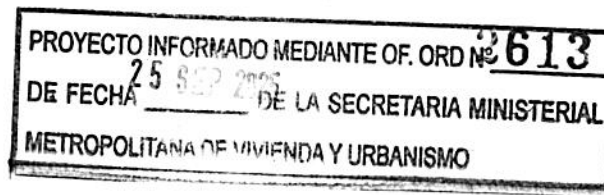


ESTUDIO DE RIESGO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Anexo Estudio Fundado de Riesgo de Incendio

Actualización Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea

Agosto 2025



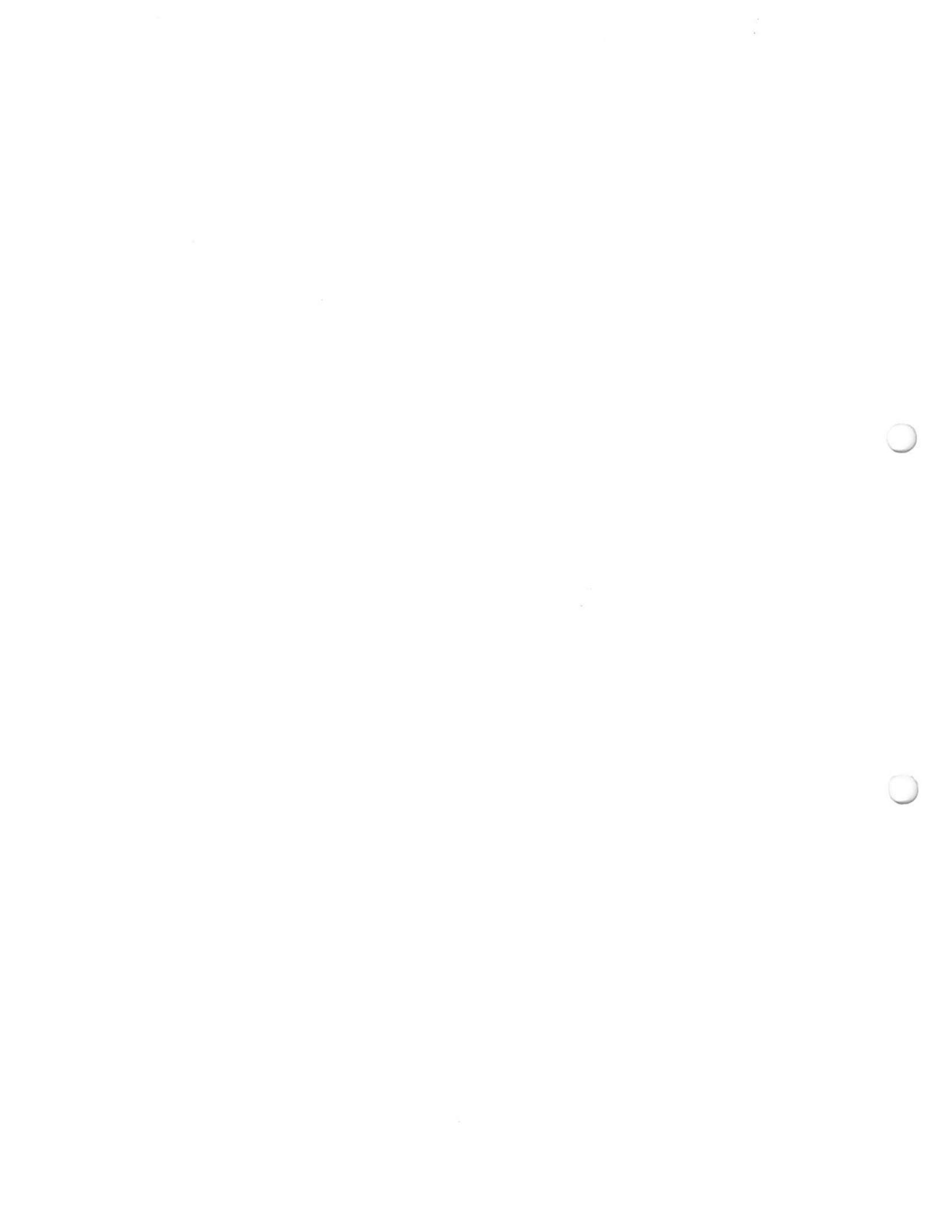
213

Suikee
Kong

Digitally signed by
Suikee Kong
DN: cn=Suikee Kong,
o=Universidad Nacional
de Tierra del Fuego,
ou=UNTD,
email=skong@untdf.edu.
ar, c=AR
Date: 2025.07.21 11:42:35
-03'00'

SUIKEE KONG ESPINOZA

Profesional Responsable del Estudio Fundado de Riesgo de Incendio



INDICE DE CONTENIDOS

1	RESUMEN EJECUTIVO	8
2	INTRODUCCIÓN	8
3	OBJETIVOS.....	10
3.1	General.....	10
3.2	Específicos	10
4	LÍMITES DEL ÁREA DE ESTUDIO	10
5	MARCO CONCEPTUAL.....	11
6	INFORMACIÓN Y ESTUDIOS BASE.....	13
6.1	Documento de Trabajo 568 de Conaf	13
6.2	Referente Prioridades de Protección contra Incendios Forestales	14
6.3	Otros estudios	15
7	METODOLOGÍA.....	15
7.1	Documento base y actualización de conceptos.....	15
7.2	Definición de las Unidades de Superficie de Trabajo	16
7.3	Esquema de trabajo	16
8	RESULTADOS	17
8.1	Amenaza por ocurrencia potencial de incendios	17
8.1.1	Ocurrencia Histórica.....	18
8.1.2	Ocurrencia potencial de incendios	21
8.1.3	Red Vial	22
8.1.4	Población	23
8.1.5	Resultado integrado Amenaza por ocurrencia potencial de incendios.....	24
8.2	Amenaza por propagación de incendios	26
8.2.1	Combustible - Velocidad de Propagación	26
8.2.2	Resistencia al Control	28
8.2.3	Topografía.....	30
8.2.4	Clima.....	33
8.2.5	Velocidad de vientos dominantes	34
8.2.6	Resultado integrado de Amenaza por propagación de incendios.....	35
8.3	Vulnerabilidad por daño potencial de incendios.....	36
8.3.1	Interfaz Urbana	37
8.3.2	Materialidad predominante de las edificaciones	39
8.3.3	Recursos Productivos	41
8.3.4	Captura de Carbono.....	42
8.3.5	Geomorfología	43
8.3.6	Vegetación - Cobertura.....	45
8.3.7	Vegetación - Diversidad Visual	46
8.3.8	Cuerpos y cursos de agua	47
8.3.9	Conservación	48
8.3.10	Mapa Vulnerabilidad integrado	49
8.4	Zonas de Riesgo Priorizadas	51
8.4.1	Mapa integrado de Riesgo	51
8.4.2	Categorías priorizadas de Riesgo	52
8.4.3	Zonificación de Riesgo.....	54
8.4.4	Análisis local de resultados de Zonificación.....	54
8.4.5	Contraste con Zonas del Plan.....	56
9	RECOMENDACIONES.....	57
10	CONCLUSIONES	60
11	BIBLIOGRAFÍA	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2-1 Acta de Reunión con Dpto. de Emergencias Municipalidad de Lo Barnechea	9
Cuadro 8-1 Estadística comunal de incendios comunales	19
Cuadro 8-2 Puntajes por Número de Incendios radio de búsqueda	20
Cuadro 8-3 Distribución de Puntajes y Franja de Influencia por Tipo de Red Vial	22
Cuadro 8-4 Parámetros asociados a la variable población	24
Cuadro 8-5 Clasificación y Calificación de Modelo de Combustible – Velocidad de Propagación	27
Cuadro 8-6 Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible Resistencia al Control	29
Cuadro 8-7 Rangos de Pendiente Promedio y Puntaje Normalizado	31
Cuadro 8-8 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Exposición Topográfica	32
Cuadro 8-9 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Clima	33
Cuadro 8-10 Velocidad del viento	35
Cuadro 8-11 Rangos de anillos de Contacto y Puntajes Normalizados en Interfaz Urbana	38
Cuadro 8-12 Materialidad predominante de las edificaciones	40
Cuadro 8-13 Clasificación y Calificación de Recursos Productivos	41
Cuadro 8-14 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Captura de Carbono	43
Cuadro 8-15 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Geomorfología	44
Cuadro 8-16 Puntajes Normalizados para la Sub variable Cobertura Vegetacional	45
Cuadro 8-17 Asignación de Puntajes Normalizados para la Sub variable Diversidad Visual	46
Cuadro 8-18 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Agua	47
Cuadro 8-19 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Conservación	49
Cuadro 8-20 Rangos de puntaje para la definición de zonas de riesgo	53
Cuadro 8-21 Ejemplos de sectores de Alto Riesgo de Incendio	55

INDICE DE GRÁFICO

Gráfico 8-1 Caracterización de incendios comunales por tipo de vegetación	18
---	----

INDICE DE ESQUEMAS

Esquema 7-1 Conceptos involucrados y su relación	16
Esquema 7-2 Diagrama de productos	17
Esquema 8-1 Amenaza por ocurrencia potencial de incendios	17
Esquema 8-2 Esquema para la obtención de Ocurrencia histórica de incendios	19
Esquema 8-3 Diagrama de Ocurrencia potencial de incendios	22
Esquema 8-4 Diagrama integrado de Amenaza por ocurrencia potencial de incendios	25
Esquema 8-5 Diagrama de Amenaza por propagación de incendios	26
Esquema 8-6 Coberturas consideradas para la Velocidad de Propagación	26
Esquema 8-7 Coberturas consideradas para Resistencia al Control	28
Esquema 8-8 Componentes de la Topografía respecto a incendios	30
Esquema 8-9 Variables de la vulnerabilidad por Incendios	37
Esquema 8-10 Integración de variables del Mapa de Vulnerabilidad	50
Esquema 8-11 Determinación zonas de riesgo	51

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1 Límites del área de estudio	11
Ilustración 6-1 Área homogénea de riesgo de incendio comuna de Colina	14
Ilustración 7-1 Conversión de nomenclatura	15
Ilustración 8-1 Ocurrencia histórica de incendios	21
Ilustración 8-2 Ocurrencia Potencial de incendios factor Vialidad	23
Ilustración 8-3 Ocurrencia Potencial de incendios por Población	24
Ilustración 8-4 Amenaza por ocurrencia potencial de incendios	25
Ilustración 8-5 Amenaza de incendios. Material Combustible -Velocidad de Propagación	28
Ilustración 8-6 Amenaza de propagación de incendios - Resistencia al Control	30
Ilustración 8-7 Distribución de la Pendiente Promedio	31
Ilustración 8-8 Variable Exposición Topográfica	32
Ilustración 8-9 Amenaza de propagación incendios. Variable Clima	34
Ilustración 8-10 Amenaza de propagación incendios. Variable Velocidad del viento	35
Ilustración 8-11 Mapa integrado de Amenaza por Propagación de Incendios	36
Ilustración 8-12 Vulnerabilidad por incendios - Interfaz Urbana	39
Ilustración 8-13 Materialidad Dominante	40
Ilustración 8-14 Vulnerabilidad por incendio - Recursos Productivos	42
Ilustración 8-15 Vulnerabilidad incendios por Captura de Carbono	43
Ilustración 8-16 Vulnerabilidad incendios por Geomorfología	44
Ilustración 8-17 Distribución de la Cobertura Vegetacional	45
Ilustración 8-18 Vulnerabilidad por incendio - Diversidad visual vegetacional	47
Ilustración 8-19 Vulnerabilidad por incendio áreas asociadas a recurso hídrico	48
Ilustración 8-20 Vulnerabilidad por incendio - Variable Conservación	49
Ilustración 8-21 Mapa integrado de vulnerabilidad por incendio	50
Ilustración 8-22 Mapa integrado de Riesgo	52
Ilustración 8-23 Categorías priorizadas de Riesgo	53
Ilustración 8-24 Zonificación de Riesgo por Incendio	54
Ilustración 9-1 Franjas de seguridad asociadas a vías	58

1 RESUMEN EJECUTIVO

Este documento corresponde al Estudio Fundado de Riesgo de Incendio elaborado en el marco del estudio de actualización del Plan Regulador Comunal de Lo Barnechea.

El proceso de elaboración se efectuó utilizando mayoritariamente fuentes de información secundaria. En su primera fase, las tareas incluyeron la complementación de la base de incendios históricos registrados por Conaf, con la información de sensores satelitales aplicados para la identificación de incendios, seleccionando aquellos coincidentes con el área de estudio. Finalmente, también fue incorporado el registro de incendios, elaborado por el equipo municipal de Lo Barnechea.

Se realizó la elaboración de una serie de productos intermedios, gestionados en una plataforma SIG. De esta forma, para la obtención de una cartografía de riesgo, se generaron 17 mapas parciales como parte de un análisis de Amenaza y Vulnerabilidad ante incendios, aspectos individuales para los cuales se aplicaron puntajes ponderados, utilizando como referencia una metodología descrita por Conaf para la definición de zonas prioritarias de acción frente incendios.

Una vez realizados los geoprocursos de las distintas coberturas obtenidas, se conformó una versión preliminar del mapa de riesgo por incendios, la cual fue re clasificada en tres clases, tipo semáforo, (riesgo Bajo, Medio y Alto). Dando prioridad a los sectores de entorno urbano, como elemento de referencia para la definición de estas categorías.

Como resultado de este proceso, aplicado al ejercicio de planificación territorial, fueron destacados los sectores de riesgo Alto de incendio. Los cuales se concentran, hacia los sectores que limitan con laderas de cerros que enmarcan el "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea" (en especial hacia su límite oriental), donde se presenta una masa vegetal combustible en contacto o en las inmediaciones de los centros poblados y caminos. Sectores donde la concentración de población puede comprometer un mayor riesgo de ignición (intencional o fortuita) que los sectores alejados de estas condiciones, sin que esto signifique desconocer la existencia de sectores rurales afectos a incendios históricos o potenciales, pero que en el contexto del presente estudio no han sido abordados.

En dicho contexto, se describe una serie de recomendaciones respecto a las precauciones y posibles medidas a definir por el instrumento de planificación territorial. Así como lineamientos que permiten a los gestores territoriales y los propios habitantes que consulten el estudio, identificar medidas tendientes a minimizar el riesgo de incendio en una escala local.


2 INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se emplean los conceptos utilizados por la ONEMI¹, entidad que describe un incendio forestal como "Un fuego que, cualquiera sea su origen, se propaga sin control en terrenos rurales o cerca de viviendas, a través de árboles, matorrales y pastizales, verdes y/o secos. En un incendio forestal, además, se pueden perder viviendas, animales, fuentes de trabajo e incluso vidas humanas. En Chile los incendios forestales son causados principalmente por las personas debido a negligencias, descuidos en el uso del fuego o mala intención."

¹ <http://repositoriodigitalonemi.cl/web/bitstream/handle/2012/1712/FORESTALES.pdf>

Se hace presente que a partir de la circular DDU 269, MINVU 2014, instruye a los municipios para que incorporen el riesgo por amenaza de incendio en la formulación o modificación de sus respectivos Planes Reguladores Comunales. La elaboración análisis de riesgo de incendios, comprende la consulta a fuentes secundarias de información. A partir de las cuales se generó una modelación en una plataforma SIG, para la determinación de los sectores de mayor afectación potencial de incendios.

Cuadro 2-1 Acta de Reunión con Dpto. de Emergencias Municipalidad de Lo Barnechea



Acta Reunión Licitación ID N°2735-14-LR19

"Proyecto Actualización Plan Regulador Comunal Lo Barnechea"

Reunión N° 4 /2020

Fecha: 16/01/2020

Asistentes:


N°	Nombre	Institución/Empresa
1	Diego Alessio Calvo	Municipal / Emergencias
2	Sebastián Sánchez H	MLB / Emergencias
3	Thomas Zúñiga	ABUSITA / Obras Veredas secundarias
4	Maria Angélica Gutiérrez L.	Habiterra
5	SERGE KOJIC	Habiterra
6	JAVIERA GONZÁLEZ NAVARRO	Municipalidad de Lo Barnechea / Asesoría Urbana

Acta:

EXPOSICIÓN DE LA METODOLOGÍA A UTILIZAR PARA RIESGO DE INCENDIO FORESTAL EN LA COMUNA. ENTENDIENDO EL TIPO DE FUENTE METEOROLÓGICA (TEMPERATURA Y DIRECCIÓN DE VELOCIDAD DE VIENTO (KM/H))

EVALUAR LA INCORPORACIÓN DE VARIABLES DE MATERIALES DE VIVIENDA A METEOROLOGÍA.

