



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**Facultad de Arquitectura y Urbanismo**  
**Escuela de Pregrado**  
**Carrera de Geografía**

**PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE BRIGADAS DE COMBATE DE CONAF  
PARA OPTIMIZAR TIEMPOS DE RESPUESTA A INCENDIOS FORESTALES  
EN LA REGIÓN METROPOLITANA. (2018-2019).**

Memoria para optar al título profesional de Geógrafa.

KASSANDRA MONZERRAT SAGREDO FIGUEROA.

Profesor guía: Dr. José Marcelo Bravo Sánchez.

SANTIAGO – CHILE.

2020



*A quienes han creído en mí...*



## Agradecimientos

Escribir este apartado después de tanto tiempo me genera una profunda nostalgia, el camino ha sido largo y muchas personas vienen a mi corazón en la culminación de este proceso, el cual dada su prolongada dilatación, siento necesario mencionar brevemente...

Era octubre de 2016 y presentaba mi primer anteproyecto sobre inversión en salud, esos meses había encontrado la oportunidad de trabajar unas horas a la semana en un Servicio de Salud. Sin embargo, las reiteradas conversaciones con profesionales del área, me hicieron consciente que el aporte de la Geografía en esta área era incipiente, pero muy relevante, mi motivación y curiosidad me llevaron a dejar atrás el tema tan macro, surgiendo el interés por abordar la salud desde otra perspectiva, las personas, presentando un nuevo anteproyecto en mayo de 2017 sobre determinantes sociales en salud mental. Durante ese año, el avance fue mínimo, estaba trabajando y descubrí mi gusto por la bicicleta, muchacha compañera de aventuras que me ha traído gran felicidad.

Los meses volaron y llegué a 2018, con desesperación por no avanzar, quedar sin trabajo, retomé lo que había dejado. Sin embargo, una serie de situaciones me provocaron una gran inestabilidad; la muerte de mi abuela Nelly, mujer de campo, la que nos cuidó a todos, guerrera, una mezcla de dureza y cariño único, dejaba este mundo con una agonía larga y dolorosa. Su partida fue un caos, la casa de siempre, lugar de encuentro y refugio ya no estaba, junto con ello vino la separación inesperada de mi familia, una turbulencia en mi vida, me arranqué de mis responsabilidades y no volví a retomar mi tesis hasta diciembre de 2018.

Sin embargo, si bien salud mental era un tema interesante y necesario, me encontré con la barrera de la sensibilidad de los datos, y desmotivada, desistí. En enero de 2019 entré a CONAF, a la Central de Coordinación y Operaciones de la RM (CENCOR), dada la insistencia de mis compañeros y mis ganas de terminar la carrera, para aspirar a mejores oportunidades laborales, le propuse al profesor Marcelo el tercer anteproyecto en abril de 2019 sobre respuesta de brigadas forestales, que dio lugar a esta memoria de título.

Quizás, todo lo anterior fue una excusa para no hacer lo que debía hacer, hoy con más calma y la convicción de lo importante de cerrar ciclos para avanzar, quiero agradecer en primera instancia a mis padres, Elsa y José Luis, por darme la oportunidad de estudiar lo que quería y brindarme todas las herramientas para finalizar esta etapa, en especial a mi mamá, por siempre darle alas a mis ideas y sueños, por su compasión ante mis dudas, por el abrazo cálido ante la incertidumbre, por creer en mí, gracias por tu amor infinito. También a mi hermano menor, por su paciencia en mis momentos de ansiedad, siempre sus abrazos son luz en mi vida.

Agradezco a mi profesor guía, Dr. José Marcelo Bravo, el profe Panda, por su gran disposición en estos casi cuatro años, desde que presenté mi primer anteproyecto, hasta ahora, el fin de mi tercer tema de tesis, por su vocación de motivarme a más, recordarme lo bonita que es la Geografía, y su comprensión ante las vicisitudes que he tenido en este proceso, su apoyo ha sido invaluable y es una inspiración. Gracias, por acompañarme en todo este proceso.



A mis compañeras y compañero, Beatriz Seguel, Catherine Jiménez y Alexis Urzúa, por apoyarme, recordarme que se puede y hacer de los años de carrera algo tan especial, junto a tantos otros como Pamela, Yanko, Amy, Camila, Cesar, Sofía y Deya.

A mis amigos de CONAF, Carlos Gómez e Ian Saavedra, por creer en mis capacidades, cuando yo veía todo tan oscuro. A Marce, José, Rodrigo, Ricky, Felipe, Claudio, Don Humbert y Don Jorge, por cada día insistir en que todo el proceso estaba en mi voluntad.

A mis amigas de años, Belén Silva y Soledad Ahumada, por las conversaciones, cervezas, crisis existenciales y el aliento de que a veces lo planeado no es lo que sucede y siempre se avanza, se crece y gana, su compañía es un regalo en mi vida, gracias por estar y ser mujeres tan inspiradoras.

A mi familia, en especial a mis primas y primos; Thyare, Chris, Marcia, Karla, Panchi y Jose, por darme risas, apoyo y entregarme con cariño sus conocimientos de la vida.

A tantas personas, que han sido luz en mi camino, a Felipe A. por su frase “no pasa nada”, que recuerdo con frecuencia y ha calmado mi ansiedad en este proceso. A todos aquellos, que insistieron en lo importante de cerrar etapas, por sus palabras de aliento en cada momento que compartimos; Danilo Ríos, Cote, Ale, Felipe R., Manuel, Juan Pablo, Seba, Naty, Felipe Z., el caballero Rafa y tantos otros, gracias.

Y porque no decirlo, agradecer la oportunidad que este escenario de pandemia me ha dado, porque a pesar de la distancia, el encierro y la tristeza que envuelve este crudo momento de nuestra historia, me ha dado el tiempo de sentarme y finalmente decir: “terminé mi memoria”, y sentir que el mundo se abre completamente, porque para mí el cierre de esta etapa es la fuerza y convicción de querer aprender y entregar más.

A todos, gracias por creer en mí.



## Resumen

Los incendios forestales constituyen una problemática nacional en cada temporada estival, por lo que se requieren esfuerzos para disminuir sus daños y efectos a escalas espaciales y temporales. Al respecto, conocer los tiempos de respuesta de las brigadas forestales terrestres CONAF de la temporada 2018-2019, favorece a la acción de despacho de las unidades y el tiempo de control del desastre en su etapa inicial. Para esto, la presente investigación, se divide en tres etapas a través del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG); caracterizar la ocurrencia histórica en el quinquenio 2013-2018, la red vial, áreas de conservación y centros poblados de la Región Metropolitana, determinar la cobertura espacial por cada localización de brigada, junto a un consolidado a escala de provincia y región, y finalmente, identificar su área de influencia a zonas de riesgo. En los resultados, se expone que existen territorios de la región con disponibilidad de caminos, que carecen de una respuesta menor a 30 minutos, impulsando la reevaluación en la toma de decisiones para la distribución espacial de brigadas, buscando optimizar la planificación en el combate de incendios forestales en la zona central de Chile.

**Palabras clave:** Incendio forestal, brigadas forestales, localización, tiempo de respuesta, despacho, cobertura espacial, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y toma de decisiones.



## Índice de Contenidos

Agradecimientos .....	2
Resumen .....	4
Índice de Contenidos .....	5
Índice de Ilustraciones.....	7
Índice de Gráficos .....	7
Índice de Tablas .....	8
Índice de Cartografías .....	10
Índice de Ecuaciones.....	11
Índice de Anexos.....	12
CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.....	13
1. Introducción.....	14
1.1. Planteamiento del Problema.....	17
1.2. Objetivos.....	20
1.3. Preguntas de Investigación.....	21
1.4. Área de estudio.....	22
1.4.1 Antecedentes Generales.....	22
1.4.3 Aspectos físicos.....	23
1.4.4 Zonas de Conservación.....	28
1.4.5 Usos de Suelo.....	33
1.4.2 Red vial de la Región Metropolitana.....	35
1.4.6 Zonas pobladas.....	36
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	39
2 PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	40
2.1 Antecedentes teóricos.....	40
2.1.1 Variables de origen y comportamiento de los incendios forestales.....	40
2.1.2 Daños y efectos de los incendios forestales.....	42
2.1.3 Causas de incendios forestales en Chile.....	43
2.1.4 Combate de incendios forestales en Chile.....	44
2.1.5 Dimensión geográfica de los incendios forestales.....	47
2.1.6 La investigación geográfica en incendios forestales.....	50
2.1.7 Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Chile para incendios forestales.....	51



2.1.8	Incendios forestales como desastres sacionaturales.....	53
2.1.9	Análisis de redes viales .....	58
2.2	Antecedentes legales.....	59
2.3	Antecedentes conceptuales.....	61
2.3.1	Manejo del fuego.....	62
2.3.2	Conceptos geográficos.....	62
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....		66
3	PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	67
3.1	Espacialización de datos.....	68
3.1.1	Recursos de Combate CONAF temporada 2018 -2019.....	69
3.1.2	Ocurrencia histórica: incendios forestales quinquenio 2013-2018.....	70
3.1.3	Red Vial Región Metropolitana.....	72
3.1.4	Zonas de conservación.....	73
3.1.5	Zonas pobladas.....	73
3.2	Indicadores de cobertura.....	74
3.2.1	Tiempo promedio de respuesta a combate 2018 – 2019.....	75
3.2.2	Áreas de influencia.....	76
3.3	Cobertura de zonas prioritarias.....	78
3.3.1	Cobertura a zonas de riesgo de incendio forestal.....	79
3.4	Limitaciones.....	80
3.5	Motivaciones.....	82
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		83
4.	Espacialización de los datos.....	84
4.1	Recursos de Combate CONAF.....	84
4.1.1	Ocurrencia de incendios forestales 2013 – 2018.....	87
4.1.2	Red Vial Región Metropolitana .....	96
4.1.3	Zonas de conservación .....	97
4.1.4	Zonas Pobladas.....	99
4.2	Indicadores de cobertura .....	101
4.2.1	Tiempo promedio de respuesta a combate 2018 – 2019.....	101
4.2.2	Áreas de Influencia.....	104
4.3	Cobertura a zonas de riesgo.....	145



4.3.1	Localización de ocurrencia.....	145
4.3.2	Zonas vulnerables.....	147
4.3.3	Zonas de exposición.....	149
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		151
5.	Discusión Bibliográfica y Conclusiones.....	152
5.1	Discusión Bibliográfica.....	152
5.2	Conclusiones.....	155
BIBLIOGRAFÍA.....		158
ANEXOS.....		166

### **Índice de Ilustraciones**

Ilustración 1:	Triángulo del fuego.....	41
Ilustración 2:	Comportamiento del fuego.....	42
Ilustración 3:	Etapas generales previas al combate de incendios forestales.....	44
Ilustración 4:	Síntesis planteamiento metodológico.....	67
Ilustración 5:	Síntesis metodológica etapa 1.....	68
Ilustración 6:	Síntesis metodológica etapa 2.....	75
Ilustración 7:	Síntesis metodológica etapa 3.....	79

### **Índice de Gráficos**

Gráfico 1:	Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, Región Metropolitana.....	88
Gráfico 2:	Incendios forestales y superficie quemada por temporada del quinquenio, Región Metropolitana.....	89
Gráfico 3:	Incendios forestales y superficie quemada por provincia en cada temporada del quinquenio, Región Metropolitana.....	90
Gráfico 4:	Medios de aviso de Incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana.....	90
Gráfico 5:	Inicio cercano en incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana.....	91
Gráfico 6:	Principales causas generales de incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana.....	91



Gráfico 7: Principales causas específicas de incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana. .... 92

Gráfico 8: Número de incendios por rango de superficie afectada en 2013-2018, Región Metropolitana. .... 93

Gráfico 9: Recurso de primer ataque incendios forestales 2018-2019, Región Metropolitana. .... 102

Gráfico 10: Tiempos de arribo a combate de incendios forestales 2018 – 2019. RM. .... 103

### **Índice de Tablas**

Tabla 1: Áreas Protegidas 2019, Región Metropolitana ..... 29

Tabla 2: Registro de Iniciativas de Conservación Privadas (ICP) Región Metropolitana ..... 32

Tabla 3: Superficie Región Metropolitana por tipo de uso de suelo ..... 33

Tabla 4: Superficie de plantaciones forestales por provincia y comuna. .... 34

Tabla 5: Características generales de la Red Vial RM 2018 ..... 35

Tabla 6: Daños y efectos provocados por un incendio forestal. .... 43

Tabla 7: Criterios de despacho CENCOR. .... 46

Tabla 8: Tipos de brigadas CONAF, Región Metropolitana, temporada 2018-2019. .... 69

Tabla 9: Atributos de los incendios forestales de la Región Metropolitana 2013-2018. .... 71

Tabla 10: Zonas de conservación utilizadas para el estudio. .... 73

Tabla 11: Criterios de prioridad en el combate de incendios forestales. .... 74

Tabla 12: Velocidad de desplazamiento por tipo de camino. .... 77

Tabla 13: Componentes del Riesgo de incendios forestales. .... 80

Tabla 14: Brigadas forestales Región Metropolitana, 2018-2019. .... 84

Tabla 15: Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, Región Metropolitana. .... 87

