y paisajístico relevantes para el resguardo de la identidad barnecheína.
	Se propone la incorporación de sectores rurales, donde actualmente existen proyectos en desarrollo.	El plan regulador comunal no considera prescripciones normativas sobre el territorio rural de la comuna, es una materia de alcance Metropolitano.
	Inquietud sobre los criterios de distribución territorial de usos de suelo (áreas habitacionales preferentes, usos mixtos, usos exclusivos de desarrollo controlado, áreas verdes) que se tendrán para la elaboración del Plan.	La gradiente de vocaciones de uso de suelo propuesta por el Plan, varía entre el equipamiento exclusivo y la residencia exclusiva, pasando por los usos mixtos y preferentes; y busca reconocer las distintas condiciones y dinámicas urbanas presentes en el territorio.
	Inquietud sobre los criterios de densificación, urbanización y edificación que se utilizarán en la elaboración del Plan.	Los criterios de densificación adoptados por el Plan, consideran el reconocimiento y resguardo de la norma urbanística asociada a los sectores residenciales exclusivos de la comuna; y el incremento de densidad en sectores puntuales mediante la adopción de incentivos normativos que apuntan a la generación de vivienda de interés público, así como a la sustentabilidad urbana del territorio planificado.
Áreas Verdes y Entorno Natural	Se propone la priorización del resguardo y cuidado del entorno natural.	Se reconoce en el Plan todo el sistema de área verdes de nivel intercomunal y/o metropolitano, así como las áreas verdes de nivel comunal.
	Se menciona la escasez de áreas verdes como elemento a abordar.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos asociados a la habilitación y mejoramiento de áreas verdes existentes públicas, así como a la cesión de espacios públicos, fomentando con ello el aumento de las áreas verdes y espacios públicos existentes en la comuna.
Patrimonio e Identidad	Se levanta la importancia de resguardar y conservar los elementos identitarios e intangibles del territorio y los barrios de la comuna.	El Plan identifica zonas e inmuebles de interés patrimonial, para su evaluación y posible definición como zonas e inmuebles de conservación histórica en caso de cumplir con los puntajes establecidos en las fichas de la circular DDU 400.
Integración Social Urbana	Inquietud sobre la definición de criterios y conceptos de integración social que incorporarán en el PRC.	El Plan incorpora beneficios e incentivos normativos de integración social asociados a la generación de vivienda de interés público.

Vialidad	Inquietud sobre la definición de criterios y conceptos viales que serán considerados en la elaboración del PRC.	El Plan se acompaña por diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Capacidad Vial y de Movilidad Urbana Sustentable
	Se plantean posibles riesgos asociados a la intensificación de densidad y ocupación de suelo en torno a vías de mayor categoría (Estudio de capacidad vial)	El Plan se acompaña por diversos estudios especiales dentro de los que destacan el Estudio de Capacidad Vial y de Movilidad Urbana Sustentable
	Inquietud sobre las condicionantes de vialidad definidas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y su conjugación con el PRC.	El Plan Regulador Comunal debe reconocer la vialidad intercomunal expresa y troncal definida por el PRMS de escala metropolitana.
Riesgos	Inquietud sobre los criterios y condiciones de ocupación que se usarán en zonas expuestas a amenazas de origen natural o antrópico.	El plan incorpora áreas restringidas al desarrollo urbano asociadas a inundación por desborde de cauces y remociones en masa.

Fuente: Elaboración propia (2022)

11.3 APROBACIÓN IMAGEN OBJETIVO

La Consulta Pública de Imagen Objetivo desarrollada entre el 29 de julio y 12 de septiembre de 2021, en el marco de la Etapa 3.2 Imagen Objetivo y Alternativas de Estructuración, consideró tanto las instancias de difusión, convocatoria y participación propuestas por la legislación vigente, como otras actividades adicionales que permitieron ampliar el alcance hacia la mayor cantidad de vecinos de la comuna. El objetivo de extender la cantidad de actividades realizadas y el período de exposición y recepción de observaciones buscó entregar la mejor y mayor calidad de información de esta propuesta de Imagen Objetivo para el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea", con la finalidad de que los interesados tuviesen el mayor conocimiento posible al momento de realizar e ingresar sus observaciones fundadas.

El proceso participativo llevado a cabo en el marco de la Consulta Pública de Imagen Objetivo del PRC Lo Barnechea consideró el desarrollo de 3 Audiencias Públicas, 2 reuniones y presentaciones al COSOC, y exposición del resumen ejecutivo de la Imagen Objetivo y sus planos dando cumplimiento a lo exigido por la legislación vigente. Sin embargo, a estas instancias se sumó la realización de una serie de reuniones con las directivas de las distintas juntas de vecinos presentes en la comuna, así como una invitación abierta a todos los vecinos a participar en las visitas guiadas a los paneles de exposición de la Imagen Objetivo del PRC.

Cuadro 11.3-1: Talleres Etapa de Aprobación Imagen Objetivo

Fecha	Tipo	Sector /Estamento
29 de julio al 12 de septiembre de 2021	**Periodo de exposición y recepción de observaciones**	**Nivel comunal** (Convocatoria abierta)
29 de julio de 2021	**Audiencia Pública nº1** (Modalidad Online)	**Nivel comunal** (Convocatoria abierta)
29 de julio de 2021	**Reunión con COSOC nº1**	**COSOC Lo Barnechea**
05 de agosto de 2021	**Audiencia Pública nº2** (Modalidad Online)	**Nivel comunal** (Convocatoria abierta)
07 de agosto de 2021	**Audiencia Pública nº3** (Modalidad Online)	**Nivel comunal** (Convocatoria abierta)
09 de agosto de 2021	**Reunión con dirigentes JJ.VV Nº1**	**JJVV:** San Lucas, La Ponderosa, Comité de Adelanto Puente Nuevo, Villa El Roble, Rosa Ester, Comunidad Betania, Garrido, Las Tres Villas, Las Cuatro Esquinas, Villa Carolina y El Esfuerzo, Los Pioneros, Cuatro Vientos, Pueblos Viejo, Villa Nebraska, Parque Las Américas, Villa El Rodeo **OFC:** Los Prados, Juntos con Esfuerzo, Cordillera
10 de agosto de 2021	**Reunión con dirigentes JJ.VV Nº2**	**JJVV:** Los Vecinos Cerro 18 Norte, Los Manzanos, Cerro 18 Sur Sector 3, Villa Cerro 18, Vecinos Cerro 18 sur, Cerro 18 sur sector 2, Las Araucarias, Las

Fecha	Tipo	Sector /Estamento
		Lomas I, Las Lomas II, Comité de Vivienda 1, Comité de Vivienda 2, Comité de Vivienda 3, Brunellesco, Monseñor Escrivá de Balaguer, Ermita San Antonio I, Ermita San Antonio II, Ermita San Antonio III, Bicentenario.
11 de agosto de 2021	**Reunión con dirigentes JJ.VV Nº3**	**JJVV:** Camino los Refugios y Esteros del Arrayán, Cajón del Arrayán, Las Hijuelas, Pastor Fernández, San Enrique, Las Madreselvas, Camino El Bajo, Corral Quemado, Las Varas, **OFC:** Cantagallo Oriente, Santa Matilde, Junta de Adelanto La Ermita, Agrupación de Vecinos Fundo El Roble.
16 de agosto de 2021	**Reunión con dirigentes JJ.VV Nº4**	**JJVV:** Santuario del Valle, Los Trapenses, Las Pataguas, Jardín de La Dehesa, El Fundador, Remanso de la Villa, Sierra Bella **OFC:** Los Bravos, Pie Andino- Los Trapenses, Gran Vista, Gran Vista Alto, Camino de la Ascensión, Cerros de La Dehesa, Valles de La Dehesa
17 de agosto de 2021	**Reunión con dirigentes JJ.VV Nº5**	**JJVV:** El Huique, Parque Los Quillayes, Barrio Alpino, El Huinganal Bajo, El Sol y La Laguna, Cordillera, Las Lluvias, Los Prados de Maiecura, San José de La Sierra **OFC:** Los Nogales, Paseo de Alcalá, Cerro La Greda, Brig, Gino Girardi, Vecinos de la Cosecha, Vecinos Vevey, Camino de La Brisa, Camino del Altar
19 de agosto de 2021	**Reunión con COSOC nº2**	**COSOC Lo Barnechea**
25 de agosto de 2021	**Visita guiada nº1**	**Convocatoria abierta** (Centro Cultural El Tranque)
25 de agosto de 2021	**Visita guiada nº2**	**Convocatoria abierta** (Centro Cultural El Tranque)
26 de agosto de 2021	**Visita guiada nº3**	**Convocatoria abierta** (Centro Cultural El Tranque)
26 de agosto de 2021	**Visita guiada nº4**	**Convocatoria abierta** (Centro Cultural El Tranque)
30 de agosto de 2021	**Visita guiada nº5**	**Convocatoria abierta** (Centro Lector)
30 de agosto de 2021	**Visita guiada nº6**	**Convocatoria abierta** (Centro Lector)
31 de agosto de 2021	**Visita guiada nº7**	**Convocatoria abierta** (Centro Lector)
31 de agosto de 2021	**Visita guiada nº8**	**Convocatoria abierta** (Centro Lector)

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cumplidos los plazos de exposición y audiencias públicas de la Imagen Objetivo, y en virtud las numerosas observaciones recibidas en este proceso, se elabora un informe que consiga las observaciones y sus respectivas respuestas según los sectores de la comuna que se sintetizan a continuación:

Cuadro 11.3-2: Distribución de observaciones por sector

Sector	Cartas
0_General	49
01_Los Bravos – El Golf de Manquehue – Manquehue Oriente	105
02_Los Litres	9
03_Las Pataguas – Los Trapenses	588
04_Tranque La Dehesa – Pie Andino	53
05_Los Nogales – Golf de La Dehesa – Nva. La Dehesa	85
06_Camino Central	51
07_Jardín de La Dehesa	37

Sector	Cartas
08_La Dehesa Antigua	26
09_La Dehesa Central	6
10_Pueblo de Lo Barnechea – Cerro 18	63
11_Av. El Rodeo	76
12_El Huinganal Sur	15
13_El Huinganal Norte	12
14_Valle Escondido	25
15_El Arrayán	524
16_Camino a Farellones	65
17_Plaza San Enrique	50
18_Juan Pablo II – Bicentenario – Las Ermitas	3
19_Av. Las Condes	126
TOTAL	**1.968**

Fuente: Elaboración propia (2022)

Considerando lo establecido en el numeral 5 del artículo 28 octies de la LGUC se aclara, en primer lugar, que el acuerdo sobre términos para la elaboración del anteproyecto de la actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea no considera una modificación del límite urbano, razón por la cual no fue necesario informar al Servicio de Impuestos Internos (SII).

Seguidamente, se reporta que en la Sesión Extraordinaria N° 270 del Concejo Municipal se solicitó aprobación respecto a los términos en que se procederá a la elaboración del anteproyecto de la actualización del Plan Regulador Comunal, en conformidad a los acuerdos adoptados sobre la imagen objetivo, a partir de las respuestas a las observaciones recibidas por parte de la comunidad y a las recomendaciones del mismo Concejo Municipal, de conformidad al numeral 5 del artículo 28 octies de la Ley General de Urbanismo y Construcciones; acordándose lo siguiente:

"ACUERDO N° 6494: Por unanimidad de los presentes se aprueban los términos en que se procederá a la elaboración del Anteproyecto de Actualización del Plan Regulador Comunal, en conformidad a los acuerdos adoptados sobre la Imagen Objetivo, a partir de las respuestas a las observaciones recibidas por parte de la comunidad, tratadas en las sesiones 269 y 270, realizadas los días 23 y 30 de diciembre respectivamente; y las recomendaciones del mismo Concejo Municipal, de conformidad al numeral 5 del artículo 28 octies de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, según el siguiente detalle:

1. *Evaluar en etapa de Anteproyecto, mediante desarrollo de incentivos normativos, como generar una colaboración de privados para generar servicios a la comunidad, en terrenos como La Invernada, Barrio Alpino y otros lugares a abordar en conjunto con la comunidad.*
2. *Para sector Plaza San Enrique, rescatar su aporte cultural, gastronómico y aporte de estacionamiento. A su vez revisar la posibilidad de un desarrollo patrimonial.*
3. *Revisar la normativa del sector (Instituto Hebreo, Banco Sudamericano), evaluando incentivos normativos para mejorar sus condiciones y considerar los desarrollos que están pensados para estos grandes paños.*
4. *Se deberá considerar el Ordinario N°3447, de 16 de noviembre de 2021, de la Seremi MINVU, respecto del terreno Ex Estadio Banco Sudamericano, criterio que debiese aplicarse para todas las Áreas Verdes Complementarias.*
5. *Revisar en el Pueblo de Lo Barnechea una normativa que pueda reforzar la visión patrimonial de la zona (como por ejemplo fachadas).*
6. *Revisar la zona mixta ZM-6, frente al sector del proyecto habitacional Juan Pablo II, de manera de considerar un uso habitacional preferente.*
7. *Revisar la manzana oriente de calle Rubén Barrales dentro de la estrategia de renovación urbana propuesta (Recomendación realizada en Sesión 269)*

Se deja constancia que en el acto administrativo no existe modificación al límite urbano comunal, conforme al artículo 28 octies de la Ley General de Urbanismo y Construcciones."

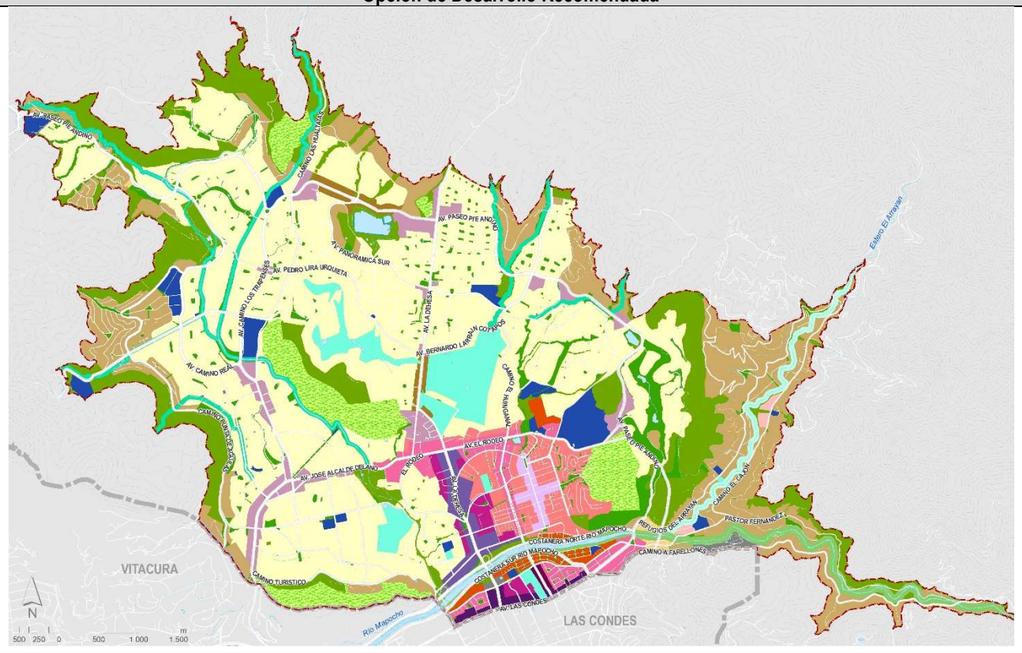
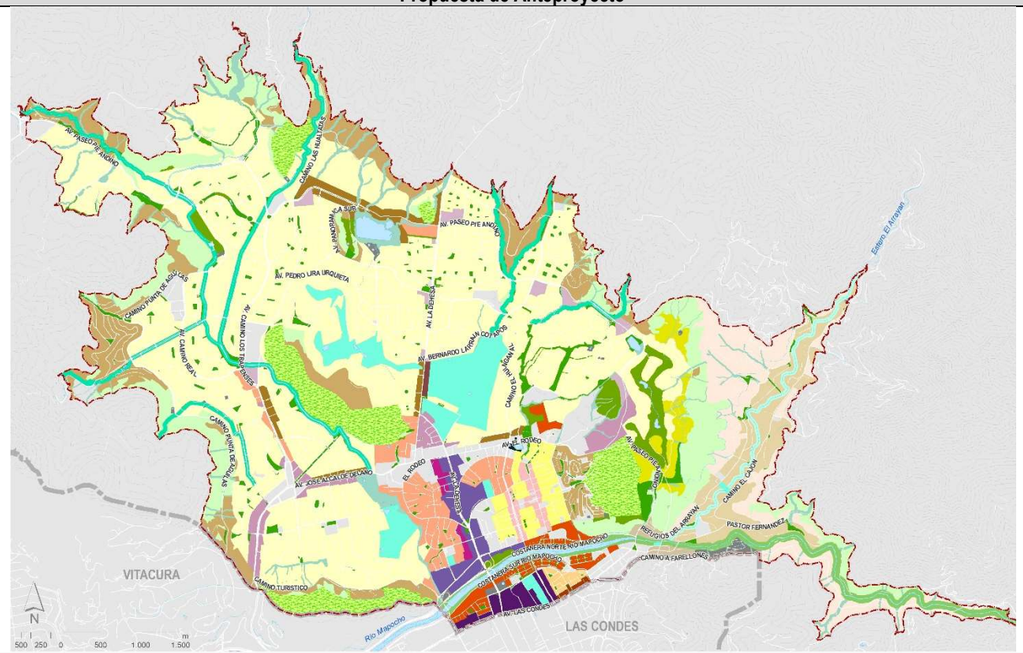
El detalle de cómo fueron consideradas cada una de las observaciones en función de lo acordado con el Concejo Municipal, puede consultarse en los documentos que hacen parte del ANEXO 3 "Informe de Observaciones".

11.4 ETAPA DE ANTEPROYECTO

De acuerdo a lo reportado en el apartado 9.3 OPCION DE DESARROLLO RECOMENDADA del presente informe, la Opción de Desarrollo Recomendada o Alternativa Sugerida considera los mejores aspectos de las Alternativas 1 y 2 por lo que la evaluación ambiental de las tres alternativas arroja como resultado que sea esta la que ofrece las mayores oportunidades para el desarrollo urbano de Lo Barnechea y, por ende, es la que se lleva a Consulta Pública de Imagen Objetivo.

Una vez culminado el mencionado proceso de consulta pública, corresponde modificar Opción de Desarrollo Recomendada en función de los términos de elaboración del Anteproyecto. A efectos de poder evidenciar los principales cambios realizados, se presenta a continuación cuadro que compara la propuesta de Alternativa Sugerida con el Anteproyecto.

Cuadro 11.4-1 Síntesis de cambios realizados entre Opción de Desarrollo Recomendada y el Anteproyecto

Opción de Desarrollo Recomendada	Propuesta de Anteproyecto
	
Zonas de Desarrollo Controlado ZHE-2-DC, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Desarrollo Controlado **Zonas Habitacionales Exclusivas** ZHE-2, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Densidad Baja ZHE-4*, Zona Habitacional Exclusiva 4 pisos Densidad Media **Zonas Habitacionales Preferentes** ZHP-3, Zona Habitacional Preferente 3 pisos Densidad Baja ZHP-4, Zona Habitacional Preferente 4 pisos Densidad Media ZHP-6, Zona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Media **Zonas con Mixtura de Uso** ZM-2-DC, Zona Mixta 2 pisos Desarrollo Controlado ZM-2, Zona Mixta 2 pisos Densidad Media Baja ZM-4, Zona Mixta 4 pisos Densidad Media Baja ZM-6, Zona Mixta 6 pisos Densidad Media ZM-8, Zona Mixta 8 pisos Densidad Alta ZM-12, Zona Mixta 12 pisos Densidad Alta **Zonas Equipamientos Preferentes** ZEP-8*, Zona Equipamiento Preferente 8 pisos Densidad Alta ZEP-12*, Zona Equipamiento Preferente 12 pisos Densidad Alta **Zonas Equipamientos Exclusivos** ZIE-2, Zona Infraestructura Exclusiva 2 pisos ZEE-3, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos **Parques, Plazas y Áreas Verdes** AVI1a, Cerros Islas AVI1b, Parques Quebradas AVI1c, Avenidas Parques: Parque Estero El Arrayán AVI2, Parques Metropolitanos: Parque del Río Mapocho AVI3, Áreas Verdes Complementarias AVE, Área Verde Existente AVN, Área Verde Nueva **Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural** ZP, Zona Protección Humedales	**ZONIFICACIÓN ANTEPROYECTO** **Zonas de Desarrollo Controlado** ZHE-2-DC1*, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Desarrollo Controlado 1 ZHE-2-DC2*, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Desarrollo Controlado 2 ZHE-2-DC3*, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Desarrollo Controlado 3 **Zonas Habitacionales Exclusivas** ZHE-2.1, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Densidad Baja 1 ZHE-2.2, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Densidad Baja 2 ZHE-2.3*, Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos Densidad Baja 3 ZHE-4*, Zona Habitacional Exclusiva 4 pisos Densidad Media ZHE-6*, Zona Habitacional Exclusiva 6 pisos Densidad Alta **Zonas Habitacionales Preferentes** ZHP-3.1, Zona Habitacional Preferente 3 pisos Densidad Baja 1 ZHP-3.2, Zona Habitacional Preferente 3 pisos Densidad Baja 2 ZHP-3.3*, Zona Habitacional Preferente 3 pisos Densidad Media 3 ZHP-4.1*, Zona Habitacional Preferente 4 pisos Densidad Media 1 ZHP-4.2*, Zona Habitacional Preferente 4 pisos Densidad Media 2 ZHP-6*, Zona Habitacional Preferente 6 pisos Densidad Alta ZHP-8*, Zona Habitacional Preferente 8 pisos Densidad Alta **Zonas con Mixtura de Uso** ZM-2, Zona Mixta 2 pisos Densidad Media ZM-4.1*, Zona Mixta 4 pisos Densidad Media 1 ZM-4.2*, Zona Mixta 4 pisos Densidad Media 2 ZM-6*, Zona Mixta 6 pisos Densidad Alta ZM-8*, Zona Mixta 8 pisos Densidad Alta **Zonas Equipamientos Preferentes** ZEP-8*, Zona Equipamiento Preferente 8 pisos Densidad Alta ZEP-12*, Zona Equipamiento Preferente 12 pisos Densidad Alta **Zonas Equipamientos Exclusivos** ZIE-2, Zona Infraestructura Exclusiva 2 pisos ZEE-3.1, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 1 ZEE-3.2, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 2 ZEE-3.3, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 3 ZEE-3.4, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 4 ZEE-3.5, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 5 ZEE-3.6, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 6 ZEE-3.7, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 7 ZEE-3.8, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 8 ZEE-3.9, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 9 ZEE-3.10, Zona Equipamiento Exclusivo 3 pisos 10 ZEE-6, Zona Equipamiento Exclusivo 6 pisos **Parques, Plazas y Áreas Verdes** AVI1a, Cerros Islas AVI1b, Parques Quebradas AVI1c, Avenidas Parques: Parque Estero El Arrayán AVI2, Parques Metropolitanos: Parque del Río Mapocho AVI3, Áreas Verdes Complementarias AVEP, Área Verde Existente Pública AVN 1, Área Verde Nueva 1 AVN2, Área Verde Nueva 2 **Zonas Especiales** ZERH, Zona Especial Recurso Hídrico **Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural** ZP, Zona Protección Humedales
- Se definen todas las normas urbanísticas de cada una de las zonas y subzonas propuestas por el Plan Regulador, las cuales hasta el momento contaban únicamente con una propuesta de rangos de alturas y densidades. - Se definen líneas oficiales de la vialidad estructurante, incorporando el reconocimiento de la vialidad existente, así como de ensanches y aperturas viales. - Se modifica nombre de Áreas Verdes Existentes (AVE) por Áreas Verdes Existentes Públicas (AVEP), ajustando polígonos en función de revisión de planos de loteo provistos por la DOM. - Zona Habitacional Exclusiva de Desarrollo Controlado (ZHE-2-DC), se subdivide en tres zonas (ZHE-2-DC1, DC2 y DC3) en reconocimiento de las condiciones del borde periurbano y el sector de los cajones cordilleranos. - Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos (ZHE-2) se subdivide en tres zonas (ZHE-2.1, ZHE-2.2 y ZHE-2.3) diferenciando las condiciones particulares presentes en los sectores de Valle Escondido (ZHE-2.3) y el Pueblo de Lo Barnechea (ZHE-2.2), de las presentes en el resto del área urbana. - Zona Habitacional Exclusiva 2 pisos (ZHE-2) es reemplazada por Zona Habitacional Preferente 4 pisos (ZHP-4) en sector actualmente zonificado como J1, emplazado entre Av. La Dehesa y estero Las Hualtatas. - Zona Habitacional Exclusiva 4 pisos (ZHE-4) se subdivide en dos zonas (ZHE-4.1 y ZHE-4.2), diferenciando las condiciones urbanas de cada sector. - Zona Habitacional Preferente 3 pisos (ZHP-3) se subdividide en tres zonas (ZHP-3.1, ZHP-3.2 y ZHP-3.3) reconociendo las distintas vocaciones de uso preferente presentes en el sector Las Lluvias, el acceso a los cajones precordilleranos y el Cerro 18. - Zona Habitacional Preferente 4 pisos (ZHP-4) es reemplazada por la ZHE-2.2 en el sector del Pueblo Lo Barnechea buscando resguardar la morfología urbana existente, y por la ZHP-3.3 en el Cerro 18 buscando reconocer la intensidad de ocupación actual considerando la alta vulnerabilidad y exposición a riesgo de inundación por desborde de cauces y flujos presente en el sector.	

- Zona Mixta 4 pisos (ZM-4) se subdivide en tres zonas (ZM-4.1, ZM-4.2 y ZM-4.3) reconociendo la morfología urbana de cada sector.
- Área Verde Nueva (AVN), se subdivide en dos zonas de áreas verdes privadas regidas bajo el artículo 2.1.31, que responden al reconocimiento del territorio urbano no consolidado expuesto a alta y muy alta remoción en masa por procesos de laderas (AVN1) o a la reserva de suelo natural para el desarrollo futuro de áreas verdes orientadas a la recreación y el esparcimiento (AVN2).
- Zona Equipamiento Exclusivo (ZEE-3) se subdivide en 11 subzonas en función de los usos permitidos y prohibidos que se establece en predios ocupados por equipamientos de distinta clase.
- Se crea la Zona Habitacional Exclusiva 6 pisos (ZHE-6) asignándola al sector emplazado al costado oriente de Av. La Dehesa colindante con el campo de golf, con la finalidad de aumentar la altura de 4 a 6 pisos par así aprovechar el valor paisajístico y las visuales propias de su emplazamiento.
- Se crea la Zona Habitacional Preferente 8 pisos (ZHP-8) asignándola al sector que enfrenta Av. Las Condes al oriente de calle San José de la Sierra.
- Se elimina la Zona Mixta 12 pisos (ZM-12)
- Se elimina la Zona Mixta 2 pisos Desarrollo Controlado (ZM-2-DC) en respuesta a la solicitud de eliminar los subcentros de equipamiento en los cajones precordilleranos.
- Se crea la Zona Especial Recurso Hídrico (ZERH) en torno a aquellos cursos de agua donde existe alta y muy alta susceptibilidad de inundación por desborde de cauces, reconociendo las franjas de restricción definidas por la DOH MOP (cuando existen) y estableciendo una franja de resguardo de las condiciones naturales y paisajísticas asociadas a los cauces de agua presentes en el área urbana no consolidada del territorio.
- Se incorporan los 8 tipos de incentivos normativos en diversas zonas del Plan, otorgando a cambio beneficios asociados a incrementos en la norma urbanística (densidad, altura, coeficiente de constructibilidad u ocupación).