ENTENDER, EN PARTE DE EMERGENCIAS, LA OPERACIONALIZACIÓN DE LOS FONDOS DE INCENDIO FORESTAL OCURRIDOS EN LA COMUNA.



Fuente: Registro Habiterra Enero 2020

A partir de dicha reunión, se incorporaron antecedentes facilitados por personal del municipio, asociados al registro de focos de incendios en la comuna. El consultor proporcionó material preliminar del estudio, así como el esquema general de trabajo.

La reunión permitió enriquecer el proceso metodológico original expuesto, incorporando como inquietud por parte del personal municipal, un análisis respecto a la materialidad de las viviendas.

Lo que dio paso a un nuevo ejercicio metodológico que implicó la realización de procesos de ponderación y modelación espacial de las coberturas asociadas a esta vertiente en una plataforma SIG.

Así esta vertiente de análisis se sumó a una serie de procedimientos, (descritos en la metodología y resultados del presente estudio) para dimensionar la probabilidad de iniciación de incendios, su grado de propagación y daño potencial asociado a su propagación. Con especial atención a los sectores de interface rural – forestal priorizada en tres categorías.

3 OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Determinar zonas de Riesgo de Incendio Priorizadas en el marco del estudio de actualización del Plan Regulador comunal de Lo Barnechea.

3.2 ESPECÍFICOS

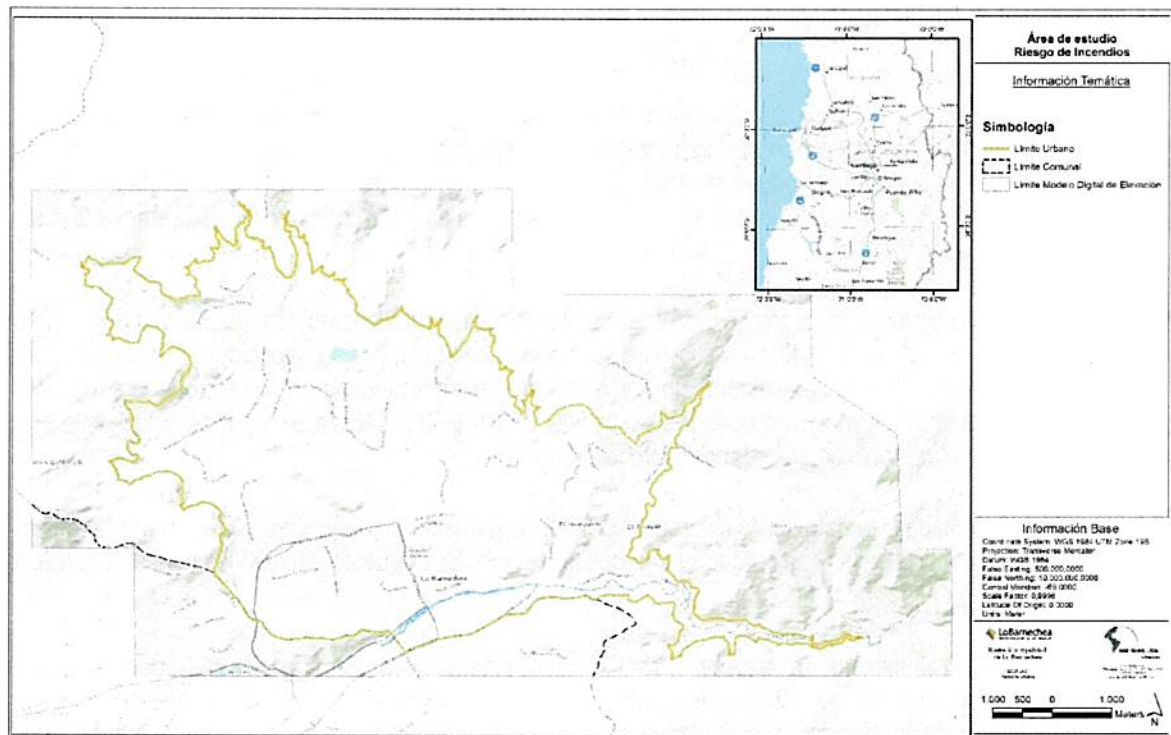
- a) Identificar y componer variables asociadas a la probabilidad de ocurrencia de incendios.
- b) Definir coberturas y su composición para identificar la afectación potencial por propagación de eventuales incendios.
- c) Generar una cobertura que permita identificar el daño potencial de recursos antrópicos y biofísicos, que podrían generarse como consecuencia de incendios.
- d) Generar una cobertura fusionada o agregada, que permita establecer rangos jerárquicos de riesgo potencial por incendio, con énfasis en sectores de interface urbano rural – forestal

4 LÍMITES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el entorno del límite urbano vigente del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea", esto en el entendido que el contexto aledaño al centro urbano comprende sectores que pueden influir en la generación y dispersión de incendios, que pueden llegar a comprometer el territorio en estudio. Una definición más amplia, también facilita el proceso de planificación urbana, en caso de ser planteadas alternativas de ampliación del límite urbano actual.

Considerando que la generación de gran parte de los productos que alimentarán los geoprocesos, derivan del Modelo Digital de Elevación (DEM por su sigla en inglés), esta cobertura conformará en la práctica el área de estudio. Véase la siguiente ilustración, donde se aprecia el cuadrante que enmarca el límite urbano.

Ilustración 4-1 Límites del área de estudio



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los antecedentes particulares del territorio, relacionados a población y línea base de información ambiental y económica, pueden ser consultados en los capítulos de diagnóstico del estudio de Actualización del presente PRC, así como su síntesis expresada en la Memoria Explicativa del PRC.

5 MARCO CONCEPTUAL

Se considerará, a partir del Manual de Reducción de Riesgo de Desastre en Chile (en adelante CIGIDEN 2017)² la definición de riesgo como la suma de la amenaza o la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente peligroso (en este caso de incendios forestales, con énfasis en el área de interface urbano – rural) con la vulnerabilidad o exposición de los recursos antrópicos (ciudades, cultivos, infraestructura, etc.) a ese evento adverso. Para la evaluación del riesgo se determina la relación entre la amenaza o peligro y el grado de vulnerabilidad o predisposición intrínseca al riesgo del área de estudio (véase la Ilustración “Límites del área de estudio”).

El riesgo se obtiene de la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad o susceptibilidad de los elementos expuestos a un fenómeno de la naturaleza adverso y peligroso, en este caso representado por los incendios forestales. La vulnerabilidad es multifactorial y corresponde al producto de la interacción de factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

² Conceptos y herramientas prácticas para un Manual de Reducción de Riesgo de Desastre en Chile 2017 Pablo Camus, Federico Arenas y Francisco Mendoza. Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN), CONICYT/ FONDAP/15110017

La vulnerabilidad respecto a las amenazas, se agrava al ubicar poblaciones en zonas de riesgo como quebradas, bosques, humedales u otro tipo de ambiente que pueda incidir en la ocurrencia de un determinado evento adverso.

En definitiva, la forma en que se distribuyen los usos antrópicos en el territorio, incide en los riesgos de las propias comunidades humanas frente a las catástrofes. "Como las amenazas naturales no son evitables, los esfuerzos para disminuir el riesgo de desastre deben concentrarse en disminuir la vulnerabilidad de nuestros asentamientos humanos esto es que la sociedad da a sus espacios y territorios y visualizaremos alternativas adecuadas de localización.

Lo anterior implica establecer criterios de protección o uso condicionado de ciertas zonas, ya sea por su función crítica desde el punto de vista natural, patrimonial, social o económico; por su capacidad de acogida; por sus condiciones de deterioro o por la existencia de amenazas o peligros naturales. Esto supone la existencia de mecanismos de compensación y/o solidaridad territorial y una actitud proactiva en lugar de reactiva, lo que en definitiva constituye una política de ordenamiento territorial"³.

Los conceptos utilizados en el texto de referencia CIGIDEN, han sido actualizados utilizando la nomenclatura de la Política Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres⁴. En la que se detallan los conceptos utilizados en el presente estudio

- Riesgo: Probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental) resultado de interacciones entre amenazas de origen natural o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad.
- Evaluación del Riesgo: Metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.
- Amenaza: Evento físico y/o natural, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
- Exposición a la Amenaza: La población, las propiedades, los sistemas u otros elementos presentes en las zonas donde existen amenazas y, por consiguiente, están expuestos a experimentar pérdidas potenciales.
- Vulnerabilidad: Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales y ambientales, que aumentan la susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto negativo de las amenazas.
- Reducción del Riesgo de Desastres: Esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de los desastres, lo que incluye la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de la población y la propiedad, una gestión sensata de los suelos y del medio ambiente y el mejoramiento de la preparación ante los eventos adversos.
- Desastre: Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.

³ Federico Arenas, Rodrigo Hidalgo y Marcelo Lagos: Los riesgos naturales en la planificación territorial. Centro de Políticas Públicas Universidad Católica, Año 5, N°39, 2010. En CIGIDEN 2017 Op. Cit.

⁴ Decreto 1512: 18-FEB-2017 MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA <http://bcn.cl/20ng6>

- **Riesgo de Desastres:** Posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.

6 INFORMACIÓN Y ESTUDIOS BASE

La primera etapa del proceso, comprometió la consulta de fuentes bibliográficas, las cuales, en términos generales, refieren a una serie de recomendaciones de manejo y medidas preventivas respecto a los incendios en el contexto de interface urbano – rural, con una escala de aproximación gruesa al territorio. Como parte de esta revisión destacaron los siguientes documentos, por su relación al tema y área de estudio.

6.1 DOCUMENTO DE TRABAJO 568 DE CONAF

Entre los textos consultados, destaca por su pertinencia al área de estudio el denominado “Manual con Medidas para la Prevención de Incendios Forestales Región Metropolitana. Documento de Trabajo 568” de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) 2011⁵

En este manual se exponen los conceptos referidos a los tipos de incendios, origen, épocas y diversos efectos, entre otros aspectos. Especificando que los espacios usualmente afectados corresponden a sectores rurales y/o de transición urbano-rural.

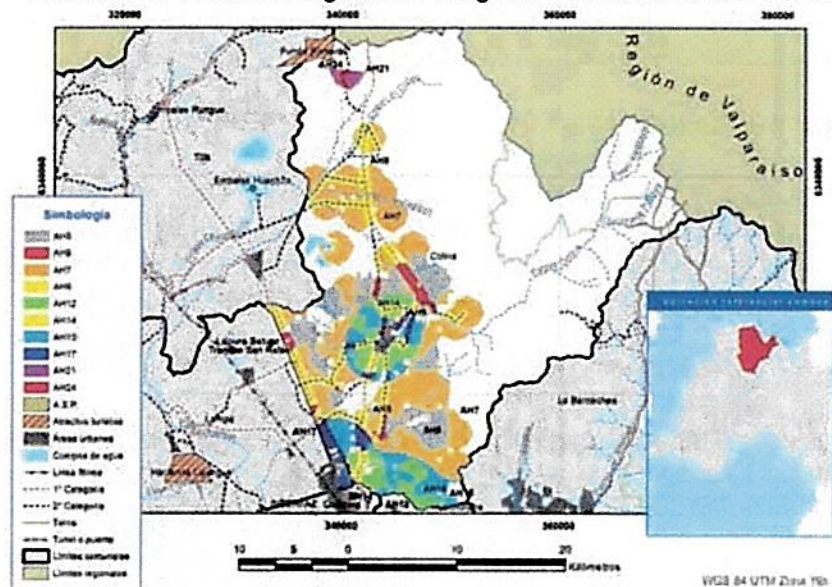
Como estadísticas referenciales, se menciona que en la Región Metropolitana presenta una tendencia al aumento, especialmente marcada en los últimos años. Donde el 72% de los incendios forestales, según la fuente consultada, se producen en lugares de tránsito de personas (carreteras, calles, caminos, senderos, etc.). Véase el siguiente gráfico.

En el citado estudio de Conaf 2011, se definieron comunas de primera y segunda prioridad para la Región Metropolitana, respecto a la presencia de factores físicos, climáticos, vegetacionales, demográficos y culturales que presentan una mayor vulnerabilidad hacia los incendios forestales. De las 12 comunas prioritarias con énfasis en las actividades preventivas, ninguna de ellas corresponde a Lo Barnechea, sin embargo, la comuna de Colina que limita al oeste con Lo Barnechea, es considerada como de primera prioridad, con un 6,9% de los incendios forestales en la Región y por lo tanto un área desde la cual pueden migrar este tipo de siniestros hacia su comuna vecina.

Los resultados cartográficos expuestos en el manual, son más bien gruesos y con amplios polígonos que obedecen a la generación de distanciamientos tipo “buffers” respecto a ciertos elementos de interés. Que no permite identificar al detalle los sectores de interface urbano rural potencialmente afectados. Como referencia se expone las láminas de las comunas que forman parte del presente estudio. Véase la siguiente ilustración los sectores más conflictivos reconocidos por el documento de Conaf 2011.

⁵ Departamento de Manejo del Fuego, Conaf 2011

Ilustración 6-1 Área homogénea de riesgo de incendio comuna de Colina



Fuente: Modificado de Conaf 2011 (Op. Cit)

Por otra parte, el resultado de la superposición de las variables indicadas con anterioridad, no puede ser replicado debido a la ausencia de una descripción metodológica de las métricas y procesos efectuados. Del mismo modo, los archivos (shapes) originales, de las coberturas no se encuentran disponibles según la autoridad regional⁶, por lo que se ha preferido utilizar información georreferenciada de los sitios de incendios para la generación de los patrones históricos de distribución de los mismos.

6.2 REFERENTE PRIORIDADES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES

El segundo material de consulta correspondió al estudio denominado "Determinación de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales en la Región de Valparaíso" Documento de Trabajo N° 555, generado por CONAF Departamento Manejo del Fuego y CIREN Gerencia de Proyectos Área Satelital el año 2010, en adelante nombrado como "Conaf 2010"

Este estudio genera un "Análisis del Riesgo y con él se pretende dimensionar la probabilidad de iniciación de incendios. El segundo corresponde al Análisis del Peligro, que mide el grado de conflictividad en la propagación de los eventuales incendios y, por último, el Análisis del Daño Potencial, referido a las pérdidas e impactos que podrían generarse con la propagación del fuego. La combinación de estos análisis permitió identificar los sectores más críticos del área bajo estudio y priorizarla en las categorías antes mencionadas".

Lo resultados, a diferencia del estudio anterior, se basaron en un método que consideró la utilización de píxeles de 900 metros cuadrados, sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG) y la selección de variables generales y específicas, para cada tipo de análisis. Los resultados obtenidos permitieron priorizar los tres análisis y posteriormente integrarlos, para finalmente determinar prioridades de protección para la región.

⁶ http://www.conaf.cl/cms/editorweb/transparencia/2018/registro_respuestas_solicitudes.html (Consultada en noviembre 2019, actualmente link inactivo)

6.3 OTROS ESTUDIOS

Fueron revisados como referencia, estudios donde se reconoce la problemática asociada a las áreas de interfaz urbano-forestal. Respecto a la cual se ha reconocido una gran vulnerabilidad a lo largo de los cordones de cerros que bordean las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar, donde los incendios ocasionaron graves daños e impactos, incluyendo la pérdida de vidas humanas y la destrucción de cientos de casas en las temporadas más críticas.⁷

Recientemente el estudio denominado "Recent wildfires in Central Chile: Detecting links between burned areas and population exposure in the wildland urban interface"⁸ Se midió el daño por incendios en la zona de contacto urbano-rural que podrían ser afectadas por incendios.

7 METODOLOGÍA

A continuación, se define los referentes del estudio y aspectos a considerar respecto a las bases de información y su tratamiento para generar los resultados del estudio.

7.1 DOCUMENTO BASE Y ACTUALIZACIÓN DE CONCEPTOS

La determinación de una zonificación por riesgo de incendio, ha sido definida a partir de una modificación de la metodología de Conaf 2010. Cuyo resultado se obtiene de la combinación de tres análisis diferentes: Riesgo, Peligro y Daño Potencial, priorizados, los cuales son expuestos brevemente en el siguiente cuadro, junto a la conversión de términos utilizada en el presente estudio.