Tabla 16: Incendio forestales 2013 – 2018 en zonas de prioritarias de protección. .... 99

Tabla 17: Tiempos de arribo a combate de incendios forestales 2018 – 2019. RM. .... 102

Tabla 18: Incendios forestales sobre 50 hectáreas de afectación 2018 – 2019. RM. .... 103

Tabla 19: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-2. .... 106



Tabla 20: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-2. ....	107
Tabla 21: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-3.....	108
Tabla 22: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-3. ....	109
Tabla 23: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-4.....	110
Tabla 24: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-4. ....	111
Tabla 25: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-5.....	112
Tabla 26: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-5. ....	113
Tabla 27: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-6.....	114
Tabla 28: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-6. ....	115
Tabla 29: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-7.....	117
Tabla 30: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-7. ....	117
Tabla 31: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-8.....	119
Tabla 32: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-8. ....	119
Tabla 33: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-9.....	121
Tabla 34: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-9. ....	121
Tabla 35: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-10.....	123
Tabla 36: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-10. ....	123
Tabla 37: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-11.....	125
Tabla 38: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-11. ....	125
Tabla 39: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-13.....	127
Tabla 40: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-13. ....	127
Tabla 41: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-14.....	129
Tabla 42: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-14. ....	129
Tabla 43: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-18.....	131
Tabla 44: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-18. ....	131
Tabla 45: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-19.....	133



Tabla 46: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-19. .... 133

## Índice de Cartografías

Cartografía 1: Área de estudio .....	23
Cartografía 2: Pisos de vegetación, Región Metropolitana.....	26
Cartografía 3: Distribución espacial de Áreas Protegidas 2019, Región Metropolitana.....	29
Cartografía 4: Distribución espacial de Iniciativas de Conservación Privadas (ICP) 2019, Región Metropolitana .....	31
Cartografía 5: Usos de suelo, Región Metropolitana. ....	34
Cartografía 6: Red vial 2017, Región Metropolitana.....	36
Cartografía 7: Área urbana consolidada 2017, Región Metropolitana.....	38
Cartografía 8: Bases de brigadas temporada 2018-2019, Región Metropolitana.....	86
Cartografía 9: Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales 2013 – 2018. RM.....	94
Cartografía 10: Mayor densidad de ocurrencia de incendios forestales 2013-2018. RM. ....	95
Cartografía 11: Red vial 2017 y ocurrencia de incendios forestales 2013-2018. RM.....	97
Cartografía 12: Zonas prioritarias de protección y ocurrencia de incendios forestales (IF) .....	98
Cartografía 13: Áreas urbanas 2017, interfaz urbano-rural y ocurrencia de incendios (IF) 2013–2018.....	100
Cartografía 14: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-2. ....	106
Cartografía 15: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-3. ....	108
Cartografía 16: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-4. ....	110
Cartografía 17: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-5. ....	112
Cartografía 18: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-6. ....	114
Cartografía 19: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-7. ....	116
Cartografía 20: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-8. ....	118
Cartografía 21: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-9. ....	120
Cartografía 22: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-10. ....	122



Cartografía 23: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-11. ....	124
Cartografía 24: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-13. ....	126
Cartografía 25: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-14. ....	128
Cartografía 26: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-18. ....	130
Cartografía 27: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-19. ....	132
Cartografía 28: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Melipilla. ....	135
Cartografía 29: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Talagante. ....	137
Cartografía 30: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Maipo. ....	138
Cartografía 31: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Cordillera. ....	140
Cartografía 32: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Chacabuco. ....	141
Cartografía 33: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Santiago. ....	143
Cartografía 34: Cobertura de respuesta terrestre a incendios forestales (IF) de brigadas CONAF temporada 2018-2019, Región Metropolitana. ....	144
Cartografía 35: Cobertura espacial brigadas CONAF y zonas de mayor ocurrencia de incendios forestales (IF) 2013-2018, Región Metropolitana. ....	146
Cartografía 36: Cobertura espacial brigadas CONAF y zonas de mayor ocurrencia de Incendios Forestales (IF) igual o mayor a 50 ha. 2013-2018, Región Metropolitana. ....	147
Cartografía 37: Cobertura espacial brigadas CONAF y Áreas de Conservación, Región Metropolitana. ....	148
Cartografía 38: Cobertura espacial brigadas CONAF y Áreas Poblada 2017, Región Metropolitana. ....	149

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Índice de Morán. ....	71
Ecuación 2: Tiempo promedio de respuesta a incendio forestal. ....	76
Ecuación 3: Cálculo distancia recorrida. ....	76
Ecuación 4: Cálculo tiempo de desplazamiento. ....	77



## Índice de Anexos

Anexo 1: Tipos de brigadas de combate CONAF temporada 2018-2019, Región Metropolitana..	166
Anexo 2: Otras designaciones del Registro Nacional de Áreas Protegidas en la Región Metropolitana .....	167
Anexo 3: Velocidad de circulación por tipo de ruta y vehículo .....	168
Anexo 4: Etapas de combate para incendios forestales.....	169
Anexo 5: Número de incendios por rango de horario Temporada 2018-2019, Región Metropolitana .....	170
Anexo 6: Número de incendios por meses del año, Temporada 2018-2019, Región Metropolitana .....	170
Anexo 7: Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, Región Metropolitana .....	171
Anexo 8: Incendios forestales y superficie quemada por comuna en el quinquenio, RM .....	173
Anexo 9: Alertas amarillas y rojas de Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, RM .....	173
Anexo 10: Combustible inicial en incendios forestales 2013-2018, RM.....	173
Anexo 11: Autocorrelación espacial de superficie afectada y ocurrencia 2013-2018, RM .....	174



## CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO.



*Imágenes cortesía de Carlos Félix Gómez, 2019.*



## 1. Introducción.

Históricamente, los incendios forestales (IF) representan desastres de envergadura para todos los países, pero en su origen el fuego es parte de los ciclos de la naturaleza, un agente modelador del paisaje, regulador de los procesos en ecosistemas. En el caso de los bosques, es elemental para su mantenimiento y sucesión ecológica, no obstante, la acción antrópica a través de la intervención violenta que realiza sobre los recursos naturales; como la agricultura industrial y la deforestación, han alterado tanto el paisaje y procesos de los bosques, desencadenando un aumento exponencial a escala global de la ocurrencia y superficie consumida por el fuego (Castillo, Pedernera & Peña, 2003).

A nivel nacional e internacional, estos desastres tienen efectos complejos y directamente relacionados con la magnitud de la emergencia. Respecto a sus impactos en el corto, mediano y largo plazo, pueden ser heterogéneos dentro de la misma área de afectación, así también pueden ser directos e indirectos; los primeros en relación a las pérdidas materiales y ambientales (como las plantaciones industriales y patrimonio natural) y los segundos vinculados a la contaminación, fenómenos sociales, entre otros (Díaz & González, 2016; CONAF, 2017; González, 2017).

Así también, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reconoce que los IF superan los límites nacionales, afectando a todos los continentes, pero sus características y efectos dependen de las condiciones climáticas, topografía, disponibilidad de combustible, entre otros. Ejemplos de estas diferencias (que grafican las disimilitudes a nivel internacional), son los incendios ocurridos en Groenlandia en 2017, región que, a pesar de su clima frío, sufrió de incendios subterráneos, de larga duración y difíciles de combatir por el tipo de vegetación. Mientras que, en países mediterráneos, el comportamiento del fuego se caracteriza por incendios superficiales de gran extensión de árboles y matorrales, principalmente pinos y eucaliptus, como es el caso de España, Portugal y Chile, donde un sólo incendio puede ser responsable de la destrucción de miles de hectáreas, devastando zonas urbanas a su paso y superando la capacidad de respuesta de los equipos nacionales (Úbeda & Francos, 2018).

Frente a este escenario, que se repite cada temporada, los países han trabajado para reducir los daños, orientando las acciones a la; prevención, detección y combate, que muchas veces se han desarrollado con posterioridad a la fatídica experiencia de estos desastres, con cuantiosas pérdidas. A partir de ello, organismos públicos y privados han propuesto técnicas para el combate, tales como: helicópteros de bombardeo, centros de investigación cooperativos contra incendios, bombas de niebla, sistemas de cámaras que detectan el humo durante el día y calor en la noche. Entre los países avanzados en la materia, destaca Canadá, con un Sistema Espacial de Gestión de Incendios (SMFS) que vigila y predice el comportamiento a partir de las estadísticas de los últimos 50 años, otro ejemplo es Indonesia, que ha orientado sus esfuerzos en mejorar la preparación de su personal en terreno y Rusia, con importantes aviones como Ilyushin Il-76 y simulacros para su personal y civiles (Hunter, 2009).

De acuerdo a lo anterior, el principio básico del combate es sobre el triángulo del fuego; oxígeno, calor y combustible, por lo que se trabaja para romper la triada. En la práctica, los métodos de



combate en Chile son directos e indirectos, el primero, es la sofocación del frente de avance y, el segundo, la extinción rodeando el incendio a través de una línea de control, utilizado en megaincendios (CONAF, 2019).

A nivel país, en materia de trabajo de sofocación de incendios, existe como hito histórico el evento ocurrido los meses de enero y febrero de 2017, la denominada “Tormenta de fuego”, emergencia nacional originada por la ocurrencia simultánea de megaincendios entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía, los que obligaron al despliegue de recursos nacionales e internacionales para frenar el avance de las llamas en grandes extensiones de plantaciones forestales, vegetación nativa y asentamientos humanos. Este escenario puso en jaque a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), responsable de combatir los siniestros forestales, sobre sus procedimientos, capital humano, material y recursos financieros, los que se vieron sobrepasados en ese momento, como también los protocolos desarrollados hasta la fecha en el trabajo colaborativo entre instituciones en respuesta a incidentes de esta categoría. Este evento, obligó a replantearse los estudios existentes y los procedimientos de respuesta que durante la temporada de 2016-2017 fueron drásticamente sobrepasados a escala nacional.

Por lo anterior, junto a estimaciones de expertos, se espera un aumento de la ocurrencia y agresividad de los incidentes, en un escenario de cambio climático, que favorece las condiciones atmosféricas para su desarrollo (los que a su vez son considerados un tipo de evento que también agudiza el cambio climático, por la liberación de gases a la atmósfera), sumado a la acción humana, que cada vez llega a lugares más alejados, (el 99% de los incendios forestales son causados por el hombre) y la actividad forestal de monocultivo con especies altamente inflamables (Castillo *et al.*, 2003; Garay, 2019).

Así mismo, es posible identificar un enfoque sobre el tema orientado principalmente al combate, no obstante, es fundamental la labor de prevención, detección oportuna y tiempo de respuesta, para reducir su impacto. Para ello, el conocimiento del territorio es de gran importancia, en el caso preventivo, a través del trabajo con las comunidades de acuerdo a su realidad local y, por otro, las estrategias para optimizar los tiempos de respuesta a las zonas de afectación, iniciando el trabajo de sofocación en el menor tiempo posible. Por esto, es necesario manejar conocimientos del territorio y herramientas que entreguen una perspectiva panorámica del área de afectación, siendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) una alternativa.

En esta línea, las grandes bases de datos manejadas por instituciones públicas como; Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y Ministerio de Bienes Nacionales, entre otros, poseen un 80% de relación con antecedentes espaciales, siendo el uso de los SIG un apoyo tecnológico para profesionales de diferentes disciplinas, permitiendo manejar información espacial en múltiples escalas (Castillo, Pedernera & Julio, 2002). Para el caso específico de incendios, Castillo *et al.* (2002) citan entre sus aplicaciones; la simulación de este tipo de siniestros, determinación de prioridades de protección, cálculo de índice de riesgo, diseño de sistemas de detección de incendios (torres de observación), estudios de ocurrencia, causalidad y asignación de recursos al combate (Castillo *et al.*, 2002). Para los fines del presente estudio, se considera la importancia de los SIG en la distribución territorial de los recursos para el combate.



Respecto a la investigación de incendios forestales en Chile, esta se ha orientado a las regiones del Sur del país, con mayor superficie de afectación, vinculadas a la industria forestal, por el grado de destrucción que estos generan en esos territorios y la importante superficie de bosque nativo, afectado en meses de verano. Además, otras regiones de Chile Central presentan escenarios particularmente sensibles para la ocurrencia y sofocación, como es el caso de la Región de Valparaíso, por su accidentada geografía, el tipo de vegetación predominante y las dinámicas urbanas complejas. A su vez, la Región Metropolitana (RM), cuenta con extensos territorios de interfaz urbano-rural, principales lugares donde se desarrollan estos incidentes, los que requieren ser estudiados a fondo, mejorando sus condiciones previas al combate. Estos, a su vez, poseen espacios geográficos de gran valor natural, denominadas Áreas Protegidas, que por sus especies y dinámicas, son priorizados en el combate de incendios forestales (asignando la mayor cantidad de recursos en el menor tiempo posible), el que debe ser extinguido a la brevedad por el peligro que deriva la disponibilidad de combustible (MMA, 2019).