Fuente: Elaboración propia (2022)

La participación ciudadana de la Etapa 4 de Anteproyecto fue implementada entre el 15 de junio y 06 de julio de 2022, teniendo como objetivo establecer un diálogo con la comunidad y recibir retroalimentación sobre la propuesta preliminar de anteproyecto que nace de los acuerdos establecidos por el Concejo Municipal en etapa de Imagen objetivo. La discusión se desarrolla en torno a los usos de suelo y normas urbanísticas definidas para cada zona, en cada uno de los sectores de la comuna.

Estas instancias de participación ciudadana tienen la finalidad de integrar e involucrar a las comunidades en el desarrollo de un trabajo en conjunto sobre los elementos de la propuesta. Además, favorecen el mayor entendimiento técnico por parte de los habitantes, sobre las futuras normas que definirán la planificación y construcción de sus territorios, así como también, contribuir desde sus experiencias e inquietudes para un mejor desarrollo comunal.

El trabajo desarrollado durante esta fase de participación ciudadana se enmarca en un momento de construcción final de la propuesta de actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, previa a la etapa de consulta pública para la aprobación definitiva de este instrumento.

A continuación, se detallan las instancias implementadas en esta etapa y los resultados obtenidos.

Cuadro 11.4-2 Talleres Etapa de Anteproyecto

Fecha	Tipo de Taller	Sector /Estamento
15 de junio de 2022	**Taller Territorial Nº1**	**Sector 2: La Dehesa Antigua y Jardín de La Dehesa**
22 de junio de 2022	**Taller Territorial Nº2**	**Sector 1: Los Trapenses/ Las Pataguas**
23 de junio de 2022	**Taller Territorial Nº3**	**Sector 4: La Dehesa/ Barrio Alpino**
29 de junio de 2022	**Taller Territorial Nº4**	**Sector 5: El Huinganal**
30 de junio de 2022	**Taller Territorial Nº5**	**Sector 7: Cajón Arrayán y Mapocho / Camino a Farellones**
04 de julio de 2022	**Taller Territorial Nº6**	**Sector 3 y 8: Pueblo Lo Barnechea/ Cerro 18/ La Ermita y Bicentenario**
06 de julio de 2022	**Taller Territorial Nº7**	**Sector 6: Las Condes/ San Enrique**

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 11.4-3: Principales comentarios y observaciones Sector 1: Los Trapenses / Las Pataguas

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
ZHE-2-DC1	Vecinos cuestionan que esta zona considerada como urbana, sea más restrictiva que una rural. Proponen subir el umbral base de la zona y aumentar los incentivos.	Se incorpora incentivo normativo asociado a certificación CVS, que incrementa densidad en zonas de desarrollo controlado
ZHP-4.1	Posturas contrapuestas respecto a definición de zona ZHP-4.1 frente a Camino Los Trapenses y Av. José Alcalde Délano.	En el tramo de Av. José Alcalde Délano comprendido entre Camino Los Trapenses y Estero Las Hualtatas, se define una zona ZHE-4 en el costado norte y se mantiene ZM-4.1 en su costado sur. En el tramo de Camino Los Trapenses comprendido entre Av. José Alcalde Délano y Av. Camino Real, se defina una zona ZHP-4.1 en el costado poniente y en el costado oriente una zona ZHE-4 (entre Valle Apacible y Av. Santa Blanca) y una zona ZHP-4.1 (entre Av. Santa Blanca y calle El Pelero), quedando como zona ZM-4.1 el entorno de la intersección entre Camino Los Trapenses y Av. José Alcalde Délano.
	Revisar criterio de delimitación de la zona (ancho de la franja)	Se revisa y ajusta cuando corresponde.
	Eliminar gimnasio del equipamiento deportivo permitido.	Se prohíbe el destino “gimnasio” en el equipamiento deportivo.
ZHE-2.1	Eliminar gimnasios del equipamiento deportivo barrial permitido.	No se incorpora, considerando que la extensión de la zona ZHE-2.1 supera los límites del Sector 1, por lo que debe dar respuesta a distintas situaciones y necesidades presentes en el Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea.
ZM-4.1	Eliminar equipamiento comercial, ya que aún existen paños en venta, los cuales podrían utilizarse para fines comerciales.	No se incorpora
	Posiciones contrapuestas sobre reemplazar zona ZHP-4.1 por ZM-4.1 en frente hacia Camino Los Trapenses y Av. José Alcalde Délano.	En el tramo de Camino Los Trapenses comprendido entre Av. José Alcalde Délano y Av. Camino Real, se defina una zona ZHP-4.1 en el costado poniente y en el costado oriente una zona ZHE-4 (entre Valle Apacible y Av. Santa Blanca) y una zona ZHP-4.1 (entre Av. Santa Blanca y calle El Pelero), quedando como zona ZM-4.1 el entorno de la intersección entre Camino Los Trapenses y Av. José Alcalde Délano.
	Bajar densidad, considerando departamentos de mínimo 3 dormitorios mínimos.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
ZM-6	Revisar criterio utilizado para separar las zonas ZM-6 y ZM-4.1 (Av. José Alcalde Délano)	Se revisa, aclarando que el criterio aplicado busca permitir mayor intensidad de ocupación en aquellos lotes ocupados por los centros comerciales ya consolidados o por consolidar en el sector, al tiempo que reconoce la jerarquía troncal de las vías que enfrentan.
Vialidad	Conectar Av. Pedro Lira con Camino Real (retomar puente proyectado)	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
	Evaluar conectar la vialidad del Paseo de Los Litres, proyectando una apertura al norte.	No se incorpora
	Ampliar Camino Los Trapenses entre Valle del Monasterio y Av. José Alcalde Delano para facilitar el acceso a los distintos servicios y residencias de la zona.	No se incorpora

	Evaluar integrar ciclovías en parques quebradas	Se incorpora
General	Falta equipamiento en el sector (locales comerciales, cajeros, farmacias, supermercado, etc.). Retomar subcentros de equipamiento en Av. Paseo Pie Andino.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 11.4-4: Principales comentarios y observaciones Sector 2: La Dehesa Antigua y Jardín de La Dehesa

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
ZHE-2-DC1	Eliminar centros, clubes deportivos y gimnasios del equipamiento deportivo barrial permitido.	No se incorpora
	Eliminar destino hospedaje del uso residencial permitido.	Se prohíbe el destino "hospedaje" en el uso residencial.
ZHE-2.1	Eliminar centros, clubes deportivos y gimnasios del equipamiento deportivo barrial permitido.	No se incorpora, considerando que la extensión de la zona ZHE-2.1 supera los límites del Sector 2, por lo que debe dar respuesta a distintas situaciones y necesidades presentes en el Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea.
	Eliminar destino hospedaje del uso residencial permitido.	No se incorpora
	Incorporar centros de madres, clubes sociales y locales comunitarios dentro del equipamiento social permitido.	No se incorpora
ZHP-8	Eliminar ZHP-8 unificando la zona a una ZEP-8	Se incorpora
ZHP-4.1	Eliminar mercado del equipamiento comercial permitido.	Se prohíbe el destino "mercado" en el equipamiento comercial.
	Asignar zona ZM-6 a sector ZHP-4.1 aledaño a la actual zona ZM-6, para ampliar las actividades permitidas y evitar que la zona quede rodeada de zonas con edificación en altura y alta densidad.	Se incorpora, asignando zona ZM-6b a terreno al poniente de Clínica Alemana, y zona ZM-6a en costado oriente de calle El Rodeo, entre Luis Bascuñán y El Rodeo.
ZHP-4.3	Igualar a zona ZM-6 reconociendo entorno.	Se incorpora, asignando zona ZM-6b a terreno al poniente de Clínica Alemana, y zona ZM-6a en costado oriente de calle El Rodeo, entre Luis Bascuñán y El Rodeo.
ZM-8	Prohibir el destino "restaurantes" dentro del equipamiento comercial.	No se incorpora
ZEP-8	Incluir infraestructura de transporte en esta zona, pensando en la posibilidad de construir una estación de Metro frente al Mall Portal La Dehesa.	No se incorpora
Vialidad	Opiniones contrapuestas sobre conveniencia de apertura de Av. El Tranque hacia calle El Rodeo.	Se mantiene apertura vial propuesta
	Evaluar un ensanche de Camino Turístico en su conexión con Av. Raúl Labbé. Ancho actual 20-23 m (vía troncal asimilada)	No se incorpora

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 11.4-5: Principales comentarios y observaciones Sector 4: La Dehesa/ Barrio Alpino

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
ZHE-2.1	Asignar la misma normativa de altura en todo el sector para lograr una mayor homogeneidad.	No se incorpora
ZHE-4	Asimilar zona al costado poniente de Av. La Dehesa a ZHP-4.1 para admitir cierto equipamiento comercial en esta zona, reconociendo vocación actual del sector.	No se incorpora, manteniendo zona ZHE-4 entre Av. Bernardo Larraín Cotapos y Camino Central.
	Evaluar generar subcentros de equipamiento ZM-4.1 en intersecciones de Av. Paseo Pie Andino.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
	Revisar ancho de zona ZERH incorporando fajas ya decretadas. Faja actual de 30 m total según ORD. DOH RM N° 1817 DE 11.12.09 para quebrada El Quisco.	No se incorpora
ZHE-6	Igualar a zona del costado poniente, ya sea que se mantenga como ZHE-4 o pase a ZHP-4.1, incorporando equipamiento comercial.	No se incorpora
	Incrementar densidad propuesta (200-350 hab/ha) para igualar a permitida en zona J2 (456 hab/ha) orientándose a deptos. de 85 m2.	No se incorpora
	Evaluar incrementar densidad a 1.120 hab/ha y altura a 8 pisos.	No se incorpora
ZM-4.1	Revisar zona a ambos costados de Camino Central ya que de lo contrario quedan 4 predios aislados con zona ZHP-4.1 en el costado poniente.	Se asigna zona ZM-6 a predio emplazado en esquina surponiente de Camino Central con calle La Higuera.
	Solicita incrementar a ZM-6.1 en Av. La Dehesa 2435 (sector colindante con Club Medico), ya que es zona troncal y siguiendo el criterio de gradualidad del plan urbanístico. Criterio que se aplica en todo el anteproyecto urbanístico, pero no en esta zona.	No se incorpora
ZM-4.2	Evaluar incluir hospitales, clínicas y policlínicas dentro del equipamiento de salud permitido.	No se incorpora
	Aumentar altura máxima de edificación a 5 o 6 pisos y densidad hasta 350 hab/ha.	No se incorpora
Vialidad	Evaluar ensanche para Camino Central (20 m y 3 pistas actual).	Se incorpora ensanche de 5 m por el costado oriente.
	Eliminar apertura vial desde Teresa Vial hasta Av. La Dehesa, por ser inviable su materialización.	Se incorpora, eliminando tramo referido.
	Eliminar apertura vial paralela al sur de Av. Paseo Pie Andino.	Se incorpora, eliminando apertura vial y generando una franja de 20 m de AVN2 como buffer entre la zona ZHE-2.1 y ZHP-4.1.
	Desplazar apertura vial que divide ZHE 2.1 y ZHP-4.1 en canchas del Craighouse, hacia el centro de las zonas ZM-6 y ZHP-4.1.	Se incorpora, desplazando apertura vial según se indica.
General	Revisar ZERH asociada a afluente de quebrada Los Loros, ya que no se tiene antecedentes de su canalización. Actualmente se propone restricción de 20 m en total.	No se incorpora

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 11.4-6: Principales comentarios y observaciones Sector 5: El Huinganal

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
ZHE-2-DC1	Evaluar aplicar norma diferenciada o excepción a sectores ya urbanizados que a lo menos apliquen coeficientes de ocupación de suelo de 0,2 y de constructibilidad de 0,4, hoy existentes en la zona más restrictiva actual (zona k). También respecto a distanciamiento (10m) vs 3m. que actualmente admite la zona K".	No se incorpora
	Revisar situación actual de proyecto, ya que el privado invirtió en vialidad para poder construir en esa zona.	No se incorpora
ZHE-2.1	Revisar criterio para dividir zona ZHP-4.1 de ZHE-2.1. Importante que haya un área verde o una calle, un hito, que haga que un vecino no valga más que otro.	No se incorpora
	Misma situación entre ZM-6 y ZHE-2.1. Si se cambia un sector/zona, que sea todo un sector. Que se haga en torno a una plaza, calle u otro hito similar.	No se incorpora
	Camino del Ayuntamiento, hasta El Corregidor: Solicitan extender la ZM-6 una cuadra hacia el norte, es decir hacia El Camino del Corregidor. Caso de predio Camino del Ayuntamiento 2025.	No se incorpora
ZHE-2.3	Evaluar subir densidad de ZHE-2.3 a 50 hab/ha (Valle Escondido)	No se incorpora
ZHP-6	Revisar tamaño de AVN2, considerando lo graficado en la imagen objetivo (era más grande) para el terreno del CPEIP.	Se incorpora, ajustando tamaño de zona AVN2.
	En contraposición, evaluar eliminar la AVN2 del terreno del CPEIP.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
ZHP-4.1	Se solicita que la manzana tenga un solo tipo de altura para que sea una propuesta armónica (manzana entre El Corregidor y El Rodeo). Visiones contrapuestas sobre si la zona es ZM-6 o ZHP-4.1.	No se incorpora
ZM-6	Revisar criterio de delimitación entre zona ZM-6 y ZHE-2.1, buscando que el cambio ocurre mediante calles o avenidas con mejor flujo.	No se incorpora
Vialidad	Evaluar ensanche para Camino El Huinganal.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 11.4-7: Principales comentarios y observaciones Sector 6: Las Condes/ San Enrique

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
AVI Estadio Suramericano	Homologar y unificar la zona demarcada a zona ZEP-12.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
	Incorporar áreas verdes no deportivas en el costado oriente del terreno AVI.	Si bien dicho uso se encuentra permitido, la geometría de la AVI3 se mantiene coincidiendo con la AVI Estadio Suramericano.
ZHP-3.1	Dos visiones sobre el sector Las Lluvias. Por una parte, se solicita volver al primer plano y permitir edificaciones de 12 pisos, y por otra, se prefiere propuesta del anteproyecto que considera menor altura ZHP-3.1. Hacia el poniente (división marcada por calle Las Lluvias) se pide mayor altura, y al oriente menor.	Se opta por mantener la zona ZHP-3.1 sin ajustes, mientras que la zona ZEP-8 que enfrenta Av. Las Condes pasa a ser ZHP-8 con la finalidad de orientarla hacia una vocación más residencial.
	Extender zona ZEP-12 hasta calle Las Lluvias.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
ZHP-3.2	Homologar esta zona a zona ZHE 2.1.	No se incorpora
ZHP-6	Aumentar a 12 pisos (ZEP-12) reconociendo norma vigente.	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
	Mantener edificaciones en 12 pisos desde Eliodoro Guerra (poniente), La Cabaña (oriente), Florencia (norte) y Nápoles (sur).	No se incorpora, considerando términos de elaboración del Anteproyecto establecidos mediante acuerdo por el Concejo Municipal.
ZM-6	Evaluar que equipamientos deportivos y comerciales se permiten desde Plaza San Enrique hasta Pastor Fernández considerando solicitud de prohibir todo equipamiento deportivo y comercio que genere ruido y olores.	Se evalúan los usos de la zona ZM-6a, prohibiendo los estadios, autódromos, saunas y baños turcos (equip. Deportivo) y las discotecas (equip. Comercial).
	Aumentar altura y densidad llegando a 12 pisos como el resto del sector.	No se incorpora
ZEP-8	Solicita uso de suelo exclusivamente residencial con edificación máxima de 3 pisos, manteniendo la zona en ZHP 3.1.	No se incorpora
	Mantener como lugar comercial (actual centro comercial vecinal)	Se incorpora

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 11.4-8: Principales comentarios y observaciones Sector 7: Cajón Arrayán y Mapocho / Camino a Farellones

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
ZHE-2-DC3	Revisar situación de clínica Monteblanco. ¿Asignar ZEE?	No se incorpora
	Revisar subdivisión en sector El Alto (menos de 5000 metros cuadrados).	No se incorpora
ZHE-2-DC2	Evaluar subdivisión subiéndola a 2.000 m2.	No se incorpora

General	Revisar fajas de restricción asociadas al Canal La Poza. Según diagnóstico, dicha faja no puede ser menor a 1 m de ancho a cada costado del canal en toda la extensión de su curso.	Se incorpora dentro de las zonas no edificables del Plan.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Cuadro 11.4-9: Principales comentarios y observaciones Sector 3 y 8: Pueblo Lo Barnechea/ Cerro 18/ La Ermita y Bicentenario

Temática	Comentario/ Observación	Incorporación al Plan
ZHE-2.2	Aumentar la densidad de DS50 a DS19 (terreno al final de la calle Gómez) y revisar norma que permita este proyecto. Además, se solicita aumentar y evaluar la zona ZHP-6.	No se incorpora
ZHP-4.1	Mantener a ambos costados de Av. Padre Alfredo Arteaga construcción de máximo dos pisos o tres con incentivos. Permitir construcciones de 4 pisos deja a los vecinos a merced de las inmobiliarias, aumenta la cantidad de personas circulando por el sector, empeora la calidad de vida y sacrifica los parques.	Se incorpora, cambiando la zona ZHP-4.1 por una zona ZM-2 de máximo 2 pisos de altura.
	Algunos vecinos solicitan que se permita una altura de edificación de 4 pisos en la zona.	No se incorpora
ZHP-6	Evaluar asignar AVN2 a complejo deportivo Raúl Labbé a ladera del río a la altura de Raúl Labbé) reconociendo lo propuesto en la Imagen Objetivo (AVN), y reemplazando la ZHP-6 asignada.	Se incorpora asignando zona AVN2 a las canchas.
	Evaluar altura máxima de zona, bajando a 4 pisos (considerar asignar como ZHE-2.2 o ZHP-4.1)	No se incorpora
	Evaluar bajar altura máxima a 4 o 2 pisos en la ladera sur del Cerro 18.	No se incorpora
ZM-2	Evaluar reducir superficie predial mínima a 180 m2.	No se incorpora
	Preocupa impacto vial de complejo de viviendas sociales (Los Patos).	No se incorpora
	Evaluar cambio de zona de ZM-2 a ZHE-2.2 en torno a calle Lastra manteniendo uso exclusivamente habitacional (según catastro no hay comercio allí).	Se incorpora, cambiando zona ZM-2 por zona ZHE-2.2 a ambos costados de calle Lastra.
	Evaluar reducir densidad de ZM-2 evitando posibilitar los 4 pisos.	No se incorpora
ZEP-8	Definir zona como área verde o espacio de recreación (canchas de Raúl Labbé)	Se incorpora asignando zona AVN2 a las canchas.
ZM-8	Mantener zona con altura máxima de edificación de 6 pisos. Evaluar homologar ZM-8 al oriente de Av. La Dehesa a ZM-6 (edificaciones existentes no superan los 6 pisos)	No se incorpora
Vialidad	Evaluar ensanche de calle Nido de Águilas (Villa el Rodeo).	Se evalúa y mantiene ensanche a ambos costados en Camino Nido de Águilas para alcanzar los 25 m en el tramo entre Lo Barnechea y Av. El Rodeo.
	Evaluar definir como AVEP bandejón central de Av. Padre Alfredo Arteaga en función de solicitud de protegerlo dicha área verde.	No se incorpora
	Evaluar apertura vial que conecte Cerro 18 con Av. El Rodeo por el norte (apertura eliminada). Eso para descongestionar las estrechas calles del sector Calle 1 Sur. Se dibuja en el mapa vía alternativa por el parque.	No se incorpora
	Visiones contrapuestas sobre ensanche de Lastra. Por un lado, se pide mejoramiento de veredas y canalización de aguas lluvias	Se elimina ensanche a ambos costados de calle Lastra.

	aprovechando el ensanche y por el otro preocupan las expropiaciones por el ensanche.	
	Priorizar la apertura de la calle Los Quincheros.	Se incorpora.
General	Preocupación por zonas de riesgo en Cerro 18	Se incorpora, reduciendo altura de Cerro 18 a 3 pisos cambiando zona de ZHP-4.2 a ZHP-3.3.
	Evaluar desde la ficha MINVU, un taller para solicitar y recabar el valor de esos inmuebles y proponer conservación.	Se incorpora.

Fuente: Elaboración propia (2022)

12 PLAN DE SEGUIMIENTO

Conforme a lo establecido en el Reglamento EAE, el Plan de Seguimiento se encuentra constituido por criterios e indicadores de seguimiento del Plan Regulador Comunal (PRC). Los criterios e indicadores de seguimiento corresponden a un conjunto de elementos de análisis destinados al conocimiento y evaluación, dentro de un plazo determinado, de los resultados de la implementación del PRC.

Según las orientaciones contenidas en la "Guía de orientación para el uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile", el Plan de Seguimiento contribuye a ejercer control sobre los resultados de desempeño y conformidad, abordando igualmente los problemas inesperados que surjan del proceso de implementación del Plan, propiciando el conocimiento del comportamiento y evolución del Plan, el que permitirá tomar medidas correctivas en caso de que así se requiera.

En síntesis, el Plan de Seguimiento constituye una herramienta destinada a efectuar una medición periódica del Plan una vez que este haya entrado en vigencia, considerando que a partir de dicho momento el proceso de desarrollo urbano se orientará y regulará según las directrices y normas contenidas en el PRC, incidiendo en los procesos de poblamiento, de desarrollo económico y de puesta en valor de los elementos de patrimonio natural y cultural presentes en el territorio.

a) Propósitos del plan de seguimiento

El propósito del plan de seguimiento es verificar el cumplimiento de los objetivos ambientales y de planificación del PRC, de acuerdo con las Directrices de Planificación relevantes para el instrumento desarrollado, considerando indicadores posibles de implementar por el servicio encargado de velar por el cumplimiento de la planificación urbana comunal, en este caso la Dirección de Obras Municipales (DOM) en conjunto con la Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP) y la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA).

Se plantea desarrollar un modelo de seguimiento aplicable a mediano y largo plazo y con capacidad de adaptación a las modificaciones que pueda sufrir el instrumento durante su ciclo de vida.

b) Sistema de Revisión

Se propone la utilización de sistemas de control de los parámetros establecidos, preferentemente a partir de fuentes de información existentes y de fácil acceso para efectuar el seguimiento ambiental y cotejar el progreso de la implementación del instrumento, por parte del auditor del proceso. En este sentido, se formula como fuente de información la utilización de los siguientes registros.

- Registro de base de datos de Permisos de Edificación.
- Desarrollo y materialización de proyectos de áreas verdes y espacios públicos.
- Desarrollo y materialización de proyectos viales de inversión pública.

c) Periodos de Recurrencia

Para la definición de los períodos de tiempo de revisión de las variables identificadas se ha procurado evitar periodos superiores a 5 años, para así poder contemplar un tiempo de reacción apropiado frente a intervenciones o cambios en las dinámicas urbanas.

Desde esta perspectiva, aquellos procesos que impliquen periodos que sobrepasen 5 años, como por ejemplo la concreción de proyectos de vialidad u otras obras de infraestructura de significación comunal y que dependen de organismos públicos sectoriales del nivel regional, son incorporados como parte de los parámetros de eficiencia, desde la ejecución de los estudios conducentes a la materialización de las obras proyectadas.

Los parámetros de referencia se fijan teniendo en cuenta una vigencia o proyección de las áreas urbanas de 30 años, sin perjuicio de que, conforme a lo señalado en el artículo 28 sexies, el Plan debe actualizarse en un período no mayor a diez años.

12.1 CRITERIOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Los criterios de se relacionan con las directrices de gestión, planificación y de gobernabilidad, que resultan de la evaluación de riesgos y oportunidades de los factores críticos de decisión, de la Opción de Desarrollo Seleccionada o Anteproyecto del Plan.

El seguimiento del plan comprende los criterios y sus indicadores de medición, plazos de medición y responsables junto a las fuentes de información que permiten monitorear el seguimiento del Plan. La información queda reportada en cuadros.