Ilustración 7-1 Conversión de nomenclatura

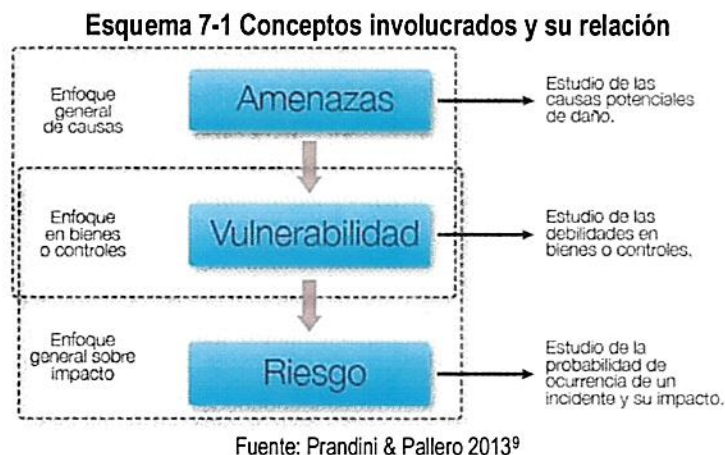
Nomenclatura Conaf 2010	Nomenclatura del presente estudio
Riesgo, entendiéndose por este, la probabilidad de ocurrencia de incendios.	Amenaza por ocurrencia potencial de incendios
Peligro, como la conflictividad en la propagación de los eventuales incendios.	Amenaza por propagación de incendios
Daño Potencial, en relación a las pérdidas e impactos que podrían generarse como consecuencias de los incendios.	Vulnerabilidad daño potencial de incendios
Prioridades de Protección, resultado integrado de los análisis de riesgo, peligro y daño potencial.	Evaluación del Riesgo / zonas riesgo priorizadas

Fuente: Elaboración propia a partir de Conaf 2010

Como una forma de facilitar las equivalencias entre conceptos se elaboró la tabla anterior, donde se establece el paralelo entre ambos estudios. De esta forma, la nomenclatura ha sido actualizada según las nociones detalladas en el punto 5 Marco conceptual, del presente documento. Estos conceptos originales han sido organizados conceptualmente a partir del siguiente esquema.

⁷ Vulnerabilidad y daño potencial ocasionado por incendios en áreas de interfaz urbano-forestal, Provincia de Valparaíso. Chile Central. M. Castillo Et Al. 2010

⁸ P. Sarricolea et al 2020. Science of the Total Environment 706 (2020) 135894



7.2 DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE SUPERFICIE DE TRABAJO

Para la realización de este estudio, fueron utilizadas diversas coberturas de fuentes secundarias en formato vectorial, gran parte de ellas disponibles en la plataforma de infraestructura de Datos Geoespaciales IDE, del Ministerio de Bienes Nacionales.

Las coberturas georreferenciadas fueron convertidas a un formato Raster o matricial, para poder realizar geo procesos, cálculos y fusiones espaciales entre las distintas coberturas.

Una de las diferencias respecto a la metodología de referencia (Conaf 2010) es que en ésta se utilizó una grilla de píxeles de 30 x 30 m (cuadrículas de 900m²) provenientes de un Modelo Digital de Terreno (ASTER), con esa resolución espacial. En este caso, la información utilizada para el presente estudio, correspondió a una cobertura de una mayor resolución, al utilizar un Modelo Digital de Terreno (ALOS-PALSAR) con píxeles de 12.5 x 12.5 m de resolución espacial.

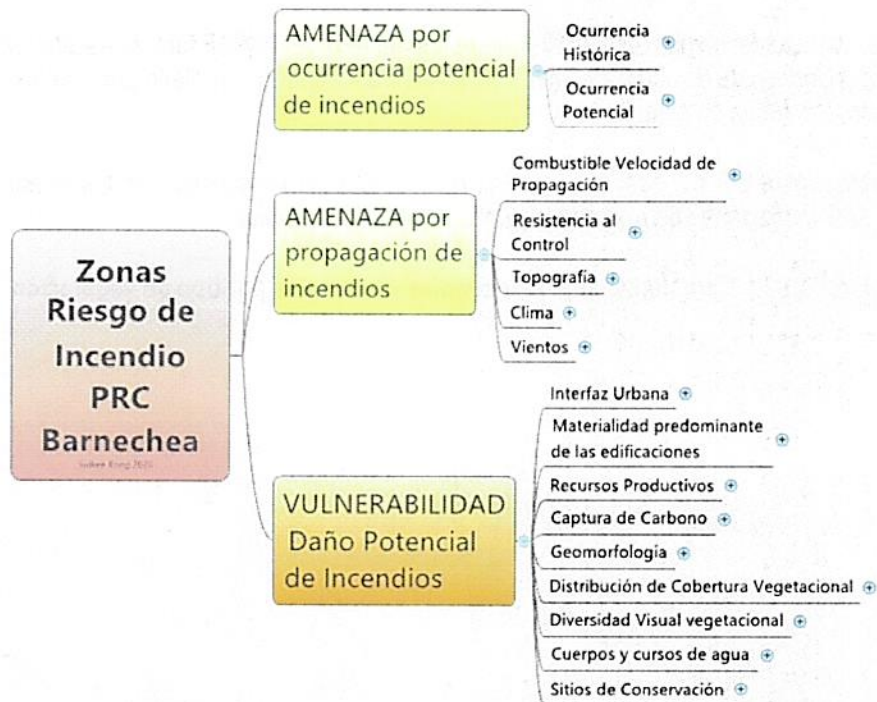
7.3 ESQUEMA DE TRABAJO

Mediante la utilización de una plataforma SIG, se gestionarán las coberturas, su transformación y gestión espacial, según los parámetros definidos en la metodología de referencia. Aplicando modificaciones en algunos casos, para la obtención de resultados con énfasis en la identificación de riesgo de incendio para la interface urbano – rural.

Los productos o coberturas y los factores que las componen, son resumidas en el siguiente esquema. Donde cada uno de los componentes de Amenaza y/o Vulnerabilidad comprende la generación de mapas que a su vez son fusionados en resultados intermedios, a partir de los cuales se obtendrá finalmente una zonificación de riesgo priorizada. Véase la siguiente ilustración.

⁹ En: Desarrollo de un modelo para el análisis de vulnerabilidades. Caso de estudio Amazon Echo. Otilia Guzmán 2018 Proy. Título Universidad Internacional SEK

Esquema 7-2 Diagrama de productos



Fuente: Elaboración propia (2020)

Una descripción más detallada de los puntajes y consideraciones respecto al manejo de las coberturas y sus salidas cartográficas, puede ser consultada a partir del siguiente punto.

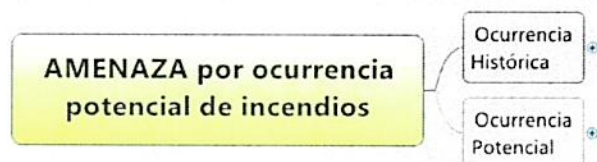
8 RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados siguiendo la estructura representada en el esquema anterior.

8.1 AMENAZA POR OCURRENCIA POTENCIAL DE INCENDIOS

Considerando la metodología Conaf 2010, se utilizó como indicador, la Ocurrencia Histórica, y como factores de influencia: La Población y la Red Vial. Cada uno de estos elementos, una vez valorados permitieron medir el riesgo potencial de una determinada área, lo que se ve reflejado en un mapa de riesgo. Véase la siguiente ilustración.

Esquema 8-1 Amenaza por ocurrencia potencial de incendios



Fuente: Elaboración propia (2020)

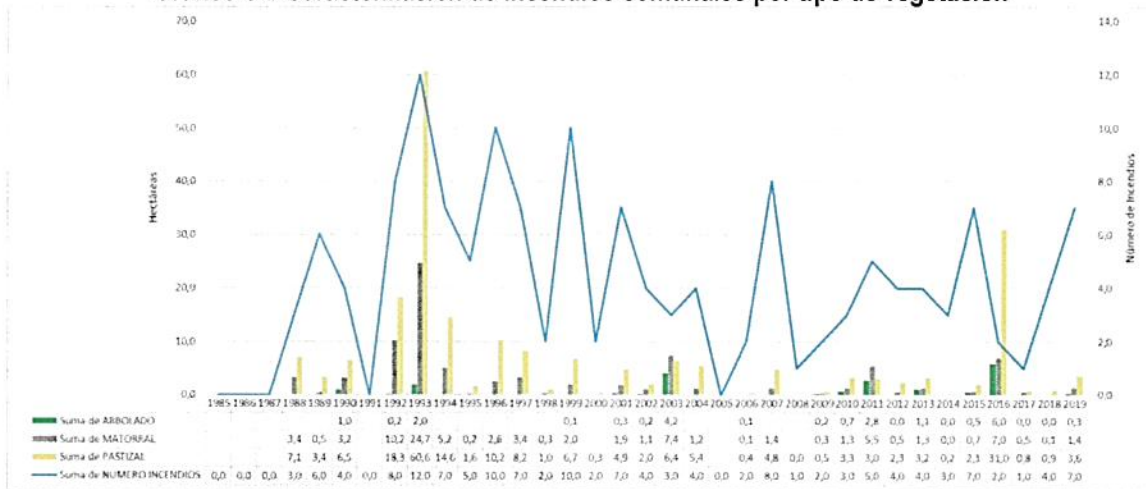
A continuación, se detalla el procedimiento utilizado para el uso de cada variable bajo estudio

8.1.1 Ocurrencia Histórica

A partir de los antecedentes registrados en el Sistema Estadístico de CONAF fueron rescatados antecedentes de incendios por periodos de tiempo (Documentos Estadística - Ocurrencia y Daño por Comuna 1985 a 2018), coincidentes con la comuna en estudio.

Se presenta el siguiente gráfico, donde se aprecia que un 67% de la superficie de los incendios involucran pastizales, un 27% formaciones de matorrales y un 6% asociado a árboles.

Gráfico 8-1 Caracterización de incendios comunales por tipo de vegetación



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Estadísticos históricos de Conaf 1985-2019

Cabe mencionar que las superficies de forestaciones (pinos y eucaliptos) no superan las 0.3 hectáreas en los 34 años de registro de Conaf, por lo que no fueron integradas al gráfico anterior, sin embargo, se expresan en el registro histórico de incendios para la comuna. Véase el siguiente cuadro.

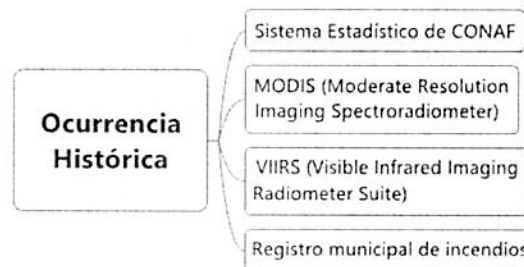
Cuadro 8-1 Estadística comunal de incendios comunales

Año	SUPERFICIE TOTAL													OTROS DAÑOS		TOTAL SUPERFICIE AFECTADA
	NUMERO INCENDIOS	PLANTACIONES FORESTALES			VEGETACIÓN NATURAL				OTROS DAÑOS							
	PINO INSIGNE 0-10 AÑOS	PINO INSIGNE 11-17 AÑOS	PINO INSIGNE 18 O MAS	TOTAL PINO INSIGNE	EUCALIPTO	OTRAS SP.	TOTAL	ARBOLADO	MATORRAL	PASTIZAL	TOTAL	TOTAL FORESTAL	AGRICOLA	DESECHOS		
2019	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	3,6	5,3	5,4	0,0	0,0	5,4	
2018	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	
2017	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,8	1,3	1,3	0,0	0,0	1,3	
2016	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	7,0	31,0	44,0	44,0	0,0	0,0	44,0	
2015	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7	2,1	3,3	3,3	0,0	0,0	3,3	
2014	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	
2013	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	1,1	1,3	3,2	5,6	5,6	0,0	0,0	5,6	
2012	4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	2,3	2,8	2,9	0,0	0,0	2,9	
2011	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	5,5	3,0	11,3	11,3	0,0	0,0	11,3	
2010	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,3	3,3	5,3	5,3	0,0	0,0	5,3	
2009	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,5	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	
2008	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2007	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	4,8	6,2	6,2	0,0	0,0	6,2	
2006	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,6	0,6	0,0	0,0	0,6	
2005	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2004	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	5,4	6,6	6,6	0,0	0,0	6,6	
2003	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	7,4	6,4	18,0	18,0	0,0	0,0	18,0	
2002	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1	2,0	3,3	3,3	0,0	0,0	3,3	
2001	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,9	4,9	7,1	7,1	0,0	0,0	7,1	
2000	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3	
1999	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0	6,7	8,8	8,8	0,0	0,0	8,8	
1998	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	1,3	1,3	0,0	0,0	1,3	
1997	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	8,2	11,6	11,6	0,5	0,0	12,1	
1996	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	10,2	12,8	12,8	0,0	0,0	12,8	
1995	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	1,8	1,8	0,0	0,0	1,8	
1994	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	14,6	19,8	19,8	0,0	0,0	19,8	
1993	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	24,7	60,6	87,3	87,3	0,0	0,0	87,3	
1992	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	10,2	18,3	28,7	28,7	0,0	0,0	28,7	
1991	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1990	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,2	6,5	10,7	10,7	0,0	0,0	10,7	
1989	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,5	3,4	3,8	3,9	0,0	0,0	3,9	
1988	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	7,1	10,4	10,4	0,0	0,0	10,4	
1987	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1986	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1985	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
TOTAL	147	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,4	19,7	87,5	213,2	320,3	320,7	0,5	0,0	321,2	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Conaf, datos Estadísticos históricos de incendios 1985-2019

Complementariamente y para gestionar la distribución espacial de los incendios en la comuna de Lo Barnechea, se generó una modelación a partir de focos de incendios históricos registrados para el área de estudio¹⁰. Esto permitió aportar importantes antecedentes para identificar de mejor forma aquellos sectores en donde el problema de los incendios forestales ha alcanzado los niveles de mayor gravedad y recurrencia atendiendo la concentración de los focos registrados por las fuentes de información consultadas. Véase la siguiente ilustración.

Esquema 8-2 Esquema para la obtención de Ocurrencia histórica de incendios



Fuente: Elaboración propia (2022)

También se integró información complementaria a los puntos de CONAF a partir de la consulta de dos fuentes de datos de puntos de calor. La primera fuente corresponde a coberturas MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) y la segunda a coberturas de puntos VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite),

¹⁰ Según lo especificado en la oferta técnica, la elaboración del estudio de riesgo, conforma solamente la consulta a información secundaria. Sin embargo, los resultados obtenidos corresponden a escalas de análisis regional, sin detalle para el presente Plan, tal como ha sido expuesto en los puntos anteriores.

para el período de años del 2008 al 2018. Antecedentes compilados a partir del sitio web "Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)" de la NASA¹¹.

Resultados que permitieron una visión integradora de los datos oficiales con aquellos registrados por los satélites de detección de incendios. Posteriormente se procedió a generar una relación espacial de la cobertura de puntos expuesta anteriormente, de tal forma de atribuir a la base de datos de las construcciones un modelo de densidad de eventos, según su cercanía recíproca, utilizando 900 metros de distancia¹².

Tras lo cual se realizó un geo proceso utilizando una técnica que permite calcular un área de magnitud por unidad a partir de entidades puntuales que se encuentran dentro una distancia de búsqueda alrededor de cada celda. Lo que permite implementar la visualización y análisis de incidentes de incendios para identificar tendencias y patrones en el área de estudio¹³.

El puntaje normalizado máximo correspondió a 50 puntos, para aquellos píxeles que registraron los valores máximos de ocurrencia y el PN mínimo fue de 10 puntos para los píxeles que presentaron los rangos más bajos de ocurrencia¹⁴.

Cuadro 8-2 Puntajes por Número de Incendios radio de búsqueda

N° Incendios/Píxel	Puntaje Normalizado
0 - 0,1	10
0,1 - 1	20
1 - 3	30
3 - 6	40
6 - 12	50

Fuente: Elaboración propia (2020)

El resultado comprende las coberturas, satelitales y los incendios de las bases de datos de Conaf, cuya aplicación de los puntajes del cuadro anterior, puede ser observado en la siguiente ilustración.