Por lo anterior, el presente estudio tiene como área de trabajo a una unidad territorial de la zona central del país, específicamente la Región Metropolitana (RM), caracterizada por su elevado porcentaje de población nacional, la que se localiza mayormente en la concentración urbana del Gran Santiago, junto a otros centros urbanos, conectados entre sí por paisajes rurales cruzados por redes viales. Esto es importante desde la perspectiva geográfica, si consideramos que el principal escenario de ocurrencia se da en espacios de transición urbana-rural, denominados de “interfaz”, a partir de procesos de expansión urbana, desplazamientos y formas de ocupación de los espacios urbanos y rurales, que a su vez son resultado de los procesos de globalización y neoliberalismo, siendo necesario reflexionar y romper los viejos paradigmas de la dicotomía urbana/rural, los fenómenos como las migraciones urbanas-rurales, formas de ocupación del territorio, estilos de vida, actividades productivas y prácticas culturales que ayudan a comprender la complejidad de la ocurrencia y combate de IF (González & Pavez, 2015).

De acuerdo con lo mencionado, respecto a la continuidad de los paisajes urbanos y rurales, se plantean interrogantes tales como: ¿Cuál es el territorio de combate de las brigadas CONAF?, entendiendo que su acción se realiza en zonas forestales, ¿Cómo actuar en territorios rurales con la dinámica de parcelas de agrado?, ¿Qué espacios son de exclusividad de CONAF y cuáles les pertenecen a actores de apoyo en emergencias, como bomberos?, cuestionamientos que surgen frente a la denominada interfaz urbano-rural y que requieren ser respondidas para garantizar una respuesta oportuna en los primeros minutos de un incidente forestal.

Por tanto, esta tesis busca abordar un aspecto del combate de incendios forestales, que es el tiempo de respuesta a la emergencia, condicionada por la ayuda de la disciplina geográfica, y los usos que hace esta de las herramientas SIG, su perspectiva de construcción del territorio, fenómenos locales y regionales y los desplazamientos dentro de la misma. Para esto, se dividió el estudio en tres partes: en primera instancia se identificará el comportamiento espacial de ocurrencia de incendios forestales en la Región Metropolitana, posteriormente se definirán las zonas de cobertura de las brigadas y, finalmente, se estimará el nivel de respuesta de estas unidades a las zonas de mayor ocurrencia, áreas de conservación y de interfaz, determinando espacialmente los territorios con mayor impedancia y menor cobertura de respuesta terrestre.



## 1.1. Planteamiento del Problema.

Como se ha mencionado, en muchas partes del mundo la ocurrencia de incendios forestales<sup>1</sup> (IF) responde a una regulación natural (función ecosistémica); comportamiento climático, susceptibilidad de la naturaleza y adaptación natural de la vegetación, especialmente en temporadas de sequía (Castillo *et al.*, 2003). No obstante, la estabilidad de la naturaleza ha sido modificada por la acción humana, la intervención violenta sobre los recursos naturales renovables, a través de su incorrecta manipulación, generando pérdidas directas e indirectas a través del desarrollo de incendios forestales<sup>2</sup>. Por tanto, los IF constituyen un factor de destrucción constante; un deterioro en países que basan su economía en actividades silvícolas, impacto ambiental acumulativo, cambio climático, efectos negativos sobre la salud humana, entre otros (Julio, 1991; Castillo *et al.*, 2003).

En consecuencia, para que se produzca un incidente forestal deben existir tres elementos; calor, oxígeno y combustible, mientras que para la propagación del fuego son tres condiciones que influyen su comportamiento; tiempo atmosférico (condición transitoria<sup>3</sup>), topografía y combustible (ambas condiciones permanentes<sup>4</sup>). Entre otros elementos que afectan en la forma y velocidad de propagación del fuego como; la fuente de calor (origen de la incandescencia de temperaturas extremas), la temporada (correspondiente a las estaciones del año y zonas del país como mayor probabilidad de ocurrencia) y la presencia de asentamientos humanos (zona forestal a la cual personas ingresan con facilidad y constancia, susceptible a IF) (Pyne, 1999; Comisión Nacional Forestal de México (CONAFOR), 2010).

En Chile, los primeros IF de la temporada comienzan en los meses de octubre y noviembre, cuando las condiciones climáticas favorecen el inicio y propagación del fuego, siendo enero y febrero los más críticos en cuanto a ocurrencia e intensidad de los siniestros. Este escenario ha sido influenciado por el cambio en el clima, el que ha favorecido las condiciones de ocurrencia en la zona centro-sur de Chile, a través de la disminución de las precipitaciones, con efectos en el nivel de ocurrencia y severidad de los siniestros (Tapia, 2008; Tapia & Castillo, 2014). En este contexto, expertos esperan que en los próximos 100 años se produzca un aumento significativo en el número de siniestros forestales y en las superficies afectadas, según la proyección de las últimas décadas, estimando que las áreas de mayor impacto serán las zonas de interfaz urbano-rural, con efectos negativos económicos, ambientales, sociales y emocionales (Peña, 2019).

De acuerdo a lo anterior, en 1982 en nuestro país se aprobó el DS 733, el que estableció como institución responsable de prevenir y combatir los incendios forestales al Ministerio de Agricultura, quien ejerce su función por medio de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), este organismo gestiona el combate del fuego por medio de su Departamento de Protección Contra Incendios

---

<sup>1</sup> Nota de la autora: “*Un Incendio forestal ocurre cuando el fuego se extiende de manera descontrolada y afecta los bosques, las selvas, o la vegetación de zonas áridas y semiáridas*” (CONAFOR, 2010; 5).

<sup>2</sup> Nota de la autora: Se estima que del total de IF el 99% son provocados por actividades humanas (González, Lara, Urrutía & Bosnich, 2011).

<sup>3</sup> Nota de la autora: Temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y precipitaciones (CONAFOR, 2010).

<sup>4</sup> Nota de la autora: Composición del combustible, las especies vegetales y la topografía (CONAFOR, 2010).



Forestales (DEPRIF), la que dirige el combate a través de sus Centrales de Coordinación y Operaciones Regionales (CENCOR), donde se reciben las alertas de incendios, se gestionan, organizan y despachan recursos para el combate en la región (CONAF, 2019). Esta tarea, se complementa en terreno con el rol de otras instituciones competentes en términos legales como Carabineros e Investigaciones de Chile, a quienes les compete resguardar el orden, entre otras funciones de esta materia (Ministerio del Interior, 1982).

Para comprender la forma en que CONAF maneja las emergencias forestales, habría que referirse a una de las últimas catástrofes históricas en incendios forestales a escala nacional, acontecida entre el 18 de enero y el 5 de febrero de 2017, donde múltiples megaincendios se desarrollaron simultáneamente en las regiones de la zona centro-sur, evidenciando que los recursos asignados eran insuficientes para dar respuesta al desastre. El caso más dramático fue en la Región del Maule, donde ocurrió una tragedia sin precedentes; el fuego arrasó con las localidades de Las Corrientes, Los Aromos, Altos de Morán y Santa Olga, de la comuna de Constitución, resultando destruidas más de 1.000 viviendas, dejando a 5.000 ciudadanos sin hogar (Tercera, 2018).

Posterior a la tragedia, expertos internacionales tales como los miembros del Sistema de Protección Civil de la Unión Europea (UE) catalogaron el desastre vivido en Chile como un escenario al cual ningún país podría haber respondido de mejor manera, la catástrofe tuvo tal envergadura por las características del fuego, la similitud de los focos y su agresividad, indicando que los antecedentes como *“records de temperaturas, stress hídrico de la vegetación y bloqueo anticiclónico, junto a la acumulación de combustible provocado por ocho años de sequía es otro de los factores en la generación del fenómeno”* (Marc Castellnou, experto UE, CONAF, 2017: s/n). Los investigadores catalogaron lo sucedido como una “tormenta de fuego”, dada las condiciones de propagación de las llamas; con una velocidad promedio de 6 kilómetros por hora, en zonas donde en 14 horas se quemaron 115.000 ha., cifras históricas a nivel internacional (CONAF, 2017).

Es importante destacar, que el trabajo realizado por CONAF junto a otras instituciones nacionales e internacionales en el combate de este desastre, se desarrolló enfrentando un escenario extraordinario cuya magnitud superó todos los recursos disponibles. Para ello, se estimó el trabajo de 205 brigadas (nacionales e internacionales), 64 aeronaves, con una superficie de 467.536 ha. afectadas y un gasto de 17.404 millones de pesos destinados al combate de incendios forestales solo entre el 18 de enero y 5 de febrero (CONAF, 2017).

Para el área de estudio, durante el quinquenio 2013-2018<sup>5</sup> en la Región Metropolitana, ocurrieron un total de 1.945 incendios, con una superficie de afectación superior a las de 85.000 ha., siendo su principal causa el uso de fuego por parte de transeúntes, derivado de la imprudencia de la población en sus actividades cotidianas y desplazamientos. Según expertos, en los últimos años se observa una mayor duración de la temporada de incendios, debido al extenso periodo de déficit hídrico estival y la disminución de precipitaciones en invierno (González, Lara, Urrutia & Bosnich, 2011).

---

<sup>5</sup> Nota de la autora: Las temporadas de incendios forestales de CONAF son desde 1 de julio al 31 de junio del año siguiente, es decir, abarca dos años regulares. Para este estudio, se utilizaran las bases de datos de las siguientes temporadas; 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017 y 2017-2018.



En función de las situaciones como las ya descritas, resulta importante reflexionar sobre el espacio geográfico en el que se desarrollan estos desastres, los componentes del paisaje que hacen a un territorio más vulnerable que otro. Para el presente estudio se citaran dos aspectos, que están estrechamente vinculados con las formas de ocupación del territorio, que son las siguientes: en primer lugar, los medios de producción, es decir, las plantaciones de monocultivos y actividades agrícolas industrializadas, combustibles que favorecen la generación y propagación de incendios (Diario UChile, 2019). En segundo lugar, es posible identificar la dicotomía urbana-rural, que desde los paradigmas de la Geografía, alude a la transformación de los espacios rurales, la “Nueva ruralidad”; por sus formas de producción, la generación de parcelas de agrado, el cambio en los estilos de vida y usos de suelo, entre otros, junto al fenómeno que se enfoca en la mixtura de territorios urbanos y rurales, en cuanto a la disponibilidad de servicios como de la composición del paisaje y los atributos “forestales” que corresponden a CONAF en el combate. A esta última idea, se suma a la discusión el cuestionamiento de en qué territorios hablamos de incendios de tipo forestal, que requieren el trabajo exclusivo de CONAF.

De esta forma, CONAF en su rol de institución nacional, trabaja sobre todo el país, debe considerar las particularidades de los espacios geográficos, que por determinadas condiciones intrínsecas, requieren una mayor asignación de recursos para la prevención y combate de incendios, identificando previamente aquellos que tienen prioridad de protección, aspecto fundamental que va a condicionar la localización espacial de los recursos terrestres que deben dar respuesta a las emergencias forestales (Tapia, 2008).

Según lo anterior, para abordar estas labores se requiere contar con herramientas de apoyo a la detección y el despacho de recursos al combate de los siniestros, junto a conocimientos en terreno de las áreas afectadas y la distribución territorial de los recursos, y también, la estimación de los tiempos de respuesta de brigadas a la zona afectada. Para ello, se utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como un aporte en la generación de datos y conocimiento del comportamiento de los incendios, distribución de recursos, potenciales acciones, entre otros, aportando datos relevantes para la toma de decisiones, que permitan un uso eficiente y eficaz de los recursos (Castillo, Julio & Pedernera, 2004).

Es así como una labor fundamental a realizar una vez iniciado el fuego es el combate, ejecutado por equipos aéreos o terrestres, que van a ser despachados por el equipo técnico, a partir del nivel de la emergencia (dimensiones del siniestro, combustible, topografía y acceso), los primeros minutos de respuesta son fundamentales en el desarrollo, propagación y daño del incendio forestal.

Por tanto, uno de los elementos que cobra relevancia para la presente investigación es la distribución territorial de las brigadas de CONAF, siendo indispensable la incorporación de estrategias de localización de sus bases de combate, que permitan optimizar tiempos de respuesta y con ello disminuir el daño de los siniestros de tipo forestal en la Región Metropolitana.



## 1.2 Objetivos.

- **Objetivo general.**

Elaborar una propuesta de estrategia que permita establecer el nivel de cobertura de respuesta espacial de las brigadas forestales CONAF temporada 2018-2019 a zonas de mayor ocurrencia de incendios, áreas de protección y zonas de prioridad de combate en la Región Metropolitana.

- **Objetivos Específicos.**

- Caracterizar la distribución territorial de la ocurrencia de incendios forestales dentro de la Región Metropolitana durante el quinquenio 2013-2018.
- Determinar espacialmente las isócronas de respuesta de las brigadas forestales y tiempo de arribo a localización de incendios en el quinquenio.
- Identificar el nivel de respuesta de las brigadas forestales CONAF a las áreas de ocurrencia, áreas de conservación y zonas pobladas de la Región Metropolitana.