Cuadro 12.1-1: Criterio de seguimiento del Plan

Factor Crítico	Directriz de Gestión y Planificación:						
	Objetivo de Planificación:			Objetivo Ambiental:			
	Indicador	Descripción	Formula del Indicador	Plazo de Medición	Parámetro referencia	Fuente de Información	Responsable
	¿Cuál es el indicador con que se mide el criterio?	¿Qué es los que se mide a través del indicador?	*Formula o guarismo de medición*	Periodo o frecuencia de la medición	Respecto de que condición se mide.	Registro o base de medición	Organismo

Fuente: Elaboración Propia (2022)

a) FCD 1 Lugares con Identidad y Calidad de Vida

Directriz de Planificación: Considerar medidas de amortiguación entre áreas residenciales exclusivas y subcentros de equipamiento.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Estacionamientos por usos de suelo	Exigencia de mitigación complementaria a la norma urbanística	Número de estacionamientos exigidos por sobre la norma base	Anual	20% adicionales de los estacionamientos exigidos al interior del predio.	Permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Planificación: Incluir criterios de gradualidad y/o control de las alturas de edificación en terrenos con proyección de crecimiento urbano aledaños a áreas residenciales exclusivas.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Gradualidad de ocupación del territorio	Intensidad de ocupación de suelo de las áreas de transición normativa	Proporción de altura de edificación entre área de borde contacto.	-	Proporción máxima 1 : 2	Normativa del Plan	Dirección de Obras Municipales (DOM)
		Proporción de densidad entre área de borde contacto.	-	Proporción máxima 1 : 2	Normativa del Plan	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Planificación: Aplicación de Incentivos Normativos condicionados a medidas de sustentabilidad y control de la ocupación en el borde urbano						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% Proyectos de edificación que se acogen a incentivos normativos	Aplicación de incentivos para el control de la ocupación en sectores de ladera (Incentivo 5)	N° Proyectos que apliquen incentivo 5 * 100 / N° Total de Proyectos de vivienda	Anual	Mayor que un 20% al cabo de 5 años	Base de Datos permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Gestión: Estudiar iniciativas municipales de gestión del agua que involucren reutilización de aguas grises para el riego de áreas verdes públicas.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% de proyectos con certificación sustentable CVS	Promover proyectos que reutilicen aguas grises en el riego de espacios ajardinados	N° Proyectos CVS[23] * 100 / N° Total de Proyectos de vivienda	Anual	Mayor que un 20% al cabo de 5 años	Base de Datos permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)

[23] Certificación de Vivienda Sustentable

Directriz de Gestión: Verificar la inclusión de normas de incentivos normativos por parte de los nuevos proyectos que se desarrollen en la comuna propendiendo a una eficiente ocupación del suelo urbanizable.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% de nuevos proyectos que se desarrollen en la comuna que incluyen normas de incentivos normativos	Monitoreo de la aplicación de las normas de incentivos propuestas por el Plan a fin de garantizar una eficiente ocupación del suelo urbano	N° de nuevos proyectos que incluyen normas de incentivos normativos*100 / N° total de nuevos proyectos	5 años	Mayor al 20% de los nuevos proyectos incorporan normas de incentivos normativos	Base de Datos permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Gobernabilidad: Comprometer a servicios municipales en la gestión y supervigilancia de la aplicación de medidas de control de la ocupación en zonas de desarrollo controlado y áreas verdes.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Implementación sistema de monitoreo de la ocupación irregular en zonas de desarrollo controlado y áreas AVN restringidas a la ocupación intensiva.	No aplica	10 años	Verificación semestral	Revisión sistemática Imagen satelitales actualizadas Equipos de control en terreno	Dirección de Obras Municipales (DOM)

Fuente: Elaboración Propia (2022)

b) FCD 2: Resguardo Ambiental y Paisajístico

Directriz de Planificación: - Incluir criterios de mayor gradualidad en la ocupación urbana de las áreas de contacto con los bordes precordilleranos, quebradas y Cerros Isla						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Ocupación de suelo promedio de proyectos en zonas de bode contacto	Implementación de medidas de gestión y resguardo de zonas de borde contacto	Coeficiente de ocupación suelo en zonas de desarrollo controlado	10 años	No superar el 20% de ocupación de suelo en zonas de borde contacto	Registro permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Gestión: Definir una cartera de proyectos destinada a la materialización de áreas verdes y espacios públicos. -. Diseño de una Ordenanza Municipal de áreas verdes, para definir las especies y tipología de vegetación a sembrar en dichas áreas, considerando las condiciones de sequía que presenta la comuna						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% de áreas verdes y espacios públicos dispuestos por el PRC en el PIIMEP	Incorporación en el Plan de Inversiones en Infraestructura de movilidad y espacios públicos PIIMEP de las áreas verdes y espacios públicos incluidos en el PRC	% de incorporación de las áreas verdes y espacios públicos dispuestos en el PRC en la cartera de proyectos del PIIMEP	5 años	30% de los espacios y área verdes del PRC incluidas en el Plan de Inversiones.	Plan de Inversiones en Infraestructura de movilidad y espacios públicos PIIMEP	Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP)
Verificador	Contar con una ordenanza municipal de área verdes	No aplica	3 años	Si/no	-	Dirección de Medio Ambiente, Aseo, Ornato e higiene Ambiental (DIMAO)
Directriz de Gobernabilidad: - Convenios técnicos y económicos entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia para asegurar la consolidación de las Áreas Verdes y Parques de nivel Intercomunal mediante su ejecución y financiamiento - Coordinación del Municipio con Órganos de Administración del Estado con competencia para definir mecanismos de conservación de las zonas de mayor fragilidad ambiental						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Implementación de planes de gestión para la conservación de zonas de áreas verdes y área verdes metropolitanas en terrenos privados.	No aplica	5 años	Creación de una mesa técnica intersectorial	-	Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) y Dirección de Sostenibilidad

Fuente: Elaboración Propia (2022)

c) FCD 3: Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad

Directriz de Planificación: Control de la densidad poblacional de las Zonas de Desarrollo Controlado, considerando las limitaciones topográficas del terreno y la exposición a riesgos antrópicos (Cajones Cordilleranos, sector El Arrayan y Camino a Farellones)						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Variación del número de viviendas	Control de la densidad en sectores precordilleranos (Sector 7)	N° de viviendas en Sector 7 * 100 / N° de viviendas en Sector 7 año 2022	Quinquenal	20% de incremento sobre el número de vivienda catastradas.	Registro de permisos de edificación Catastro de viviendas	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Planificación: Considerar como criterio de zonificación en las áreas que no presentan consolidación urbana y que se presentan muy alto riesgo de exposición a proceso de ladera, el control de la ocupación urbana.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Incremento de m2 edificados	Control de la intensidad de ocupación en sectores amagados por riesgos.	M2 edificados en áreas expuestas a riesgo * 100 / M2 edificados en áreas expuestas a riesgo 2022	Anual	10% de incremento sobre situación base	Registro de permisos de edificación.	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Gestión: Mejoramiento de los sistemas de alerta temprana extendido a todos los sectores amagados por riesgo. Considerar la elaboración de un Plan de gestión de desastres mediante la incorporación vías de evacuación y áreas de seguridad.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Sin indicador	Actualización de un plan de gestión de desastres en relación a los antecedentes de riesgo del Plan Regulador	Verificador	5 años	Si/no	Sección de Emergencia Municipal	Dirección de Seguridad Pública, a través de su Sección de Emergencia
Directriz de Gobernabilidad: Coordinación entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia, para socializar los planes de emergencia y organizar simulacros de evacuación						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Número de reuniones de coordinación y socialización de planes de emergencia	Conformación de una mesa de trabajo intersectorial	Instancias de Coordinación y socialización de planes de emergencia	Anual	1 reunión anual por cinco años	Acta de reuniones	Dirección de Seguridad Pública, a través de su Sección de Emergencia

Directriz de Gobernabilidad: Comprometer a servicios municipales en la gestión y supervigilancia de la aplicación de medidas de control de la ocupación en zonas de desarrollo controlado que refieren a sectores expuestos a riesgos.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Implementación sistema de monitoreo de la ocupación irregular en zonas de desarrollo controlado restringidas a la ocupación intensiva.	No aplica	10 años	Verificación semestral	Revisión sistemática Imagen satelitales actualizadas Equipos de control en terreno	Dirección de Obras Municipales (DOM)

Fuente: Elaboración Propia (2022)

d) FCD 4: Integración Socio espacial y Socio económica

Directriz de Planificación: Incorporación de los beneficios normativos que permitan el desarrollo de proyectos de vivienda de integración social para estratos medios y bajos.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% de viviendas de interés público recepcionadas	Proporción de viviendas de interés público recepcionadas en la comuna en relación al total de viviendas recepcionadas.	$\frac{\text{N° de viviendas de interés público} * 100}{\text{N° total de viviendas permisadas}}$	10 años	Sobre un 10% de viviendas de interés público en la comuna	Registro de permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Planificación: Generar condiciones normativas que incentiven el emplazamiento de equipamiento y permitan la consolidación de los subcentros						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
M2 edificados en subcentros	Materialización de los subcentros de servicios	Variación de M2 edificados en zonas mixtas y de equipamiento preferente	5 años	15% de incremento de la superficie edificación destino equipamiento en zonas Mixtas y equipamiento preferente	Registro de permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Gestión: Definir una cartera de proyectos orientados a la generación de viviendas de integración social en la comuna.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Construcción de proyecto de integración social	Verificación	5 años	Habilitación residencial de viviendas para grupos vulnerables	Base de datos de edificación recepcionada	Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA)

Directriz de Gobernabilidad: Coordinación para la habilitación urbana integral de los terrenos destinados a proyectos de nuevo barrio destinado a integración social.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Establecer una oficina técnica intersectorial que facilite el desarrollo de la estrategia de habilitación urbana integral del proyecto de integración social.	Verificación	5 años	Verificación	Departamento de Vivienda de DIDECO	Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA)

Fuente: Elaboración Propia (2022)

e) FCD 5: Sistema de Movilidad Urbana Sostenible

Directriz de Planificación: Materialización de los tramos de vías proyectadas estén asociados a condiciones normativas que viabilicen su eventual materialización						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Proporción de metros lineales de vías proyectadas	Materialización de los tramos de vías proyectadas o con ensanche propuestas en el PRC	1/5 de los metros lineales de vías con ensanche o apertura	Cada 5 años	1/5 de los ml de los tramos proyectados por el PRC cada 5 años.	Catastro de vialidad	Dirección de Obras Publicas DOM Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP)
Directriz de Gestión: Cambios en la partición modal de la comuna orientada a movilidad sustentable.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% de viajes en modos no motorizados	Apunta a una reducción de la participación de modos de transporte motorizados en relación a la movilidad sostenible	N° de viajes en modo no motorizado * 100 / Total de viajes generados (comuna)	10 años	5% de incremento en la proporción de viajes no motorizados	Encuesta origen destino (EOD)	Dirección de Tránsito y Transporte Público
Directriz de Gestión: Definir una cartera de proyectos destinada a la materialización de ciclovías y espacios público propuestas por el Plan Regulador						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Metros lineales de ciclovías	Participación de dispositivos de circulación destinados a modos no motorizados en relación a la infraestructura vial	Ml de ciclovías * 100 / Ml de vías destinadas a circulación vehicular (área urbana)	10 años	Incremento de 5% de la participación de ciclovías	Catastro de movilidad	Dirección de Tránsito y Transporte Público

Directriz de Gobernabilidad: Coordinación entre el Municipio y Órganos de Administración del Estado con competencia, para impulsar iniciativas y proyectos que promuevan el uso de medios de transporte no motorizados						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	A lo menos un evento o reunión anual de coordinación intersectorial	Verificador	Anual	1 reunión o evento de difusión	Actas e informes de resultados	Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP) Dirección de Tránsito y Transporte

Fuente: Elaboración Propia (2022)

f) FCD 6: Regeneración y Renovación Urbana

Directriz de Planificación: Incluir criterios de gradualidad y/o control de la densidad y las alturas de edificación en áreas de buena accesibilidad y conectividad con potencial de renovación urbana, resguardando la vida de barrio y apuntando a una densificación equilibrada						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
M2 edificados en zonas de regeneración y/o renovación urbana	Materialización de zonas buena accesibilidad a movilidad y equipamientos destinada a la regeneración urbana por el plan.	% Incremento de los m2 edificados en zonas de renovación y/o regeneración urbana en relación al resto de las zonas de plan	5 años	10% de incremento de m2 edificados en relación al resto de las zonas del plan	Registro de permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Planificación: Verificar la efectividad de las condiciones normativas que incentiven la regeneración urbana de sectores que acogen proyectos de vivienda interés público.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% de viviendas de interés público recepcionadas en sectores de regeneración/renovación urbana	Aplicación de incentivos para acoger viviendas de interés público en sectores de renovación/regeneración urbana	N° de viviendas de interés público sectores Regeneración/Renovación* 100 / N° total de viviendas permisadas en sectores Regeneración/Renovación	Anual	Sobre un 5% de viviendas de interés público en la comuna	Registro de permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)
Directriz de Planificación: Verificar la efectividad de condiciones normativas para la habilitación o cesión de espacios públicos, asociado a las normas de incentivos normativos.						
% Proyectos de renovación urbana que generan espacios abiertos al uso o transito público	Aplicación de incentivos para la generación de espacios abiertos al uso o transito público (Incentivo 2)	N° Proyectos de renovación urbana que apliquen incentivo 2* 100 / N° Total de Proyectos de renovación urbana	Anual	Mayor que un 50% de los proyectos de renovación urbana	Base de Datos permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)

Directriz de Gestión: Impulsar proyectos para la conservación y construcción de espacios públicos y áreas verdes que promuevan el mejoramiento urbano de sectores deteriorados.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Implementación de programa de rehabilitación y mejoramiento integral Población La Ermita	No aplica	10 años	50% de avance del programa de regeneración ejecutado	Programación del plan de regeneración urbana	Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP) Secretaría Comunal de Planificación SECPLA
Directriz de Gestión: Impulsar proyectos para la conservación y construcción de espacios públicos y áreas verdes que promuevan el mejoramiento urbano de sectores deteriorados.						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Implementación del "Programa de Regeneración Urbana para las Ermitas I, II y III y conjunto Bicentenario"	No aplica	10 años	50% de avance del programa de regeneración ejecutado	Reportes de avance del programa	Equipo técnico del "Programa de Regeneración Urbana para las Ermitas I, II y III y conjunto Bicentenario", dependiente de la Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP)
Directriz de Gestión: Impulsar el desarrollo de un programa de regeneración del Pueblo de Lo Barnechea para revertir el deterioro urbano y habitacional existente						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Diseño y Aprobación de un Programa de Regeneración Urbana para el Pueblo de Lo Barnechea	No aplica	1 año posterior a la aprobación del PRC	Si/no	Reportes de avance del programa	Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP) y Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA)
Directriz de Gobernabilidad: Creación de una repartición encargada de la implementación de planes de regeneración urbana de sectores deteriorados y vulnerables						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Creación de equipo de implementación de los programas de regeneración y rehabilitación urbana de La Ermita y Cerro Dieciocho	No aplica	2 años	Implementación de equipo técnico con funciones asignadas	No aplica	Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP)

Fuente: Elaboración Propia (2022)

12.2 CRITERIOS DE REDISEÑO

Corresponden a un conjunto de elementos de análisis, derivados de los Criterios e Indicadores de seguimiento que definen el comportamiento que se espera tenga del indicador seguimiento, dentro de un plazo determinado.

A continuación, se definen los criterios e indicadores que permiten evaluar la vigencia del Plan y la necesidad de reformulación, los cuales se relacionan directamente con los indicadores de seguimiento de la eficacia del plan y el cumplimiento de los parámetros definidos en cada caso.

La reformulación del plan obedecerá a una adecuación o actualización del instrumento conforme a los cambios que se esperan referidos a la tendencia de localización, las dinámicas de demandas de suelo comunal, cambio en la tendencia de poblamiento y despoblamiento de la comuna. Se considerarán además las modificaciones a la normativa de urbanismo y construcciones, que impliquen una modificación sustantiva al ámbito de acción del instrumento. Para ello se proponen los siguientes criterios a tener presente para los fines de dar respuesta a la imagen objetivo del desarrollo urbano territorial de la comuna. Véase la siguiente tabla.

Cuadro 12.2-1: Criterio de rediseño del Plan

Objetivo de Planificación:		Objetivo Ambiental:				
Criterios	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
¿Cuál es el indicador con que se mide el criterio?	¿Qué es los que se mide a través del indicador?	*Formula o guarismo de medición*	Periodo o frecuencia de la medición	Respecto de que condición se mide.	Registro o base de medición	Organismo

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Objetivo de Planificación: **Reducir la vulnerabilidad de la población mediante un adecuado control y gestión de riesgo de las áreas de crecimiento**						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Incremento de viviendas (construcciones) en sectores de Desarrollo Controlado	Corresponde a la medición del incremento de la intensidad de ocupación sectores de exposición a riesgos	N° de viviendas nuevas * 100 / Total viviendas sector (comuna)	10 años	> 25% de incremento de viviendas nuevas en sectores de desarrollo controlado	Unidad de catastro	Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP) y Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA)

Objetivo de Planificación: Posibilitar acceso a vivienda Promover el acceso a vivienda con regeneración urbana de densificación equilibrada en áreas bien dotadas de servicios y transporte						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Tamaño promedio de viviendas	Avanzar hacia una oferta diversificada de viviendas	Tamaño promedio de viviendas	10 años	Reducción de un 25% del tamaño promedio actual	Permisos de edificación	Dirección de Obras Municipales (DOM)

Objetivo de Planificación Promover el mejoramiento o regeneración de sectores urbanos deteriorados						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
Verificador	Implementación de planes de regeneración urbana en sectores residenciales deteriorados	No aplica	Al cabo de 10 años	1 Programa de mejoramiento en implementación	No aplica	Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público (DAEP), Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA)

Objetivo de Planificación Mejorar las condiciones de accesibilidad y conectividad						
Indicador	**Descripción**	**Formula del Indicador**	**Plazo de Medición**	**Parámetro referencia**	**Fuente de Información**	**Responsable**
% de metros lineales de ejes de circulación proyectados	Considera la cesión y ejecución de la red de circulación proyectada	Ml de vialidad estructurante ejecutada * 100 / Total de la vialidad estructurante proyectada	5 años	> 20%	Catastro de vialidad	Dirección de Tránsito y Transporte Público

Fuente: Elaboración Propia (2022)

13 ANEXOS

13.1 ANEXO 1 COORDINACIÓN Y CONSULTA ÓRGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO

13.1.1 Taller 1 OAE – Listado de Asistencia y Acta de Reunión

Cuadro 13.1-1 Listado de Asistencia – Taller 1 OAE

Nombre	Rut	Teléfono	Email	Organización/ Institución	Cargo
Sebastián Olivares	16936293-4	+56 2 2922 2170	sebastiab.olivares.b1988@gmail.com	Carabineros	Capitán
Carlos Crespo	18342719-9	+56 9 5566 8190	carloscresposaenz@gmail.com	Carabineros	Cabo 2
Manuel Covarrubias	15959492-0	+56 9 8744 0868	manuel.covarrubias@mop.gov.cl	DA RM	Director Regional de arquitectura
Doris Águila	8042221-0	+56 2 2449 6663	doris.aguila@mop.gov.cl	DGA RMS	Jefa unidad de medio ambiente
Francisco Prado	17269377-6	+56 9 8807 7047	francisco.prado@mop.gov.cl	DIRPLAN MOP	Asesor técnico regional
Roberto Barrera	7198272-6	+56 2 2449 4601	roberto.barrera@mop.gov.cl	DOH- RMS	Unidad medio ambiente
Consuelo Herrera	9908674-2	+56 9 5359 1444	cherrerar@lobarnechea.cl	Lo Barnechea	Abogado
Bárbara Fernández	17355713-2	+56 9 8159 4988	bfernandez@minmineria.cl	Ministerio de Minería	Profesional división Desarrollo Sostenible
Pablo Salucci	12354924-4	+56 9 9079 5098	psalucci@mtt.gob.cl	Ministerio de transportes y telecomunicaciones- Seremi MTT	Asesor
Julie Van Der Elstraeten	23791442-2	+56 2 2707 3369	julie.vanderelstraeten@colina.cl	Municipalidad de Colina	Arquitecto asesoría urbana
Pablo de la Llera	6376785-9	+56 2 2950 7156	delallera@lascondes.cl	Municipalidad de Las Condes	Asesor urbano
Daniela Alonso Cifuentes	15591922-1	+56 9 4252 0141	dalonso@vitacura.cl	Municipalidad de Vitacura	Arquitecto asesoría urbana
Loreto Rojas Valdés	15541512-6	+56 9 7256 8027	lrojas@investigaciones.cl	PDI	Ingeniera en prevención de riesgos
Luis de Giorgis	15098063-1	+56 2 2676 4069	luis.degiorgis@sag.gob.cl	SAG	Profesional sectorial
Alberto Calatroni	6304366-4	+56 2 2449 6763	alberto.calatroni@mop.gov.cl	SDMAT DR. Vialidad MOP RMS	Geógrafo analista
Valeria Tapia	15481392-6	+56 2 2421 3040	vtapia@sectra.pob.cl	SECTRA - Ministerio de transportes y telecomunicaciones	Ingeniero civil
Benjamín Katz	18640738-5	+56 9 9600 5448	bkatz@economia.cl	Seremi de Economía	Jefe de gabinete
Cristian Troncozo Mella	13683617-k	+56 9 8432 0809	cristian.troncozo@mineduc.cl	Seremi de Educación	Constructor planificación
Mariel Robles	15346465-0	+56 9 3508 7509	mrobles@minergia.cl	Seremi de Energía	profesional
Jorge Serrano	13740375-7	+56 9 9452 2198	jserrano@minvu.cl	Seremi de Vivienda y Urbanismo	Arquitecto
Daniel Sanchez Muñoz	15343487-5	+56 2 2573 5527	dsanchez@mma.gob.cl	Seremi Medio Ambiente RMS	Profesional
Juana Araya Salinas	10610121-3	+56 2 2421 3676	jaraya@mtt.gob.cl	Seremi Transporte y Telecomunicaciones RM	Área de gestión y desarrollo
Mirza Lemus	6858597-k	+56 2 2449 6585	mirza.lemus@mop.gov.cl	SRM MOP RMS	Jefa unidad medio ambiente MOP RMS

Fuente: Elaboración propia (2022)

Ilustración 13-1 Acta de Reunión - Taller 1 OAE

LoBarnechea
NATURALMENTE LO MEJOR

ACTUALIZACIÓN Plan Regulador LO BARNECHEA 2030

Síntesis Taller de Diagnóstico
Organismos de la Administración del Estado, OAE

Fecha	29 de enero 2020
Horario	9:00 a 11:00 horas
Lugar	Centro Cívico
Asistentes	23

Principales resultados taller de diagnóstico con Organismos de Administración del Estado, OAE, en el marco de la actualización del Plan Regulador de la comuna de Lo Barnechea.

1. OFERTA Y DEMANDA DE VIVIENDA:

- **Acelerado aumento de proyectos inmobiliarios en la comuna:**
  - Actualmente hay un número considerable de proyectos inmobiliarios ingresados a la Seremi de Obras Públicas en proceso de aprobación, que implican entre 700 y 1.000 estacionamientos. Esto podría generar impactos negativos como congestión vial y dificultades de acceso.
  - Saturación de proyectos inmobiliarios en el sector de La Dehesa Antigua, en relación con la saturación vial en horas punta y el deterioro del espacio público, por el efecto acumulativo de proyectos de vivienda de mediana densidad.
  - Considerar impactos viales por posibles proyectos inmobiliarios de vivienda social o de clase media en terrenos de bienes nacionales disponibles en el sector de Avenida La Dehesa con Av. San José María Escrivá de Balaguer (Club Pato Cornejo). Considerar aplicación del Art. 50 de la L.G.U.C.
- **Mayor fiscalización y medidas de mitigación de alto estándar:**
  - Necesidad de participación activa del municipio en procesos de evaluación ambiental de proyectos inmobiliarios en curso.
  - Necesidad de prever de manera más estricta externalidades negativas de proyectos inmobiliarios, y establecer medidas de mitigación de alto estándar a los sectores impactados. En este sentido, la Ley 20.958 que establece un sistema de aportes al espacio público, permite a los planes reguladores comunales otorgar incentivos en las normas urbanísticas aplicadas en todo o parte de su territorio condicionados al desarrollo o mejoramiento de espacios públicos y faculta al municipio a exigir compensaciones a todo proyecto, para invertir en infraestructura vial, movilidad y espacios públicos.
  - Necesidad de mayor armonía y pertinencia arquitectónica con las características patrimoniales y residenciales de los distintos sectores para el desarrollo inmobiliario.
- **Construcciones sobre la cota mil:**
  - Las construcciones irregulares (sobre la cota mil), requieren mayor fiscalización en cuanto a permisos, vialidad y gestión de servicios básicos.
  - Irregularidades en construcciones en Camino a Farellones sobre la cota mil y dificultades de provisión de servicios básicos como agua y alcantarillado.

1

- Problemas de saturación y falta de servicios básicos en loteos de El Arrayán. Lo anterior genera presión en sectores más bajos respecto de requerimientos de servicios, equipamiento y vialidad. Se señala la necesidad de limitar las construcciones en ese sector.

2. SERVICIOS Y EQUIPAMIENTOS PÚBLICOS:

- **Consolidar nodos de servicio existentes:**

  - Consolidar sectores o nuevos polos de equipamiento, servicios y oficinas, para disminuir los desplazamientos y promover medios de transporte sustentable no motorizado y así desincentivar el uso del automóvil.

3. INTEGRACIÓN SOCIAL URBANA:

- **Proyecto de tarificación en Avenida Las Condes:**

  - Se plantea la preocupación de generar segregación de vecinos del Pueblo de Lo Barnechea y Cerro 18, por proyecto de tarificación de Avenida Las Condes.

- **Propuestas de solución al hacinamiento y problema habitacional de sectores medios y vulnerables:**

  - Evaluar densificación en altura en el Pueblo de Lo Barnechea.

  - Desarrollar proyectos inmobiliarios municipales que se arrienden a bajo costo y se privilegie a quienes viven, trabajan en la comuna y/o se encuentran en condición de allegados, destacando la importancia de evitar la gentrificación, generar integración y prever los requerimientos viales y sanitarios asociados (Ej. Las Condes). En contraposición se plantea también que esta propuesta puede politizarse y mal gastar recursos públicos.

  - Buscar nuevos sectores para desarrollar viviendas sociales e integración social, por ejemplo, proyecto en terreno del CPEIP, cercano al colegio Nido de Aguilas.

  - Explorar en incentivos normativos para nuevos proyectos inmobiliarios: Por ejemplo, exigir que por cada proyecto nuevo se desarrolle una iniciativa de integración social en un área de renovación urbana. Se propone considerar el sector 6 (Las Condes/ San Enrique) para este efecto.

4. ÁREAS VERDES, ESPACIOS PÚBLICOS Y ELEMENTOS NATURALES:

- **Protección de cursos de agua:**

  - Necesidad de mayor resguardo y protección del recurso hídrico y espacios naturales por parte de nuevos proyectos inmobiliarios.

  - La intervención de cursos de agua debe estar dentro de los lineamientos normativos del Código de Aguas.

  - Identificar cauces de agua y sus respectivas áreas de intervención para mantenerlos y resguardarlos.

  - Proteger la restricción de extracción de aguas en estero Las Hualtatas.

- Se plantea la existencia de dos proyectos de canalización de aguas en quebradas por parte de iniciativas inmobiliarias lo cual conlleva un riesgo importante para los cauces.

- Se menciona el permiso entregado por la DGA para canalizar el Tranque Los Trapenses y su aplicabilidad frente a la nueva ley Art. 41.171. Ante la consulta, la representante de la Dirección General de Aguas propone enviar una consulta formal al director de la institución.

- **Protección de flora y fauna silvestre:**

  - Presencia frecuente de especies silvestres dentro del límite urbano, lo que requiere promover la protección de corredores biológicos para el libre tránsito de dichas especies y el resguardo de flora nativa, considerando entre otros, áreas verdes declaradas como quebradas y cerros islas.
    - *Proyecto en curso: Potenciar proyecto GEF.*

- **Áreas verdes y equipamiento público:**

  - Necesidad de contar con información precisa de áreas verdes efectivas (de uso público) en la comuna.

  - Visibilizar los impactos positivos de áreas verdes privadas, en cuanto a conexiones con macro zonas verdes, regulación de aire, beneficios ecosistémicos, etc.

  - Considerar equipamiento público en plazas como juegos infantiles y equipamiento deportivo, además de iniciativas que favorezcan la sombra.

- **Marco de referencia Estratégico:**

  - Plan Regional de Infraestructura Verde y Ecológica del MMA (escala 1:100.000)

  - Proceso de Planificación Ecológica Comunal del MMA, respecto de corredores biológicos (1:25.000)

  - Política Regional de Áreas Verdes.

- **Espacios públicos de uso mixto:**

  - Repensar la forma de definición del espacio público, considerar espacios mixtos con posibilidad de contar con corredores verdes, circuitos deportivos o ampliación de la capacidad vial.

5. MOVILIDAD Y CONECTIVIDAD INTRA E INTER COMUNAL:

- **Transporte público:**

  - Fortalecer transporte público, tanto en lo relativo a recorridos y frecuencia de buses, como red de Metro y tranvía.

    - Extensión Línea 7 del Metro, agregando dos nuevas estaciones: Cantagallo y Portal La Dehesa como estación terminal. Se informa que, con posterioridad al estallido social, Metro suspendió el proyecto de Extensión de Línea 7. En consideración a lo anterior, los municipios

involucrados han estado reevaluando la alternativa de tranvía por Av. Las Condes y Av. La Dehesa.
- Reimpulsar el proyecto de tranvía del sector oriente para desincentivar el uso de automóvil e instaurar un sistema de transporte alternativo en las vías de mayor flujo de la comuna: Av. El Rodeo y Av. La Dehesa. Proyecto para implementación en el largo plazo.
- Se propone además evaluar un trazado de Tranvía que conecte con la comuna de Vitacura, cruzando los principales ejes de congestión y flujo de las comunas de Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea.