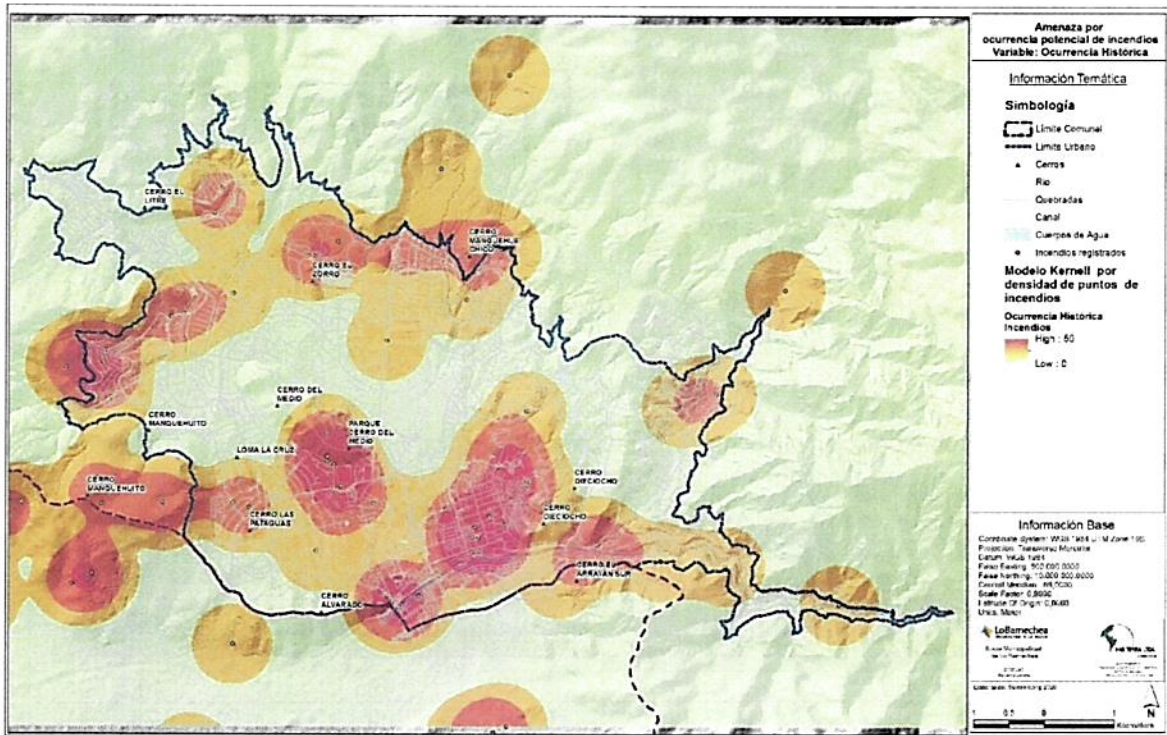
¹¹ <https://earthdata.nasa.gov/about>

¹² Considerada la distancia que utiliza ONEMI en su portal respecto a incendios forestales <http://www.onemi.cl/visor-chile-preparado/>

¹³ Strategic GIS planning and management in local government / David A. Holdstock. 2017 by Taylor & Francis Group, LLC International Standard Book Number-13: 978-1-4665-5650-8 (Hardback)

¹⁴ Se utilizó el método "Natural Breaks"

Ilustración 8-1 Ocurrencia histórica de incendios



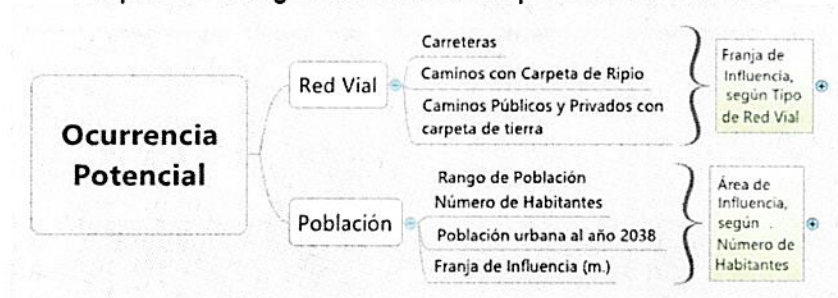
Fuente: Elaboración propia a partir de datos CONAF y NASA (Op. Cit)

A partir del resultado expuesto en la ilustración anterior, se puede apreciar una relación espacial entre los incendios de intensidad media (en tonos naranja) respecto a los sectores de valle y en especial al trazado de caminos. Situación coincidente con lo enunciado en el Gráfico "Caracterización de incendios por vegetación y sector de ignición". Por otra parte, el modelo permite identificar ciertos sectores con una alta ocurrencia histórica (en color rojo), asociados a los cerros en contacto con el límite urbano, como el Cerro 18, Parque Cerro del Medio, Cerro Manquehuito y Alvarado.

8.1.2 Ocurrencia potencial de incendios

Tal como se expresa en la siguiente ilustración, la ocurrencia potencial de incendios se calcula a partir de las variables representadas por la influencia de la red vial y la cantidad de población concentrada en el territorio. Véase la siguiente ilustración.

Esquema 8-3 Diagrama de Ocurrencia potencial de incendios



Fuente: Elaboración propia (2020).

8.1.3 Red Vial

Se utilizó información proporcionada por el Plan, respecto a la red vial jerarquizada, que permite diferenciar las situaciones expresadas en el cuadro adjunto. Según el tipo de red vial, se asignó un puntaje normalizado y se estableció un rango de influencia, derivado de la intensidad de tránsito. Véase el siguiente cuadro.

Cuadro 8-3 Distribución de Puntajes y Franja de Influencia por Tipo de Red Vial

Tipo de Red Vial	Puntaje Normalizado	Franja de Influencia (m.)
Camino Pavimentado	40	100
Caminos de tierra	30	75
Huellas	20	50
Vía Peatonal	10	25

Fuente: Conaf 2010

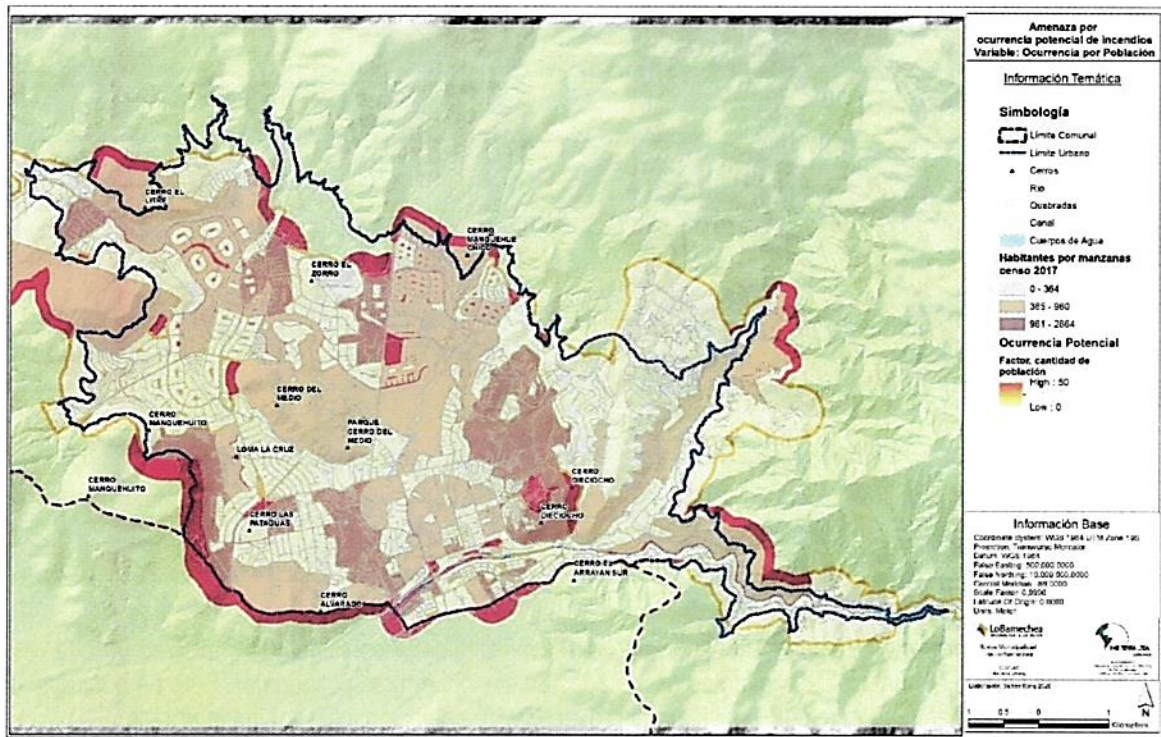
La espacialización de la red vial, con la asignación de los puntajes del cuadro anterior, puede ser consultada en la lustración siguiente.

Cuadro 8-4 Parámetros asociados a la variable población

Rangos nº habitantes	Franja de Influencia (m.)	Puntaje Normalizado
0 - 364	50	10
365 - 960	150	25
961 - 2864	300	50

Fuente: Elaboración propia (2020)

Ilustración 8-3 Ocurrencia Potencial de incendios por Población

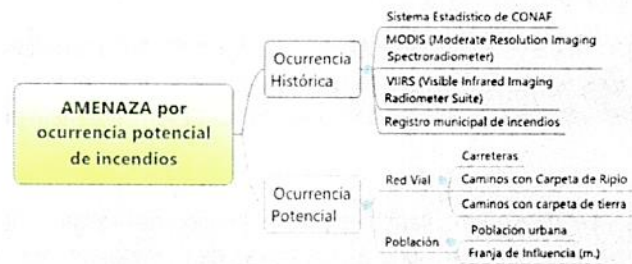


Fuente: Elaboración propia (2020)

8.1.5 Resultado integrado Amenaza por ocurrencia potencial de incendios

A continuación, se integran los resultados de los modelos parciales, a partir de la suma de los puntajes asociados a cada píxel, provenientes del análisis de la ocurrencia histórica, red vial y población, según lo expresado en el siguiente esquema.

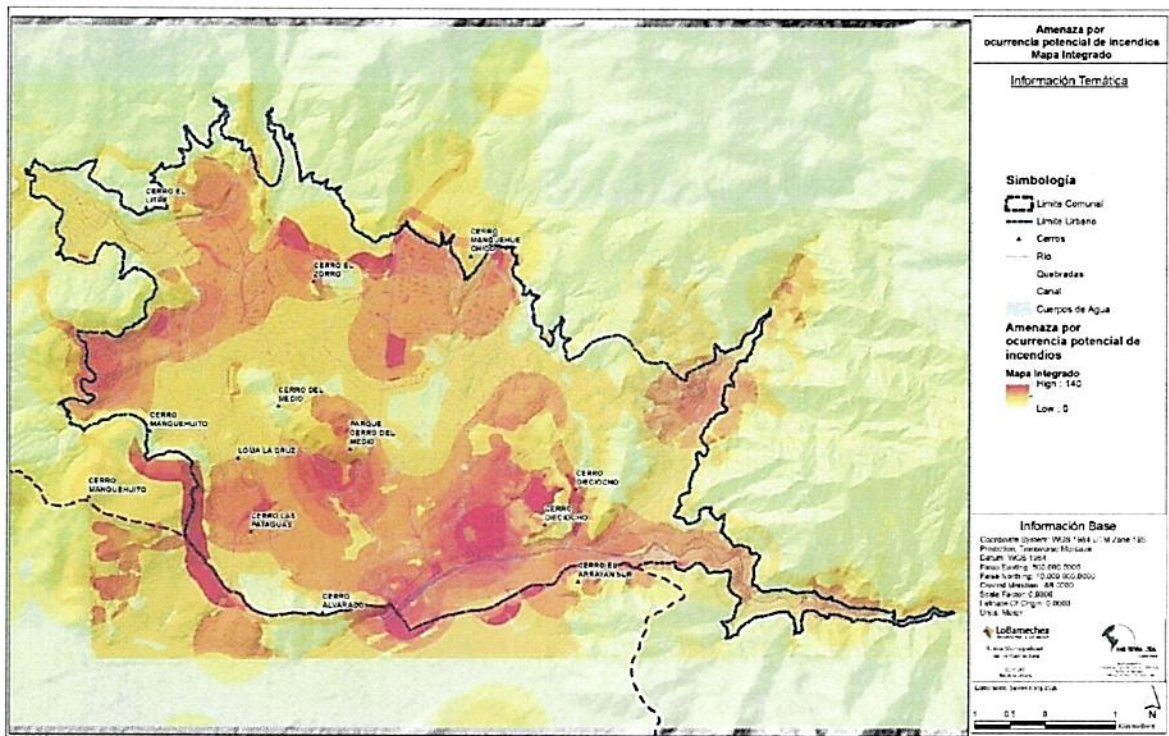
Esquema 8-4 Diagrama integrado de Amenaza por ocurrencia potencial de incendios



Fuente: Elaboración propia (2020).

Utilizando los rangos de puntaje de cada cobertura intermedia y aplicando una herramienta de cálculo ráster, se ejecutó una expresión de álgebra a los mapas intermedios (Véase el esquema anterior) que permitió generar una salida ráster integrada con los rangos de puntajes totales para el análisis de amenaza según la graduación de colores (Value) presentada a continuación.

Ilustración 8-4 Amenaza por ocurrencia potencial de incendios



Fuente: Elaboración propia (2020).

Los resultados permiten observar una concentración polígonos asociados a una mayor amenaza de incendios hacia el sector centro sur urbano. Acorde a los puntajes de cada variable, el mapa integrado, facilita apreciar la influencia de las redes de comunicación vial y la mayor concentración de población del área de estudio.

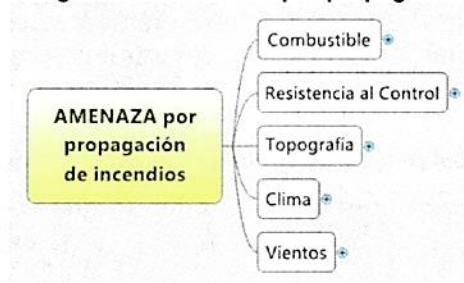
Por otra parte, los valores medios de amenaza por ocurrencia potencial de incendios, tienden a ubicarse hacia las inmediaciones del Cerro del Medio.

8.2 AMENAZA POR PROPAGACIÓN DE INCENDIOS

Esta amenaza por propagación de incendios forestales, corresponde con la posibilidad de ignición, su difusión o irradiación y las dificultades de control del fuego una vez iniciado. Esto representado básicamente por los tipos de combustibles y las variables que influyen en su composición, ordenamiento, volumen, condición y localización.

De acuerdo a lo expresado, se utilizó como variables para el análisis del peligro: el Combustible (Potencial de Propagación), la Resistencia al Control, la Topografía, a través de la Pendiente y Exposición, Clima y vientos. Véase el siguiente esquema.

Esquema 8-5 Diagrama de Amenaza por propagación de incendios



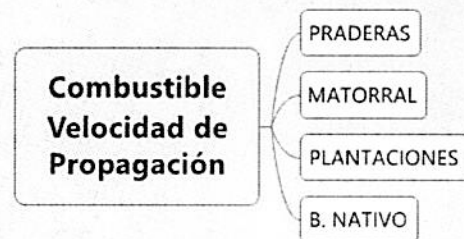
Fuente: Elaboración propia (2020)

A continuación, se detalla el procedimiento utilizado para cada variable bajo estudio

8.2.1 Combustible - Velocidad de Propagación

Se utilizó como información base, el proyecto "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA), actualizado al año 2013. Las coberturas vegetales que componen el proceso de ponderación, se expresan en el siguiente esquema.

Esquema 8-6 Coberturas consideradas para la Velocidad de Propagación



Fuente: Elaboración propia (2020)

Considerando que el análisis de esta variable se enfoca en la medición del potencial de propagación de los combustibles forestales, se utilizó la equivalencia entre los tipos de vegetación, proporcionados por Conaf 2010. En términos de las propiedades vegetales considerada como combustibles y su velocidad de propagación representativos de la realidad de la Región Metropolitana.

En el siguiente cuadro se resume los puntajes normalizados a partir de velocidad de propagación de las formaciones vegetales.