### 1.3 Preguntas de Investigación.

- ¿Cómo es el comportamiento territorial de la ocurrencia de incendios forestales en el último quinquenio dentro de la Región Metropolitana y su relación con las zonas de conservación, áreas pobladas y redes viales?
- ¿Cómo es la cobertura espacial de respuesta por brigada forestal, provincia y región del área de estudio?, ¿Qué áreas de la RM presentan tiempos de respuesta de brigadas terrestres superiores a los rangos propuestos en este estudio?
- ¿Cuál es la cobertura espacial terrestre a zonas prioritarias de combate de incendios forestales en el territorio regional?
- ¿Qué criterios se deben considerar para la toma de decisión de la localización de una base de brigada?
- ¿Por qué existen zonas que deben excluirse al momento de plantear una estrategia de localización de brigada?
- Finalmente, respecto a la principal herramienta utilizada durante el desarrollo del presente trabajo, es necesario cuestionarse sobre: ¿Cuáles son las ventajas de implementar Sistemas de Información Geográfica (SIG) para conocer el potencial desempeño de este tipo de servicios a emergencias?



## 1.4 Área de estudio.

En el presente trabajo, se abordará como área de estudio a la Región Metropolitana (RM) de Chile, una División Política Administrativa (DPA) dentro del territorio chileno, este aspecto territorial tiene una función primordial en la gestión de este tipo de emergencia, puesto que la asignación y distribución de recursos en el combate de incendios se realiza por regiones. Dentro de su importancia radica la localización de la ciudad capital, la zona más densamente poblada y con la mayor concentración de actividades económicas, presentando condiciones distintas respecto de las otras regiones.

### 1.4.1 Antecedentes Generales.

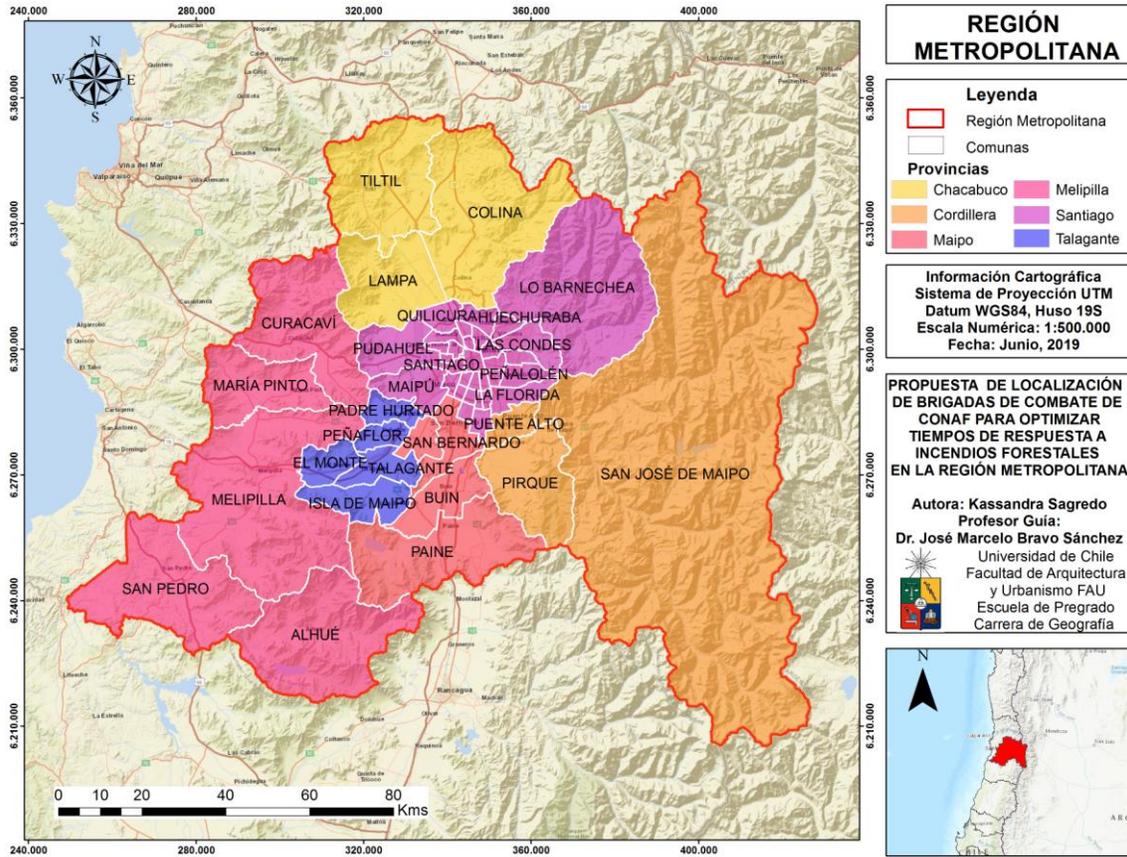
La Región Metropolitana (RM) se localiza en la zona central del país, entre los 32° 55' y 34° 19' de latitud Sur, y entre los 69° 47' y 71° 43' longitud Oeste, limita al Norte y Oeste con la Región de Valparaíso, al Este con Argentina (Cordillera de Los Andes) y al Sur con la Región del Libertador Bernardo O'Higgins (BCN, Información Territorial, 2019).

Respecto a la estructura interna, su División Política Administrativa (DPA) es de 6 provincias; Chacabuco, Santiago, Melipilla, Cordillera, Talagante y Maipo, con un total de 52 comunas, de las cuales 34 son parte de la conurbación del Gran Santiago, mientras que las comunas periféricas presentan escenarios urbanos y rurales conectados por interfaz (ver **Cartografía 1**).

Sobre su demografía, la Región Metropolitana concentra más del 40% de la población nacional, según los datos de CENSO 2017 la población regional es de 7.112.808 habitantes y 2.378.442 de viviendas, en una superficie de 15.403,20 Km<sup>2</sup>, con una densidad promedio de 461,77 hab/km<sup>2</sup> (INE, 2017).



Cartografía 1: Área de estudio



Fuente: División Política Administrativa, IDE Chile, 2019. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

## 1.4.2 Aspectos físicos.

- **Topografía.**

Dentro de la región se distinguen tres grandes macroformas del relieve; al Este la Cordillera de Los Andes, con una altitud cercana a los 7.000 msnm., caracterizada por la clivaje que abastece a la hoya hidrográfica del río Maipo, presenta complejos volcánicos como; Tupungato, San José, Maipo y cerros como Nevado de los Piuquenes, cerro Juncal y El Plomo, por mencionar los de mayor altitud. La segunda macroforma, corresponde a la Cuenca de Santiago, con una altitud promedio de 520 msnm., se extiende entre el piedmont cordillerano y la Cordillera de la Costa, con una extensión 35 km. de Este a Oeste y 80 km. de Norte a Sur, al Norte limita con el cordón montañoso de Chacabuco y al Sur con los cerros de Paine, su formación es resultado de procesos geodinámicos del cuaternario y dinámicas actuales con formas aluviales de conos regulares y terrazas fluviales. La tercera forma, corresponde a la Cordillera de la Costa, de composición granítica, es el límite entre el área de estudio y la Región de Valparaíso, con altitud promedio sobre los 2.000 msnm., se extiende de Norte a Sur con hitos geográficos como Cerro El Roble, La



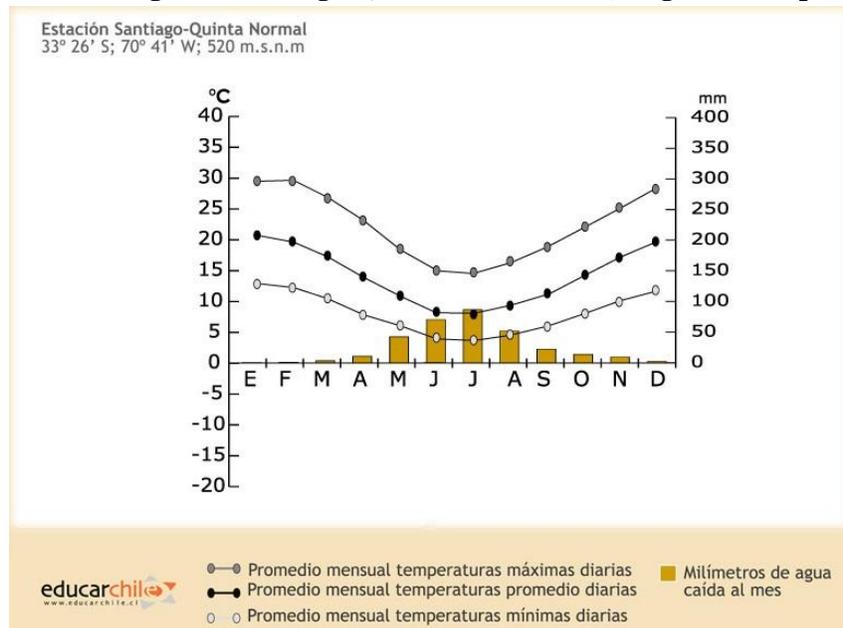
Campana, Las Vizcachas, El Roble Alto, Altos de Chicauma y Lipangue (Soto, Castro, Rodolfi, Märker, Fernández, Padilla, & Rugiero, 2007; BCN, 2019). En general, se observa al Norte de la región la presencia de cordones montañosos, mientras que hacia el Sur se aprecian cuencas y planicies de depósitos fluviales, glaciales y volcánicos que caracterizan los suelos de la zona central como óptimos para el desarrollo agrícola en los sectores bajos del valle central (Quintanilla, Cadiñanos, Latasa & Lozano, 2012).

- **Clima.**

Para autores como Luebert & Pliscoff (2006), en el área de estudio se presenta el bioclima mediterráneo pluviestacional, donde las precipitaciones aumentan progresivamente de Norte a Sur, con una prolongada estación seca y un invierno lluvioso, sus temperaturas extremas se concentran en el mes de enero, el más cálido, y julio, el mes más frío.

Sobre los comportamientos pluviométricos, es la Cordillera de la Costa un factor topográfico relevante que influencia el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas, puesto que actúa como biombo climático entre el litoral y la cuenca de Santiago. Respecto a las temperaturas, estas se diferencian dentro de la región, el clima frío de altura se observa en la Cordillera de los Andes sobre los 3.000 msnm., así también las precipitaciones, donde el promedio anual es de 356.2 mm., las que se distribuyen en la región según altitud; decrecen desde la costa a la depresión intermedia y aumentan llegando a la Cordillera de Los Andes. No obstante, estas últimas han presentado considerables variaciones interanuales los últimos años, desarrollándose dentro de la región climas más áridos y con importantes fluctuaciones térmicas (BCN, 2019). A continuación, el siguiente gráfico presenta lo señalado respecto a las variables climáticas de temperatura y precipitación para la RM.

**Gráfico: Climograma Santiago-Quinta Normal 2018, Región Metropolitana.**



Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM) (2018), extraído de Educar Chile, 2020.



- **Flora.**

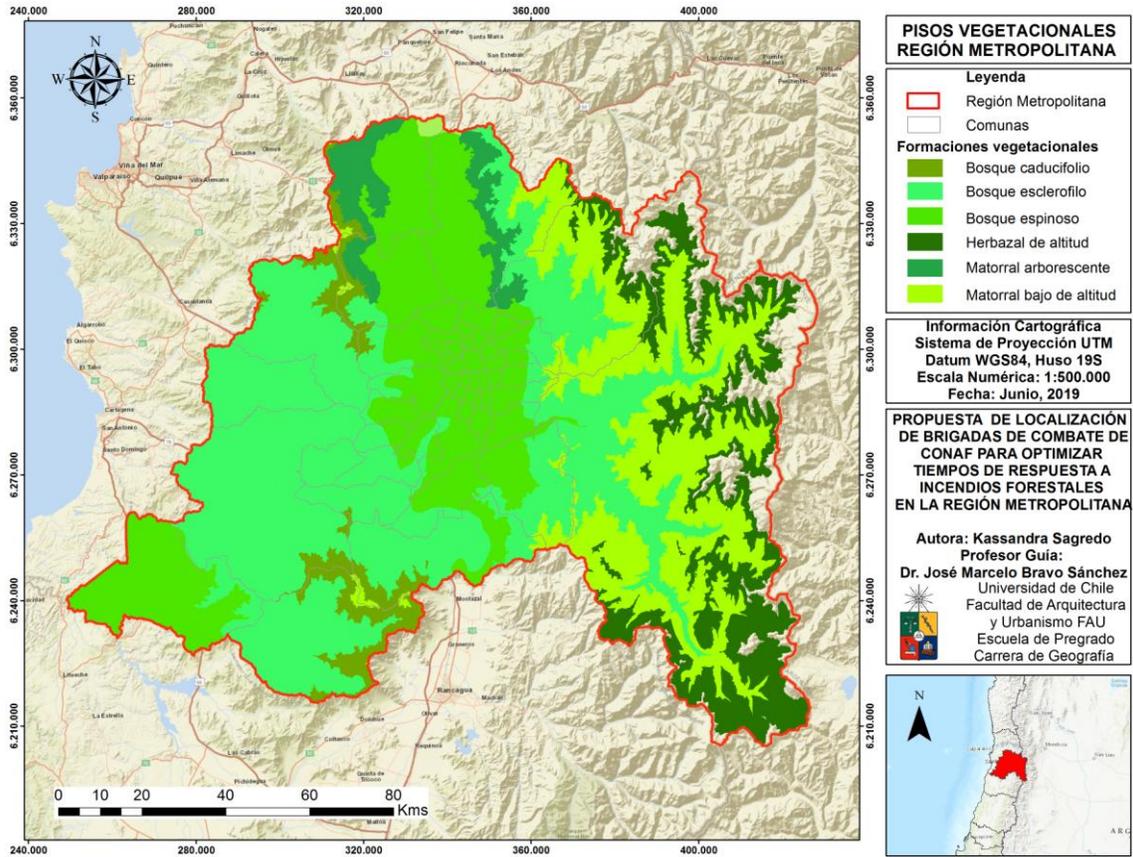
Sobre su vegetación, Leubert & Pliscoff (2006), utilizan como unidad geográfica de análisis el piso de vegetación, definido como “*espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisionomía uniforme, situadas bajo condiciones mesoclimáticamente homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica*”(44), estudio desarrollado a partir de la clasificación bioclimática, la fisionomía de la vegetación y las especies dominantes, siendo la consolidación de una propuesta sobre la vegetación del país, el que se presenta a escala de la Región Metropolitana en la **Cartografía 2**.