- **Congestión vial:**

  - Necesidad de incorporar medidas para mitigar congestión vial por entrada y salidas de colegios de la comuna:
    - Horarios diferidos.
    - Mejorar medidas de mitigación: ensanche de calles y bypass
  - Alta saturación y flujo vehicular en Av. La Dehesa y Av. El Rodeo. Se requiere incorporar nuevos tipos de transporte no tradicional (ciclovías, scooters) y transporte publico sustentable para desincentivar el uso del automóvil.

  - Alta cantidad de cierres de calles en loteos y condominios por temas de seguridad interrumpen la trama vial, fragmentando el espacio público y generando desconexión peatonal y congestión vial. Se informa que el municipio ha estado promoviendo el reemplazo de portones por barreras que permitan el tránsito controlado.

- **Infraestructura vial:**

  - Necesidad de incorporar corredores transversales dirección oriente-poniente para descongestionar los sectores alejados.

  - Dificultades de acceso a la comuna por saturación de vías intercomunales y limitaciones topográficas.

  - Un importante número de proyectos inmobiliarios no se encuentran en la Red Vial Básica (RVB), por lo que no se pueden medir sus impactos viales. Es necesario explorar mecanismos que permitan incorporarlos en la red vial básica para considerar sus impactos de manera amplia y definir medidas de mitigación de mejor estándar con el entorno.

    - Lo Barnechea posee solo cinco vías de la Red Vial Básica (RVB): Av. La Dehesa, Av. José Alcalde Délano, Av. El Rodeo, Av. Camino Los Trapenses y Av. Las Condes. Sólo en estas vías se desarrollan estudios de impacto vial aprobados por parte de la SEREMITT. Por consiguiente, es necesario generar nuevas vías para ampliar la RVB dado que las iniciativas que se encuentran fuera de ésta generan impactos en toda la comuna que no están siendo considerados.

    - Al mismo tiempo, esta propuesta genera discrepancias ya que se reconoce que hay que tomar medidas para desincentivar el uso del automóvil y aumentar estas vías generaría mayor congestión.

    - Sin embargo, con la entrada en vigencia de la nueva ley de aportes en noviembre 2020, los proyectos podrán ser evaluados sin necesidad de estar en la red vial básica.

- Completar vialidad proyectada, específicamente completar el anillo vial de Av. Paseo Pie Andino. Se explica que, debido al elevado costo de expropiación y urbanización, aún no ha sido posible lograr su materialización.

- **Seguridad vial:**

  - Se plantea la alerta de seguridad en Ruta G21 por tránsito de camiones de gran minería, lo que implica riesgo de accidentes viales y derrame de sustancias, asimismo, se plantea el deterioro acelerado de la vía.

- **Infraestructura para vehículos no motorizados: ciclovías**

  - Se señala la necesidad de implementar ciclovías tanto inter como intra comunales.
    - Propuesta: Circuito de ciclovía integrado por el borde río con Vitacura y Las Condes, proyectando la conexión directa de Lo Barnechea hasta sector Costanera Center.
    - Propuesta: emplear platabandas para implementar ciclovías.
    - Instaurar un cambio en la forma de entender el espacio público en cuanto a la compartición vial.
- **Medidas de mitigación de mayor estándar con el entorno:**

  - Considerando que los nuevos proyectos inmobiliarios han ido incorporando estacionamientos de bicicletas, sería interesante exigir además como medida de mitigación la construcción de una cierta cantidad de kilómetros de ciclovías a su alrededor.

6. RIESGOS POR DESASTRES NATURALES:

- **Incendios:**

  - Fiscalizar y regular el uso de leña para la calefacción en sectores límite del área urbana.

  - Riesgo de incendio en El Arrayán por tratarse de una zona de interfaz y amortiguación entre lo urbano y lo rural.

  - Vientos y corrientes de aire impactan positivamente a la propagación de siniestros.

- **Sequía y cuidado del recurso hídrico:**

  - Generar proyectos de protección y manejo de recursos hídricos en áreas privadas, actualmente la normativa vigente no considera dichos espacios.

  - Considerar la Ley 21.075 de reciclaje de aguas grises: De ser procesada puede convertirse en agua potable lo que es un potencial para la mantención de corredores verdes y para el ahorro y uso eficiente del agua.

  - Mejorar el sistema de administración de cuencas.

- **Inundaciones y remoción en masa:**

  - Riesgo de remoción en masa y caída de rocas en el sector de Quebrada Oscura (fuera de límite urbano) que puede impactar en sectores bajos.

  - Incorporar soluciones de riesgo de inundaciones con mirada de largo plazo.

- **Cambio climático:**
  - La crisis climática y sus consecuencias va a cambiar el escenario de desarrollo urbano, por lo que se debe contar con instrumentos de planificación que consideren dichos cambios y generen propuestas con altas exigencias ambientales.
- **Construcción sobre la cota mil:**
  - Las viviendas sobre la cota mil y la pérdida de recursos hídricos en la alta cordillera ha generado el contacto de asentamientos humanos con animales silvestres, lo que puede ser perjudicial para la fauna nativa y un riesgo de seguridad para las personas.
  - Existe riesgo de erosión y derrumbes asociado a la construcción en pendiente sobre la cota mil.
- **Geomorfología**
  - Importancia de precisar cartográficamente la falla del Ramón.
- **Ruido:**
  - Revisar Manual de Movilidad del MINVU.
- **Otros:**
  - Necesidad de hacer un exhaustivo análisis de riesgos en la comuna e incluirlos en el nuevo instrumento de planificación urbana.
  - Aclarar como se incorporan y norman las quebradas y corredores ecológicos.

7. **ENERGÍA:**
   - **Medir impactos ambientales del Parque Solar Cordillera** (fuera del límite urbano): Proyecto fotovoltaico de 190 megas de generación (uno de los más grandes del país), con altos beneficios sociales pero posibles impactos ambientales a la flora y fauna nativa y al ecosistema natural que deben ser estudiados.
   - **Desarrollar proyectos de energía renovable no convencional**: Aprovechar el potencial de la comuna para generar proyectos de energía renovable no convencional, dado que cuenta con espacios disponibles para desarrollar iniciativas de alto estándar con beneficio local y metropolitano.

13.1.2 Taller 2 OAE – Listado de Asistencia y Acta de Reunión

Cuadro 13.1-2 Listado de Asistencia – Taller 2 OAE

Nombre	Rut	Teléfono	Email	Organización/ Institución	Cargo
Daniela Alonso Cifuentes	15591922-1	+56 9 4252 0141	dalonso@vitacura.cl	Municipalidad de Vitacura	Profesional Asesoría Urbana
Valeria Tapia	15481392-6		vtapiafu@mtt.gob.cl	SECTRA-MTT	Analista Análisis Metodológico
Patricia Henriquez	6864767-3	+56 9 8887 7967	patricia.henriquez.dgc@gmail.com	DGC MOP	Profesional de la División de Participación, Medio Ambiente y Territorio
Claudia Arteaga	15711234-1	+56 2 2382 4127	carteaga@siss.cl	Superintendencia de Servicios Sanitarios	Analista de concesiones
Luis Gutiérrez	12022730-0	+56 2 2950 7150	lgutierrez@lascondes.cl	DIRECCION DE ASESORIA URBANA - MUNICIPALIDAD DE LAS CONDES	Jefe Dpto. de Estudios Urbanos.
Gastón Cañas	12659726-6		gaston.canas@mop.gov.cl	Dirección Arquitectura MOP RM	Director
Doris Águila González	8042221-0	+56 2 24496663	doris.aguila@mop.gov.cl	DGA RMS	Jefatura Unidad de Medio Ambiente
Ivonne Aránguiz		+56 2 2268 1799	ivonne.aranguiz@minagri.gob.cl	SEREMI de Agricultura	Profesional de Apoyo
Rodrigo Fuentes Flores	15736631-9		rodrigo.fuentes@sernageomin.cl	SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA	Coordinador de Proyectos Dirección Regional Zona Centro
Loreto Rojas Valdés	15541512-6	+56 9 5475 8200	lrojasv@gmail.com, loretoarojas@gmail.com	Policía de Investigaciones de Chile	Asistente Técnico
Benjamín Katz	18640738-5	+56 9 9600 5448	bkatz@economia.cl	Seremi Economía	Jefe de Gabinete Seremi
Pablo Salucci	12354924-4	+56 9 9079 5098	psalucci@mtt.gob.cl	SEREMITT	ASESOR AMBIENTAL
Liliana Calzada	8974070-3	+56 2 2449 4019	liliana.calzada@mop.gov.cl	Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio, Dirección General de Obras Públicas, MOP	Coordinadora Ambiental
Patricia Fernández Sotomayor	11851175-1	+56 9 8208 2886	caucesydrenaje.rm@gmail.com	DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS - MOP	JEFA DEPARTAMENTO REGIONAL CAUCES Y DRENAJE URBANO
Juana Araya Salinas	10610121-3	+56 2 2421 3676	Jaraya@mtt.gob.cl	Ministerio de Transportes	Ingeniero Asesor Área Gestión y Desarrollo Seremitt RM
Julie Van der Elstraeten	23791442-2	+56 2 2707 3369	Julie.vanderelstraeten@colina.cl	Municipalidad de Colina (asesoría urbana)	Arquitecto
Gerardo Olave Diaz	8.206.391-9	+56 9 5217 4808	gerardo.olave@carabineros.cl	Carabineros de Chile	Jefe Oficina Coordinación ante Emergencias de la Dirección Nacional de Orden y Seguridad
Fernanda Valdés Ferranty	17329894-3	+56 9 9238 6683	fvaldes@minenergia.cl	SEREMI de Energía	Profesional
Juan Bahamondes	12912284-6	+56 9 9348 9049	mondespena@gmail.com	MOP	UGAT
Cristian Ortiz	13436985k	+56 9 9223 1346	cortizp@uc.cl	Dirección de Vialidad RM. MOP	Jefe SD de Medio Ambiente y Territorio.

Nombre	Rut	Teléfono	Email	Organización/ Institución	Cargo
Daniel Sánchez Muñoz	15.343.487-5	+56 9 5430 9117	dsanchez@mma.gob.cl	SEREMI del Medio Ambiente RMS	Profesional de Recursos Naturales y Biodiversidad
Roberto Barrera Miranda	7198272-6	+56 9 7703 6498	geobarrera@gmail.com	Dirección Regional de Obras Hidráulicas- RMS	Encargado Unidad de Medio Ambiente y Territorio
Rodrigo Sánchez Barrera	12855187-5	+56 9 7568 2791	rsanchezb@minvu.cl	Departamento de Desarrollo Urbano e Infraestructura Seremi Metropolitano de Vivienda	Arquitecto - Equipo de Planificación
Mirza Lemus	6858597-k	+56 9 9162 1448	mile_gia@yahoo.es	Seremi Mop RMS	Jefa ugat
Álvaro Quilodrán Lettich		+56 2 2707 3326	alvaro.quilodran@colina.cl	municipalidad de colina	asesor urbano
Alberto Calatroni Vásquez	6304366-4		albcalatronivasquez@yahoo.es	Sub-Departamento de Medio Ambiente y Territorio (SDMAT), de la Dirección Regional de Vialidad del MOP RMS	Geógrafo

Fuente: Elaboración propia (2022)

Ilustración 13-2 Acta de Reunión - Taller 2 OAE

Síntesis del segundo taller con los Órganos de la Administración del Estado (OAE).

Taller de Diagnóstico Ambiental Estratégico (DAE) en el marco del Proceso de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Fecha	12 de agosto 2020
Horario	15:30 a 17:30 horas
Lugar	Zoom
Asistentes	26

Equipo municipal:

- Francisca Celis Contardo, Asesor Urbanista y Directora de Asesoría Urbana y Espacio Público
- Karin Villarroel Oyarzún, arquitecto Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público
- Lucia Valencia Vargas, arquitecto Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público
- Javiera Hernández Narbona, geógrafo Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público
- Pedro Arce Paiva, ingeniero en transporte Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público

Equipo técnico:

- Angélica Gutiérrez, Habiterra
- Pablo Guzmán, Habiterra
- Arturo Rinaldi, Habiterra
- Renata Diuana, Tironi. Registro y moderación chat
- Sofía Sagüés, Tironi. Facilitación

* Esta minuta da cuenta de los comentarios en voz alta como a través del chat.

CONTENIDOS:

1. MARCO DE GOBERNABILIDAD

Reporte de los resultados de la Etapa N°2 "Diagnóstico, Catastro y Tendencias" en el marco de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) del proceso de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea (PRC):

- Presentación de las fortalezas y desafíos identificados durante la Etapa N°2 "Diagnóstico, Catastro y Tendencias", en torno a las seis principales temáticas levantadas: (1) riesgos por desastres naturales, (2) servicios y equipamientos públicos, (3) movilidad y conectividad intra e intercomunal, (4) integración social urbana, (5) áreas verdes, espacios públicos y (6) elementos naturales y oferta y demanda de vivienda.
- Presentación de los pronunciamientos recibidos como respuesta a la solicitud de información complementaria efectuada con posterioridad al primer taller con los OAE, en el mes de enero del 2020.

1

2. PRIORIDADES AMBIENTALES Y DE SUSTENTABILIDAD

Síntesis de antecedentes correspondientes al marco de referencia estratégico, marco de gobernabilidad y marco del problema.

Se consideran los siguientes objetivos ambientales:

- Resguardar áreas de fragilidad ambiental del territorio.
- Propiciar la generación de una infraestructura verde de uso público.
- Propiciar una imagen urbana que reconozca la vocación territorial de los distintos barrios.
- Mejorar las condiciones de movilidad urbana.
- Propiciar un contexto poblacional diversificado que fomente la cohesión social.

Se consideran los siguientes criterios de desarrollo sustentable:

- Movilidad sustentable.
- Desarrollo urbano mixto.
- Integración de elementos naturales y paisajísticos.

Se analizaron los antecedentes levantados en el diagnóstico a partir de una matriz FODA, que permitió identificar qué elementos se posicionan con mayor relevancia. Se identificaron 22 temas prioritarios en la comuna, cuya agrupación permitió levantar 6 Factores Críticos de Decisión, FCD.

3. FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN – FCD

A continuación, se presentan los 6 FCD y los comentarios emitidos en la reunión:

FCD 1. Lugares, identidad y calidad de vida:

Alcance: Control de intervenciones en cuanto a condiciones de densificación e intensidad de ocupación que alteren el paisaje y elementos identitarios.

Comentarios:

- Se solicita aclarar sobre el efecto que tendría en la comuna la modificación PRMS 123, incorporar "uso turismo" en el área rural, si es que se concreta. Se aclara el área de intervención de la presente modificación corresponde al Área Urbana Principal.

FCD 2: Resguardo ambiental y paisajistico:

Alcance: Reconocimiento de la presencia de valores naturales y paisajísticos como elementos conformadores de la imagen urbana comunal que definen usos de suelo compatibles.

Comentarios:

- Humedales:
  - Se consulta si se está considerando la ley y nuevo reglamento sobre humedales urbanos. El equipo técnico aclara que se tiene contemplado considerar la mencionada ley para los tres tranques que existen dentro del área urbana.
- Agua:
  - Se plantea la posibilidad de reglamentar que las canchas de golf y tenis utilicen pasto sintético, para resguardar el recurso hídrico. Frente a esto, el equipo técnico menciona nuevos desafíos que puede abrir esta alternativa, como generar focos de calor. En este sentido, se plantea que estos temas deben abordarse con una mirada multidimensional, considerando la sustentabilidad desde las variables económica, social y medioambiental y visualizando posibles impactos negativos no esperados.
  - Se consulta sobre la ordenanza de riego, el equipo municipal aclara que el municipio cuenta con la Ordenanza Local Sobre el Cuidado del Recurso Hídrico en la Comuna aprobada el año 2019 y con la Ordenanza sobre el Equipamiento Urbano y la Utilización de Bienes Nacionales de Uso Público actualizada el año 2019, las cuales han sido considerada en el análisis efectuado a la fecha.
  - Sobre la problemática hídrica y cambio climático, se consulta si la comuna tiene su Estrategia Hídrica Local y la respectiva Ordenanza sobre Gestión Hídrica Local; como instrumentos que pudieran direccionar documentadamente las modificaciones del IPT y acciones en el Territorio. El equipo técnico menciona que si cuenta con una ordenanza y que se tendrá a la vista para el desarrollo de la presente actualización del Plan.
- Cerros islas:
  - Se resalta el rol de los cerros islas como bordes de contacto del área urbana y como el desarrollo urbano ha deteriorado la vegetación nativa, como elemento relevante que está siendo considerando en la actualización del PRC. En este contexto, también se está contemplando el sector Arrayán y su sistema de quebradas.
- Servicios ecosistémicos:
  - Se propone que los temas de agua y suelo se analicen también desde una perspectiva de servicios ecosistémicos.
  - Se sugiere valorar la prestación de servicios ambientales de los sectores con vegetación nativa.

FCD 3: Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad:

Alcance: Delimitación de sectores expuestos a riesgos naturales y antrópicos, a las condicionantes y/o restricciones de uso y ocupación de estas áreas y al crecimiento urbano acorde a la disponibilidad del recurso hídrico.

Comentarios:

- Informe de riesgos etapa 1:
  - Se compromete enviar a los participantes el diagnóstico de riesgo realizado para que puedan revisarlo y hacer observaciones y comentarios.
- Incendios:
  - El equipo técnico menciona que, para evaluar el riesgo de incendio, se utilizó una metodología que considera parámetros de análisis de superposición cartográfica y otras variables (factores desencadenantes, vegetación nativa, etc.). Este elemento no estaba considerado en el plan original, y incorporado a partir de las solicitudes efectuadas durante el proceso de participación ciudadana de la etapa de diagnóstico.
- Falla de San Ramón:
  - Se sugiere y estima conveniente considerar y dilucidar la importancia de precisar cartográficamente la Falla de San Ramón para efectos de proyectos inmobiliarios viales (Av. Pie Andino).
- Inundación borde rio:
  - Se solicita aclarar si existe vialidad asociada al espacio achurado de la imagen presentada correspondiente al lecho del Mapocho y si se considera un riesgo en cuanto a estructura vial. Por otra parte, se pregunta si esta misma área será declarada sector de vivienda de calidad "inferior". El equipo técnico aclara que se ha efectuado un análisis de la infraestructura crítica que se emplaza en el sector que presenta mayor susceptibilidad al riesgo y que se plantearán mecanismos de considerar los distintos niveles de susceptibilidades al riesgo en el instrumento de planificación.
- Gran minería:
  - Se menciona que los impactos de la gran minería también inciden en el área urbana, dado que a pesar de que las faenas estén fuera de ésta, existen impactos asociados en el radio urbano, como el transporte de camiones. El equipo técnico aclara que los impactos de la gran minería se consideraron como amenaza en el análisis FODA.

FCD 4: Integración socioespacial y socioeconómica:

Alcance: Estructura de espacios públicos destinados a movilidad local que promueva la circulación peatonal y permita acceso a servicios y equipamientos, así como a la disponibilidad de suelo para desarrollo urbano que dé cabida a distintos intereses de uso y ocupación.

Comentarios:

- Oferta de vivienda sectores medios y vulnerables:
  - El análisis da cuenta de que no existe una oferta integradora de viviendas, no hay oferta en la comuna para personas / familias de sectores medios y bajos. El equipo municipal aclara el municipio tiene la intención de desarrollar vivienda social y se encuentra en búsqueda de la mejor solución para ello, en este sentido la escases de terreno y los elevados valores del suelo urbano de la comuna son un elemento que dificulta la tarea.

FCD 5: Sistema de movilidad urbana sostenible:

Alcance: Promover uso de transporte público y no motorizado, y al equilibrio en desplazamientos urbanos acorde con equipamientos, servicios y espacios públicos.

Comentarios:

- Vías
  - Se observaron las vías con más flujo y congestión, que son las que permiten movimiento norte sur y desembocan en el sector de Avenida Las Condes.
- Transformación de modos y patrones de movilidad:
  - Se hace la consulta sobre las transformaciones necesarias en la red de transporte publico y red vial básica para cumplir con este objetivo.
  - Existencia de un plan maestro de ciclovía y cómo las alternativas de PRC consideran un cambio en el patrón de movilización. El equipo técnico aclara que este elemento se evalúa analizando el espacio comunal y si dentro de éste existe la posibilidad de desarrollar este tipo de transporte.
  - Una innovación en este proceso de actualización del PRC comunal es la incorporación y promoción de nuevos mecanismos de movilización no motorizada. Los métodos concretos se regirán por la Guía sobre Movilización Sostenible pronta a publicarse.
- Metodologías de medición:
  - Se sugiere incorporar otras metodologías de movilidad que incorporen otras variables, además de criterios espaciales.

FCD 6: Regeneración y renovación urbana:

Alcance: Vocación de cada sector del área urbana y su compatibilidad con la conformación de centralidades y las áreas susceptibles a regeneración y renovación urbana para atraer nuevos desarrollos que reviertan el deterioro.

Comentarios:

- Resguardo de valores patrimoniales:
  - Se solicita clarificar sobre el efecto y viabilidad de resguardar los valores patrimoniales detectados en los barrios, como en el Pueblo de Lo Barnechea, en aquellas áreas identificadas como potenciales para regeneración urbana - habitacional o revitalización espacial si se promueven proyectos nuevos.

4. COMENTARIOS ADICIONALES

- Se aclara que este proceso de actualización tiene un alcance únicamente al Área Urbana Principal de Lo Barnechea, correspondiente a aprox. 5.000 hectáreas de la comuna. Para el sector del Centro Cordillera, se llevó adelante en un proceso anterior que ya se encuentra en implementación.

- Se sugiere solicitar a la Dirección de Planificación de Carabineros un aporte respecto al tema seguridad.

5. PRÓXIMOS PASOS

- Agosto: preparación de los contenidos técnicos para la participación ciudadana.

- Septiembre: participación ciudadana de imagen objetivo y alternativas de estructuración del territorio.

- Octubre: tercer taller de los Órganos de la Administración del Estado (OAE), "taller de presentación de escenarios de desarrollo".

- Noviembre – Diciembre: consulta pública (fecha y metodología por confirmar).

6. DOCUMENTOS SOLICITADOS

- Estudio de Riesgo.
- Matriz FODA.
- Presentación reunión.
- Minuta reunión.

Se podrá acceder a los documentos solicitados y a los estudios e informes de la etapa de diagnóstico a través siguiente enlace:
https://www.dropbox.com/sh/i2vs42ouztlqdik/AABQEEkYBkCc5JMXEPqwOF5va?dl=0.

7. PARTICIPANTES

	Nombre	Organización
1	Alberto Calatroni Vásquez	Sub- Departamento de Medio Ambiente
2	Angélica Gutiérrez	HABITERRA
3	Alvaro Quilodran	Municipalidad de Colina
4	Arturo Rinaldi	HABITERRA
5	Benjamin Katz	SEREMI economía
6	Claudia Arteaga	Superintendencia de Servicios Sanitarios
7	Cristian Ortiz	Dirección de Vialidad RM. MOP
8	Daniel Sánchez Muñoz	SEREMI Medio Ambiente
9	Daniela Alonso Cifuentes	Municipalidad de Vitacura
10	Doris Aguila González	DGA RMS
11	Fernanda Valdés Ferranty	SEREMI de Energía
12	Gastón Cañas	Dirección de arquitectura MOP
13	Gerardo Olave Diaz	Carabineros de Chile
14	Ivonne Aránguiz	SEREMI agricultura
15	Juan Bahamondes	MOP
16	Juana Araya Salinas	Ministerio de Transporte
17	Julie Van der Eistraeten	Municipalidad de Colina
18	Liliana Calzada	Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio, Dirección General de Obras Públicas, MOP
19	Loreto Rojas Valdés	Policía de Investigaciones de Chile
	Luis Gutiérrez	Dirección de Asesoría Urbana - Municipalidad de Las Condes
20	Mirza Lemus	SEREMI MOP RMS
21	Pablo Guzmán	HABITERRA
22	Pablo Salucci	SEREMI TT
23	Patricia Fernández Sotomayor	Dirección de obras hidráulicas- MOP
24	Patricia Henríquez	DGC MOP
25	Renata Diuana	TIRONI
26	Roberto Barrera Miranda	Dirección Regional de Obras Hidráulicas- RMS
27	Rodrigo Fuentes Flores	Servicio Nacional de Geología y Minería
28	Rodrigo Sánchez Barrera	Departamento de Desarrollo Urbano e Infraestructura Seremi Metropolitano de Vivienda
29	Sofía Sagüés	TIRONI
30	Valeria Tapia	SECTRA MTT

13.1.3 Taller 3 OAE – Listado de Asistencia y Acta de Reunión

Cuadro 13.1-3 Listado de Asistencia – Taller 3 OAE

Nombre	Organización/ Institución
Alberto Calatroni Vásquez	Sub-Departamento de Medio Ambiente
Alex Miranda	No indica
Alexis Quiroz	DOH- Dirección de obras hidráulicas
Angélica Gutiérrez	HABITERRA
Álvaro Fuentes	AMZORM
Arturo Rinaldi	HABITERRA
Carolina Améstica	Municipalidad de Colina
Claudia Arteaga	Superintendencia de Servicios Sanitarios
Claudio Guajardo	Bicrim Lo Barnechea (PDI)
Consuelo Herrera	Municipalidad de Lo Barnechea
Cristián López	No indica
Daniel Sánchez	SEREMI Medio Ambiente
Daniela Alonso	Municipalidad de Vitacura
Doris Águila	DGA Región Metropolitana
Fernanda Valdés	SEREMI Energía RM
Francisco Prado	No indica
Ignacio Barrera	No indica
Ivonne Aránguiz	SEREMI Agricultura
Juan Bahamondes	Ministerio de Obras Públicas
Leticia Rebolledo	Municipalidad de Lo Barnechea
Kyara Miranda	No indica
Liliana Calzada	Secretaría ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio, MOP
Loreto Rojas	Policía de Investigaciones
Oscar Arce	SERNAGEOMIN
Pablo Salucci	SEREMI TT
Patricia Henríquez	DGC MOP
Víctor Flores	AMZO RM

Fuente: Elaboración propia (2022)

Ilustración 13-3 Acta de Reunión - Taller 3 OAE

Síntesis del tercer taller con los Órganos de la Administración del Estado (OAE)

Taller de Etapa Imagen Objetivo y Alternativas de Estructuración del Territorio en el marco del Proceso de Actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Fecha	2 de diciembre 2020
Horario	15:30 a 17:30 horas
Lugar	Zoom
Asistentes	26

Equipo municipal:
- Francisca Celis Contardo, Asesor Urbanista y Directora de Asesoría Urbana y Espacio Público
- Karin Villarroel Oyarzún, arquitecto Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público
- Lucia Valencia Vargas, arquitecto Dirección de Asesoría Urbana y Espacio Público

Equipo técnico:
- Angélica Gutiérrez, Habiterra
- Pablo Guzmán, Habiterra
- Arturo Rinaldi, Habiterra
- Alonso Quezada, Tironi. Registro y moderación chat

* Esta minuta da cuenta de los comentarios emitidos en voz alta y a través del chat.