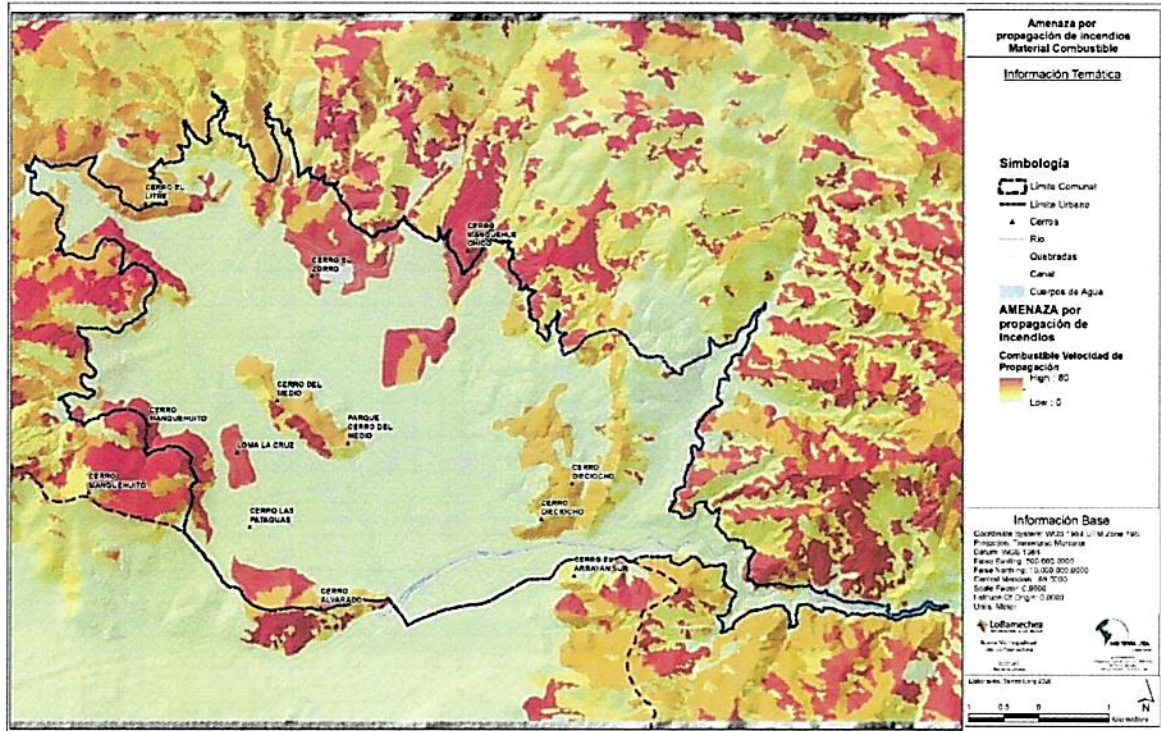
Cuadro 8-5 Clasificación y Calificación de Modelo de Combustible – Velocidad de Propagación

Tipo Vegetacional	Especificación	Puntaje Normalizado
PRADERAS	Anuales	80
	Perennes	80
	Estepa andina central	80
MATORRAL-PRADERA	Semidenso	42
	Abierto	67
	Muy abierto	70
MATORRAL	Denso	34
	Semidenso	22
	Abierto	67
	Muy abierto	70
MATORRAL ARBORESCENTE	Denso	36
	Semidenso	39
	Abierto	67
	Muy abierto	70
MATORRAL SUCULENTAS	Denso	17
	Semidenso	23
	Abierto	67
	Muy abierto	70
PLANTACIONES	Plantación adulta	18
	Bosque exóticas asilvestrado	18
	Plantación Joven	70
	Plantación Joven o recién cosechada	62
	Plantación recién Cosechada	55
B. NATIVO ADULTO	Denso	13
	Semidenso	7
BOSQUE NATIVO RENOVAL	Denso	13
	Semidenso	23
	Abierto	43
	Muy abierto	70
BOS.NAT.ADU-RENOV	Denso	24
	Semidenso	22
BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO	Denso	17
	Semidenso	23
	Abierto	67
	Muy abierto	70
B.NATIVO-PLANTAC	Semidenso	17
	Abierto	48

Fuente: Conaf 2010

Como resultado de este proceso de clasificación y puntajes, se ha generado el siguiente mapa temático.

Ilustración 8-5 Amenaza de incendios. Material Combustible -Velocidad de Propagación

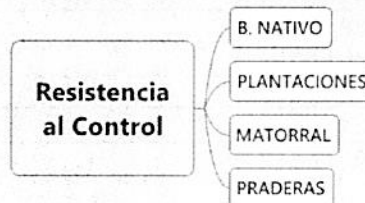


Fuente: Elaboración propia (2020).

8.2.2 Resistencia al Control

Representa la dificultad de contener la propagación de un incendio, en lo que dice relación con el esfuerzo requerido para la construcción de líneas de control. Esto está relacionado con el modelo de combustible (propiedades físicas), pero enfocado a la resistencia de las coberturas vegetales a la regulación de incendios. Las coberturas vegetales que componen el proceso de ponderación, se expresan en el siguiente esquema.

Esquema 8-7 Coberturas consideradas para Resistencia al Control



Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso de la variable "combustible", se tomó como base la información actualizada del proyecto: "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, 2013), su readecuación a la modelación de combustible Conaf 2010. En el siguiente cuadro se resume la clasificación y calificación de los combustibles de acuerdo a la resistencia al control.

Cuadro 8-6 Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible Resistencia al Control

Tipo Vegetacional	Especificación	Puntaje Normalizado
PRADERAS (Formación de Suculentas)	Anuales	1
	Perennes	1
	Estepa andina central	1
MATORRAL-PRADERA	Semidenso	32
	Abierto	6
	Muy abierto	6
MATORRAL	Denso	47
	Semidenso	32
	Abierto	15
MATORRAL ARBORESCENTE	Muy abierto	6
	Denso	47
	Semidenso	32
MATORRAL SUCULENTAS	Abierto	15
	Muy abierto	6
	Denso	50
PLANTACIONES	Semidenso	15
	Abierto	15
	Muy abierto	6
	Plantación adulta	32
B. NATIVO ADULTO	Bosque exóticas asilvestrado	41
	Plantación joven	6
	Plantación recién Cosechada	23
	Denso	50
BOSQUE NATIVO RENOVAL	Semidenso	41
	Denso	50
	Semidenso	45
	Abierto	15
BOS.NAT.ADU-RENOV	Muy abierto	6
	Denso	50
BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO	Semidenso	45
	Denso	50
	Semidenso	36
	Abierto	15
B.NATIVO-PLANTACION	Muy abierto	6
	Semidenso	36
	Abierto	15

Fuente: Conaf 2010

El resultado de la aplicación de los puntajes del cuadro anterior a la cobertura de vegetación, puede ser consultada en la siguiente ilustración

8.2.4 Clima

El clima afecta el comportamiento del fuego a través de sus componentes principales: viento (dirección e intensidad), temperatura y humedad relativa del aire; por su efecto en la humedad y temperatura de la vegetación.

La información base para el análisis de esta variable, fue obtenida de los Distritos Agroclimáticos (CIREN), que corresponden a polígonos que representan condiciones agroclimáticas homogéneas y han sido delimitadas y caracterizadas por variables relevantes para la agricultura, resumiendo condiciones térmicas e hídricas de invierno y de verano.

Según esto, a cada distrito climático presente en el área bajo estudio, se le asignó un puntaje normalizado (Conaf 2010), el cual permitió calificar a todos los píxeles de un mismo distrito, con ese puntaje. Los distritos climáticos y el puntaje normalizado asignado, se exponen en el siguiente cuadro.

Cuadro 8-9 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Clima

Distrito Climático	Puntaje Normalizado
Cordillera de Santiago Norte	10
Precordillera Santiago - Cajón del Maipo	10
Cerro Batuco - Colina	15
Talagante – Peñaflor - Nos	15
Santiago urbano	15

Fuente: Elaboración propia a partir de Conaf 2010

El resultado de la aplicación de los puntajes del cuadro anterior, puede ser consultado en la siguiente ilustración.

los Servicios Ambientales o Ecosistémicos. Y en especial aquellos referidos a la zona de contacto o interfaz urbano – forestal.

Las variables seleccionadas para medir el daño potencial son presentadas en el siguiente esquema.

Esquema 8-9 Variables de la vulnerabilidad por Incendios



Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento aplicado para el análisis de cada variable se explicita a continuación.

8.3.1 Interfaz Urbana

Se reconoce en variadas fuentes bibliográficas que los procesos de urbanización incrementan el riesgo en la interfaz urbano-salvaje (WUI, en inglés) de incendios¹⁷ Estas áreas de riesgo se generan a partir de la combinación de la presencia de vegetación combustible (peligro) y su coexistencia con población, vivienda e infraestructura (vulnerabilidad) coexisten¹⁸

Mediante una adaptación de la metodología de referencia, se optó por relacionar esta variable con el perímetro de contacto (en metros lineales), entre los centros poblados afectos a planificación y la vegetación susceptible de propagar el fuego. En el presente ejercicio no se llegó a determinar el valor de las construcciones y de los bienes materiales contenidos en estas franjas de contacto, puesto que dependen de componentes que varían de un lugar a otro (ubicación, tipo de material utilizado en la construcción, servicios asociados, grupo familiar, etc.).

Se considera que mientras mayor es el perímetro de contacto entre las áreas forestales y urbanas, se incrementa la exposición de estas áreas a ser afectadas por un incendio forestal y, por consiguiente, mayor es

¹⁷ Ubeda y Sarricolea 2016; Curt y Frejaville 2018 en Science of the Total Environment 706 (2020)

¹⁸ Stewart, S.I., Radeloff, V.C., Hammer, R.B., Hawbaker, T.J., 2007. Defining the wildland–urban interface. J. For. 105 (4), 201–207.

el daño potencial. Los niveles altos de exposición pueden amenazar más viviendas ya que cada uno de ellos puede afectar una mayor longitud de perímetro, en la zona de contacto.¹⁹

Se utilizó como base, los polígonos de los centros poblados urbanos y sus áreas de extensión urbana correspondientes. Fueron definidos anillos de influencia construidos en un sistema de información geográfica, establecido a partir del perímetro de contacto para cada uno de ellos.

Estos anillos o zonas buffer fueron definidos en rangos (metros lineales) desde el perímetro urbano, hacia el interior de los sectores susceptibles de iniciar y propagar un incendio forestal, para lo cual fue utilizada la cobertura de vegetación, derivada del levantamiento topográfico efectuada por un vuelo LIDAR.

Esto permitió establecer el área de interfaz o de incidencia, alrededor de los centros urbanos en presencia de material combustible vegetal y a cuyos píxeles o celdillas fueron asignados puntajes decrecientes de acuerdo a la distancia desde los núcleos urbanos. En el siguiente cuadro se presenta el resumen de las métricas para esta variable.

Cuadro 8-11 Rangos de anillos de Contacto y Puntajes Normalizados en Interfaz Urbana

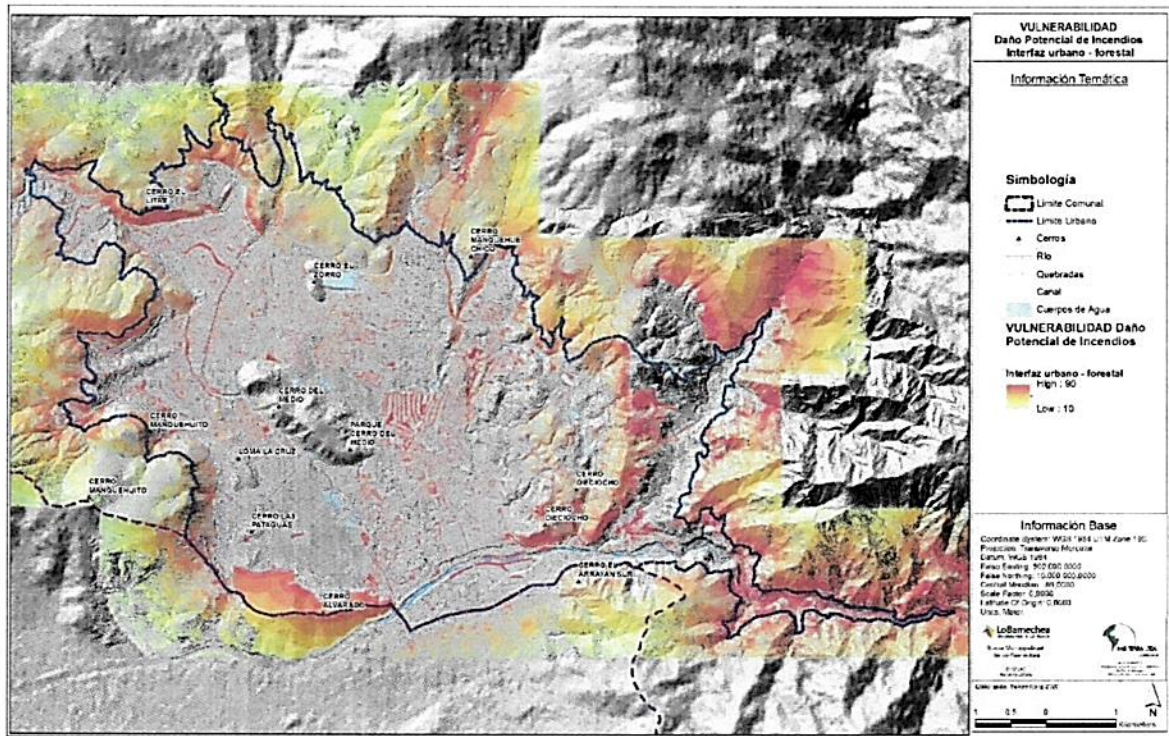
Distancia desde borde urbano (m)	Puntaje Normalizado
< 0	90
0 - 100	80
100 - 300	70
300 - 500	60
500 - 700	50
700 - 900	40
900 - 1100	30
1100-1300	20
1300 -1500	10
> 1500	0

Fuente: Elaboración propia a partir de Conaf 2010.

Con estos puntajes se obtuvieron rangos que permitieron definir un mapa respecto al daño potencial de incendio asociado a la interfaz urbana – forestal, el que se presenta en la siguiente ilustración.

¹⁹ Si bien la condición de interface puede ser considerada como una amenaza, la metodología de referencia, considera esta variable como parte del modelo de vulnerabilidad.

Ilustración 8-12 Vulnerabilidad por incendios - Interfaz Urbana



Fuente: Elaboración propia.

8.3.2 Materialidad predominante de las edificaciones

A partir de las recomendaciones generadas en el contexto de una reunión con el personal de emergencias de la municipalidad de Lo Barnechea y el equipo consultor. Se definió como un elemento importante de abordar por el presente estudio, la consideración de la materialidad de las construcciones presentes en la comuna.

Para lograr una cobertura jerarquizada de vulnerabilidad ante incendios, fue utilizada la cobertura de SII (Rol SII por destino segundo semestre 2019), que contiene la materialidad predominante informada para los límites prediales de dicha cobertura y base de datos asociada.

Fueron seleccionadas de dicha matriz, aquellas descripciones de materialidad de mayor vulnerabilidad ante incendios, a partir de un proceso de juicio experto de la sección de arquitectura de la consultora. Los puntajes normalizados por tipología constructivas al predio enrolado, corresponden a:

8.3.3 Recursos Productivos

Corresponde al daño que el fuego produce a los recursos naturales renovables y otros bienes tangibles asociados y, por consiguiente, la pérdida de los productos derivados de estos, que son transables en el mercado, por lo sería posible determinar su valor monetario.

La información base utilizada para medir esta variable, fue la versión actualizada del proyecto: "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, versión 2013) y su posterior readecuación a modelos de combustibles detallado con antelación.

Para valorar las coberturas asociadas a recursos productivos, según la metodología adscrita (Conaf 2010), los la cobertura base, fue analizada por un comité de expertos Conaf y Ciren, aplicando el Método Delphi, lo que permitió asignar los puntajes normalizados, expresados en el siguiente cuadro.

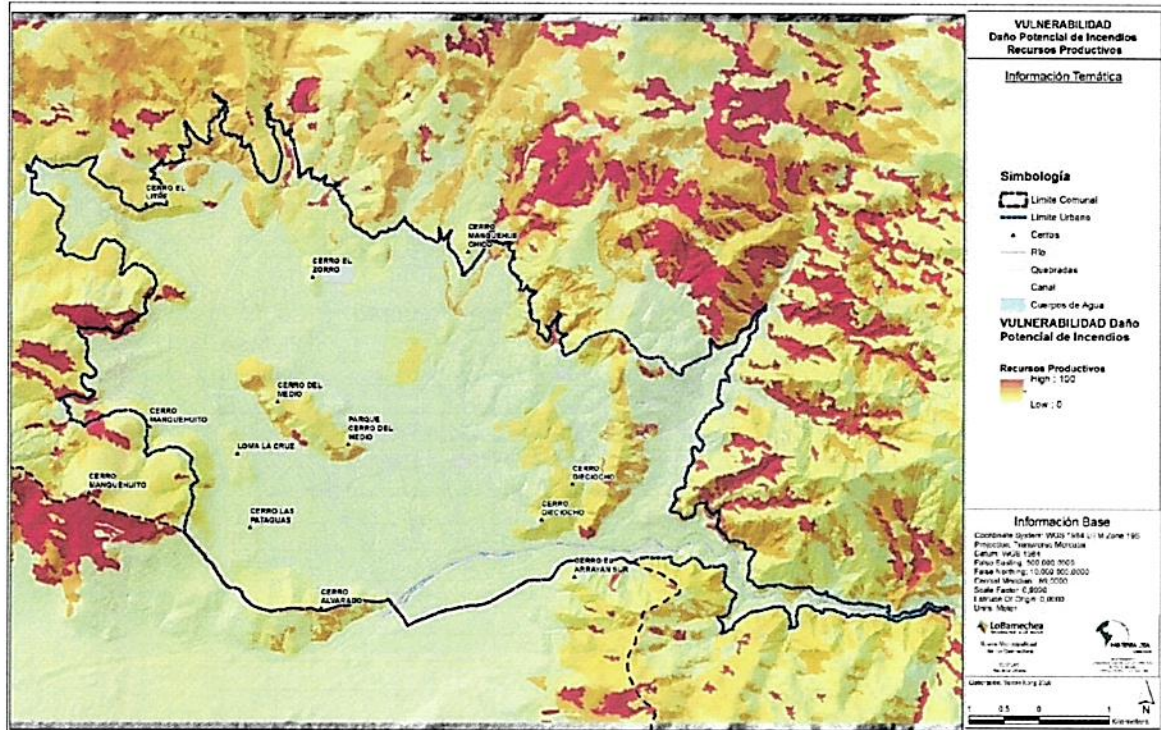
Cuadro 8-13 Clasificación y Calificación de Recursos Productivos

Tipo Vegetacional	Especificación	Puntaje Normaliza
PRADERAS	Anuales	3
	Perennes	3
	Estepa andina central	3
MATORRAL-PRADERA	Semidenso	6
	Abierto	5
	Muy abierto	4
MATORRAL	Denso	7
	Semidenso	6
	Abierto	5
	Muy abierto	4
MATORRAL ARBORESCENTE	Denso	7
	Semidenso	6
	Abierto	5
	Muy abierto	4
MATORRAL SUCULENTAS	Denso	7
	Semidenso	6
	Abierto	5
	Muy abierto	4
PLANTACIONES	Plantación adulta	100
	Plantación con exóticas asilvestrado	68
	Plantación joven	22
	Renoval	13
B. NATIVO ADULTO	Denso	58
	Semidenso	38
BOSQUE NATIVO RENOVAL	Denso	38
	Semidenso	21
	Abierto	13
	Muy abierto	8
BOS.NAT.ADU-RENOV	Denso	38
	Semidenso	21
BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO	Denso	20
	Semidenso	16
	Abierto	12
	Muy abierto	8
B.NATIVO-PLANTAC	Semidenso	68
	Abierto	57

Fuente: Elaboración propia a partir de Conaf 2010.