De modo complementario, autores como Quintanilla *et al.*, (2012) enfatizan la importancia de la topografía y el clima en la flora, identificando como vegetación autóctona predominante al bosque esclerófilo de follaje duro y siempre verde, que requiere altas precipitaciones, y los renovales de matorral esclerófilo en montes y laderas cordilleranas, mientras que en zonas medias de la cordillera de la costa predominan sabanas y estepas de espino (*Acacia Caven*) en suelos graníticos, bosques de coníferas en los altos de los Andes mediterráneos, compartiendo territorio con la estepa de altura.

A nivel regional, se debe destacar que las cuencas y planicies, presentan una alta intervención antrópica a través de plantaciones forestales con especies exóticas, tales como: eucalipto (*Eucaliptus*), álamo chileno (*Populus nigra* L.) y pino (*Pinus*), y agricultura, la presencia de vegetación nativa en valle es baja, predominando la especie espino (*Acacia Caven*) (BCN, 2019).



## Cartografía 2: Pisos de vegetación, Región Metropolitana.



Fuente: Pisos Vegetacionales de Leubert & Pliscoff, 2006, disponible en IDE Chile. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

De acuerdo a la cartografía anterior, la vegetación predominante es la siguiente:

**Bosque Esclerófilo:** Ocupa una gran superficie de la región, se caracteriza porque los árboles y arbustos son de hoja dura, además de lo heterogéneo en su composición florística y su ubicación altitudinal. La localización de estas especies varía según de ladera de umbría y solana, en la primera se encuentran árboles como; quillay (*Quillaja Saponaria*), litre (*Lithraea Caustica*), peumo (*Cryptocarya Alba*). En la segunda predominan el lingue (*Persea Lingue*) y el canelo (*Drimys Winteri*) (SAG, 2014).

**Bosque Caducifolio:** Se caracteriza por la presencia de especies de hoja caduca, principalmente de la familia *Nothofagus*, destacando en sectores como Altos de Cantillana el roble de Santiago (*Nothofagus Macrocarpa*), en el Norte del territorio, y específicamente en la zona montañosa, se presentan especies de roble (*Nothofagus Obliqua*) y hualo (*Nothofagus Glauca*), los que también se observan en la zona sur de la región en Altos de Cantillana y San Juan de Pichi (SAG, 2014).



**Bosque Espinoso:** Se aprecia en áreas de menor pendiente, predominando en la Cordillera de La Costa y Depresión Intermedia, entre sus especies es frecuente encontrar espino (*Acacia Caven*) y algarrobo (*Prosopis Chilensis*). Este tipo de bosque se extiende de Norte a Sur en el valle de Santiago y en la comuna de San Pedro, límite con la Región de Valparaíso y O'Higgins.

**Herbazal de altitud:** Corresponde a las especies herbáceas como las gramíneas, incluye a formaciones tales como las estepas, pastizales y turberas, distribuidas espacialmente en zonas frías y de mayor altitud dentro de la región. Como se observa en la **Cartografía 2**, este piso de vegetación se desarrolla en la Cordillera de Los Andes.

**Matorral arborescente:** Es una fase intermedia entre bosque y matorral, sus árboles tienen una altura inferior a 2 metros, siendo la cobertura arbórea entre 10-25%, arbustos 10-100% y herbáceas de 0-100% bajo los estratos leñosos con densidad variable. Respecto a la **Cartografía 2**, se presenta al Norte de la región, específicamente, en los cordones de cerros, rodeando parte del bosque espinoso (FAO, 2010; Observatorio Peñalolén, s/f).

**Matorral bajo de altitud:** Denominados arbustos bajos (altura menor a 0,5 m), con cobertura variable. En la **Cartografía 2** se observa en la Cordillera de Los Andes, cercano al Santuario de la Naturaleza el Roble en Tiltil y de Altos de Cantillana y San Juan de Pichi al Sur de la región.

- **Fauna.**

De acuerdo al documento “Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015-2025”, el área de estudio alberga una importante diversidad de fauna, vinculada a la disponibilidad de hábitats en su territorio y la conectividad entre estos. Como antecedente, el 48% de vertebrados se encuentra en la Región Metropolitana y de Valparaíso. El detalle de especies en total entre ambas divisiones políticas administrativas es de; 57% de aves chilenas, 37% de mamíferos, 36% de peces, 28% de reptiles y 20% de anfibios, lo que da cuenta que la región presenta una alta riqueza específica de especies (Secretaría Regional Ministerio del Medio Ambiente Región Metropolitana (SEREMI RM MMA, 2014).

Respecto a fauna de mayor vulnerabilidad en la región, destacan reptiles y anfibios, en algunos casos especies exclusivas de la RM, posibles de encontrar solo en los Altos de Cantillana (Paine) como el sapo de pecho (*Alsodes Laevis*) y la rana africana (*Xenopus Laevis*) y en El Morado (San José de Maipo) al lagarto de lo Valdés (*Liolaemus Valdesianus*) y lagartija parda de el Morado (*L. Moradoensis*), por citar algunos (SEREMI RM MMA, 2014).

Mientras que las aves, en ambientes acuáticos y terrestres, clasificadas por su categoría de conservación<sup>6</sup>, destacan las que se encuentran en peligro, tales como: la Torcaza (Columba Araucana), cisne coscoroba (*Coscoroba Coscoroba*) y cuervo de pantano (*Plegadis Chihi*), y

---

<sup>6</sup> Nota de la autora: Las clasificaciones de conservación, según su estado de conservación, son; Fuera de Peligro, Insuficientemente Conocida, preocupación menor, casi amenazada, rara, vulnerable, en peligro, en peligro crítico y extinta (SEREMI RM, MMA, 2014).



especies en la categoría de vulnerables, como; Bandurria (*Theristicus Melaponis*) y cóndor (*Vultur gryphus*), entre otras (SEREMI RM MMA, 2014).

Sobre los mamíferos, de las 13 especies endémicas en Chile, 4 se encuentran en el área de estudio; Ratón topo del matorral (*Chelemys megalonyx*), cururo (*Spalacopus cyanus*), ratón chinchilla común (*Abrocoma bennetti*) y degú costino (*Octodon lunatus*) (SEREMI RM MMA, 2014).

Referido a los peces en el área de estudio, su presencia es baja, principalmente por aspectos geomorfológicos como altas pendientes y corrientes caudalosas, concentrada principalmente en el Río Maipo. En general, debido a la alteración de cauces, contaminación e introducción de especies exóticas, la conservación de especies endémicas, como; el tollo de agua dulce (*Diplomystes Chilensis*), bagre grande (*Nematogenys inermis*) y carmelita (*Percilia Gillissi*) es crítica en la zona, destacando la presencia de especies introducidas como; trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la trucha café o marrón (*Salmo trutta*), la carpa (*Cyprinus carpio*), la gambusia (*Gambusia affinis*) y el carasio (*Carrassius carrassius*) (SEREMI RM MMA, 2014).

### 1.4.3 Zonas de Conservación.

Estos territorios bajo protección son fundamentales para resguardar el patrimonio natural, y adquieren más sentido en una economía basada en la extracción y explotación de recursos naturales, siendo indispensables para la protección del medioambiente. Dentro de las iniciativas a destacar, se encuentra el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), creado en 1984 a través de la Ley 18.362 (con modificaciones en 2014), en busca de mantener áreas con representatividad en su diversidad ecológica por su flora, fauna, paisajes, formaciones geológicas, entre otros, posibilitando sus procesos evolutivos y de regulación. Así también, su existencia favorece procesos educativos e investigación, manteniendo y mejorando los recursos, racionalizando su uso, restaurando y protegiendo suelos y sistemas hidrológicos y preservando recursos escénicos naturales, junto a patrimonio cultural vinculado al medio ambiente (MINAGRI, 1984).

Según el Registro Nacional de Áreas Protegidas del Ministerio del Medio Ambiente, estas se clasifican como: áreas protegidas, iniciativas de conservación privadas y otras designaciones, las que se describen a continuación para el área de estudio.

- **Áreas Protegidas.**

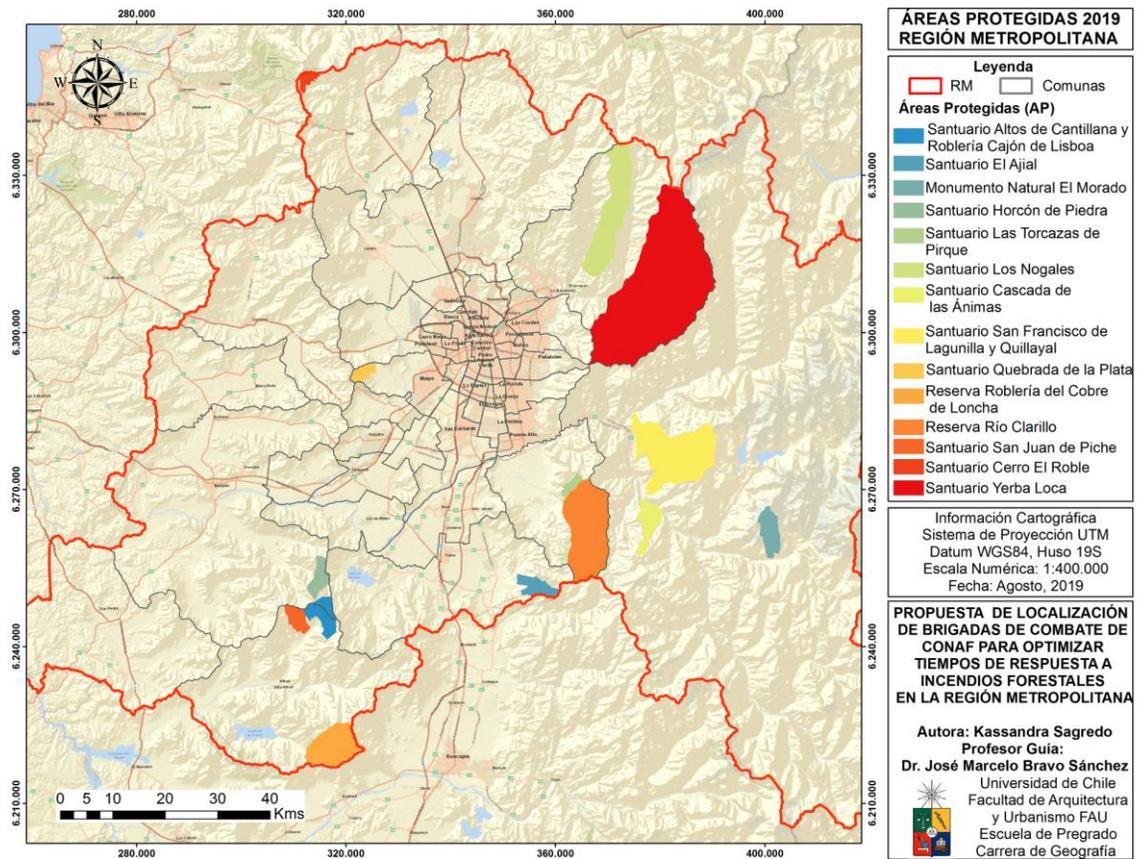
De acuerdo al Ministerio del Medio Ambiente (MMA) las Áreas Protegidas (AP) son “*un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados*”(MMA, 2019). Las categorías para las AP en Chile son; Parque Nacional, Reserva Nacional, Reserva Forestal, Monumento Natural, Reserva Región Virgen, Área Marina Costera Protegida, Parque Marino, Reserva Marina, Santuario de la Naturaleza y Área Protegida Privada.



En esta clasificación, se incluyen las Áreas Protegidas Privadas (APP), reconocidas a partir de 1994 en la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, con el término de “Área Silvestre Protegida Privada”, sin embargo, hasta la actualidad carecen de una definición operativa, estándares, criterios y condiciones para ser reconocidas oficialmente por el Estado.

A continuación, la **Cartografía 3** presenta la distribución espacial de las mismas, antecedente complementado con la **Tabla 1**, que expone un resumen de las AP existentes en el área de estudio.