I. AGENDA DEL TALLER

El taller se desarrolló en 2 partes:

Parte 1: Presentación de contenidos técnicos.
Parte 2: Espacio de diálogo con los participantes.

II. PRESENTACION CONTENIDOS TÉCNICOS

1. Necesidad de actualizar el Plan Regulador Comunal
2. Elementos que condicionan el desarrollo del Plan Regulador Comunal
   a. Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)
   b. Estudio de Riesgo
3. Resultados de participación ciudadana temprana etapa imagen objetivo
4. Fundamentos y elementos que estructuran el plan:
   a. Factores Críticos de Decisión (FCD)
   b. Objetivos estratégicos de planificación
   c. Lineamientos estratégicos
5. Tres alternativas de estructuración del territorio:
   a. Esquema de estructuración

1

b. Usos de suelo
c. Sistema de áreas verdes
d. Condiciones de edificación
e. Sistema de movilidad sostenible
f. Reducción de la vulnerabilidad y gestión del riesgo

ALTERNATIVA	ESQUEMA DE ESTRUCTURACIÓN
Alternativa 1: Ciudad Integradora y Policéntrica	Plantea la **desconcentración** de los servicios y equipamientos mediante la generación de subcentros.
Alternativa 2: Ciudad Dinámica y Distribuida	Plantea la **concentración** de los servicios y equipamientos en corredores de movilidad.
Alternativa 3: Alternativa Sugerida	**Se complementa el sistema de subcentros** propuesto, mejorando la cobertura y accesibilidad de la población a servicios y equipamientos.

6. Evaluación ambiental de las opciones de desarrollo
   a. Metodología de evaluación empleada
   b. Evaluación de las opciones de desarrollo: riesgos y oportunidades.

III. DIÁLOGO: PREGUNTAS Y RESPUESTAS SOBRE LAS ALTERNATIVAS PRESENTADAS

En la segunda parte del taller se abrió la palabra a los participantes para que hicieran preguntas, aclaraciones o acotaciones de los contenidos presentados.

A continuación, se presenta una compilación de las preguntas realizadas en el tercer Taller de Órganos de Administración del Estado.

1. DENSIFICACIÓN Y USO DE SUELO

Comentario: *Se entiende la diferencia entre las tres alternativas, sin embargo, en la tercera alternativa, a pesar de que pretende generar una gradualidad mayor con el paso a zonas de crecimiento controlado, en la práctica, igual va a generar un crecimiento extensivo con un patrón que genera una movilidad principalmente basada en vehículos particulares y distancia a centralidades. Seguirá replicando el patrón suburbio que es el que genera algunos de los conflictos ambientales que hoy hay en la comuna, por lo que hay que ver cómo abordar este patrón de crecimiento desde un punto de vista más sustentable, es decir que tenga centralidades próximas, ver cómo le llega infraestructura, que no sigan tan dependientes del centro.*

- **Respuesta:** Es importante hacer la distinción entre las zonas más residenciales (amarillo en los mapas) que corresponden al patrón de suburbio y que posibilitan que este modelo urbano se siga generando y las de desarrollo controlado (azul en el mapa). Las segundas apuntan a un desarrollo y un modelo de ocupación del territorio semejante al que se ve en los cajones cordilleranos, es decir, baja densidad (máximo 16 habitantes por hectárea) donde el modelo no permite construcción de grandes asentamientos habitacionales y además genera un menor consumo del recurso hídrico.

Las alternativas varían en cuanto al desarrollo controlado que se plantea. La alternativa 2 es la que más mantiene el modelo ocupación de patrón suburbio, sin embargo, igual lo reduce. Las alternativas 1 y 3 optan por que la mayoría de los paños disponibles que se podrían urbanizar eventualmente queden como espacios de desarrollo controlado. Desde el punto de vista de acceso a los servicios, se busca redistribuir los sectores de servicios que hoy se concentran en el centro, a través de la alternativa de sub centralidades (alternativa 1) o de ejes (alternativa 2).

2. INTEGRACIÓN SOCIAL

Comentario: *¿Cómo se cruza este factor crítico (lugares con identidad y calidad de vida) con lo de integración social que está muy sectorizada en el centro? Quizas abordaría más diversidad de viviendas y tipologías residenciales ojalá en toda la comuna y no solo en un sector, debido a que eso sigue sectorizando y concentrando a la población que genera diferencias entre un segmento y otro.*

- **Respuesta:** La integración social se plantea en aquellos sectores donde hay necesidades y que soportan la aplicación de incentivos normativos que promuevan la integración social. Es importante que en estos sectores exista la capacidad de albergar altas densidades en términos de infraestructura, servicios, capacidad vial, etc., los que se concentran principalmente en la zona centro y sur de la comuna. Idealmente se apunta a que esto ocurra dentro de toda la comuna.

3. RIESGOS

Comentario: *¿Se consideró la eventual proyección de la de Falla de San Ramón hacia el Norte del Río Mapocho y, de ser así, de qué manera?*

- **Respuesta:** Durante la semana pasada el municipio envió las respuestas a las preguntas y consultas efectuadas por los órganos del estado, entre las cuales se encontraba la consulta anterior. Efectivamente se considera la Falla de San Ramón, pero queda fuera del alcance del presente estudio y de las capacidades municipales el desarrollo de un estudio acabado que permita precisar en mayor detalle la ubicación de la Falla de San Ramón.

IV. PRÓXIMOS PASOS CON ORGANISMOS DE ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO

Se informa que la presentación, minuta del taller y ficha de evaluación serán facilitadas a los participantes, en conjunto con la documentación técnica asociada a la Etapa de Imagen Objetivo del PRC Lo Barnechea.

La ficha de evaluación corresponde a la tabla comparativa entre las dos alternativas de estructuración del territorio, a partir de la cual se configuró la alternativa sugerida, la cual se pondrá a disposición de los participantes para consultar en detalle.

De igual forma se prevé realizar durante el primer semestre de 2021 la Consulta Pública de Imagen Objetivo acorde a lo establecido en el artículo 28 octies de LGUC, durante la cual se dará respuesta fundada a todas las observaciones que sean efectuadas.

V. PARTICIPANTES

	Nombre	Organización
1	Alberto Calatroni Vásquez	Sub-Departamento de Medio Ambiente
2	Alex Miranda	
3	Alexis Quiroz	DOH- Dirección de obras hidráulicas
4	Angélica Gutiérrez	HABITERRA
5	Álvaro Fuentes	AMZORM
6	Arturo Rinaldi	HABITERRA
7	Carolina Amestica	Municipalidad de Colina
8	Claudia Arteaga	Superintendencia de Servicios Sanitarios
9	Claudio Guajardo	Bicrim Lo Barnechea (PDI)
10	Consuelo Herrera	Municipalidad de Lo Barnechea
11	Cristián López	
12	Daniel Sánchez	SEREMI Medio Ambiente
13	Daniela Alonso	Municipalidad de Vitacura
14	Doris Águila	DGA Región Metropolitana
15	Fernanda Valdés	SEREMI Energía RM
16	Francisco Prado	
17	Ignacio Barrera	
18	Ivonne Aránguiz	SEREMI Agricultura
19	Juan Bahamondes	Ministerio de Obras Públicas
20	Leticia Rebolledo	Municipalidad de Lo Barnechea
21	Kyara Miranda	
22	Liliana Calzada	Secretaría ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio, MOP
23	Loreto Rojas	Policía de Investigaciones
24	Oscar Arce	SERNAGEOMIN
25	Pablo Salucci	SEREMI TT
26	Patricia Henríquez	DGC MOP
27	Víctor Flores	AMZO RM

CERTIFICADO N°0144

Lo Barnechea, 30-09-2024

ETAPA ANTEPROYECTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA (EAE), ART. 42° y 43° LGUC,
ART. 2.1.10 y 2.1.11 OGUC

ACTUALIZACIÓN DE PLAN REGULADOR COMUNAL DE LO BARNECHEA

LA SECRETARIO ABOGADO MUNICIPAL que suscribe, **CERTIFICA**, en cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 42° y 43º de la Ley General de Urbanismo y Construcciones; a los artículos 2.1.10 y 2.1.11 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones; y el Decreto Nº32 del Ministerio de Medio Ambiente, relativos al proceso de Consulta Pública del Anteproyecto y Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, que:

El siguiente documento corresponde al **Estudio de las Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural** de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea y representa una copia fiel de lo expuesto entre las fechas 30 de noviembre de 2023 y 03 de febrero de 2024, en la Consulta y Audiencias Públicas del Anteproyecto y la Evaluación Ambiental Estratégica de la Actualización al Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea, a la cual se dio inicio mediante Decreto DAL Nº1535/2023 de fecha 21 de noviembre 2023.

Se extiende el presente certificado para ser presentado ante la Secretaría Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo.

VIVIAN BARRA PEÑALOZA
SECRETARIO MUNICIPAL
MUNICIPALIDAD DE LO BARNECHEA
Este documento incorpora Firma Electrónica Avanzada

ANTEPROYECTO

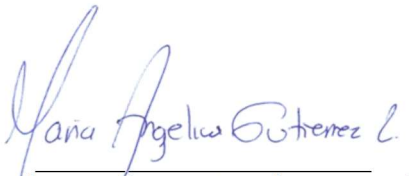
ESTUDIO DE LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RECURSOS DE VALOR NATURAL

“Proyecto de Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea”

Licitación Pública ID N° 2735-14-LR19

Versión: Octubre 2023





MARÍA ANGÉLICA GUTIÉRREZ LEÓN
Profesional Responsable del Estudio de las
Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6
2 CONTEXTO NORMATIVO DE PROTECCIÓN de recursos de valor natural 6
3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO NATURAL DEL TERRITORIO 7
3.1.1 Componentes físicos 7
3.1.2 Componentes de biodiversidad 11
4 Componentes naturales protegidos en la comuna de lo barnechea 23
4.1 Monumentos naturales 23
4.1.1 Santuario de la Naturaleza Los Nogales 23
4.1.2 Santuario de la Naturaleza Yerba Loca 23
4.2 Humedales urbanos 26
4.2.1 Humedal Urbano Embalse Larraín 26
4.2.2 Humedal Urbano Tranque La Dehesa 1 y 2 27
4.2.3 Humedal urbano Los Trapenses 28
4.2.4 Humedal Urbano Tranque La Poza 29
4.2.5 Humedal Urbano Estero Las Gualtatas 30
4.3 Elementos Protegidos por la Normativa Urbana Metropolitana 33

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1 Dirección de los vientos en la Comuna de Lo Barnechea 8
Ilustración 3-2 Carta morfométrica de pendientes del área de estudio a escala 1:40.000 10
Ilustración 3-3 Cuencas bajo regulación PRMS 11
Ilustración 3-4 Formaciones Vegetacionales Gajardo – Comuna de Lo Barnechea 13
Ilustración 3-5 Catastro de uso de suelo y vegetación – Comuna de Lo Barnechea 15
Ilustración 3-6 Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) – Área Urbana de Lo Barnechea 17
Ilustración 3-7 Sitios Prioritarios Conservación Biodiversidad – Comuna de Lo Barnechea 20
Ilustración 3-8 Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad con incidencia en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" 22
Ilustración 4-1 Santuarios de La Naturaleza localizados en la Comuna de Lo Barnechea 25
Ilustración 4-2 Localización Embalse Larraín 27
Ilustración 4-3 Localización Tranque La Dehesa 1 y 2 28
Ilustración 4-4 Obras de canalización Quebrada el Carrizo 29
Ilustración 4-5 Localización Tranque La Dehesa 1 y 2 29
Ilustración 4-6 Localización Tranque La Dehesa 1 y 2 30
Ilustración 4-7 Fotografías extractadas del expediente 31
Ilustración 4-8 Localización Humedal Estero Las Gualtatas 32
Ilustración 4-9 Distribución de humedales urbanos en relación con el área sujeta a modificación 32
Ilustración 4-10 Áreas de Preservación ecológica PRMS 34

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1 Superficie de Coberturas vegetales y otros usos de suelo – Comuna de Lo Barnechea 14

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Estudio de las Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural, del proyecto de Actualización del Plan Regulador de Lo Barnechea, que forma parte integrante de la memoria explicativa de conformidad con lo prescrito en el artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, modificado mediante DS N° 57 de Minvu de fecha 6.4.2023.

El objetivo de este informe es presentar las consideraciones y fundamentos preliminares que sirven de justificación para el reconocimiento de las áreas sujetas a protección en concordancia con los señalado en el artículo 2.1.18 de la OGUC, en el marco del desarrollo de la actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.

2 CONTEXTO NORMATIVO DE PROTECCIÓN DE RECURSOS DE VALOR NATURAL

El artículo 60 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones modificado a través de la Ley 21.202, establece que los IPT señalarán todos aquellos terrenos que por su especial naturaleza y ubicación no serán edificables, procurándose mantener las características rústicas de los predios.

De esta forma la normativa de urbanismo y construcciones reconoce las zonas o elementos protegidos los bordes costeros marítimos, fluviales y lustres, los parques nacionales, reservas nacionales y los momentos naturales a los que se agrega el reconocimiento de los **humedales urbanos**, que para estos efectos deben quedar reconocidos como áreas de protección en los instrumentos de planificación territorial.

A su turno, la preceptiva de urbanismo y construcciones faculta a los IPT para establecer condiciones urbanísticas que deberán cumplir las edificaciones que se emplacen en las áreas de protección, que así lo permitan, las cuales deberán ser compatibles con las normas de protección establecidas.

De esta forma los instrumentos de planificación integran en su normativa, dependiendo del ámbito y alcance, el reconocimiento de las áreas o elementos sujetos a protección que para el caso de la comuna de Lo Barnechea, tiene especial consideración en el hecho de que existen recursos de valor natural localizados tanto al interior del área urbana como en los territorios colindantes, los que cobran especial atención en relación a los criterios de gradualidad en la ocupación de los bordes de contacto con recursos de valor natural.

3 CARACTERIZACIÓN FÍSICO NATURAL DEL TERRITORIO

Como una forma de dar contexto a las medidas de resguardo y protección propuestas por el plan se tiene como criterio inicial la caracterización físico y natural del territorio que sirve de soporte al sistema urbano a partir de la descripción de los elementos físicos, bióticos con mayor especificidad en las áreas sujetas a planificación.

3.1.1 Componentes físicos

La localización de la comuna de Lo Barnechea ocupa los sectores de transición del pie de monte andino y los territorios cordilleranos, lo que determina y condiciona los factores de localización del sistema de asentamientos humanos.

a) Caracterización Climática

La clasificación climática de Köppen en la comuna de Lo Barnechea, influyen las condiciones típicas de la Región Metropolitana, donde el clima predominante corresponde al tipo mediterráneo, de estación seca larga y un corto invierno lluvioso. No obstante, las precipitaciones presentan gran irregularidad, debido a que un año puede ser muy lluvioso y el siguiente muy seco. La temperatura media anual es de 14° C, el mes más cálido corresponde a enero, alcanzando una temperatura media de 22° C, y el más frío a julio con 7° C. Cabe aclarar que en algunos sectores de la región se identifican climas más áridos y con mayores fluctuaciones térmicas, debido a la presencia de la cordillera de la costa, relativamente alta, que actúa como pantalla dificultando la penetración de las condiciones climáticas marítimas.

En este contexto, en la comuna de Lo Barnechea se distinguen al menos dos tipos climáticos diferenciados por la altitud y corresponden a los siguientes:

- Clima mediterráneo con estación seca prolongada, con temperaturas que oscilan entre una máxima en verano de 22,9°C y una mínima en invierno de 1,2°C. los promedios de precipitaciones anuales son de 715 mm, con un período seco de siete meses.
- Clima mediterráneo frío de altura: se localiza en la Cordillera de los Andes por sobre los 3.000 metros de altura. Las bajas temperaturas y las precipitaciones sólidas caracterizan este tipo climático la cual permite la acumulación de nieve y campos de hielo de tipo permanentes en cumbres y quebradas de la alta cordillera.

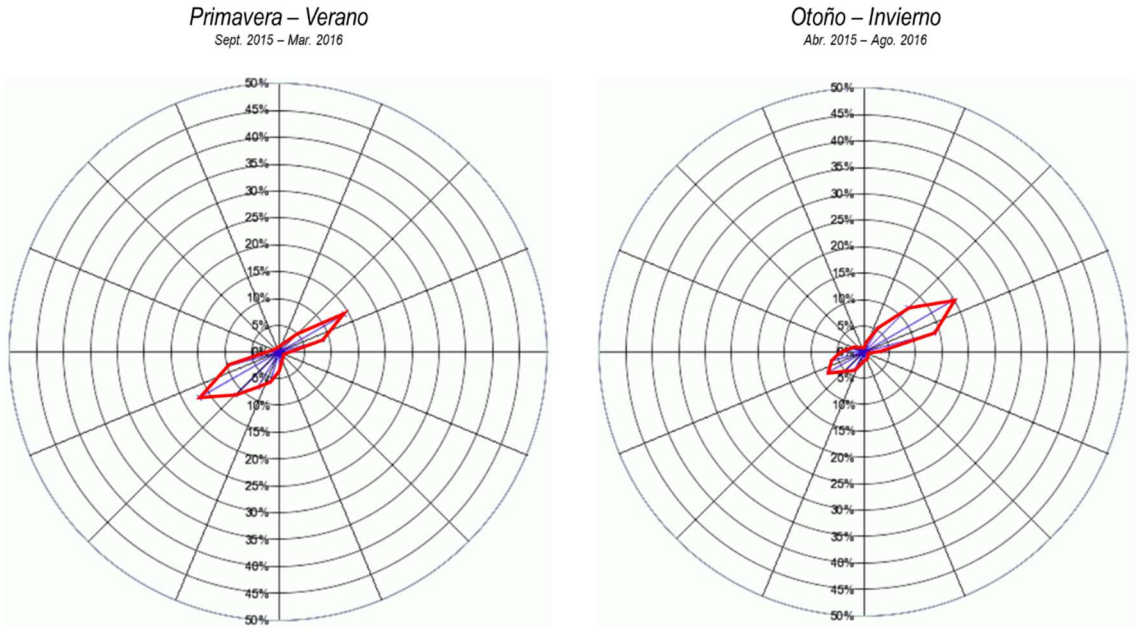
En términos del comportamiento de la circulación general de la atmósfera, las condiciones climáticas definen características particulares en las condiciones meteorológicas. En este contexto resulta relevante conocer la dirección de los vientos predominantes en la comuna, considerando su inserción territorial en la Región Metropolitana, donde se encuentra vigente la declaración de Zona Saturada[1], y por lo tanto no queda exenta de los eventos de contaminación atmosférica que se presentan comúnmente en dicha cuenca, especialmente en la temporada invernal. Esta situación tiene incidencia, dado que en función de la circulación atmosférica asociada a la dirección el viento se pueden dispersar las partículas y emisiones hacia el centro poblado urbano.

[1] La Región Metropolitana fue declarada Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP10, mediante D.S. N° 131 de 1996 MINSEGEPRES. Posteriormente se declaró como Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable (MP2,5) según D.S. N° 67 de 2014 Ministerio de Medio Ambiente

Por otra parte, resulta conveniente conocer los vientos predominantes en época estival dado que pueden contribuir en la propagación de incendios forestales, amenaza que debe considerarse en el escenario actual de escasez hídrica[2] la cual se ha acentuado durante los últimos 10 años[3].

Es así como a partir de la información publicada en el portal web del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire, se reportan a continuación los datos de dirección del viento, registrados a lo largo de un año (sep. 2015 – dic 2016), por la estación de monitoreo Las Condes, que es la más cercana a la comuna.

Ilustración 3-1 Dirección de los vientos en la Comuna de Lo Barnechea



Fuente: Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire[4]

De acuerdo con los gráficos anteriores se observa que los vientos más frecuentes en el área urbana de Lo Barnechea, durante la época de primavera y verano, provienen del suroeste (36%), con una menor preponderancia de los vientos noreste (20%). Es decir, predominan los vientos que se dirigen del valle hacia la cordillera, factor que puede ser perjudicial ante eventos de incendio, especialmente en los bordes urbanos, dado que el fuego puede propagarse desde el área urbana hacia las áreas naturales, donde por efectos de la sequía la vegetación presente puede aportar como elemento combustible.

En la época de otoño e invierno el vector de direccionalidad se invierte, siendo más frecuentes los vientos provenientes del noreste (36%), con una baja influencia de vientos suroeste (18%). En este caso los episodios de contaminación atmosférica, comunes durante el invierno, presentan una menor incidencia en el área urbana de Lo Barnechea, a diferencia de lo que ocurre en las comunas más mediterráneas, dado que la circulación permite la entrada de vientos procedentes de la cordillera donde la carga de emisiones es mínima.

[2] Ministerio de Obras Públicas. (2019). Decreto N° 124 que Declara zona de escasez a las comunas de Lo Barnechea, Las Condes y Vitacura, Región Metropolitana de Santiago. [en línea]. Disponible en: https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx [27/12/2016]

[3] De acuerdo con la información publicada en portal web del Gobierno de Chile, Cuidemos el Agua. https://www.gob.cl/cuidemoselagua/

[4] Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire. (2019). https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/key/A07

b) Caracterización Geomorfología

El área de estudio se ubica en la transición del valle de Santiago y la zona cordillera, por lo que las principales geoformas a escala local tienen directa relación con las unidades geológicas más recientes.

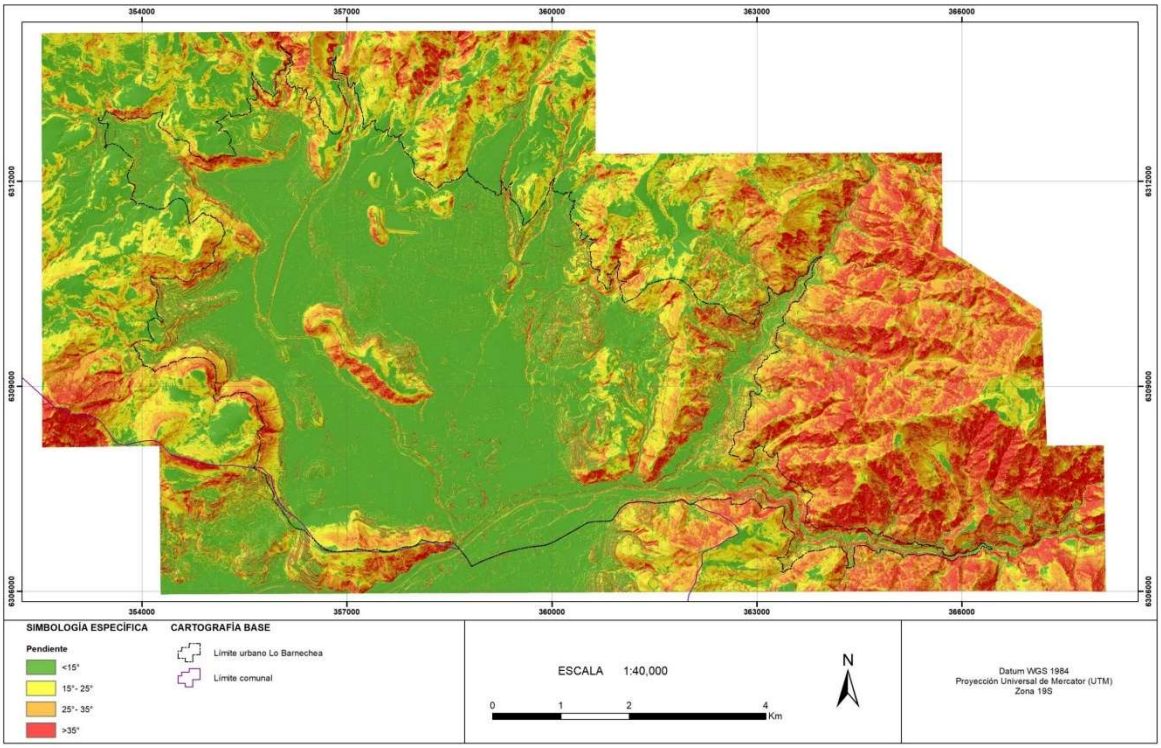
Las terrazas de origen fluvial generadas por la erosión del cauce del Mapocho destacan entre el relieve montañoso, lo mismo ocurre con las terrazas generadas por el Estero Arrayan. Se identificaron cuatro niveles de terrazas fluviales numerados con respecto al nivel base del río Mapocho que se ubican a distintas alturas, la terraza 1 (T1) presenta alturas entre 3 y 8 m sobre el cauce del estero Las Hualtatas y del río Mapocho. Por su parte, la terraza 2 (T2) posee alturas entre 9 y 18 m, la terraza 3 (T3) tiene alturas entre 19 y 23 m y la terraza 4 (T4) presenta alturas entre 18 y 26 m sobre el cauce del estero El Arrayán y del río Mapocho.

Además, se distinguen depósitos aluviales asociados al río Mapocho, cuya morfología en el área de estudio corresponde al ápice del abanico, el cual se extiende en la cuenca de Santiago. Abanicos aluviales menores se disponen sobre este gran depósito.

Las elevaciones varían entre los 698 y los 2021 m s. n. m. las mayores alturas se ubican hacia el área cordillerana y en el sector del cerro Manquehue. Por otro lado, las partes más bajas se ubican en el sector sur-poniente del área sujeta a planificación.

En cuanto a las pendientes, el sector de La Dehesa y donde se concentra la mayor parte de la urbanización se emplaza sobre pendientes menores a 15°, estos sectores topográficamente más bajos se conforman geológicamente por depósitos aluviales, fluviales y fluvio-aluviales distales (siguiente ilustración). Con respectos a aquellas pendientes mayores a 15° se encuentran en las laderas de los cerros, como en el cerro del Medio, cerro Alvarado y hacia el sector montañoso entorno del Estero El Arrayan, del río Mapocho y las laderas aledañas a sus quebradas afluentes. Geológicamente estas zonas de altas pendientes se encuentran caracterizadas por la Formación Abanico, donde las máximas pendientes superan los 80°.

Ilustración 3-2 Carta morfométrica de pendientes del área de estudio a escala 1:40.000



Fuente: elaboración propia (2019)

Las remociones en masa destacan en esta zona, las cuales han sido catastradas en la literatura. Su naturaleza corresponde generalmente a avalanchas de roca de gran magnitud, las cuales desplazan grandes cantidades de material. Las morfologías son lobulares y alargadas y sus zonas de generación se ubican fuera del área de estudio, sin embargo, debido a su tamaño alcanzan el área estudiada en algunos sectores.