A partir de la aplicación de estos puntajes a la cobertura de consulta, se obtuvieron rangos que permitieron obtener un mapa respecto al daño potencial de incendio por recursos productivos, el que se presenta en la siguiente ilustración.

Ilustración 8-14 Vulnerabilidad por incendio - Recursos Productivos



Fuente: Elaboración propia (2020).

8.3.4 Captura de Carbono

Tal como se enuncia en el estudio de Conaf 2010, entre los factores de mayor incidencia en el cambio climático mundial, se cuenta la creciente emisión de gases invernadero y aerosoles a la atmósfera, producto de actividades humanas que dicen relación en especial con la quema de combustibles fósiles, el cambio en los usos de la tierra y la agricultura, lo que ha aumentado significativamente la concentración de dióxido de carbono, el óxido nitroso y metano.

"Uno de los elementos que contribuyen a la mitigación de este fenómeno, es la función que desempeñan los bosques en la fijación o captura del carbono atmosférico. El establecimiento de plantaciones y la conservación de los bosques naturales es una de las maneras más efectivas de reducir el contenido de anhídrido carbónico en la atmósfera, por un lado, y de servir como grandes depósitos o sumideros del mismo".

Para el propósito de este estudio, se utilizó como información base el proyecto: "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, 1997), actualizado al año 2013 y su ajuste a los modelos de combustibles establecidos para la región. Esto considerando estimaciones basadas en la captura de carbono que se produce a nivel aéreo, por la cobertura vegetal representada en el mencionado catastro. Esta información ha sido ponderada en puntajes normalizados para la variable "Captura de Carbono", las que se presentan en el siguiente cuadro.

8.3.6 Vegetación - Cobertura

Como parte de la metodología de referencia utilizada, se ha considerado también la función estética de la vegetación como parte del atractivo visual de un territorio. Para la medición de esta variable se utilizó la Cobertura Vegetacional, en su versión 2013 del proyecto " Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, 1997).

Los antecedentes recopilados fueron sometidos a un comité de expertos, Conaf 2010. Aplicando el Método Delphi, lo que permitió asignar los puntajes normalizados, que se detallan en el siguiente cuadro.

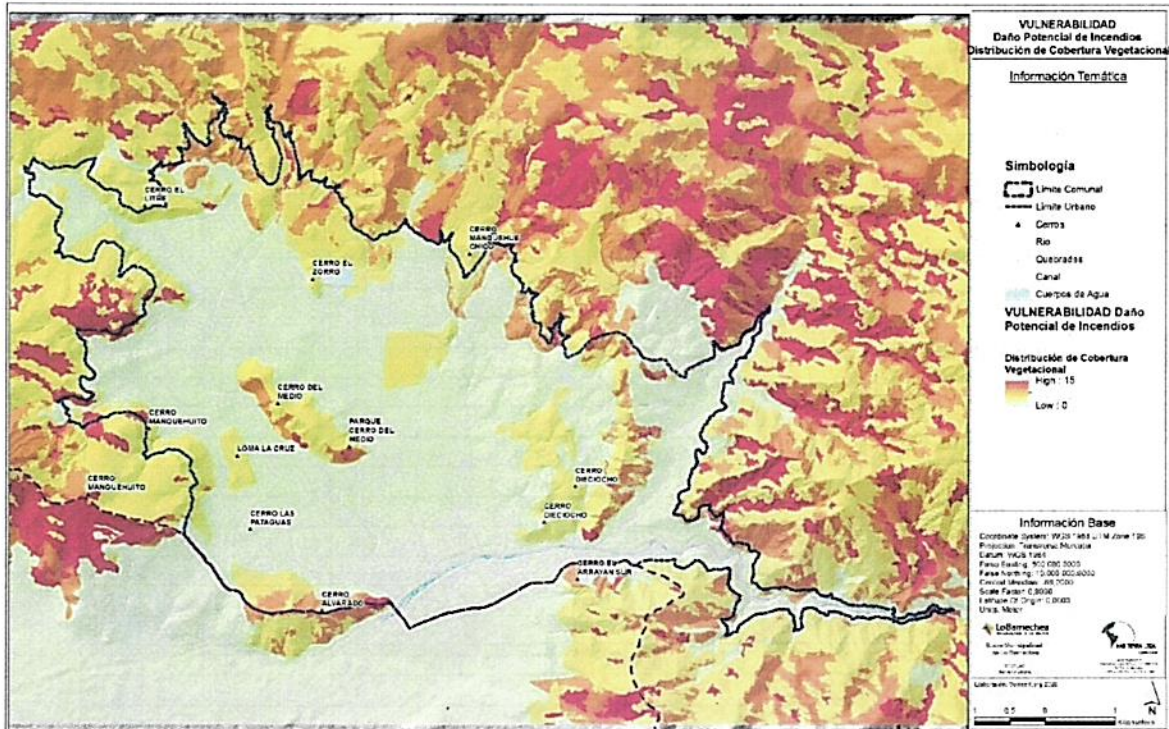
Cuadro 8-16 Puntajes Normalizados para la Sub variable Cobertura Vegetacional

Tipo de Cobertura	Puntaje Normalizado
Ninguna o Mínima	0
Rala: 'Abierto'	5
Media: 'Semidenso'	10
Densa: 'Denso'	15

Fuente: Modificado de Conaf 2010

El resultado de la aplicación de los puntajes del cuadro anterior a la cobertura de vegetación, puede ser consultada en la siguiente ilustración.

Ilustración 8-17 Distribución de la Cobertura Vegetacional



Fuente: Elaboración propia (2020).

8.3.7 Vegetación - Diversidad Visual

Al igual que en el punto anterior, se considera la vegetación como parte de los atributos del paisaje del área de estudio. Esta vez, la información base se ha reclasificados dependiendo de la diversidad visual, que ofrece la vegetación. Proceso para el cual se asignaron puntajes a las coberturas en su versión 2013, del Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF-CONAMA, 1997).

Los puntajes otorgados a cada tipo vegetacional, desde la perspectiva de su aporte a la diversidad visual, pueden ser consultados en el siguiente cuadro.

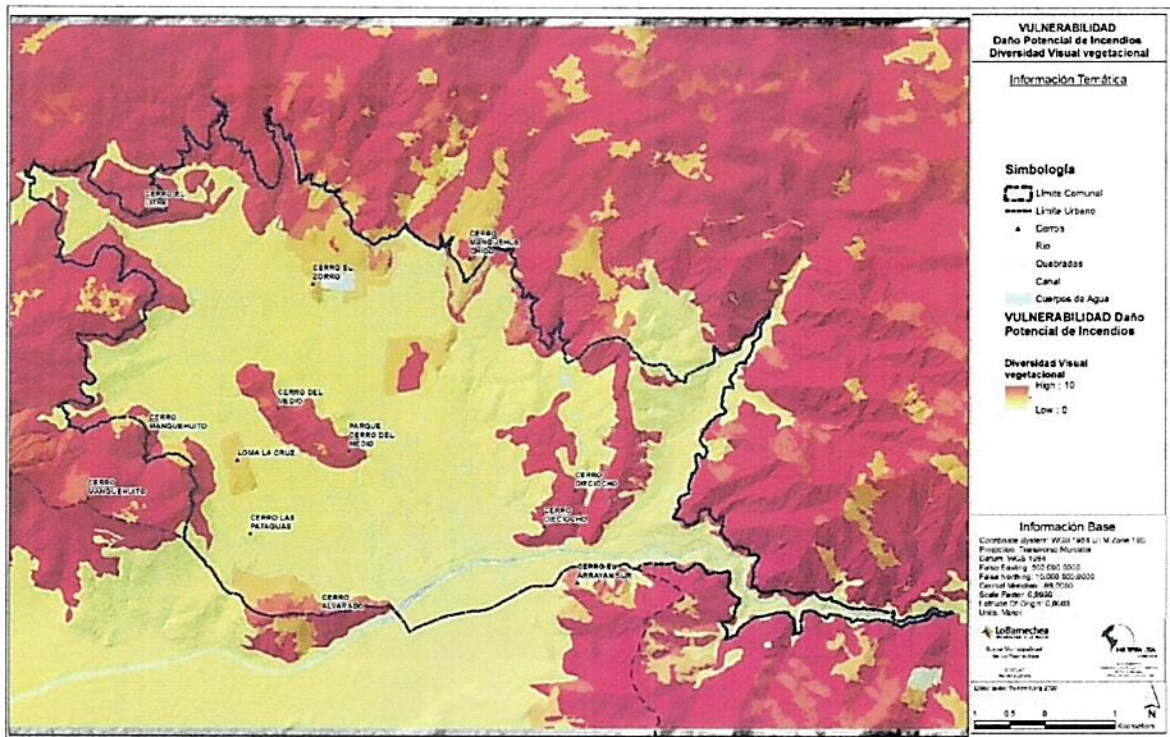
Cuadro 8-17 Asignación de Puntajes Normalizados para la Sub variable Diversidad Visual

Tipo Vegetacional	Especificación	Puntaje Normalizado
PRADERAS y VEGAS	Anuales	5
	Perennes	5
	Estepa andina central	5
MATORRAL-PRADERA	Semidenso	5
	Abierto	5
	Muy abierto	5
MATORRAL	Denso	8
	Semidenso	8
	Abierto	5
	Muy abierto	5
MATORRAL ARBORESCENTE	Denso	8
	Semidenso	8
	Abierto	5
	Muy abierto	5
MATORRAL SUCULENTAS	Denso	8
	Semidenso	8
	Abierto	5
	Muy abierto	5
PLANTACIONES	Plantación adulta	10
	Bosque exóticas asilvestrado	10
	Plantación Joven o Plantación recién Cosechada	8
B. NATIVO ADULTO	Denso	15
	Semidenso	15
BOSQUE NATIVO RENOVAL	Denso	10
	Semidenso	10
	Abierto y Muy Abierto	10
BOS.NAT.ADU-RENOV	Denso	15
	Semidenso	15
BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO	Denso	10
	Semidenso	10
	Abierto	10
	Muy abierto	10
B.NATIVO-PLANTAC	Semidenso	10
	Abierto	10
CASCOS URBANOS	Ciudades, pueblos, zonas industriales	3
TERRENOS DENUDADOS		0

Fuente: Modificado de Conaf 2010

El resultado de la aplicación de los puntajes del cuadro anterior, a la cobertura de vegetación, puede ser consultada en la siguiente ilustración

Ilustración 8-18 Vulnerabilidad por incendio - Diversidad visual vegetal



Fuente: Elaboración propia.

8.3.8 Cuerpos y cursos de agua

Se considera los cuerpos y cursos acuáticos superficiales de la comuna como una variable del paisaje y fuente de recreación, de relevancia ambiental y valorada por la sociedad.

A partir de la información contenida en las coberturas del levantamiento topográfico, requerido para el PRC en estudio, se puntuó esta variable, considerando las categorías de referencia presentadas por el estudio Conaf Ciren, citado anteriormente. Los cuales fueron adaptados a la realidad del contexto comunal en estudio y en especial a su entorno urbano. La asignación de puntajes normalizados para medir esta variable se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 8-18 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Agua

Cuerpo Acuático	Buffer	Puntaje Normalizado
Ríos	50	30
Arroyos y Quebradas	30	20
Embalses o tranques	10	10
Canales	5	5

Fuente: Modificado de Conaf 2010

Las áreas que pertenecen a alguna de las categorías mencionadas anteriormente, representadas mediante polígonos, fueron gestionadas en un sistema de información geográfica, adicionándole a cada una de ellas una franja de amortiguación, definida por una distancia en metros desde el borde o perímetro del área de conservación hacia fuera y cuya longitud dependió del puntaje normalizado, asignado a la categoría a la cual pertenece, reflejadas en el siguiente cuadro.

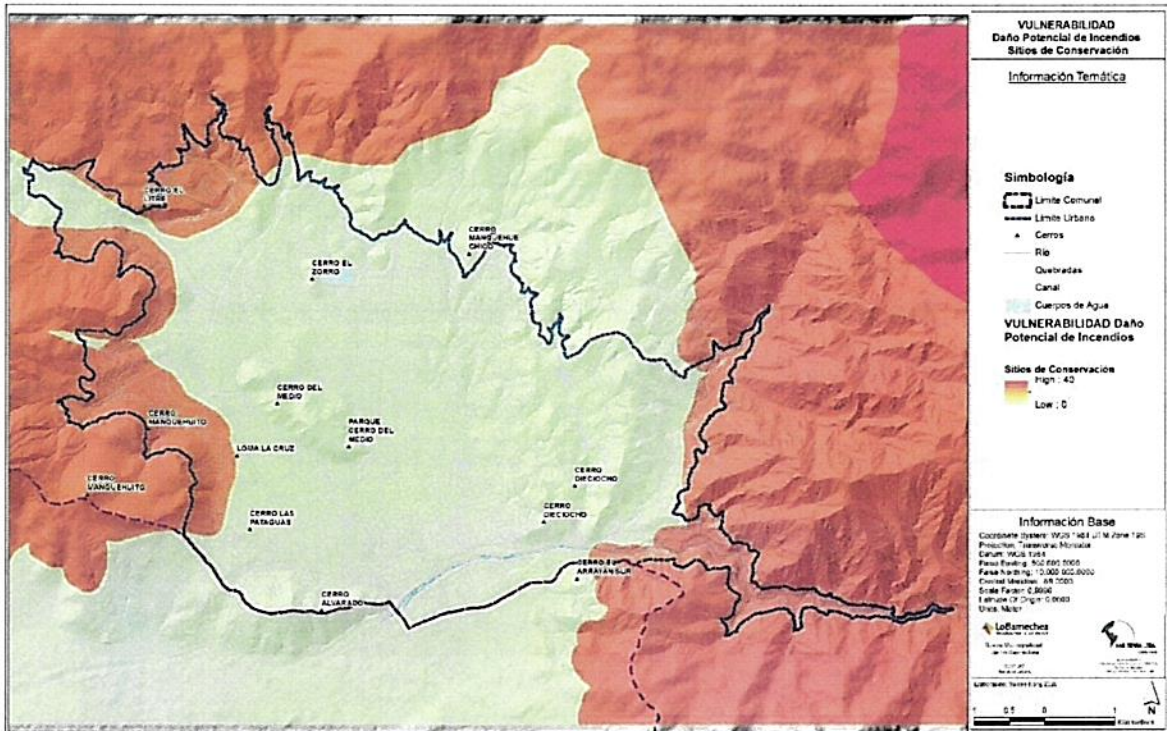
Cuadro 8-19 Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Conservación

Categoría de Conservación	Puntaje Normalizado	Franja de Amortiguación (m)
Santuario de la Naturaleza	40	300
Sitio de Interés	30	200

Fuente: Modificado de Conaf 2010

A partir de la asignación de los distanciamientos de las franjas de amortiguación y puntajes expresados en la tabla anterior, se elaboró la siguiente ilustración.