**Cartografía 3: Distribución espacial de Áreas Protegidas 2019, Región Metropolitana**



Fuente: MMA, 2019. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

**Tabla 1: Áreas Protegidas 2019, Región Metropolitana**

Nombre	Ecorregión	Cuenca	Comunas	Superficie	Biodiversidad
<i>Monumento Natural El Morado</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	San José de Maipo	3.009 ha.	Bosque esclerófilo, herbazal de altitud y matorral bajo de altitud
<i>Reserva Nacional Río Clarillo</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	Pirque	10.185 ha.	Bosque esclerófilo, bosque espinoso y



					matorral bajo de altitud
<b>Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha</b>	Matorral chileno	Río Rapel	Alhué	5.870 ha.	Bosque caducifolio, bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<b>Santuario de la Naturaleza El Ajial</b>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	Paine	2.134 ha.	Bosque esclerófilo, bosque espinoso y matorral bajo de altitud
<b>Santuario de la Naturaleza Horcón de Piedra (Fundo Rinconada de Chocalán)</b>	Matorral chileno	Río Maipo	Paine y Melipilla	1.968 ha.	Bosque caducifolio y bosque esclerófilo
<b>Santuario de la Naturaleza Los Nogales</b>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo y Río Aconcagua	Lo Barnechea	11.025 ha.	Bosque esclerófilo, herbazal de altitud y matorral bajo de altitud
<b>Santuario de La naturaleza Predio Cascada de las Ánimas</b>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	San José de Maipo	3.600 ha.	Bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<b>Santuario de la Naturaleza Predio “Altos de Cantillana y Roblería Cajón de Lisboa”</b>	Matorral chileno	Río Rapel	Paine, Alhué y Melipilla	2.743 ha.	Bosque caducifolio, bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<b>Santuario de La Naturaleza Predio San Francisco de Lagunilla y Quillayal</b>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	San José de Maipo	13.426 ha.	Bosque esclerófilo, herbazal de altitud y matorral bajo de altitud
<b>Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata</b>	Matorral chileno	Río Maipo	Maipú	1.110,7 ha.	Bosque esclerófilo y bosque espinoso
<b>Santuario de la Naturaleza San Juan de Piche</b>	Matorral chileno	Río Maipo y Río Rapel	Alhué y Melipilla	1.613,72 ha.	Bosque caducifolio y bosque esclerófilo
<b>Santuario de la Naturaleza sector del Cerro</b>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo y Río Aconcagua	Tiltil	996,1 ha.	Bosque caducifolio, matorral



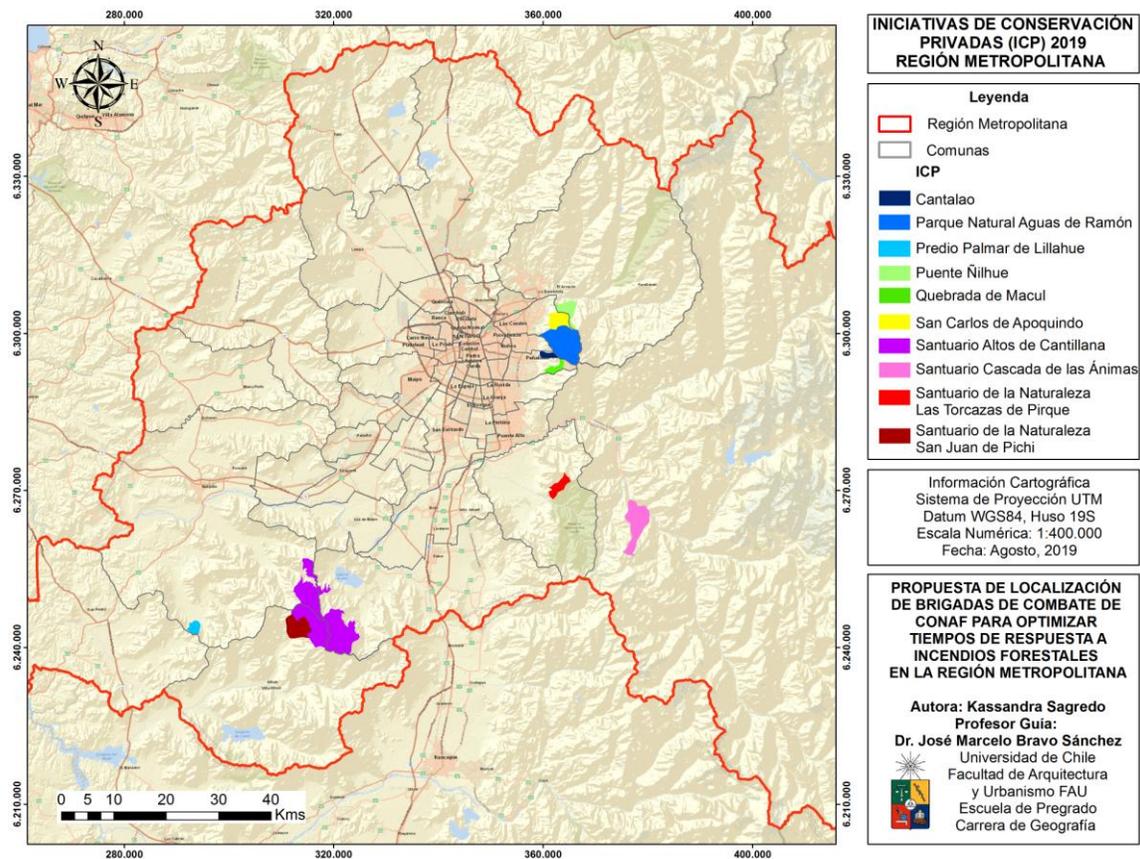
<i>El Roble</i>					esclerófilo y matorral bajo de altitud
<i>Santuario de la Naturaleza Yerba Loca</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	Lo Barnechea	39.029 ha.	Bosque esclerófilo, herbazal de altitud y matorral bajo de altitud

Fuente: Registro Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio del Medio Ambiente, 2019.

- **Iniciativas de Conservación Privadas (ICP).**

Su existencia radica en el interés de privados por la conservación de espacios naturales, que han llevado a la creación de cerca de 250 ICP en todo el país, con una superficie que supera el millón de hectáreas (MMA, 2019). A continuación, la **Cartografía 4** y **Tabla 2** presenta las ICP existentes en la Región Metropolitana.

**Cartografía 4: Distribución espacial de Iniciativas de Conservación Privadas (ICP) 2019, Región Metropolitana**



Fuente: MMA, 2019. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

**Tabla 2: Registro de Iniciativas de Conservación Privadas (ICP) Región Metropolitana**

Nombre	Ecorregión	Cuenca	Comunas	Superficie	Biodiversidad
<i>Cantalao</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	La Reina y Peñalolén	330,3 ha.	Bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<i>Parque Natural Aguas de Ramón</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	La Reina, Las Condes, Lo Barnechea y Peñalolén	3.655,8 ha.	Bosque esclerófilo, bosque espinoso y matorral bajo de altitud
<i>Predio Palmar de Lillahue</i>	Matorral chileno	Río Maipo y Río Rapel	Melipilla y San Pedro	500 ha.	Bosque esclerófilo
<i>Puente Ñilhue</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	Lo Barnechea y Las Condes	990,6 ha.	Bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<i>Quebrada de Macul</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	Las Condes, La Florida y Peñalolén	496,8 ha.	Bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<i>San Carlos de Apoquindo</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	Lo Barnechea y Las Condes	1.042,8 ha.	Bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<i>Santuario Altos de Cantillana</i>	Matorral chileno	Río Maipo y Río Rapel	Paine, Alhué y Melipilla	10.000 ha.	Bosque caducifolio, bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<i>Santuario Cascada de las Ánimas</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	San José de Maipo	3.600 ha.	Bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud
<i>Santuario de la Naturaleza San Juan de Pichi</i>	Matorral Chileno	Río Rapel	Alhué	1.617,0 ha.	Bosque caducifolio y bosque esclerófilo
<i>Santuario de la Naturaleza las Torcazas de Pirque</i>	Bosque templado de Valdivia	Río Maipo	Pirque	827 ha.	Bosque esclerófilo y matorral bajo de altitud

Fuente: Registro Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio del Medio Ambiente, 2019.

- **Otras designaciones.**

Dentro de la región existen otras iniciativas de conservación nacidas en función de acuerdos internacionales de protección, junto a instrumentos como las zonas de amortiguación, paisajes, corredores biológicos o espacios prioritarios por su biodiversidad. Entre este tipo de designaciones se encuentran; sitios Ramsar (humedales de importancia internacional), Bien Nacional Protegido (BNP), Reservas de la Biósfera, Paisajes de Conservación (PC) y sitios prioritarios para la conservación (MMA, 2019). En el plano de los ejemplos, hay que explicar que la Región



Metropolitana no posee sitios Ramsar, mientras que como BNP se encuentra el Río Olivares, perteneciente a las comunas de San José de Maipo y Lo Barnechea, Reserva de la Biósfera es Cerro La Campana – Peñuelas, la que es parte del área de estudio en la comuna de Tiltil, predominando su superficie en la Región de Valparaíso, como PC “Alhué” en la comunas de Paine, Alhué, Melipilla y San Pedro, junto a la provincia del Cachapoal en la Región de O’Higgins. Respecto a la denominación de otras áreas prioritarias, se pueden citar las siguientes en la región; Cerro Águilas, Cerro Chena, Cerro Lonquén, Cerro Alto Jahuel-Huelquén, Cerros limítrofes Melipilla-San Antonio, Colliguay, Colina-Lo Barnechea, Corredor de Angostura de Paine, Cuenca Estero el Yali, Humedal Batuco, Sector Alto Andino, Cordón de Cantillana, El Morado, El Roble entre otros (MMA, 2019). La RM cuenta con estos, no obstante, debido a su extensión geográfica y para dar cumplimiento a los objetivos de la presente investigación no está contemplada una descripción más acabada.

#### 1.4.4 Usos de Suelo.

Estos corresponden a “*un conjunto genérico de actividades que el instrumento de planificación territorial admite o restringe en un área predial...*” (Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 1992). De acuerdo a cifras del Instituto Forestal (INFOR), a nivel regional se identificaron los usos de suelos expuestos en la **Tabla 3**, con su respectiva superficie, a partir de la actualización realizada en 2012 (INFOR, 2018).

**Tabla 3: Superficie Región Metropolitana por tipo de uso de suelo**

Tipo de uso	Superficie (ha.)
Áreas urbanas e industriales	134.760,5
Terrenos Agrícolas	219.103,0
Praderas y Matorrales	434.837,0
Bosques	373.354,3
Humedales	12.515,5
Áreas sin vegetación	255.018,9
Nieves y glaciares	101.345,0
Cuerpos de agua	8.697,5
<b>Total</b>	<b>1.539.631,7</b>

Fuente: Anuario Forestal 2018. INFOR, 2018.

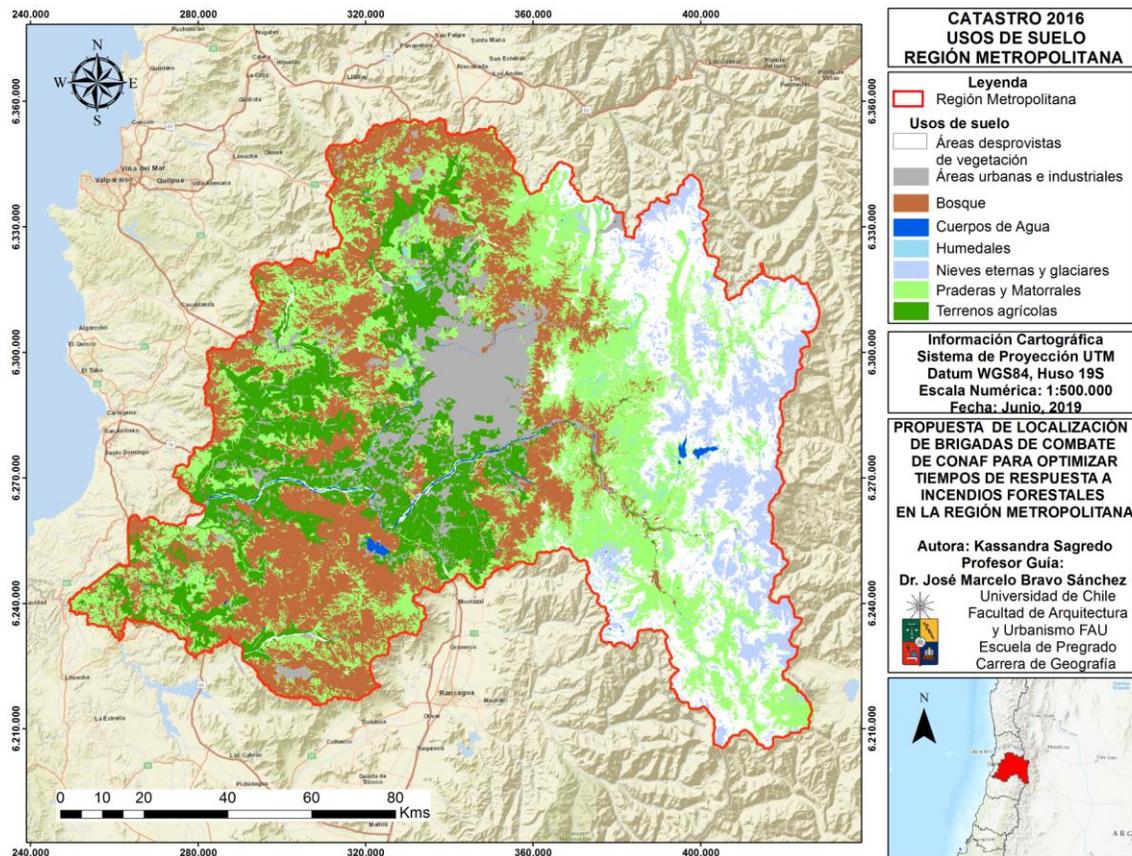
De acuerdo al catastro mencionado, junto a la construcción de la capa geográfica de CONAF (2016), sobre catastro de usos de suelo, se elabora la **Cartografía 5**, donde se observa una predominancia de superficies de praderas y matorrales, seguida por bosques y terrenos agrícolas. Respecto a la importante superficie desprovista de vegetación, su predominancia se identifica en la zona cordillerana, vinculado a sus condiciones climáticas. También, se observan áreas urbanas consolidadas, principalmente el Gran Santiago.