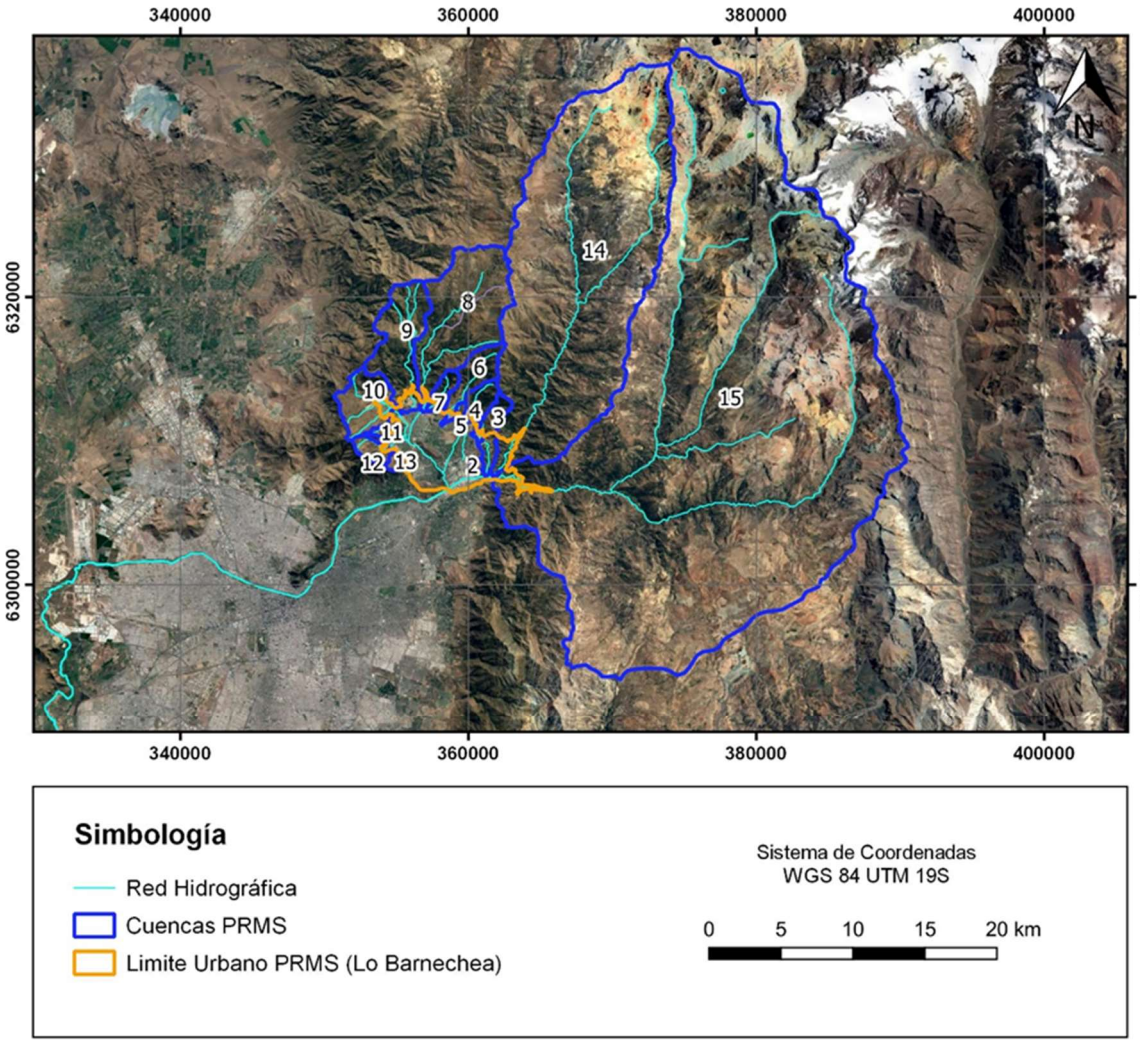
c) Caracterización Hidrológica

La caracterización hidrológica se ha realizado para dos grupos de cuencas, de acuerdo con los objetivos del presente estudio de actualización con respecto a la definición de áreas de inundación. El primer grupo corresponde a las cuencas reguladas por el PRMS, y el segundo a cuencas de menor tamaño en la comuna de Lo Barnechea, de acuerdo a la priorización realizada en el estudio de INFRACON (2014).

En la siguiente Ilustración se presentan las cuencas del primer grupo. Se destacan entre estas cuencas las correspondientes al río Mapocho, estero El Arrayán y estero Hualtatas, las cuales presentan flujo de manera continua, de acuerdo con los antecedentes analizados y a lo observado en terreno, mientras que el flujo en las otras quebradas es más bien intermitente, observándose únicamente durante algunos periodos del año.

Considerando que la línea de nieve se presenta para estas cuencas a una altura de 2.000 msnm, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas Sin Información Fluviométrica (DGA-MOP, 1995), se estimaron las áreas aportantes pluviales de aquellas cuencas que presentan elevaciones sobre este valor. Se descarta para este análisis las cuencas de la Qda. El Manzano y Qda. Oscura, dado que el área de ambas por sobre los 2.000 msnm es menor al 5% del área total. De esta forma, las curvas hipsométricas de las cuencas del estero Arrayán, estero Las Hualtatas y río Mapocho indican que el área pluvial en cada cuenca corresponde a un 32%, 60% y 22%, respectivamente.

Ilustración 3-3 Cuencas bajo regulación PRMS



Fuente: Elaboración propia (2021)

3.1.2 Componentes de biodiversidad

El territorio comunal de Lo Barnechea, por su localización en el piedemonte y precordillera andina presenta condiciones particulares que le otorgan un valor ecológico y ambiental debido a hace parte de la ecorregión central de Chile, la que se caracteriza por un alto nivel de endemismo y diversidad biológica.

a) Vegetación y Fauna

Se describen las características generales de la vegetación presente en la comuna, realizando un análisis de mayor detalle respecto aquellas comunidades vegetales naturales localizadas al interior o en el perímetro de los centros urbanos, que puedan ser afectadas potencialmente o implicar conflictos respecto a la degradación o pérdida de estas formaciones que proveen hábitat para distintas especies de fauna.

i) Vegetación

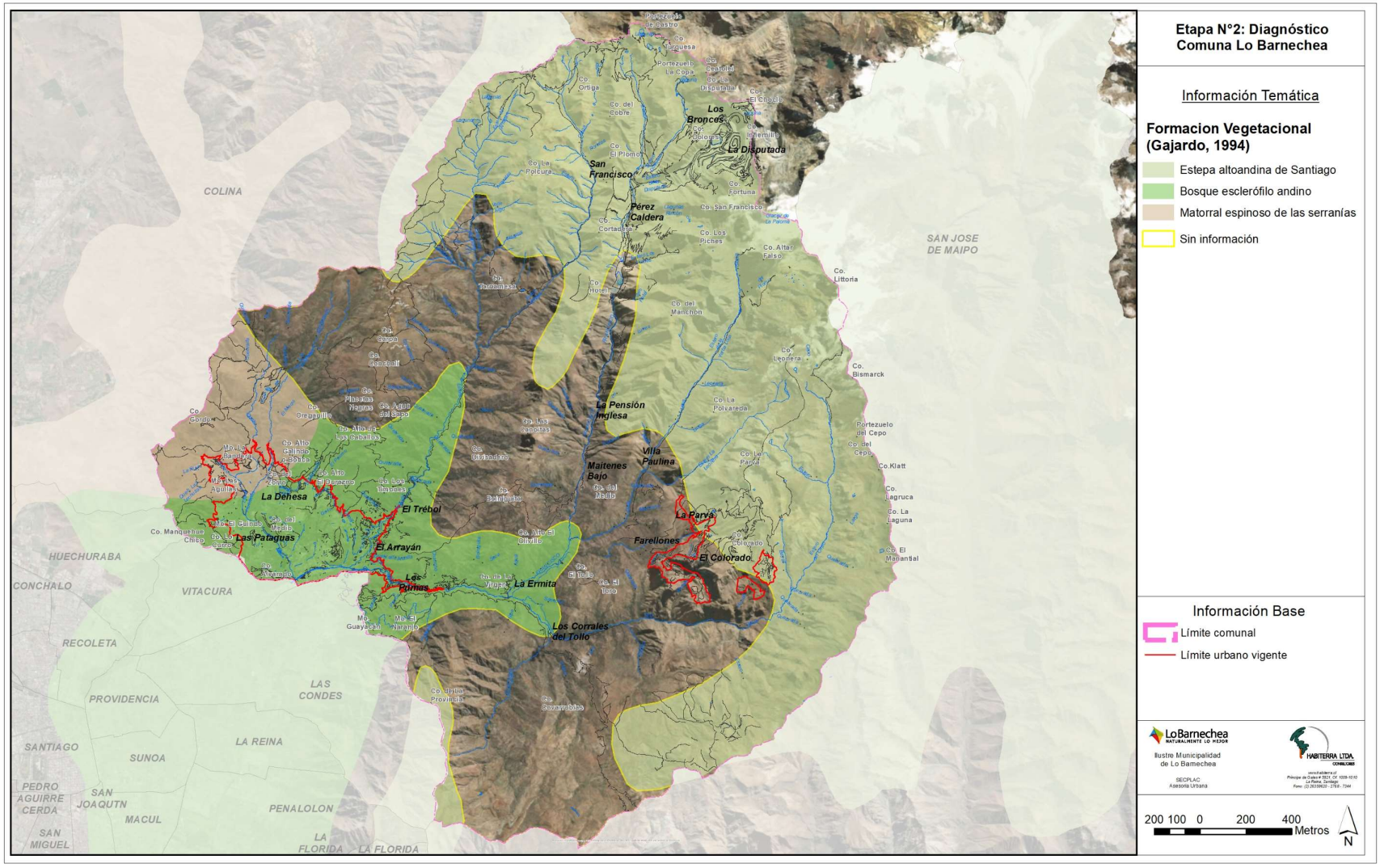
De acuerdo con el sistema de clasificación de Formaciones Vegetacionales de Gajardo (1994)[5] la comuna de Lo Barnechea se encuentra inserta en dos regiones ecológicas correspondientes a la Estepa Alto- Andina y el Matorral y el Bosque Esclerófilo, cuya distribución en el territorio se encuentra determinada por las condiciones de altitud, relieve y clima, que definen la fisionomía de las formaciones vegetales.

Es así como la Región de la Estepa Alto Andina exhibe una formación homónima, denominada **Estepa Alto Andina de la Cordillera de Santiago,** mientras que Matorral y del Bosque Esclerófilo se encuentra representada en la comuna por las formaciones vegetales **Bosque esclerófilo andino** y **Matorral espinoso de las serranías** (ver siguiente ilustración).

En cuanto a sus características Gajardo, describe la formación de **Estepa Alto Andina de la Cordillera de Santiago** como aquella que representa el nivel altitudinal superior de la vegetación en la Cordillera de los Andes de la zona central. Respecto del área urbana esta formación no presenta incidencia, dado que se encuentra en los sectores cordilleranos con altitudes superiores a los 2500 m.s.n.m., en un relieve predominantemente montañoso y muy abrupto, donde la vegetación es discontinua, tomando en ciertos lugares el aspecto de un desierto de altitud.

[5]Gajardo, R. (1994). La vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 165p.

Ilustración 3-4 Formaciones Vegetacionales Gajardo – Comuna de Lo Barnechea



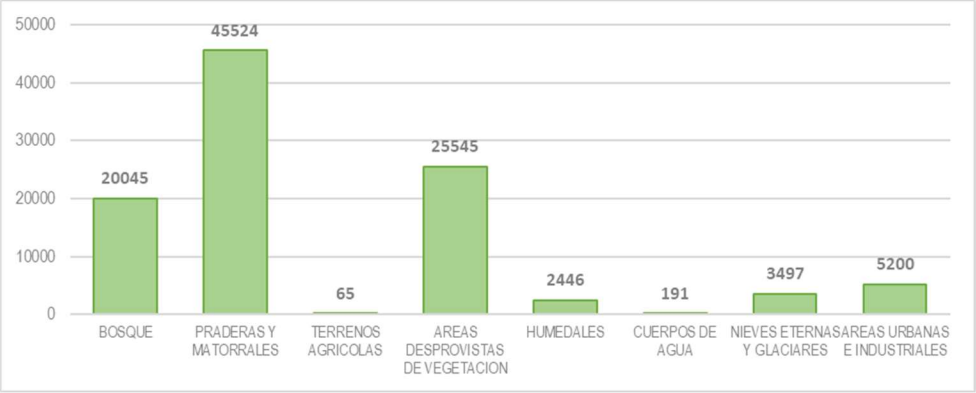
Fuente: Elaboración Propia con base en coberturas cartográficas Formaciones Vegetacionales Gajardo, disponibles en IDE Chile

Por su parte el **Bosque esclerófilo andino** corresponde a una formación cuya distribución se encuentra limitada por las altas pendientes de las laderas bajas y medias de la Cordillera de los Andes, lo que provoca la estratificación altitudinal súbita; al mismo tiempo presenta gran influencia el hecho que ocupa un ambiente de carácter árido en el verano y frío en invierno, presenta importantes oscilaciones térmicas entre verano e invierno, por lo que es notoria la falta de la influencia reguladora del océano. El patrón de distribución de las comunidades vegetales se debe principalmente a la variación en altitud y las laderas de exposición a la radiación solar, aunque también es importante el relieve. El paisaje vegetal corresponde al de un bosque esclerófilo, que a menudo se encuentra muy intervenido, con matorral en las laderas de exposición al norte.

Finalmente, el **Matorral espinoso de las serranías,** también conocido como Matorral espinoso de Cordillera**,** es una formación vegetal heterogénea y modificada por la acción antrópica, en donde se distinguen las formas de vida dominadas por arbustos fuertemente espinosos, a menudo del tipo suculento o caducifolio de verano. En la zona norte de la región, la vegetación corresponde a una disminución de la que existía originalmente, con especies como Algarrobo (*Prosopis chilensis*), Huingán (*Schinus polygamus*), Espino (*Acacia caven*), Incienso (*Flourensia thurifera*), Saice Amargo (*Salix chilensis*) y Maitén (*Maytenus boaria*), entre otras.

En cuanto a la cobertura y composición florística de estas formaciones la información del Catastro de uso de suelo y vegetación de CONAF, actualizada al año 2013, permite conocer y cuantificar los recursos forestales (bosques y vegetación natural) presentes en la comuna (Siguiente Gráfico)

Gráfico 3-1 Superficie de Coberturas vegetales y otros usos de suelo – Comuna de Lo Barnechea

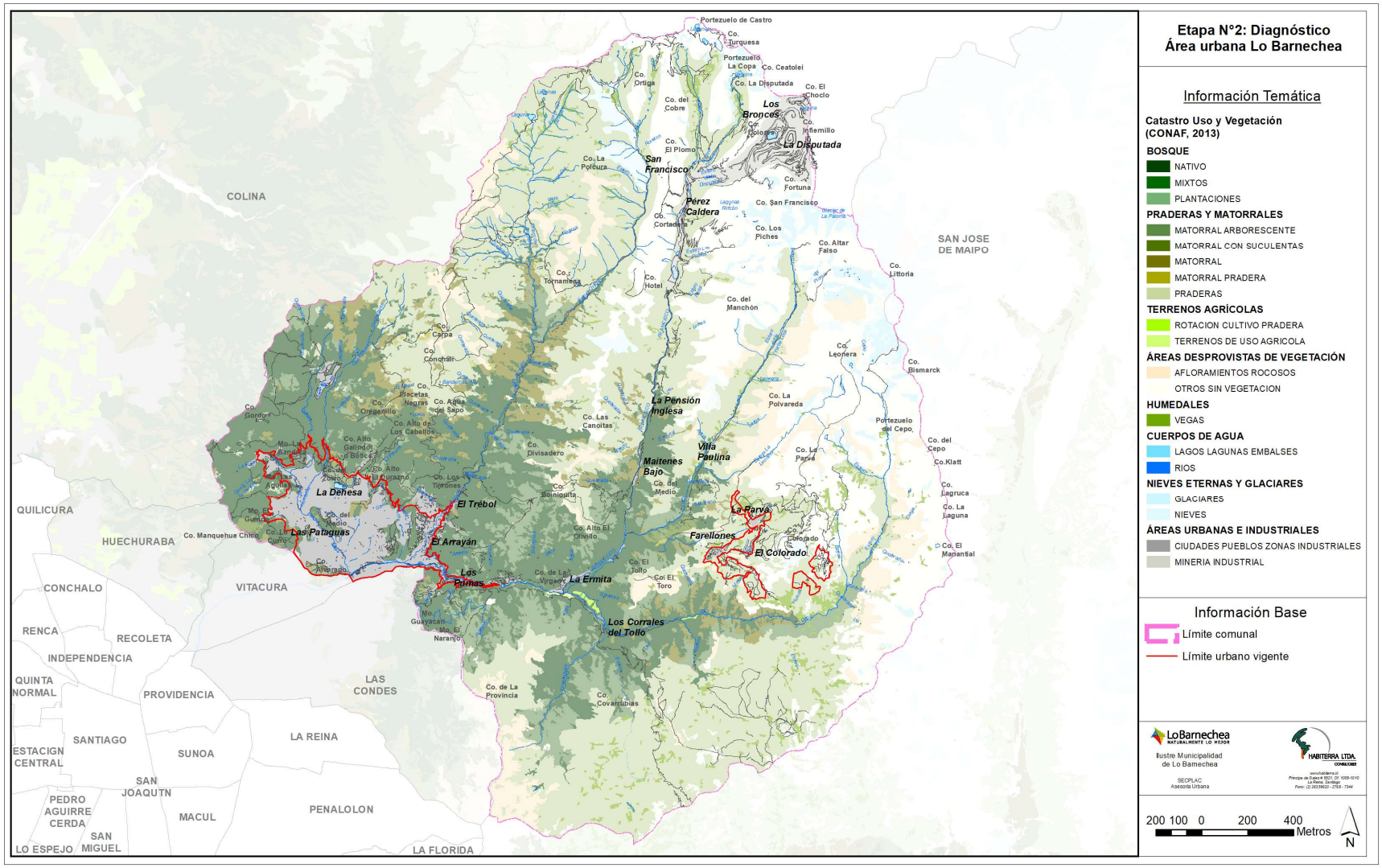


Fuente: Elaboración propia con base en cartografía Catastro de usos y vegetación CONAF, 2013

A partir de la información anterior se observa que la cobertura de mayor extensión en el territorio comunal corresponde a las Praderas y Matorrales, con una superficie aproximada de 45.000 ha, mientras que los Bosques alcanzan las 20.000 Ha. De igual forma destacan las áreas desprovistas de vegetación cubriendo cerca de 25.000 Ha, identificando los territorios esteparios, que por las condiciones de altitud, relieve y clima restringen la presencia de vida vegetal.

Respecto a la distribución de las coberturas vegetales (siguiente ilustración), se observa que el Bosque se distribuye en los sectores de precordillera entre 1000 y los 1300 m.s.n.m. (siguiente ilustración). En cuanto a su composición florística (Gajardo, 1994) destaca como agrupación vegetal, Quillay (*Quillaja saponaria*) – Litre (*Lithrea caustica*) que corresponde a la comunidad más repartida y característica, localizada en situaciones de media ladera. En los sectores de mayor altitud con predominio de laderas rocosas se desarrolla la asociación Quillay - Colliguay (*Colliguaja odorífera*), mientras que en los sectores de valle y laderas de exposición sur predomina la comunidad Peumo (*Cryptocarya alba*) – Quillay. En zonas de quebradas y esteros, así como en lugares más favorables se encuentran Peumo – Litre. Además, se identifican comunidades arbustivas compuestas por la asociación Chagualillo (*Puya violácea*) - Colliguay (*Colliguaja odorifera*), sobre laderas y afloramientos rocosos.

Ilustración 3-5 Catastro de uso de suelo y vegetación – Comuna de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración propia con base en cartografía Catastro de usos y vegetación CONAF, 2013

Intercalados con los Bosques se identifican las coberturas de Matorral, en los cuales predominan especies arbustivas de sucesión post tala o post-incendios, y se consideran, por lo tanto, como estados de sucesión secundaria, a partir del bosque esclerófilo. Se pueden encontrar especies como Algarrobo (*Prosopis chilensis*) - Huingán (*Schinus polygamus*), o Algarrobo – Espino (*Acacia caven*), que se ubican en sectores de escasa pendiente de los grandes valles y quebradas. En los sectores de laderas altas y cumbres rocosas situadas por sobre los 1.000 m de altitud, es frecuente la comunidad de Colliguay (*Colliguaja odorífera*) - Huañil (*Proustia cinerea*), mientras que en los cursos de agua poco alterados por la intervención humana es posible encontrar la asociación Sauce Amargo (*Salix chilensis*) - Maitén (*Maytenus boaria*). Por su parte en los cauces que presentan mayor intervención antrópica predomina la comunidad Brea (*Tessaria absinthioides*) - Chilquilla (*Baccharis pingraea*), cuya composición y estructura responden a las condiciones de alteración humana.

Finalmente, la cobertura de pradera es la que presenta mayor distribución en el territorio cordillerano de la comuna, localizándose entre los 2000 y los 3500 msnm. Se caracteriza por la presencia dominante de pastos y/o hierbas, con especies resistentes a las bajas temperaturas y alta radiación solar (*Acaena pinnatifida*, *Lupinus microcarpus, Poa sp,* entre otras). Constituye una cobertura de transición con las áreas desprovistas de vegetación y las nieves eternas y glaciares. En algunos sectores se intercala con la cobertura de humedal donde principalmente se encuentran vegas compuestas por vegetación hidrófila asociada a los cauces de ríos y quebradas.

Hacía el sector bajo de la comuna, es decir en el área bajo la cota 1000 msnm, se localizan las Áreas Urbanas, donde en general la vegetación nativa ha sido desplazada por la intervención antrópica, no obstante a ello, en el caso del área urbana de Lo Barnechea se observa que mantiene una importante cobertura vegetal, que se relaciona con su localización precordillerana y su estructura territorial donde se remarcan algunos elementos del relieve como cajones cordilleranos y cerros isla que condicionan la ocupación, junto a una importante red hidrográfica, compuesta por quebradas, esteros, canales y ríos, que en algunos sectores constituyen la fuente hídrica para reservorios de almacenamiento (como el Tranque La Dehesa). A ello se suma el proceso de ocupación histórico de la localidad caracterizado, desde su origen, por bajas densidades, con un marcado destino residencial, que se desarrolla de manera dispersa en amplios predios donde predominan jardines y patios, junto con la presencia de grandes espacios destinados a equipamientos deportivos.

De esta forma la distribución de la cobertura vegetal actual en el área urbana de Lo Barnechea puede verse reflejada a partir de un análisis denominado Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), calculado con base en las bandas espectrales de una imagen satelital SENTINEL tomada el 30 de noviembre de 2019 (siguiente ilustración).

El índice de Vegetación Normalizado (NDVI) se define como un parámetro calculado a partir de los valores de reflectancia de longitudes de onda en diferentes secciones del espectro electromagnético, que son particularmente sensibles a la cubierta vegetal, más concretamente en la banda visible del rojo y en la banda del infrarrojo cercano[6]. Su resultado ayuda a identificar de manera rápida la distribución y el tipo de vegetación en imágenes tomadas con sensores remotos. El intervalo de valores posibles del NDVI oscila entre -1 y 1. Los valores negativos están asociados a zonas de agua y nieve. Valores positivos próximos a 0,1 representan zonas rocosas, arenosas o desnudas que pueden adquirir algo de vegetación. Valores de 0.2 a 0.3 pueden corresponder a áreas pobres con arbustos o pasturas naturales. Finalmente, los valores superiores a 0.3 se asocian con praderas, cultivos, forestaciones etc. dependiendo el valor alcanzado.

[6] El NDVI se obtiene a partir de la siguiente relación entre la banda roja (RED) e infrarroja cercana (NIR). $NDVI = \frac{(NIR-\quad)}{(NI\quad)}$

Ilustración 3-6 Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) – Área Urbana de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración Propia con base en NDVI Imagen SENTINEL (noviembre 30 de 2019

De acuerdo con la ilustración anterior, se observa que el NDVI de la comuna se clasificó en los rangos previamente señalados, sin embargo, se realizó una subdivisión de los valores superiores a 0.3 en dos rangos (0.3 - 0.5 y 0.5 – 1) con el fin de identificar las diferencias en la distribución de la vegetación, especialmente al interior del área urbanizada. Como resultado de esta clasificación se observa que las áreas que concentran la mayor cobertura vegetal (valores de NDVI 0.5 – 1) corresponden a los cursos de las quebradas que ingresan al área urbana desde los sectores de más altos, donde es probable que se mantengan coberturas vegetales nativas riparianas, bordeando las riberas de estos cauces. Así mismo, destacan varios espacios urbanos destinados a equipamiento recreacional y deportivo (clubes de golf) e instalaciones de equipamiento cultural[7] como la Fundación Caz, donde si bien pudieran encontrarse algunos ejemplares de vegetación nativa, las coberturas vegetales predominantes corresponden a especies introducidas, destinadas al paisajismo de estas instalaciones

El rango de valores de NDVI entre 0.3 y 0.5 es el que se distribuye más ampliamente en el área urbana, evidenciando la tipología constructiva típica de la comuna, caracterizada por un desarrollo residencial preferente, en grandes predios de baja ocupación de suelo donde predominan espacios verdes y áreas recreativas privadas.

Existen otros sectores localizados en los bordes urbanos colindantes con el cordón de cerros cordilleranos (adyacentes a la cota 1.000msnm), así como algunos intersticios urbanos coincidentes con los Cerros Isla, donde se observa una menor concentración de cobertura vegetal (valores de NDVI 0.1 – 0.3), situación que Muñoz, 2013[8] relaciona con el tipo de vegetación presente en estas áreas, donde se conservan remanentes de Bosques y Matorrales esclerófilos, vegetación que por encontrarse en condiciones semiáridas, se ha adaptado para hacer frente a la falta de agua y a las altas temperaturas. Dichas adaptaciones a menudo disminuyen la cantidad de luz visible absorbida por las plantas o disminuyen la cantidad de luz del sol que les llega, por lo tanto, no reflejan mucha luz. Estas cualidades limitan su identificación mediante métodos espectrales como el NDVI y es por ello que aun cuando corresponden a formaciones de vegetación nativa, son detectadas como áreas de bajo vigor vegetal, especialmente en periodos de baja disponibilidad de agua, como es el caso de la imagen SENTINEL analizada, cuya fecha de toma fue en noviembre de 2019, y coincide con la declaración de escasez hídrica definida en la comuna mediante Decreto MOP N° 124 del 17 octubre de 2019[9].

ii) Fauna

La presencia de la fauna está íntimamente ligada a la existencia de hábitats naturales que les sirven de refugio y alimentación, siendo determinante el estado de conservación de dichos hábitats y a la presión antrópica a la que se encuentran sometidos. En este contexto la caracterización de la fauna de la comuna de Lo Barnechea se desarrolla a partir de fuentes de información secundaria como la Estrategia Regional para la conservación de la biodiversidad de la Región Metropolitana, así como documentos realizados en áreas de preservación ecológica, como los Santuarios Yerba Loca y Los Nogales.