Ilustración 8-20 Vulnerabilidad por incendio - Variable Conservación



Fuente: Elaboración propia.

8.3.10 Mapa Vulnerabilidad integrado

Con la sumatoria de los puntajes parciales obtenidos en cada píxel, provenientes del análisis de todas las variables (Recursos Productivos, Captura de Carbono, Interfaz, Geomorfología, Vegetación, Agua y Conservación), se obtuvo el puntaje total, por celdilla. Véase el siguiente esquema.

El resultado de la sobre posición de las capas de información permite observar una alta concentración de áreas de mayor vulnerabilidad ante incendios, en las zonas de interfaz alrededor del área urbana. En especial hacia las laderas de cerros perimetrales o localizados al interior de la ciudad, concentrando su intensidad hacia el límite orientado al este del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea". El daño potencial está asociado a pérdidas principalmente, representadas por impactos sociales y donde también existe una mayor concentración de las variables analizadas como parte de este producto.

8.4 ZONAS DE RIESGO PRIORIZADAS

A partir de la integración de los resultados de los análisis de Amenaza, tanto por ocurrencia potencial de incendios como por propagación de los mismos y el resultado de la Vulnerabilidad por daño potencial de incendios, se obtuvo finalmente la cobertura o mapa integrado de Riesgo, el cual comprende la distribución de datos continuos en una gradiente desde los valores máximos a mínimos de cada pixel.

Como paso intermedio a la zonificación de riesgos, se generó un mapa priorizado de riesgo, el cual se compone de la cobertura del mapa integrado, la cual es categorizada en tres rangos, para definir así cuáles son las áreas de mayor a menor riesgo, conformando una "proto-zonificación", que sirve de guía o indicación preparatoria de la zonificación de riesgo por incendio.

Finalmente, a partir del producto mencionado en el párrafo anterior, se construyen las Zonas de Riesgo priorizadas en rangos. Esto acorde a las categorías priorizadas, pero utilizando polígonos homogéneos, que facilitan el proceso de toma de decisiones de planificación urbana. Estructura metodológica resumida en el siguiente esquema.

Esquema 8-11 Determinación zonas de riesgo



Fuente: Elaboración propia.

8.4.1 Mapa integrado de Riesgo

Se generó una cobertura de síntesis general, a través de un geo procesamiento de las coberturas finales de Amenaza (Propagación y daño) y Vulnerabilidad (véase el Esquema "Conceptos involucrados y su relación"), utilizando una operación aritmética entre las imágenes raster de Amenaza y Vulnerabilidad.

Esto de acuerdo con las definiciones de riesgo usualmente aceptadas (véase el punto MARCO CONCEPTUAL, del presente documento). Así la relación entre un suceso dañino y potenciales víctimas afectadas, proviene de una fórmula conocida, que identifica al evento agresor como la amenaza (A), y la susceptibilidad o tendencia

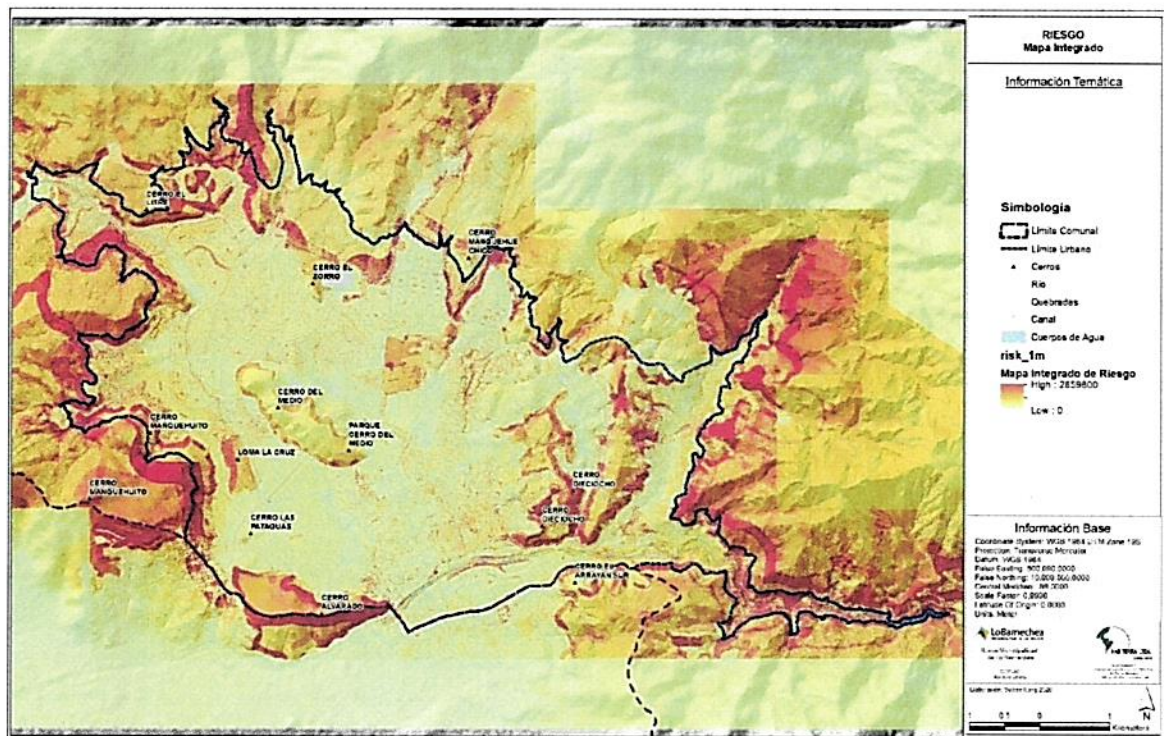
de la población a sufrir el impacto, es decir, la vulnerabilidad (V). De allí que se calcule el riesgo como: Riesgo= Amenaza x Vulnerabilidad²³.

En términos prácticos, la definición de zonas de riesgo se obtuvo, multiplicando la Amenaza por la Vulnerabilidad para cada uno de los píxeles o celdillas, con sus puntajes normalizados provenientes de las diferentes variables analizadas.

El resultado de esta operación permitió conocer la distribución priorizada de los sectores de mayor riesgo de incendio según los parámetros de referencia para el área de estudio y por lo tanto, los que demandan un mayor esfuerzo en el planteamiento de medidas tendientes para a prever este riesgo.

En la siguiente ilustración, se aprecia el resultado integrado de los puntajes y geometrías de las diversas coberturas y sus respectivos mapas jerarquizados. Justamente el valor de la multiplicación de los mapas corresponde a la cifra máxima expresada en el mapa integrado de riesgo (High: 2859800).

Ilustración 8-22 Mapa integrado de Riesgo



Fuente: Elaboración propia.

8.4.2 Categorías priorizadas de Riesgo

El proceso detallado en el párrafo anterior arrojó como resultado una gradiente continua, desde las áreas de menor a mayor riesgo para el área de estudio. Sin embargo, para comprometer un resultado funcional aplicable al instrumento de planificación, esta gradiente fue categorizada en tres niveles de prioridad de riesgo a partir

²³ Journal of Science and Research: Revista Ciencia E Investigacion, E-ISSN: 2528-8083, VOL. 2, NO. 6, ABRIL - JUNIO 2017, PP. 22-28

de cortes o rangos de puntajes totales por pixel. Esto permitió construir un mapa de prioridades, para el área de estudio.

El proceso de generación de niveles de prioridad, se realizó utilizando referencialmente cortes de clasificación de los datos. Aplicando una clasificación de clases de cortes naturales, para llegar a definir finalmente 3 clases o niveles capaces de representar cartográficamente de forma apropiada los datos de interés. Véase el siguiente cuadro.

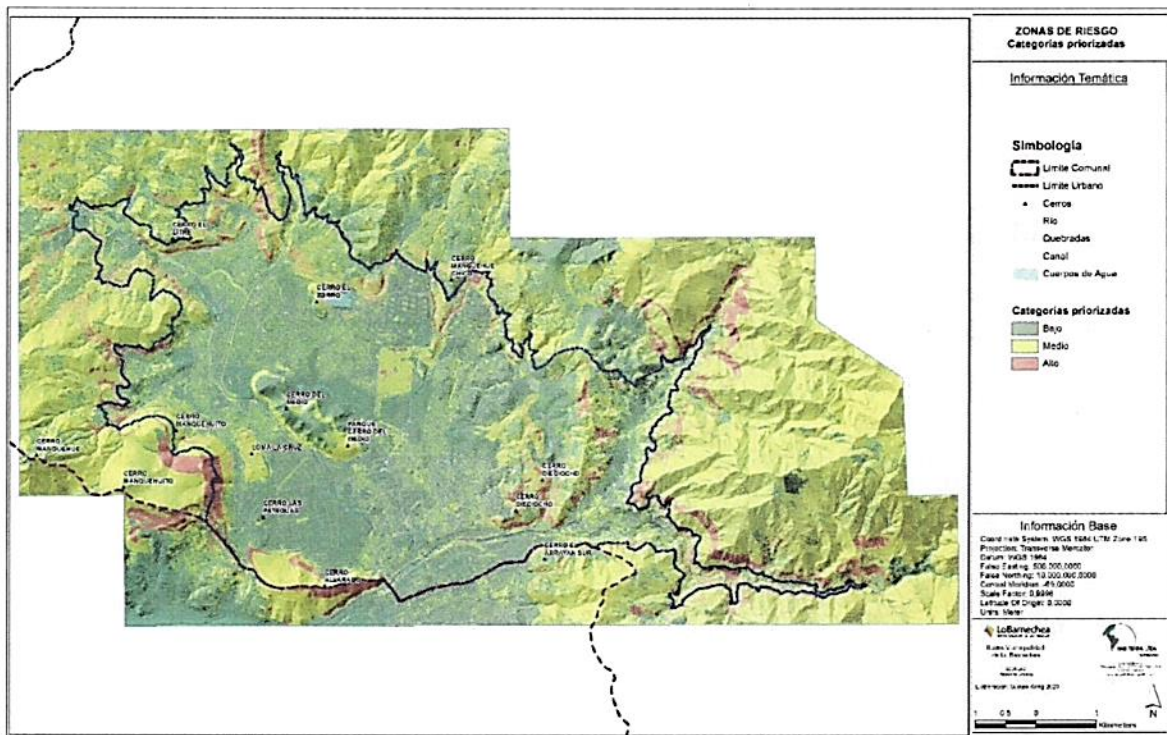
Cuadro 8-20 Rangos de puntaje para la definición de zonas de riesgo

Puntaje por pixel	Riesgo
0 - 200.000	Bajo
300.000 - 700.000	Medio
800.000 - 3.000.000	Alto

Fuente: Elaboración propia.

La expresión espacial de la clasificación de los datos, detallada anteriormente se expresa en la siguiente ilustración.

Ilustración 8-23 Categorías priorizadas de Riesgo



Fuente: Elaboración propia (2020).

Para el resto de las unidades reconocidas como de alto riesgo de incendio, su localización también juega un papel importante. Tal como se puede apreciar en la ilustración anterior, existe una tendencia en la presencia de riesgo alto en las laderas de los cerros que confinan el centro urbano. Su cercanía al centro urbano, incrementa el riesgo de incendios, considerando la cantidad de actividades y habitantes junto a las condiciones de pendiente y vegetación reinantes, lo que puede gatillar incendios con mayor facilidad que en su entorno.

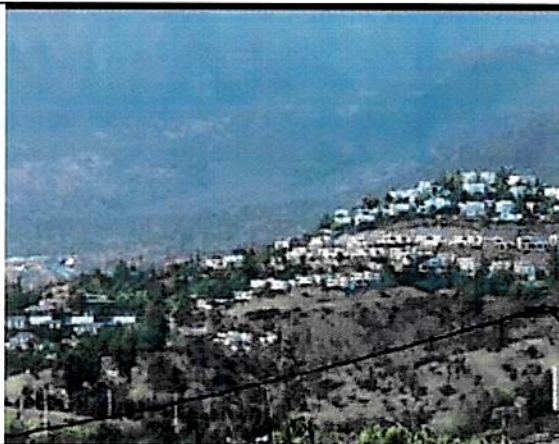

Esta situación presenta su máxima expresión desde el Cerro 18 y Cerro El Arrayan sur, hacia el oriente, donde un gran polígono asociado a una zona de riesgo alto de incendio, expresa la convección de varios factores que fueron expresados en este estudio. En especial la presencia de la capa vegetal, las laderas de pendientes agudas y la cercanía respecto a las áreas pobladas, expresada como el área de interface urbano – forestal, más crítica reconocida para el territorio en estudio.

Cuadro 8-21 Ejemplos de sectores de Alto Riesgo de Incendio²⁴

	<p>La conformación topográfica, junto a la materialidad y densidad habitacional presente en el sector de Cerro 18, imprimen al sector un alto riesgo de incendio.</p>
<p>El esquema adjunto (G. Rivera 2017²⁵), grafica el efecto de rápida dispersión de incendios en áreas de fuerte pendientes y presencia vegetal. Donde frecuentemente la accesibilidad de servicios de emergencia como bomberos, suele tener más dificultad que en sectores de menor pendiente, vías de mayor ancho y accesibilidad.</p>	
	<p>La adyacencia entre masa vegetal y material combustible de las construcciones, como la presentada en la fotografía adjunta, tomada en el sector cercano a la cumbre del Cerro 18. Facilita una rápida dispersión del fuego. Dificultando el paso de equipo de emergencias para sofocar incendios.</p>

²⁴ Fotografías elaboradas por Suikee Kong 2020

²⁵ Proyecto de Título Gestión del riesgo ante incendio en zona de interfaz urbano - forestal., Escuela de Arquitectura de Paisaje Universidad Central. Profesor Guía Suikee Kong 2017

<p>La presencia de conjuntos de viviendas en situación de riesgo de incendio, no es exclusiva del Cerro 18 y guardando las proporciones, puede afectar a viviendas situadas en otros cerros de la comuna de Lo Barnechea.</p> <p>La materialidad de las viviendas, su densidad y accesibilidad vehicular en este caso, entre otros aspectos, probablemente permitan un control más efectivo ante siniestros por incendio. Aun así, su condición geográfica e interacción con masas combustible vegetales imprime un alto riesgo ante incendios.</p>	
	<p>En las áreas cercanas a la ruta hacia el Arrayan, se aprecian varias situaciones en las cuales la presencia de material combustible adyacente a las edificaciones y la continuidad de este material entre vegetación nativa y ornamental de las propias viviendas, conforman un continuo que facilita la dispersión de incendios.</p> <p>Esto junto a la localización de este tipo de situaciones, que presenta un grado de accesibilidad menor que en las áreas llanas de la ciudad, lo que puede dificultar el acceso de equipos de emergencia ante incendios</p>
<p>También camino al Arrayan, se distinguen plantaciones forestales, intercaladas con formaciones de bosque nativo y densas arborizaciones al interior de los predios privados que, en su conjunto, dificultan proceso de control de incendio y constituyen junto a los ejemplos presentados anteriormente parte de las zonas de mayor riesgo de incendios identificadas en el presente estudio.</p>	

Fuente: Elaboración propia (2020)

8.4.5 Contraste con Zonas del Plan

El producto final recién presentado, conforma un insumo importante al proceso de planificación urbana, en especial para evitar la definición de zonas de uso habitacional o de otro tipo que comprometan la seguridad de personas, infraestructura o equipamiento comunal.

Se ha seleccionado la zona de Riesgo Alto, de incendio, como la condicionante a utilizar en el proceso de elaboración del PRC, sin embargo, se recomienda tener a la vista el uso con precaución de las zonas de nivel de Riesgo Medio, toda vez que pueden conformar sitios afectos a incendios con mayor facilidad que el resto del territorio.

Finalmente se recomienda el contraste de las zonas propuestas con el PRC para verificar su coherencia con los resultados del presente estudio, sin desechar los productos intermedios generados para la obtención de las zonas de riesgo final, ya que permiten identificar con claridad sectores que se diluyen en esta zonificación homogénea.

9 RECOMENDACIONES

Si bien el modelo, no consideró la presencia de áreas de acopio de combustibles, en especial de hidrocarburos, al interior de la ciudad. Se recomienda integrar como parte de la ordenanza del plan, indicaciones respecto a zonas donde se emplacen o acopien productos inflamables o susceptibles de generar incendios, de conformidad a las normas legales y reglamentarias de los organismos competentes tales como el DFL N° 323, "Ley de Servicios de Gas"; decreto N.º 29 y expendio de Gas Licuado"; decreto N° 90, del "Reglamento de Seguridad para el almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público, de Combustibles Líquidos derivados del Petróleo".