Respecto a los bosques presentes en la región, INFOR (2018) según el último catastro en 2012, señala la predominancia de bosque nativo (363.955,3 ha.), seguida por una superficie menor de plantaciones forestales (9.181 ha.). En el caso de las especies nativas, se presenta una mayor superficie de aquellos con estructura renoval. En cuanto a los bosques de plantaciones forestales,



predominan las especies de *Eucalyptus Globulus* con 5.417 ha., *Pinus Radiata* con 13 hectáreas a escala regional, la desagregación de estos por cada comuna se detalla en la **Tabla 4**, donde se aprecia que la Provincia de Melipilla concentra la mayor superficie de plantaciones de *Eucalyptus Globulus*, seguida por la Provincia de Chacabuco, con una superficie plantada seis veces menor. Para el caso de la especie *Pinus Radiata*, su mayor superficie plantada es en la Provincia Cordillera, seguida por la Provincia de Melipilla.

**Cartografía 5: Usos de suelo, Región Metropolitana.**



Fuente: CONAF, 2016. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

En la siguiente tabla se presenta el desglose de plantaciones por provincia y comuna.

**Tabla 4: Superficie de plantaciones forestales por provincia y comuna.**

<b>División Política Administrativa</b>	<b><i>EucalyptusGlobulus</i> (Ha.)</b>	<b><i>Pinus Radiata</i> (Ha.)</b>
<b>Provincia de Chacabuco</b>	633,6	-
Colina	301,6	-
Lampa	9,3	-
Tiltil	322,7	-
<b>Provincia de Cordillera</b>	135,6	9,5
Pirque	98,4	-



Puente Alto	30,1	-
San José de Maipo	7,1	9,5
<b>Provincia de Maipo</b>	<b>86,8</b>	<b>-</b>
Buín	24,1	-
Paine	62,7	-
<b>Provincia de Melipilla</b>	<b>3.969,7</b>	<b>4,0</b>
Alhué	57,3	-
Curacaví	92,2	-
María Pinto	15,4	-
Melipilla	369,1	-
San Pedro	3.435,7	4,0
<b>Provincia de Santiago</b>	<b>346,9</b>	<b>-</b>
Huechuraba	13,7	-
Pudahuel	35,4	-
Recoleta	287,3	-
Vitacura	10,5	-
<b>Provincia de Talagante</b>	<b>244,7</b>	<b>-</b>
El Monte	52,4	-
Isla de Maipo	101,8	-
Talagante	90,5	-
<b>Total Regional</b>	<b>5.417,4</b>	<b>13,4</b>

Fuente: Anuario Forestal. INFOR, 2018.

#### 1.4.5 Red vial de la Región Metropolitana.

La Región Metropolitana posee una red caminera cuya longitud es de 3.032,44 kilómetros y presenta en sus redes cubiertas de tipo; pavimentados, soluciones básicas y no pavimentados, que se detallan en la **Tabla 5**, donde se observa la predominancia de superficie de asfalto, vinculado a un alto tránsito vehicular en importantes rutas de conectividad urbana, regional e interregional, destacando Ruta 68, Ruta 78, Acceso Sur, Costanera Norte, Américo Vespucio, Ruta 5 (Norte y Sur), por mencionar algunas. La segunda cubierta de mayor longitud regional, corresponde a la capa de protección de soluciones básicas, las que han sido indicadas por el MOP (2017) como una alternativa implementada para garantizar una mejor conectividad en las zonas rurales y más alejadas, caracterizadas por el bajo tránsito vehicular. De acuerdo a esta institución, sobre el 90% de la red caminera de la provincia de Santiago es pavimentada, mientras en las otras cinco provincias no supera el 55% (MOP, 2017).

**Tabla 5: Características generales de la Red Vial RM 2018**

Tipo de red	Tipo de cubierta	Extensión
<b>Red vial Pavimentada</b>	Asfalto	1389,76
	Hormigón	112,15
	Asfalto/ Hormigón	92,8
	Camino básico Intermedio	42,8
<b>Soluciones Básicas</b>	Capa protección	898,29
	Granular estabilizado	0,54
<b>Red vial No</b>	Ripio	332,04

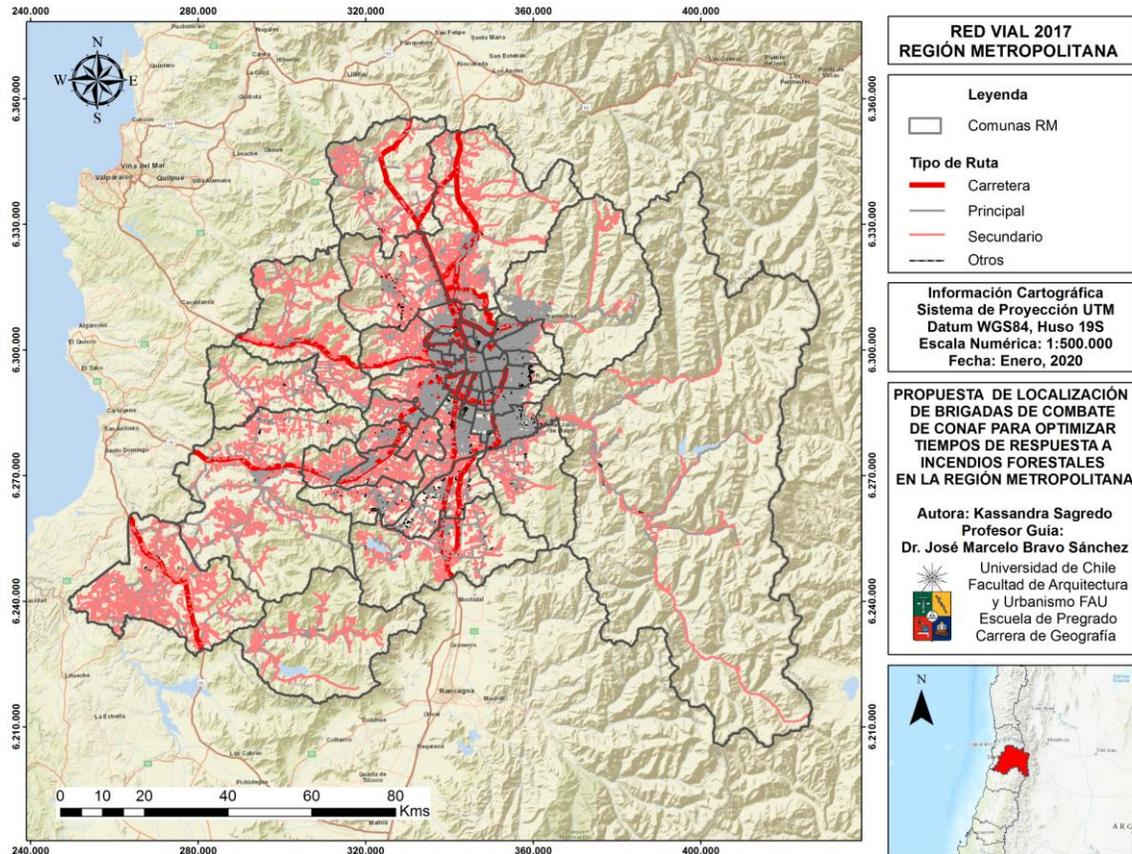


<b>pavimentada</b>	Tierra	164,06
<b>Total Regional</b>		3032,44

Fuente: Infraestructura de transporte de carga, Dirección de Vialidad, MOP, 2018.

A continuación, se presenta la **Cartografía 6** con la distribución territorial de la red de caminos en la RM.

**Cartografía 6: Red vial 2017, Región Metropolitana**



Fuente: INE, 2017. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

#### 1.4.6 Zonas pobladas.

Sobre este aspecto, se debe tener presente que la región ha experimentado procesos de interacción entre los ámbitos urbano y rural a lo largo de toda su historia, y es el fenómeno migratorio iniciado a fines del siglo XIX que provocó un crecimiento con tasas más altas comparado a otros centros urbanos del territorio nacional (Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), 2019).

En la actualidad, el área de estudio posee más del 40% de la población nacional en 52 comunas según el Censo 2017, de las cuales 18 son rurales con un total de 3,7% de habitantes respecto al total regional. Mientras que de las 34 denominadas urbanas, 32 pertenecen a la Provincia de



Santiago y concentra el 78% de población regional con la más alta densidad de población del país. No obstante, la RM presenta entre sus comunas realidades completamente distintas, con cifras mínimas de densidad como San José de Maipo, Alhué, San Pedro y Tiltil (Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO), 2019).

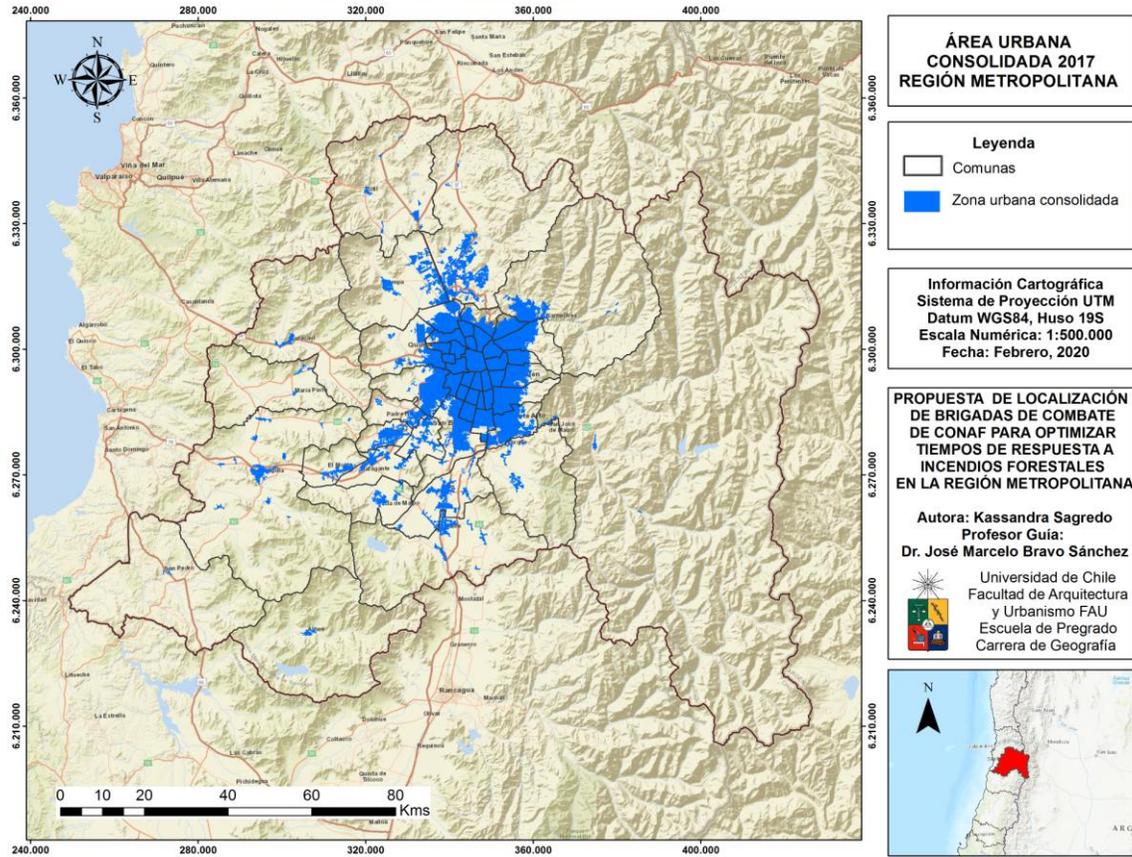
De acuerdo al Índice de Ruralidad Comunal (IRC) desarrollado por MIDESO (2019), las comunas de San Pedro, Alhué y María Pinto, pertenecientes a la provincia de Melipilla, se encuentran en la categoría de ruralidad alta. Mientras que, aquellas comunas con ruralidad muy baja o baja se concentran en la Provincia de Santiago, la clasificación de media a alta se distribuye en las otras 5 provincias de la RM; Cordillera, Maipo, Talagante, Melipilla y Chacabuco (MIDESO, 2019).