Es así como a partir del documento denominado “Flora y Fauna Lo Barnechea”, el cual fue desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente con la colaboración de otras entidades, a través del Proyecto Corredores

[7] De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza del PRC Lo Barnechea 2002, la zona N, corresponde a terrenos destinados a servicios de producción mantención y cuidado profesional de especies animales en peligro de extinción

[8] Muñoz, P. (2013). Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación. Centro de Información de Recursos Naturales. [en línea]. Disponible en: http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema%20Indices%20de%20vegetaci%C3%B3n%2C%20Pedro%20Mu%C3%B1oz%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y [16/12/2019]

[9] Ministerio de Obras Públicas. (2019). Decreto N° 124 que Declara zona de escasez a las comunas de Lo Barnechea, Las Condes y Vitacura, Región Metropolitana de Santiago. [en línea]. Disponible en: https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx [27/12/2016]

Biológicos de Montaña, se identifican las especies de fauna predominantes en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, el cual es considerado un *hot spot* por su alta diversidad y endemismo en flora y fauna. De acuerdo el mencionado documento, en el Santuario se reportan un total de 80 especies de fauna típica de altura, la cual se encuentra determinada por el clima cordillerano y los tipos de formación vegetal. Las especies más comunes son los vertebrados, pertenecientes a los grupos de los anfibios, reptiles, mamíferos y aves. La mayor parte de la fauna habita de manera permanente en el área, no obstante, algunas especies tienen características migratorias.

Respecto a los anfibios, existe poca variedad, siendo su hábitat preferente los sectores de vegas, quebradas y arroyos. Entre las especies características se identifican el sapo espinoso (*Rhinella spinulosa*) y el sapo arriero (*Alsodes nodosus*). Los reptiles también se encuentran representados por pocas especies, sin embargo, presentan una alta población de individuos, que utilizan las rocas como hábitat. El reptil más característico del Santuario es la lagartija parda (*Liolaemus belli*), que habita gran parte de la zona. Junto a ella están la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*) y la lagartija de los montes o leopardo (*Liolaemus monticola*). La mayoría son endémicos de la zona central de Chile y se encuentran bajo alguna categoría de conservación, por estar "en peligro de extinción" o en categoría de "especie rara".

En el grupo de las aves el hábitat preferente corresponde a las vegas o esteros y las zonas de quebradas y matorrales, donde encuentran alimento y se protegen del clima y de los predadores. Entre las especies más comunes se encuentran el minero cordillerano (*Geositta rufipennis*), el cometocino (*Phrygilus gayi*), el chincol (*Zonotrichia capensis*) y el picaflor cordillerano (*Oreotrochilus leucopleurus*). Otras, menos frecuentes, son la bandurrilla (*Upucerthia ruficaudus*), la dormilona (*Muscisaxicola flavinucha*) y la perdicita cordillerana (*Attagis gayi*), la que se puede encontrar solo en los alrededores de las vegas, por lo que desaparece cuando hay sequías. Por último, y sin duda entre las más conocidas, está el cóndor (*Vultur gryphus*), de grandes dimensiones y envergadura, que planea en busca de alimento (carroña) y anida a gran altura en quebradas rocosas e inaccesibles.

Los mamíferos presentan una riqueza mediana, hay once especies nativas. La zona del Santuario es poco propicia para el desarrollo de mamíferos de gran tamaño y más bien predominan los llamados micromamíferos, tales como los roedores. De las especies grandes y nativas, el único que más frecuentemente se encuentra es el zorro culpeo (Lycalopex culpaeus). De las especies más pequeñas se pueden avistar durante la noche el ratón oliváceo (*Abrothrix olivaceus*) y el lauchón orejudo (*Phyllotis darwini*), además de al menos dos especies de murciélagos.

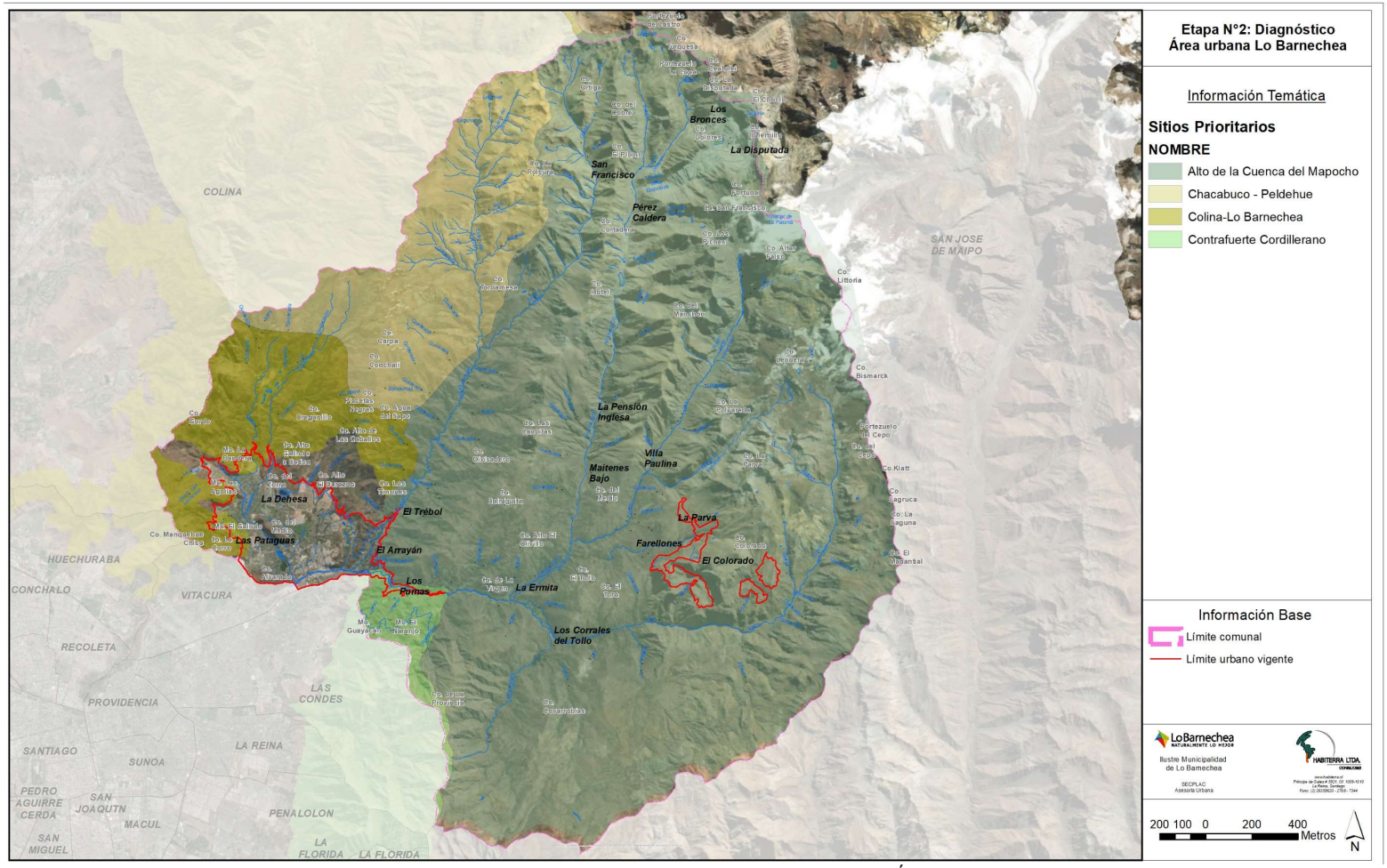
b) Sitios Prioritarios de Biodiversidad

La Estrategia Regional para la conservación de la biodiversidad de la Región Metropolitana, identifica para la comuna Lo Barnechea la incidencia de 4 sitios prioritarios (siguiente ilustración), cuyos valores naturales y de biodiversidad se sintetizan a continuación.

i) <u>Contrafuerte Cordillerano</u>

Se ubica en el piedemonte andino, desde la cota 900 hasta aproximadamente los 3.250 m.s.n.m. abarcando de norte a sur, las comunas de Lo Barnechea Las Condes, La Reina, Peñalolén, La Florida y Puente Alto. La flora de este sitio está representada por 351 especies, de las cuales un 87% son nativas. Los ambientes que presentan mayor biodiversidad de flora al interior del sitio son aquellos asociados a fondos de quebradas y los ubicados entre los 1.800 y 2.500 m.s.n.m. Este sitio destaca por su cercanía a la ciudad de Santiago, por lo cual, otorga múltiples servicios ecosistémicos, a la vez que está fuertemente amenazado por intervención humana.

Ilustración 3-7 Sitios Prioritarios Conservación Biodiversidad – Comuna de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración Propia con base en coberturas cartográficas disponibles en el Registro Nacional de Áreas Protegidas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/)

ii) Alto de la Cuenca del Mapocho

Este sitio se ubica en la parte sur de la Cordillera de los Andes e incorpora en su territorio los Santuarios de la Naturaleza Yerba Loca y Los Nogales. Sus formaciones vegetacionales corresponden a Bosque Esclerófilo Andino y Estepa Alto Andina de Santiago, razón por la cual este sitio se caracteriza por una alta biodiversidad de flora y fauna andina.

iii) Chacabuco – Peldehue

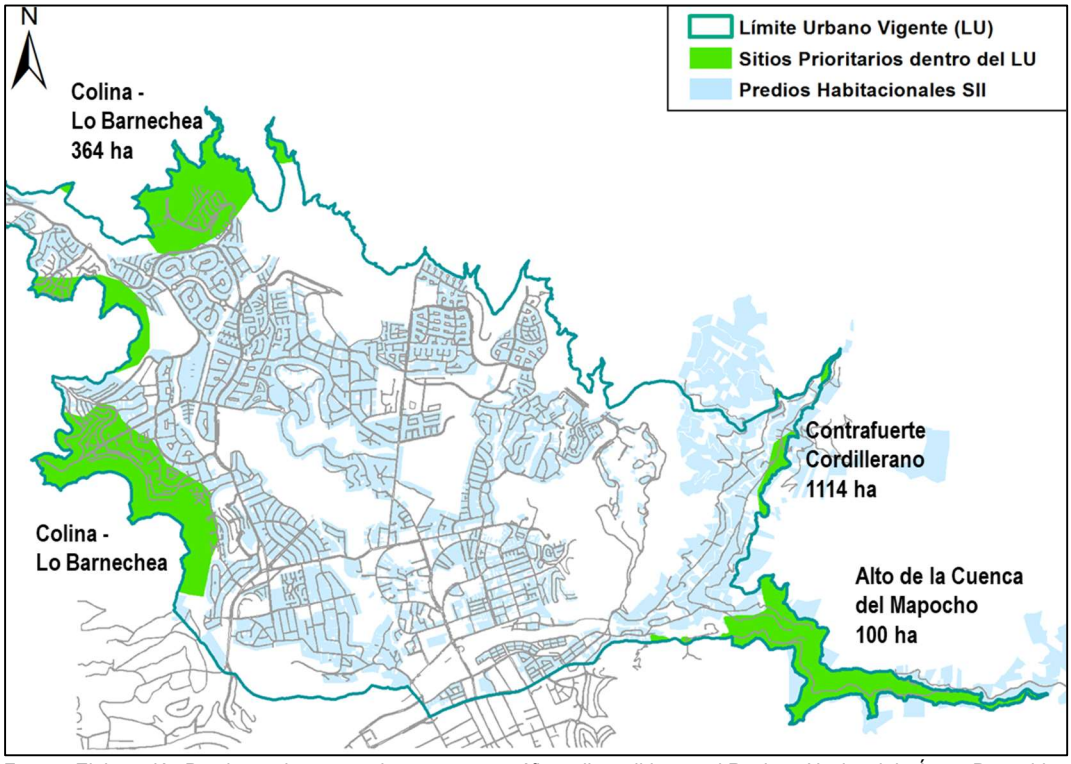
Ubicado en el extremo norponiente de la comuna de Lo Barnechea, este sitio incorpora parte del territorio de las comunas de Til til y Colina. Sus formaciones vegetacionales corresponden a Matorral Espinoso de las Serranías, formación no representada en las áreas de protección localizadas en el sector, lo que determina la importancia de su protección. También hay Bosque Esclerófilo Andino, Matorral Esclerófilo Andino y Estepa Alto Andina de Santiago. El ambiente xérico que caracteriza este sitio, se relaciona con una alta abundancia de reptiles. Además, es una zona de invernada de *Vultur gryphus* (Cóndor), especie que es comúnmente observada en el cerro Robles, al poniente, por lo que este sitio ha sido caracterizado como un corredor biológico entre las cordilleras de Los Andes y la Costa. Además, es una zona de recarga de acuíferos que drenan hacia el Humedal de Batuco.

iv) Colina – Lo Barnechea

Este sitio se ubica en la zona norte de la Región, abarcando la parte poniente de la comuna de Lo Barnechea, la parte suroriente de la comuna de Colina y el extremo norte de los territorios comunales de Huechuraba y Vitacura. Sus formaciones vegetacionales corresponden a Bosque Esclerófilo Andino en las zonas más altas y Matorral Espinoso de las Serranías, que como fue mencionado previamente corresponde a una formación no representada en las áreas de protección localizadas en el sector. El bosque está dominado por espino a mayor altura y por algarrobo hacia el valle. Es un área interesante para reptiles y otras especies de vertebrados. Este es un sitio que se destaca por su cercanía a la ciudad de Santiago, por lo cual otorga directamente múltiples servicios ecosistémicos, a la vez que está fuertemente amenazado por la intervención humana.

Si bien los sitios priorizados no tienen la categoría de protección requerida para ser incorporados como recursos de valor natural protegidos por el ordenamiento jurídico, es importante relevar su incidencia en la definición de normas urbanísticas, en el ámbito propio de competencia del PRC, esta valoración se encuentra asociada a la presencia de distintos elementos del contexto natural del territorio comunal, dada su localización en un ambiente de precordillera y cordillera andina, que le otorgan características particulares, desde el punto de vista ambiental-ecológico y paisajístico. En este contexto destaca la presencia de 3 Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad, correspondientes al “Contrafuerte Precordillerano”, “Alto de la Cuenca del Mapocho” y “Colina -Lo Barnechea” (siguiente ilustración), los cuales presentan incidencia en límite urbano de Lo Barnechea debido a que aproximadamente 525 ha (12,5%) de dicho límite hacen parte de alguno de estos sitios. Ver ilustración siguiente.

Ilustración 3-8 Sitios Prioritarios de Conservación de la Biodiversidad con incidencia en el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea"



Fuente: Elaboración Propia con base en coberturas cartográficas disponibles en el Registro Nacional de Áreas Protegidas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/)

4 COMPONENTES NATURALES PROTEGIDOS EN LA COMUNA DE LO BARNECHEA

De acuerdo con los antecedentes recabados, en la comuna de Lo Barnechea se observan dos tipos de actos jurídicos asociados a protección de recursos de valor natural según lo prescrito en el artículo 2.1.18 de la OGUC, Monumentos Naturales y Humedales urbanos. Complementariamente es pertinente señalar que el Plan Metropolitano de Santiago PRMS identifica en la categoría de protección, en el área rural de planificación las zonas de preservación ecológica, se detalla a continuación los componentes protegidos por la legislación vigente.

4.1 MONUMENTOS NATURALES

De conformidad con lo establecido en la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales, en la comuna de Lo Barnechea se identifican dos Declaratorias de Monumento Nacional en la categoría de Santuarios de la Naturaleza, correspondientes a "Fundo Yerba Loca" y "Predio Los Nogales".

4.1.1 Santuario de la Naturaleza Los Nogales[10]

Esta área fue declarada mediante Decreto 726/1973 del Ministerio de Educación[11] y cubre una superficie aproximada de 11.025 ha. Se encuentra ubicado en la cuenca del Río Arrayán y corresponde a un ecosistema de media y alta montaña con formaciones vegetacionales características de la zona central del país (matorral esclerófilo andino, bosque esclerófilo andino y matorral xerófilo) que constituyen el hábitat de diversas especies de fauna. Se encuentra en una altura cordillerana que va desde los 1.200 hasta los 3.500 metros sobre el nivel del mar, subiendo por cordones montañosos y valles encajonados que tienen como eje principal el cajón del río Arrayán.

Es esta área se ha reportado la presencia de reptiles como la culebra chilena de cola larga (*Philodryas chamissonis*) y la culebra chilena de cola corta (*Tachymenis chilensis*), la lagartija parda (*Liolaemus bellii*), el lagarto llorón (*Liolaemus chiliensis*), el lagarto leopardo (*Lioalemus leopardinus*), la lagartija de monte (*Liolaemus montícola*) y anfibios como el sapo de rulo (*Rhinella arunco*) y el sapo de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*). De igual forma se han registrado especies de aves como cóndores (*Vultur gryphus*), perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*), chiricoca (*Ochetorhynchus melanurus*), turca (*Pteroptochos megapodius*), tapaculo (*Scelorchilus albicollis*), tenca (*Mimus thenca*), chercán (*Troglodytes aedon*), loica (*Sturnella loyca*) y cachudito (*Anairetes parulus*), entre otras, junto con avistamientos de mamíferos como pumas (*Puma concolor*), zorros culpeo (*Lycalopex culpaeus*), zorros chilla (*Lycalopex griseus*), quiques (*Galictis cuja*) y diversos roedores.

4.1.2 Santuario de la Naturaleza Yerba Loca[12]

Este Santuario fue declarado como tal, mediante Decreto 937/1973 del Ministerio de Educación[13] y cubre una superficie aproximada de 39.029 ha. En la actualidad, se encuentra en elaboración el Plan de Manejo Yerba Loca, liderado por el Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

---

[10] Consejo de Monumentos Nacionales de Chile. (2019). Santuarios de la Naturaleza. Predio Los Nogales. [en línea]. Disponible en: https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/santuarios-de-la-naturaleza/predio-nogales. [02/12/2019]

[11] Ministerio de Educación. (1973). Decreto 726. Declara Santuarios de la Naturaleza los predios que indica. [en línea]. Disponible en: https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/SN_00120_1973_D00726.PDF. [02/12/2019]

[12] Consejo de Monumentos Nacionales de Chile. (2019). Santuarios de la Naturaleza. Fundo Yerba Loca. [en línea]. Disponible en: https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/santuarios-de-la-naturaleza/fundo-yerba-loca. [02/12/2019]

[13] Ministerio de Educación. (1973). Decreto 937. Declara Santuario de la Naturaleza al Fundo Yerba Loca Comuna de las Condes, Provincia de Santiago. [en línea]. Disponible en: https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/SN_00123_1973_D00937.PDF. [02/12/2019]

Este santuario se ubica en la Cordillera de los Andes, en la comuna de Lo Barnechea y debe su nombre al Estero Yerba Loca, el cual se abre paso desde el glaciar La Paloma, a más de 3.900 metros de altitud. Por su origen principalmente nival, el caudal del estero disminuye en invierno cuando la nieve y el hielo permanecen congelados. En primavera, al comenzar los deshielos, el estero aumenta su volumen permitiendo el surgimiento de la vida en toda su cuenca. Sus aguas no son aptas para el consumo humano puesto que poseen altas concentraciones de sales de hierro, provenientes de las rocas que drenan sus afluentes: el estero La Leonera y el Chorrillos del Plomo. El estero Chorrillos del Plomo posee una alta concentración de sulfatos, lo que le confiere un pH marcadamente ácido.

Esta área posee una especial relevancia cultural ya que ha sido ocupado por el hombre desde tiempos prehispánicos. De hecho, existen más de 100 sitios y objetos arqueológicos que datan de 8.000 a 6.000 a.C. y diferentes sectores de gran importancia arqueológica como son la Casa de Piedra Carvajal, talleres líticos, pircas y piedras tacitas.

En cuanto a su administración, aproximadamente 11.300 ha del Santuario se encuentran administradas por la Municipalidad de Lo Barnechea. Dentro del santuario se identifican varios sitios de interés siendo los de mayor trascendencia los glaciares El Rincón y La Paloma, cerros como El Altar, Falso Altar, El Manchón; cascadas como Los Sulfatos, conocidas por la escalada en hielo, y representaciones culturales como los arreos de invierno y verano de los talajeros del sector y el conocido Refugio Alemán que fue una de las primeras construcciones de piedra de la década del 30´motivadas por el deporte de nieve, entre otros[14].

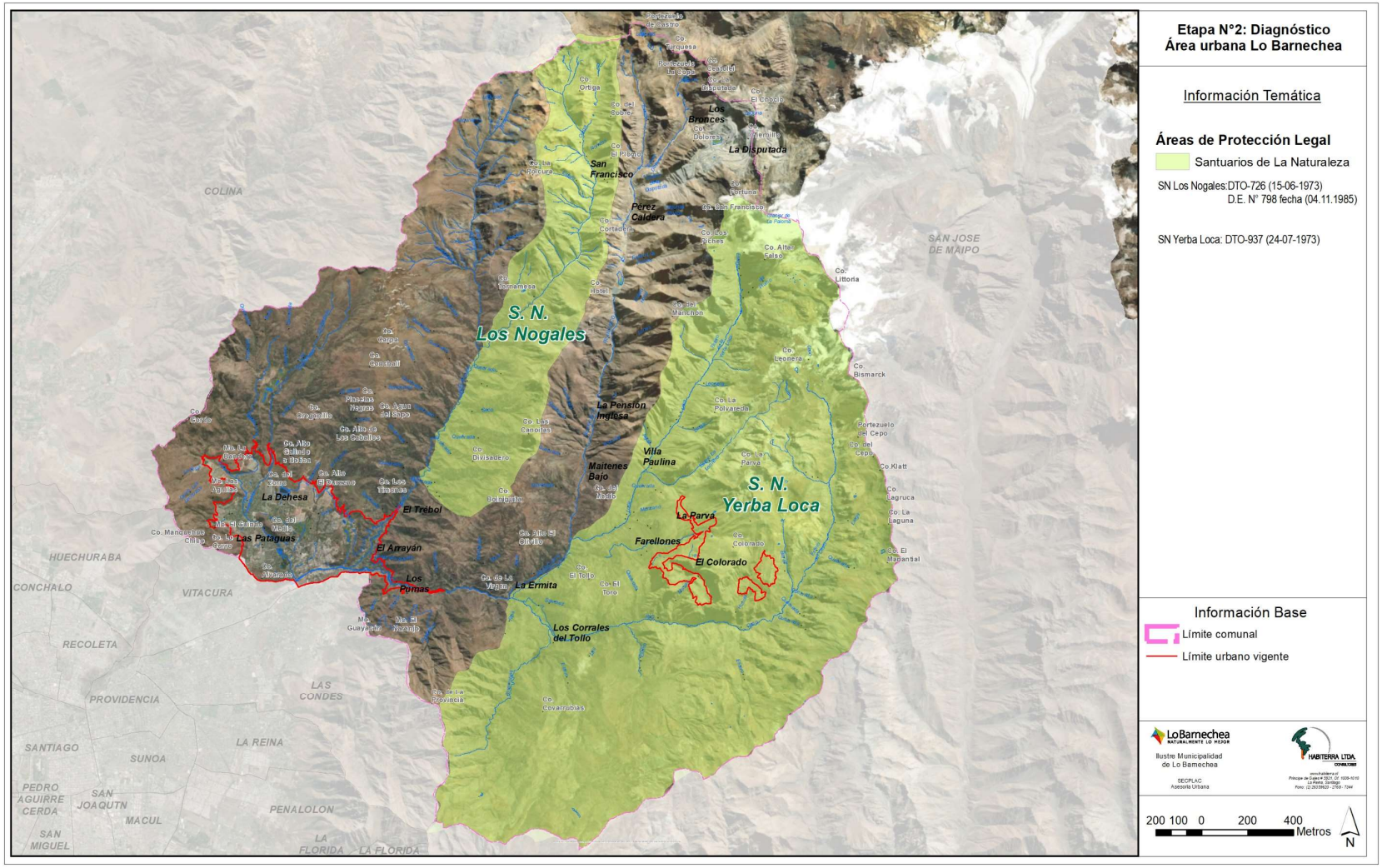
Desde el punto de vista ecológico este Santuario es parte fundamental de la ecorregión central de Chile en lo relativo a flora, debido a que allí se pueden encontrar aproximadamente 500 especies de plantas o sea el 34 % de la flora nativa presente en la Región Metropolitana y más del 17% de la flora mediterránea. En este lugar existen dos formaciones vegetacionales: el Bosque Esclerófilo Andino y la Estepa Alto Andina, además de cinco asociaciones vegetales: *Quillaja saponaria - Lithrea caustica, Kageneckia angustifolia -Guindilia trinervis, Chuquiraga oppositifolia - Tetraglochin alatum, Chuquiraga oppositifolia - Berberis empetrifolia y Laretia acaulis - Ribes cucullatum*.

Por su parte la fauna de este lugar está constituida principalmente por roedores, destacándose la presencia de cururo (*Spalacopus cyanus*) y degú (*Octodon degus*). También es posible apreciar zorros chilla (*Lycalopex griseus*) y culpeo (*Lycalopex culpaeus*), vizcachas (*Lagidium viscacia*), conejos y liebres. Con respecto a las aves es posible apreciar en mayor cantidad aves menores, las que generalmente están cercanas a los cursos de agua y a la vegetación, como becacina (*Nycticryphes semicollaris*), dormilona fraile (*Muscisaxicola flavinucha*), chincol (*Zonotrichia capensis*), diuca (*Diuca diuca*), tórtola cordillerana (*Metriopelia melanoptera*), turca (*Pteroptochos megapodius*), fio-fio (*Elaenia albiceps*), minero cordillerano (*Geositta rufipennis*), gallinita ciega (*Caprimulgus longirostris*), tenca (*Mimus thenca*), perdicilla de cojón (*Thinocorus orbignyianus*), cometocino (*Phrygilus gayi*) y picaflor gigante (*Patagona gigas*). En los lugares más altos y acercándose al glaciar es posible observar con frecuencia águilas (*Geranoaetus melanoleucus*), cóndores (*Vultur gryphus*) y otras rapaces.

Tal como se puede observar en la ilustración siguiente, ambas áreas sujetas a protección se encuentran localizadas en el área rural de la comuna, **y no guardan relación con el área sujeta a modificación**.

[14] De acuerdo con información publicada en el portal web de la municipalidad de Lo Barnechea cuyo enlace es https://www.lobarnechea.cl/montana/parque-yerba-loca/?parent=Actividades

Ilustración 4-1 Santuarios de La Naturaleza localizados en la Comuna de Lo Barnechea



Fuente: Elaboración Propia con base en coberturas cartográficas disponibles en el Registro Nacional de Áreas Protegidas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/)

4.2 HUMEDALES URBANOS

Corresponden, de acuerdo con lo indicado en el artículo 2.1.18 OGUC, a todas aquellas áreas en que existen zonas naturales protegidas por el ordenamiento jurídico vigente, las que en el caso del "Área Urbana bajo la cota mil" en particular lo que refiere a humedales urbanos según los establecido en el Ley N°21.202 que modificó variados cuerpos legales con el objeto de proteger los humedales urbanos y, su respectivo reglamento aprobado mediate D.S N°15 de 2020 del Ministerio de Medioambiente.