Por otra parte, se reporta como antecedente para los lineamientos de estructuración urbana, que en términos generales las urbanizaciones dispersas, comprometen servicios e infraestructura asociadas a la vialidad, alcantarillas, y protección contra los incendios más costosas, que en el caso de estructuras urbanas centralizadas²⁶

Según los antecedentes de ocurrencia de incendios a nivel mundial, se manifiesta que en condiciones ambientales como la presencia de vientos fuertes, alta temperatura y baja humedad relativa, junto a una base de combustible, y fuentes de ignición (especialmente asociadas a la acción humana) este combustible arderá. Por lo tanto, la mejor forma de prevenir grandes incendios es actuar sobre el combustible, principalmente su eliminación y control de su expansión.²⁷ Al respecto, cabe mencionar que el material combustible localizado en las cercanías de áreas urbanas, aumenta la posibilidad de incendios²⁸.

Las recomendaciones especializadas respecto a este tema, coinciden en que el principal enfoque para la reducción la ocurrencia e impacto de incendios forestales en la interfaz urbano-rural debe comprender medidas preventivas, como la reducción del combustible disponible en una zona de interfaz.

Existe una relación directa entre plantaciones forestales y viviendas afectadas por incendios, estas en términos generales "deberían estar excluidas del crecimiento urbano". Otras medidas de gestión comprenden el generar cortafuegos, la fragmentación de áreas combustibles como plantaciones de bosques, políticas de manejo de paisaje e incluso intervención en la materialidad de las viviendas expuestas al peligro.²⁹

²⁶ Crecimiento urbano desordenado, causas y consecuencias. CREI, Centre de Recerca en Economia Internacional, 2008

²⁷ Los incendios en zonas de interface urbano forestal. la integración de nuevos elementos en el diseño de la prevención. Scripta Nova Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98 Vol. XIV, núm. 331 (60), 2010

²⁸ Castillo, M; Garfias, R; Julio, G; Correa, L. Incendios forestales en Chile. Análisis general de riesgos. Capítulo Libro 'Riscos: Naturais, Antrópicos e Mistos'. Faculdade de Letras. Pp.639-650. ISBN 978-989-96810-1-9.; p667-678. Universidade de Coimbra. Portugal. 2013

²⁹ Entrevista en <https://www.publimetro.cl/c/noticias/2020/01/20/sequia-cambio-climatico-mala-planificacion-urbana-estudio-determino-tres-millones-chilenos-viven-zonas-alto-riesgo-incendios-forestales.html>

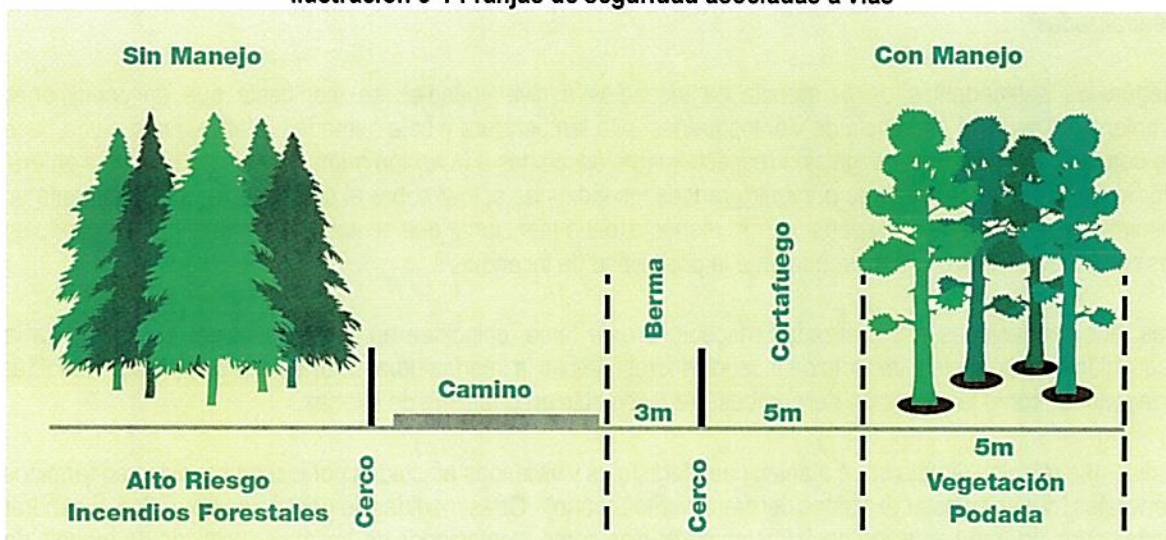
Esta práctica, unida al establecimiento de una franja de protección de ancho variable, constituye un manejo apropiado para reducir los riesgos de ocurrencia de incendios. Estas franjas, como se expresa en el documento de trabajo 567 de CONAF (Op. Cit), también denominadas como cortafuegos pueden ser naturales como ríos, esteros, afloramientos rocosos, etc. o bien artificiales, y pueden ser construidos antes o durante un incendio, o ser utilizados para también para otros fines, como por ejemplo un camino.

Para los caminos principales se recomienda implementar, a ambos lados, tres franjas de seguridad. La primera entre la carpeta de rodado y el cerco, con una franja, de a lo menos 3 metros de ancho, libre de todo material combustible, la segunda entre el cerco divisorio y la vegetación mayor, arbustos y/o árboles, con una franja cortafuego de a lo menos 5 metros, en la cual se mantenga permanentemente manejado el estrato herbáceo. Ahora si el bosque es de coníferas y existe una importante continuidad horizontal y vertical de vegetación seca, se deberá agregar una franja final de a lo menos 5 metros de ancho, en la que la vegetación debe ser podada y el material residual extraído.

En el caso de caminos secundarios y considerando que, en general, estas vías no poseen bermas laterales, lo ideal es habilitar una franja cortafuego entre el cerco divisorio y la masa boscosa, de a lo menos 6 metros de ancho, manteniendo el suelo con un estrato herbáceo con especies ignífugas. Al igual que en el caso anterior, si el bosque es de coníferas, se deberá agregar 5 metros de franja libre de vegetación.

En la siguiente ilustración se presenta un esquema con los distanciamientos recomendados, respecto al manejo forestal.

Ilustración 9-1 Franjas de seguridad asociadas a vías



Fuente: Documento de trabajo 451 Conaf 2006 (Op. Cit)

En el Documento de trabajo 451 del Departamento Manejo del Fuego, se recomienda que si el terreno posee pendiente deberán ampliarse y reforzarse las medidas señaladas en la ilustración anterior.

En el "Manual Medidas Prediales de Protección de Incendios Forestales"³⁰ Conaf 2006 se indica que, para asegurar la protección de nuestros paisajes contra los incendios forestales, CONAF realiza una serie de acciones asignadas por el Decreto Supremo 733/1982, del Ministerio del Interior, las que pueden ser complementadas por la comunidad a través de su participación, especialmente en actividades destinadas a

³⁰ Documento de trabajo 451 del Departamento Manejo del Fuego

evitar que ocurra un incendio forestal y a que el daño sea el menor posible. Sin embargo, este y otros manuales consultados, poseen solamente un carácter indicativo, con el fin de apoyar la protección ante incendios forestales y no definen fajas normadas, a excepción de aquellas asociadas a tendidos eléctricos aéreos de alta tensión.

En un plan integrado de Protección contra incendios forestales de la Corporación Nacional Forestal, junto a la Universidad de Chile³¹, se expresan una serie de medidas desarrolladas en 5 líneas de acción, presentadas a continuación:

- La inclusión de la población a las labores de manejo de la vegetación combustible.
- Concentración de labores de limpieza en áreas periféricas
- Construcción de cortafuegos perimetrales con maquinaria pesada
- Poda, desbroce y despeje manual a base de cuadrillas del Municipio
- Adaptación de barreras cortafuegos en combinación con fines estéticos y paisajísticos.

En relación a las fajas de restricción, un análisis de los casos de instrumentos de planificación que han planteado dicha solución en general carece de sustento legal. Uno de los ejemplos donde se ha aplicado un criterio respecto a incendios, corresponde al Artículo 27 del Plan Regulador Comunal de Victoria, que establece una zona ZC-1 Zona de Uso Condicionado, la que, de acuerdo al informe técnico elaborado por la Unidad de Gestión de Manejo del Fuego de la Corporación Nacional Forestal, corresponde a un área restringida para el desarrollo urbano, de las que trata el artículo 2.1.17. de la OGUC.

La Contraloría General de la República, en su "Manual práctico de jurisprudencia administrativa sobre planes reguladores comunales, intercomunales y metropolitanos, y regionales de desarrollo urbano"³², no objetó la zona en sí misma, más bien observó que su regulación se ajuste a dicho precepto de la OGUC, solicitando que se integre como "Condiciones Especiales" que dicha Zona ZC-1 "En caso de que la situación que dio origen a la restricción, incendios forestales se elimine, entonces se regirá por la normativa de la zona Z-3". Sin embargo, no se menciona los temas de fajas restrictivas asociadas a incendio forestales.

Es de esperar que la "Comisión Nacional de Reducción de Riesgo de Desastres y Reconstrucción del Minvu"³³ comprometa normativas claras para la aplicación de medidas contra incendios en zonas incluidas dentro del accionar de un Instrumento de Planificación Territorial.

Se recomienda incorporación de estos resultados a la documentación del informe ambiental de la EAE, y la memoria del plan atendiendo a lo establecido en la DDU 269 y la propia seguridad de la población, como parte de la información comunal, así como parte de los criterios de seguridad disponibles para la ciudadanía, a la hora de solicitar información relativa a su territorio.

³¹ Acciones para la disminución del peligro por propagación del fuego En https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Congressos/Apresentacoes_IICI_VIENR/Miguel_Castillo_S_ACCIONES_PARA_LA_DISMINUCION_D_EL_PELIGRO_DE_INCENDIOS_FLORESTALES_EN_AREAS_DE_I.pdf

³² <https://www.contraloria.cl/documents/451102/1931197/MANUAL-I+DEFINITIVO.pdf/0c236c50-7d37-4c36-8754-19dfbf524efe>

³³ En el plan específico de emergencias por variable de incendios forestales "ACCEFOR 2017-2018". Resolución Exenta n° 8083 / Valparaíso, 22 de Diciembre de 2017 No se menciona el rol del MINVU. Si aspectos asociados a la planificación territorial a excepción de polígonos de riesgo definidos por CONAF, para las provincias de Valparaíso, Marga y San Antonio

10 CONCLUSIONES

Como conclusión del presente ejercicio y antecedentes reportados, se puede establecer que el territorio en estudio presenta, respecto a la Región Metropolitana, un bajo número de incidencia de incendios forestales y de interface urbana.

Como resultado final de la compilación de 17 de coberturas individuales, cada una de ellas con su asignación de puntajes, se obtuvo un mapa de riesgo. Proceso que permitió identificar las zonas del con mayor afectación potencial de incendios, gran parte de las cuales se localizan en el entorno cercano del "Área Urbana Sector Valle de Lo Barnechea".

Los resultados de la modelación de las capas de información, evidencian una concentración de la ocurrencia o riesgo potencial de incendios en los sectores periféricos del núcleo urbano, como asimismo en las vecindades de las principales vías de comunicación, en especial hacia la vertiente oriental de la comuna.

El examen de los diversos resultados del presente estudio y su contraste con imágenes satelitales, ha permitido apreciar que en muchas ocasiones existen agrupaciones de viviendas pres existentes, localizadas en laderas de cerros afectos a riesgo alto de incendio.

Situación compleja, toda vez que los mayores incendios a nivel nacional convergen en la combinación de viviendas localizadas en laderas o topografía abrupta, con matorral o bosque nativo de densidades medias a abiertas. Lo que coincide con situaciones, presentes al interior o en las inmediaciones del área urbana. Casos en los cuales se recomienda congelar su crecimiento o plantear medidas complementarias, tendientes a minimizar la exposición de la población y sus instalaciones ante el riesgo de incendios.

Si bien, como ha sido expresado anteriormente la cantidad y superficie de incendio en la comuna de Lo Barnechea, históricamente no comprometen grandes cuantías, se debe tener en cuenta una tendencia en el incremento de los incendios en sectores habitacionales de la interfaz urbano-forestal, en especial para sectores de quebradas y laderas de cerros, generando pérdidas e impactos de gran cuantía a las personas, viviendas, equipamiento urbano y medio ambiente.

De las recomendaciones planteadas, gran parte de ellas apuntan a la definición de fajas en las cuales se suprima el material combustible, que permitan evitar el desenvolvimiento y dispersión de incendios o la propia generación de los mismos. Esto debiera ser apoyado idealmente de un proceso de educación ciudadana, lo que conforma un eje fundamental de medidas preventivas.

Se reconoce que los resultados expuestos comprenden un ejercicio de modelación espacial matemática puntual, lo cual permite prever una tendencia potencial del fenómeno de incendios, pero de ningún modo la certeza de su comportamiento en el territorio. Por cuanto el riesgo de incendio presenta dinámicas que varían fuertemente en el tiempo y lugar. Las que dependen fundamentalmente de las acciones de sus visitantes o población residente, y que aún con la concreción de las medidas recomendadas u otras complementarias, el riesgo no puede ser reducido a cero, debido a que irremisiblemente compromete el comportamiento de las personas, en términos de comportamiento colectivo o individual.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Determinación de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales en la Región de Valparaíso" Documento de Trabajo N° 555, CONAF 2010
- Memorias del Cuarto Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Cambio Climático e Incendios Forestales
- https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_qtr245/es/psw_qtr245_es.pdf
- Propuesta de diseño de un sistema de torres de detección de incendios forestales: aplicación a la región Metropolitana de Chile central https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002014000300014
- Documento de trabajo 451 del Departamento Manejo del Fuego Conaf 2006
- Acciones para la disminución del peligro por propagación del fuego En https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Congressos/Apresentacoes_IICI_VIENR/Miguel_Castillo_S_ACCIONES_PARA_LA_DISMINUCION_DEL_PELIGRO_DE_INCENDIOS_FLORESTALES_EN_AREAS_DE_I.pdf
- <https://www.contraloria.cl/documents/451102/1931197/MANUAL-I+DEFINITIVO.pdf/0c236c50-7d37-4c36-8754-19dfbf524efe>
- Conceptos y herramientas prácticas para un Manual de Reducción de Riesgo de Desastre en Chile 2017 Pablo Camus, Federico Arenas y Francisco Mendoza. Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN), CONICYT/ FONDAP/15110017
- Federico Arenas, Rodrigo Hidalgo y Marcelo Lagos: Los riesgos naturales en la planificación territorial. Centro de Políticas Públicas Universidad Católica, Año 5, N°39, 2010. En CIGIDEN 2017 Op. Cit.
- Decreto 1512: 18-FEB-2017 MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA <http://bcn.cl/20ng6>
- Manual con Medidas para la Prevención de Incendios Forestales Región Metropolitana. Departamento de Manejo del Fuego. Documento de Trabajo 568" de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) 2011
- Vulnerabilidad y daño potencial ocasionado por incendios en áreas de interfaz urbano-forestal, Provincia de Valparaíso. Chile Central. M. Castillo Et Al. 2010
- Recent wildfires in Central Chile: Detecting links between burned areas and population exposure in the wildland urban interface P. Sarricolea et al 2020. Science of the Total Environment 706 (2020) 135894
- En: Desarrollo de un modelo para el análisis de vulnerabilidades. Caso de estudio Amazon Echo. Otilia Guzmán 2018 Proy Título Universidad Internacional SEK
- Strategic GIS planning and management in local government / David A. Holdstock. 2017 by Taylor & Francis Group, LLC International Standard Book Number-13: 978-1-4665-5650-8 (Hardback)
- Ubeda y Sarricolea 2016; Curt y Frejaville 2018 en Science of the Total Environment 706 (2020)
- Stewart, S.I., Radeloff, V.C., Hammer, R.B., Hawbaker, T.J., 2007. Defining the wildland–urban interface. J. For. 105 (4), 201–207.
- Journal of Science and Research: Revista Ciencia E Investigacion, E-ISSN: 2528-8083, VOL. 2, NO. 6, ABRIL - JUNIO 2017, PP. 22-28
- Los incendios en zonas de interface urbano forestal. la integración de nuevos elementos en el diseño de la prevención. Scripta Nova Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98 Vol. XIV, núm. 331 (60), 2010
- Castillo, M; Garfias, R; Julio, G; Correa, L. Incendios forestales en Chile. Análisis general de riesgos. Capítulo Libro 'Riscos: Naturais, Antrópicos e Mistos'. Faculdade de Letras. Pp.639-650. ISBN 978-989-96810-1-9.; p667-678. Universidade de Coimbra. Portugal. 2013