A la fecha de elaboración de la presente actualización del Instrumento de planificación territorial, en la comuna de Lo Barnechea se encuentran vigentes con resolución los siguientes humedales urbanos:

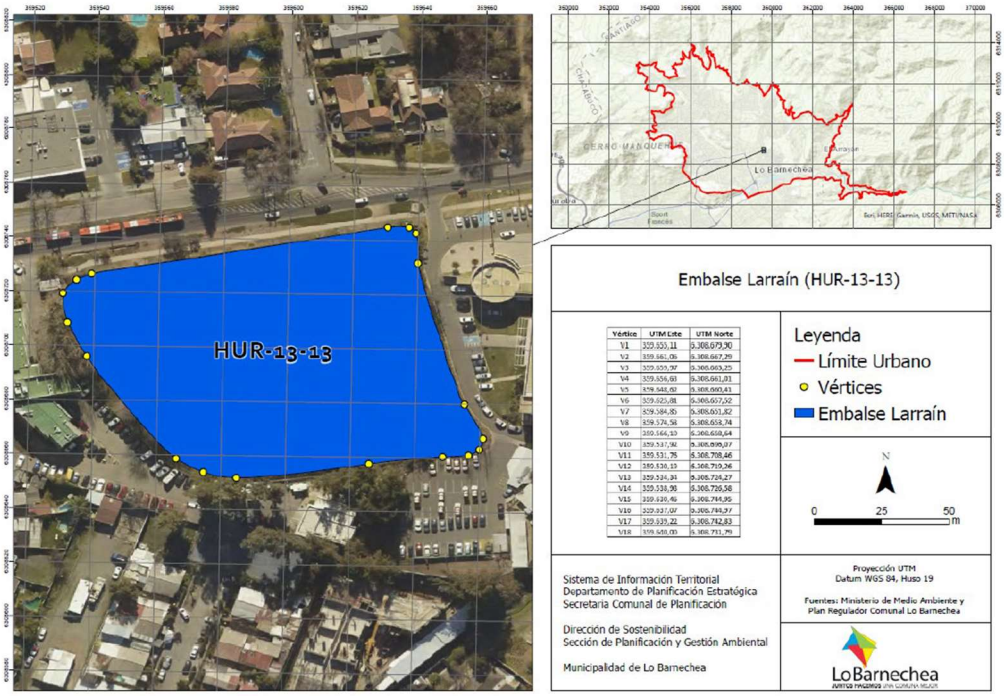
4.2.1 Humedal Urbano Embalse Larraín

Fue declarado mediante resolución exenta N°533 de fecha 07.06.2021 del Ministerio de Medio Ambiente. Se encuentra localizado aledaño a la Avenida José Alcalde Delano T-22 O (El Rodeo), y calle el Candil. corresponde a un inmueble fiscal que cuenta con una superficie de 0,53 ha de acuerdo con la solicitud y 0,9 ha de acuerdo con lo informado en expediente.

Conforma un tranque de origen antrópico inmerso en la ciudad, pertenece a la Cuenca del Río Maipo, la cual es de tipo exorreica y de origen andina, a su vez, es parte de la subcuenca del Río Mapocho Alto y de la sub-subcuenca del Río Mapocho entre Estero Arrayán y bajo Estero de Las Rosas (Ministerio de Medio Ambiente, 2020).

La delimitación consideró la inclusión de la vegetación ribereña como parte del humedal, para así incluir todo el ecosistema que conforma el Humedal Embalse Larraín cumpliendo además con los criterios de **hidrología y vegetación hidrófita**, establecidos para la delimitación humedales urbanos, según reglamento D.S. N°15, de la Ley 21.202 de humedales urbanos (Folio N° 18 -21 Ficha Análisis Técnico).

Ilustración 4-2 Localización Embalse Larraín



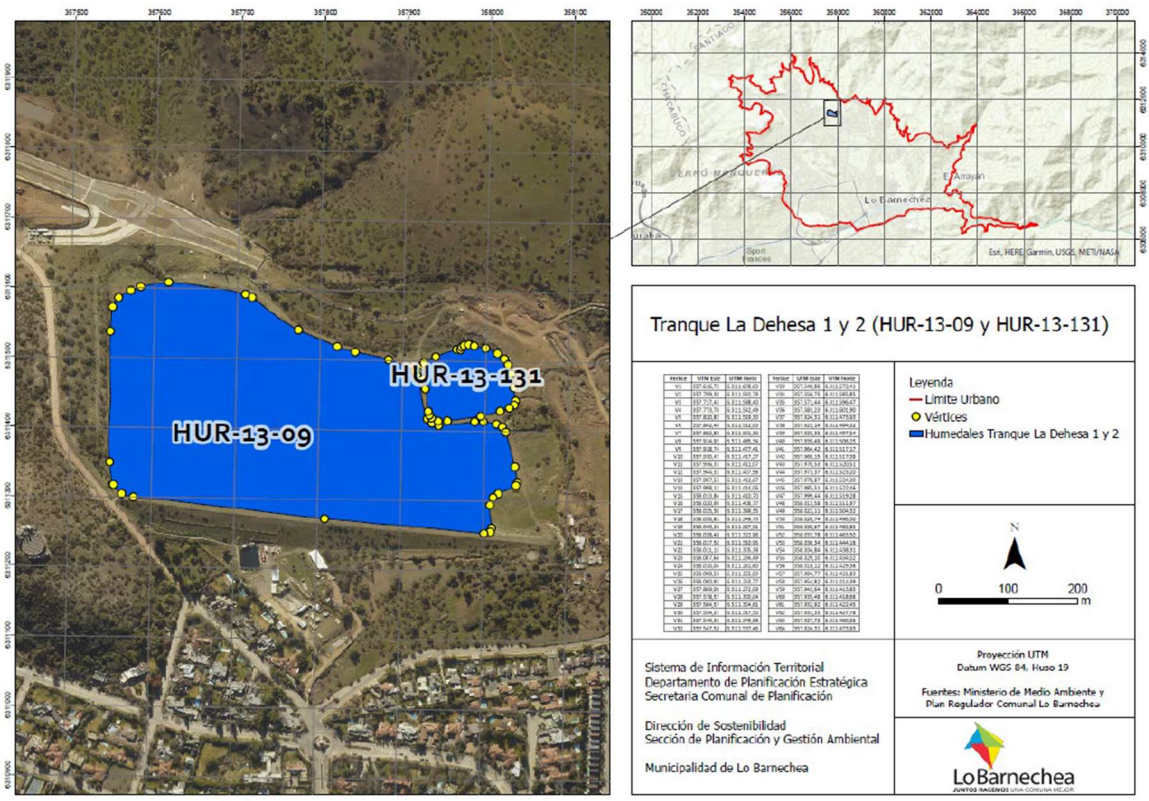
Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

4.2.2 Humedal Urbano Tranque La Dehesa 1 y 2

Localizado aledaño a la proyección de Av. Paseo Pie Andino, cuenta con una superficie de 12,9 ha y fue declarado humedal urbano mediante resolución exenta N°534 del 07.06.2021 del Ministerio de Medio Ambiente.

Corresponde a un cuerpo de agua artificial, de carácter permanente. Posee un área bien definida por un pretil y otro borde irregular, donde se reconoce el espejo de agua, con una zona saturada y una zona de transición por donde se delinea el límite del humedal. Se debe considerar que el espejo de agua está sometido a la disponibilidad de agua del sistema natural que lo alimenta y que su uso actual es el consumo humano, lo que determina fluctuaciones en su cota o nivel de las aguas.

Ilustración 4-3 Localización Tranque La Dehesa 1 y 2



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

4.2.3 Humedal urbano Los Trapenses

Se encuentra emplazado aledaño a avenida Camino Los Trapenses T 24 O, limita al oriente con la calle Av. Camino Real, al norte con el puente sobre la Quebrada El Carrizo (Estero Los Hippies) en el acceso al condominio Puente Piedra, por el poniente en un segmento con el condominio Puente Piedra y en el segmento restante con los faldeos del Cerro El Peñón y por el sur 200 m aproximadamente antes del puente sobre la Quebrada El Carrizo (Estero Los Hippies) en la calle Av. Camino Real.

Cuenta con una superficie de 3,2 ha y fue declarado mediante Resolución Exenta N° 727 del 19.07.2021 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo a los antecedentes que obran en el expediente el área que comprendía el ex embalse Punta de Águilas fue intervenido mediante obras de canalización que iniciaron en el año 2019 y que culminaron en el año 2020 con el desvío del curso de la Quebrada El Carrizo en el tramo comprendido entre el acceso al condominio Puente Piedra en su límite norte y el punto de ingreso al vertedero de seguridad del ex embalse Punta de Águilas.

De acuerdo a los antecedentes reportados en el expediente, se presenta la evolución de las obras de canalización contrastando el estado previo y la situación actual en que se encuentra el cauce de la Quebrada El Carrizo.

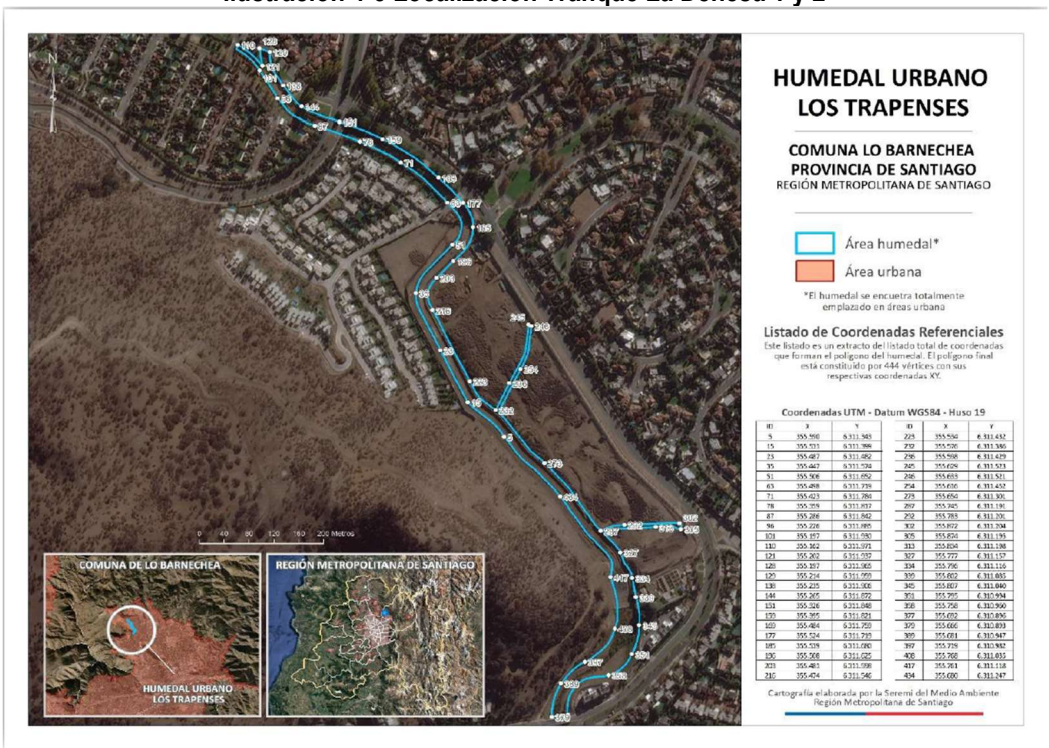
Ilustración 4-4 Obras de canalización Quebrada el Carrizo



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

De acuerdo con los antecedentes contenidos en el expediente en este caso se recibieron 4 ingresos de información de tercero que determinaron el ajuste de la superficie definitiva en atención al régimen de propiedad y las obras de canalización de la Quebrada El Carrizo y la eliminación del Embalse Punta de Águilas, de esta forma la poligonal quedó determinada por 444 vértices.

Ilustración 4-5 Localización Tranque La Dehesa 1 y 2



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

4.2.4 Humedal Urbano Tranque La Poza

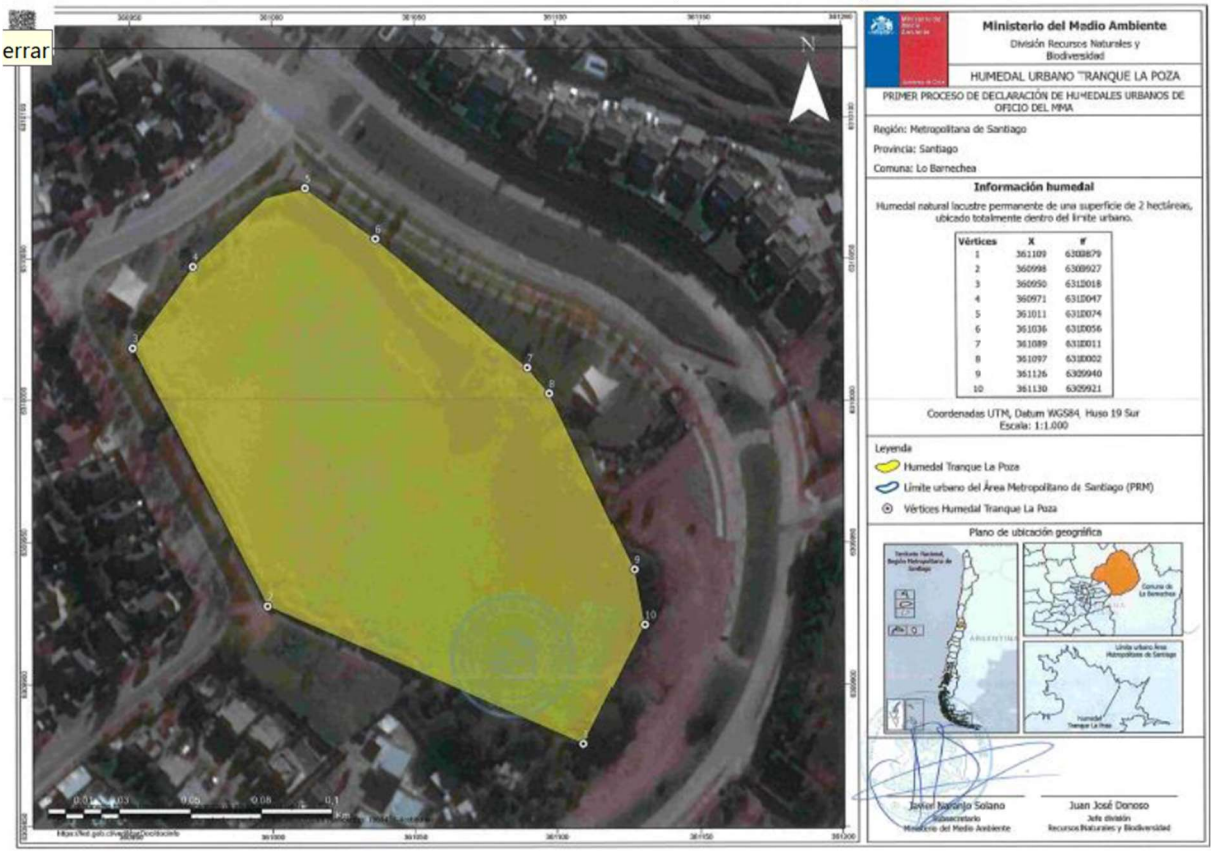
Localizado de manera aledaña a Av. Paseo Pie Andino T 29 O y la intersección con calle Los Lotos, cuenta con una superficie de 1,8 ha y fue declarado mediante Resolución Exenta N° 1.267 del 11.11.2021 del Ministerio del Medio Ambiente.

Entre los criterios señalados para su declaración se señala la existencia de una obra artificial asociada a acumulación de agua para riego que presenta vegetación Hidrofita y hábitat de especies de aves de carácter ornamental que comparte con avistamientos de especies nativas.

En cuanto a la flora es escasa, compuesta por vegetación palustre o vegetación típica asociada a estos cuerpos de agua. Se observa la presencia en sus riberas de árboles nativos como Espino (Acacia caven) típico de esta zona, así como también la presencia de abundante zarzamora (Rubus ulmifolius), especie introducida en Chile.

Dado el alto nivel de intervención antrópica se detectan amenazas asociadas a residuos sólidos domésticos, presencia de animales domésticos, extracción de agua para riego y presión inmobiliaria, según lo señalado en el expediente. Como parte de los antecedentes que obran en el expediente, se complementa con antecedentes de propietarios y la calidad de los derechos de agua otorgados sobre el cuerpo de agua.

Ilustración 4-6 Localización Tranque La Dehesa 1 y 2



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

4.2.5 Humedal Urbano Estero Las Gualtatas

Corresponde a la porción urbana del cauce del estero las Gualtatas declarado mediante Resolución Exenta N° 0962 del 17.08.2022 del Ministerio del Medio Ambiente, corresponde al cauces y zonas aledañas que cubren una superficie aproximada de 33,42 ha, se encuentra parcialmente contenido al interior del límite urbano proyectándose hacia el extremo norte sobre áreas rurales.

El Estero Las Gualtatas forma parte de la subcuenca del Río Mapocho, tiene su origen a 1350 msnm de los afluentes de Quebrada Las Hundidas y la Quebrada Los Queltehues, con un curso encajonado con un flujo de agua semipermanente de caudal variable, en su recorrido urbano se desarrolló en relieves planos y recibe

aportes del tributario Estero El Carrizo, presenta numerosos tramos intervenidos en el área urbana, lo que no ha impedido el desarrollo de vegetación hidrófita distribuida de manera irregular.

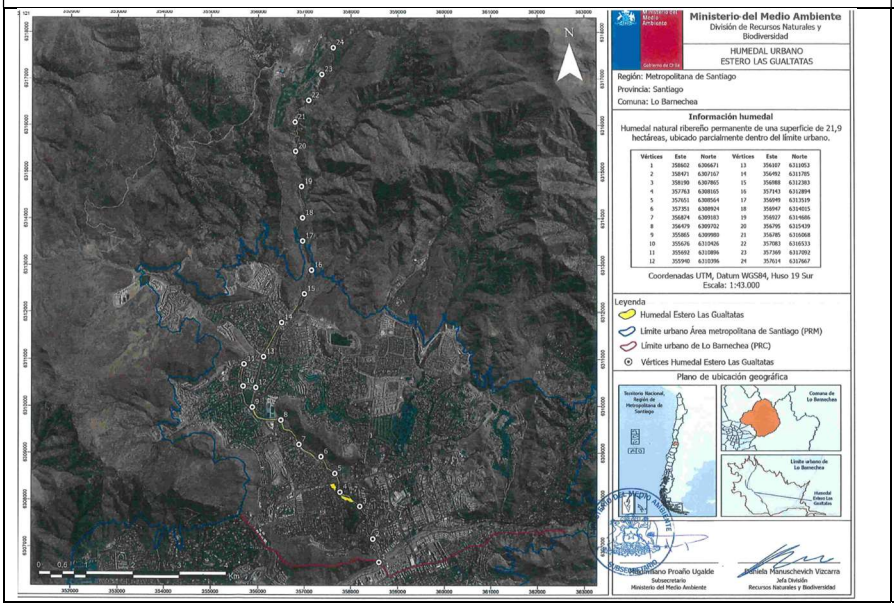
Ilustración 4-7 Fotografías extractadas del expediente



Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

La delimitación del humedal se encuentra contenida en una poligonal de 2647 vértices que determina una superficie de 21,9 ha, que se encuentra al interior como al exterior del límite urbano.

Ilustración 4-8 Localización Humedal Estero Las Gualtatas

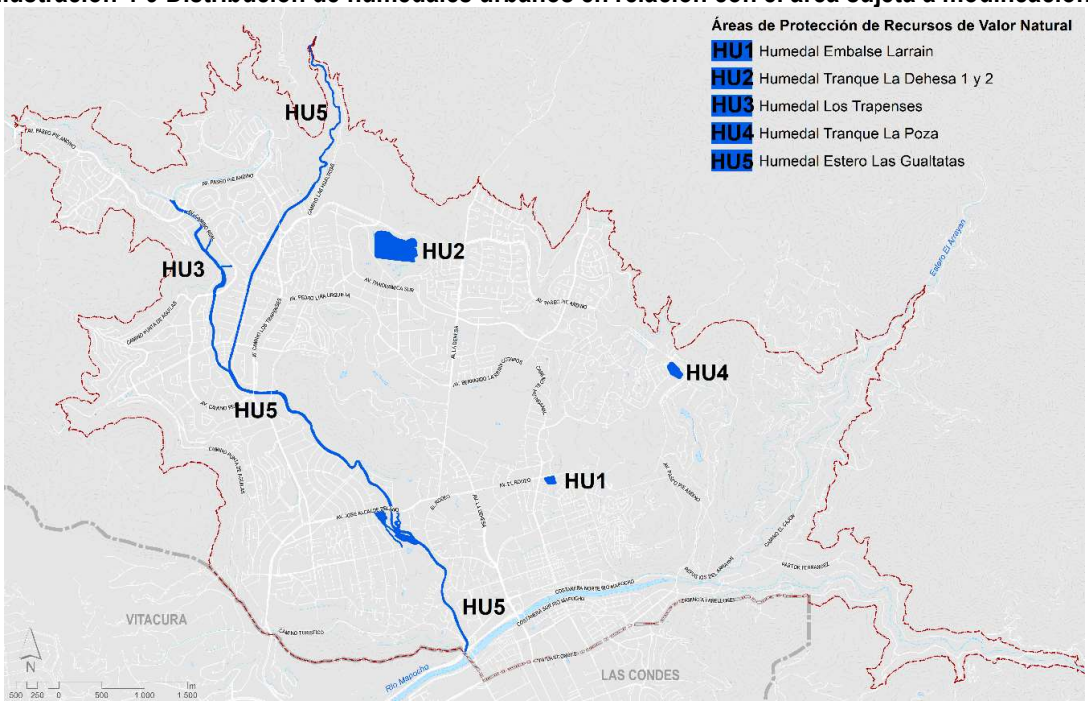
Cartografía Oficial	Humedal sobre cartografía del PRC
	

Fuente: Municipalidad de Lo Barnechea

Adicionalmente, en el sector Centro Cordillera, se encuentra incluido, el Humedal Vegas de Montaña declarado mediante Resolución Exenta Nº 891 del 23.08.2021 del Ministerio del Medio Ambiente. Este sector no se encuentra relacionado con el área sujeta a modificación.

En conclusión, las Áreas de Protección de Recurso de Valor Natural correspondientes a humedales que se encuentran dentro del área sujeta a modificación son 05 y están distribuidas de la siguiente forma en el territorio:

Ilustración 4-9 Distribución de humedales urbanos en relación con el área sujeta a modificación



Fuente: Elaboración propia

Complementariamente a la fecha de elaboración de la presente actualización se encuentra sujeto a trámite la declaración de los siguientes humedales urbanos

- Estero del Arrayán y sus afluentes. Ingresado mediante Ord. Alcaldicio 34/2022 19.01.2022
- Quebradas del sector Los Litres. Ingresado mediante Ord. Alcaldicio 276/2022, de fecha 29.06.2022
- Río Mapocho. Ingresado mediante Ord. Alcaldicio 36/2023, de fecha 20.01.2023

4.3 Elementos Protegidos por la Normativa Urbana Metropolitana

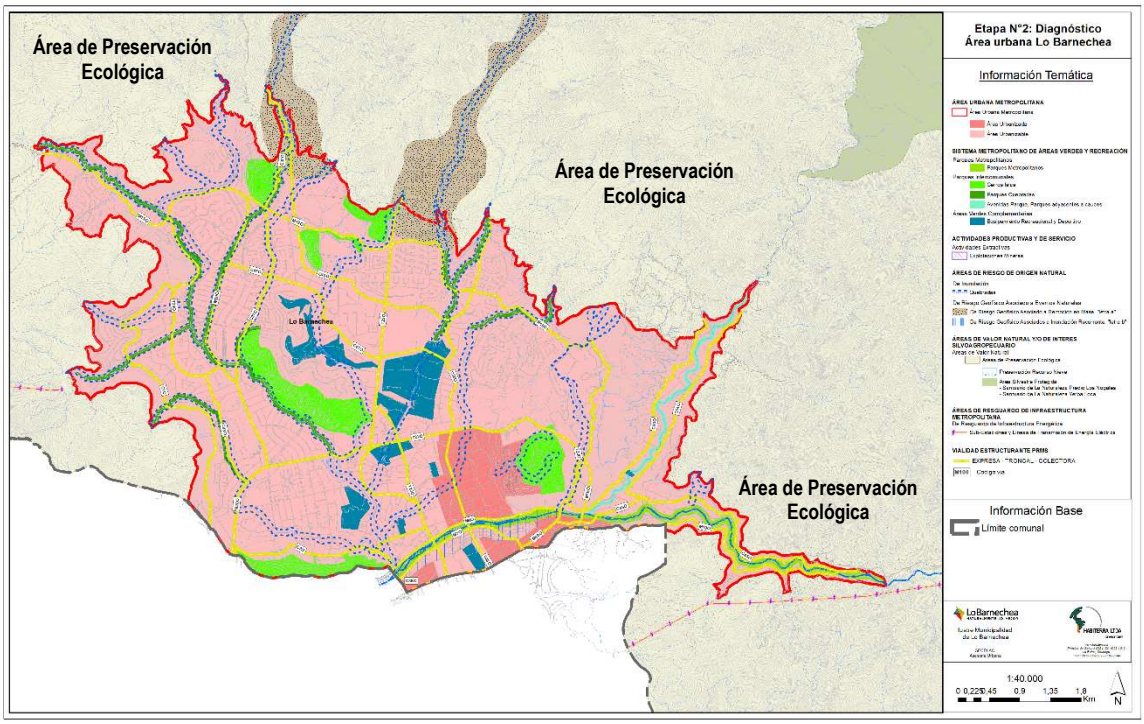
En la actualidad, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago define en el territorio rural de planificación, Áreas de preservación ecológica, contenidas en el artículo 8.3.1 relativo a Área de Valor Natural, las que quedaron reconocidas con anterioridad a la modificación del artículo 2.1.18 de la OGUC mediante DS N°10 de 23.05.09, que sólo faculta a los instrumentos de planificación a reconocer las área o elementos sujetos a protección establecidos por el marco jurídico vigente. Con anterioridad a esta modificación los instrumentos de planificación establecieron áreas sujetas a protección de recursos de valor natural, lo que quedó refrendado en la normativa del PRMS y no ha sido modificado a la fecha.

La vigencia de la normativa del PRMS que define las áreas de protección, quedó refrendada en el Dictamen N°E39766 de fecha 30.09.2020, de la Contraloría General de la República, que se pronuncia respecto de la interpretación de la normativa que tiene el **área de preservación ecológica** que circundan el límite urbano vigente del área urbana de Lo Barnechea, las que por haber sido definidas con anterioridad a la modificación de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (DS 10 de 23.05.2009), que delimitó el ámbito y alcance de los instrumentos de planificación territorial en lo que concierne al reconocimiento de áreas de protección de recursos de valor natural que se encuentran establecidas en la legislación vigente, por organismos con competencia en la materia.

En este contexto, y en atención al razonamiento contenido en la legislación ambiental (Ley 19.300 de bases generales y medioambiente) se señala que son **normas de carácter ambiental**, todas aquellas establecidas en los instrumentos de planificación que reconocen o definen áreas de protección de recursos de valor natural en concordancia con lo prescrito en la DS N°47 de 1992 OGUC

Es importante señalar que en tanto no se proceda a la actualización del instrumento de nivel metropolitano de planificación, el **área de protección sigue teniendo vigencia,** en este contexto cobra relevancia todas las zonas del área urbana que tiene contacto con las zonas de preservación ecológica del nivel metropolitano de planificación. En la ilustración siguiente es posible observar las áreas de contacto con las zonas de presentación del PRMS, las que abarcan una longitud de 56,3 km.

Ilustración 4-10 Áreas de Preservación ecológica PRMS



Fuente: elaboración propia en base a PRMS (2019)