Respecto a la principal ocupación en zonas rurales, destacan las actividades económicas del sector primario como; agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (MIDESO, 2019). Se debe destacar que, el área de estudio posee los mejores suelos agrícolas a nivel país, no obstante, el proceso de urbanización acelerada experimentada las últimas décadas han derivado en el consumo de tierras agrícolas y sus recursos ecosistémicos asociados para la expansión de áreas urbanas (CEDEUS, 2019).

A continuación, la **Cartografía 7** presenta la distribución espacial de las zonas urbanas consolidadas en la RM.



### Cartografía 7: Área urbana consolidada 2017, Región Metropolitana



Fuente: INE, 2017. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.



## CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO TEÓRICO.



*Imágenes cortesía de Carlos Félix Gómez, 2019.*



## **2 PLANTEAMIENTO TEÓRICO.**

Este apartado presenta los conceptos básicos utilizados, junto a los paradigmas geográficos que permiten comprender las dinámicas internas de los territorios, en donde se combaten los incendios forestales en la Región Metropolitana (conociéndolos como desastres) y los aspectos legales vinculados a esta materia en Chile.

### **2.1 Antecedentes teóricos.**

Los incendios forestales son parte de los procesos vitales de los ecosistemas boscosos, favoreciendo tanto la sucesión ecológica como la estabilidad natural en su desarrollo. No obstante, la acción humana sobre el fuego genera un desequilibrio en el comportamiento o rol de este en el ecosistema, alterando la evolución natural de estos paisajes, lo que se observa en su estructura y composición de especies. Así también, el mal uso del fuego, a través de quemaduras u otras prácticas, han provocado el aumento en la ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud (Castillo *et al.*, 2003; CEP, 2017).

En Chile, los primeros precedentes que se disponen de incendios forestales de origen antrópico, se remontan a la época de la colonización española, en la que se utilizaba el fuego para habilitar espacios destinados al desarrollo de asentamientos y actividades productivas de la época, estos procedimientos de deforestación de bosque nativo prevalecieron hasta avanzado el siglo XX, transformando el paisaje según los requerimientos humanos. Tales acciones, tuvieron un nivel de violencia que destruyó parte importante de vegetación e ignoró prácticas culturales locales, principalmente de pueblos originarios, como lo fue y ha sido en distintas partes del mundo (Araque, 1999; Díaz & González, 2016).

En las últimas décadas, los especialistas indican que ha existido un aumento en la ocurrencia de estos desastres en la zona central del país, específicamente desde el último tercio del siglo XX, resultado de múltiples procesos como la reducción de las actividades agrícolas y ganaderas, cambios de usos de suelo y expansión del territorio urbano en desmedro del rural, junto al desarrollo de paisajes con continuidad de combustible por actividades forestales y ambientes climáticos secos favorables a la propagación del fuego (CEP, 2017; Díaz & González, 2016).

#### **2.1.1 Variables de origen y comportamiento de los incendios forestales.**

En la evolución de la tierra, el fuego fue fundamental en procesos ecológicos, no obstante, este ha sido alterado y manipulado por el hombre desde hace miles de años, haciendo fuego a su voluntad, por ejemplo, para desarrollar herramientas y calefacción en las comunidades de los primeros tiempos de la humanidad. Posteriormente, la tecnificación en el uso del fuego para su beneficio o la utilización dada a esta forma de energía, dista de su comportamiento natural, realizándose con ella transformaciones significativas en el paisaje (Araque, 1999).



- **Origen del incendio forestal.**

Según la literatura especializada, la existencia del fuego depende de la interacción de tres variables: oxígeno, temperatura y combustible, denominado triángulo del fuego. Sobre los dos primeros, se trata de variables independientes, no es posible ser controladas por el hombre para evitar el desarrollo de los incendios. Mientras que la variable de combustible disponible, es el material que arde y favorece la propagación del fuego, sobre este último se debe actuar para prevenir, mitigar y liquidar un incendio forestal (Araque, 1999).

**Ilustración 1: Triángulo del fuego.**



Fuente: Incendios Históricos: Una aproximación multidisciplinar. Araque, 1999.

En términos generales, la importancia de estas tres variables es comprensible a través de la “regla de 30” en el riesgo de incendios forestales, es decir, cuando la velocidad del viento sea igual o mayor a 30 km/h, las temperaturas iguales o superiores a 30°C y la humedad relativa igual o menor a 30% se presenta un escenario propicio para su desarrollo (Bustos, 2019).

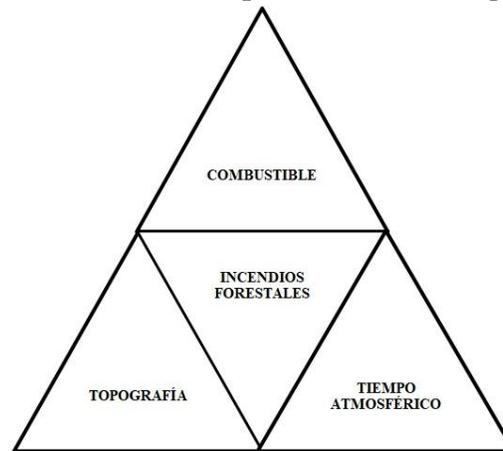
- **Comportamiento de un incendio forestal.**

Como se ha mencionado, el triángulo del fuego indica las condiciones que favorecen a la ocurrencia de un incendio forestal, mientras que el triángulo del comportamiento del fuego señala las características del incendio que favorecen su propagación, como; las características del combustible, topografía y las condiciones atmosféricas del lugar y en el momento en que se inicia el siniestro (**Ilustración 2**).

Respecto al factor combustible, su tipo y distribución en el paisaje va a incidir en el comportamiento del fuego, por lo que las acciones de combate buscan interrumpir su continuidad horizontal y vertical, aumentando el contenido de humedad de la vegetación y aplicando químicos que retardan e impidan la propagación, entre otras (CONAF, 2019). También, se destaca que el comportamiento de un incendio forestal varía entre un bosque nativo y plantaciones forestales, dependiendo de la composición química de la vegetación, propiedades de la madera, su estructura vegetal, entre otros (Julio, 2016).



### Ilustración 2: Comportamiento del fuego.



Fuente: “Guía para trabajar con habitantes de áreas rurales y de la interface forestal/ urbana” de CONAF, 2013.

Sobre las condiciones atmosféricas, se consideran los aspectos como humedad relativa, temperatura, vientos y su dirección y nubosidad. Esto, se complementa con condiciones climáticas a escalas globales, en Chile las condiciones climáticas se ven afectadas por las dinámicas del Pacífico tropical y las variaciones de la circulación atmosférica en latitudes medias y altas, que afectan las precipitaciones y temperaturas. Entre estos procesos, destaca el fenómeno de El Niño, que como anteriormente se afirmó, actúa en la generación de condiciones que favorecen la ocurrencia de estos desastres, por la alteración en los patrones de lluvias y temperaturas. Este escenario, se ve potenciado por el impacto del cambio climático, donde los patrones de precipitaciones en la zona centro-sur presentan un decrecimiento del 20 a 40% y una proyección que duplicaría estas cifras negativas a fines del siglo, junto a un alza constante de las temperaturas en todas las regiones, proyectando un aumento de 2° a 4°C a fines del siglo, antecedentes que contribuirían a incendios forestales más frecuentes y de mayor extensión (Gonzalez *et al.*, 2011).

Con respecto a la topografía como variable a considerar en materia de incendios, autores Castillo, Julio & Quintanilla (2011) señalan que los mayores problemas se concentran en aquellas laderas con matorral nativo, con pendientes superiores al 50 % y topografía abrupta. En términos generales, la propagación y complejidad del combate de un incendio varía de acuerdo a una topografía plana, irregular o abrupta.

#### 2.1.2 Daños y efectos de los incendios forestales.

La ocurrencia de los desastres de este tipo se traduce en impactos a diferentes escalas temporales y espaciales, los que deben ser documentados y analizados, con el propósito de minimizar las pérdidas en el futuro, responder ante una emergencia y garantizar una pronta recuperación. De acuerdo a Julio (2011) derivan en efectos y consecuencias complejas, pues involucran una interrelación de aspectos, que pueden ser estudiados en escalas espaciales (locales y globales) y temporales (corto, mediano y largo plazo). Para esto, se utilizan dos clasificaciones; daños y



efectos, los primeros relacionados a las pérdidas cuantificables y los segundos a las alteraciones asociadas a la ocurrencia (Julio, 2011; CONAF, 2011). A continuación se presenta en la **Tabla 6** una síntesis de los potenciales daños y efectos de un incendio forestal.

**Tabla 6: Daños y efectos provocados por un incendio forestal.**

<b>DAÑOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Directos</b></li> <li>● <b>Indirectos</b></li> </ul>
<b>EFFECTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Socioeconómicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Salud Pública</li> <li>- Desarrollo Comunitario.</li> </ul> </li> <li>● <b>Ecológicos o ambientales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clima</li> <li>- Suelo</li> <li>- Agua y ciclo hidrológico</li> <li>- Vida silvestre</li> <li>- Aire y atmósfera.</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Manual Manejo del Fuego. Daños y efectos del fuego. Julio, 2011

En el caso de los daños, los que se consideran directos son los de tipo tangible, transables en el mercado, de fácil valorización, mientras que los calificados como indirectos son intangibles, difíciles de identificar y evaluar, vinculados a otros factores que se pueden manifestar en el tiempo.

Respecto a los efectos, estos se dividen en dos grupos; socioeconómicos y ecológicos. Sobre los primeros, se destacan dos: la salud pública referida a la calidad de vida de las comunidades y desarrollo comunitario, el impacto a infraestructura pública, la propiedad privada, los valores culturales, fuentes de trabajo, el deterioro de procesos productivos, entre otros amplios y complejos de abordar. Sobre los segundos, se pueden mencionar; clima, el suelo en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, efectos negativos sobre ecosistemas en general, sobre la atmósfera por el material particulado (monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos), contaminando cuencas colindantes y zonas de recreación.

### 2.1.3 Causas de incendios forestales en Chile.

Según las estadísticas de CONAF, las principales causas de incendios forestales se agrupan en: accidentales, intencionales, naturales y desconocidas, en el periodo 2003-2018 un 56% de las causas han sido accidentales y un 32% intencionales. Más en detalle, en causas generales, el 32% fueron “incendios intencionales”, seguidos por un 31% de “tránsito de personas, vehículos o aeronaves” y, en causas específicas, sobre el 30% “uso de fuego por transeuntes”, seguido de un 14% por “otros intencionales no clasificados” y, en tercer lugar, un 5% asociados a “pirómano (insano mental que disfruta del fuego)” (CONAF, 2018).

Lo anterior, orienta el trabajo preventivo realizado por CONAF, labor ejecutada desde dos aristas: la investigación de la percepción de la población y la determinación de causas específicas (CONAF, 2019). Sobre la primera, se sustenta en el rol de las comunidades y sus actividades en la generación de incendios forestales, siendo este tipo de actividad antrópica la principal causa en Chile, a través



de esto se busca incidir positivamente en sus prácticas, buscando sensibilizar a la población sobre su entorno y el desarrollo de acciones para su cuidado (Julio, 2016; CONAF, 2019).

La otra arista del trabajo en un evento incendiario, es la investigación que determina las causas del siniestro, esta aborda desde la determinación de causas específicas, labor realizada por los profesionales de BRIDECA (Brigadas de Investigación de Causas), encargadas de establecer los orígenes de un incendio forestal a partir de evidencias físicas, determinar el área de inicio, el material que originó el incendio y las motivaciones. Esta labor se desarrolla en lugares cercanos o al interior de áreas de conservación, donde se requiera fortalecer el trabajo preventivo y cuando es solicitado para investigaciones legales (CONAF, 2019).

En esta línea, se requiere una mayor intervención a la sociedad civil, que se traduzca en reducir la ocurrencia y en disminuir al máximo su severidad, puesto que “...*pueden haber años en los que haya un aumento en la cantidad de incendios y no por ello se va a producir una situación dramática*” (Castillo & Julio, 2015).

#### 2.1.4 Combate de incendios forestales en Chile.

De acuerdo a los procedimientos de CONAF, cuando se inicia el fuego, este puede ser detectado por medios de tipo; terrestre móvil, terrestre fijo, aéreo, con sistema de cámaras o satelital, el que da aviso a la Central de Coordinación Regional (CENCOR), desencadenando una serie de acciones (ver **Ilustración 3**). Posterior al inicio, detección y aviso, se localiza el lugar donde se está propagando el fuego (por indicaciones de quien informa, utilizando puntos de referencia como calles, infraestructura o coordenadas), una vez identificada la zona de ocurrencia, se determina que brigada debe ser despachada con esta información base.

**Ilustración 3: Etapas generales previas al combate de incendios forestales.**



Fuente: “Despacho y coordinación de recursos” CONAF, 2019. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Respecto a los tiempos entre las etapas en la **Ilustración 3**, específicamente entre el aviso de incendio y el despacho de recursos, no deben transcurrir más de unos minutos, pues el tiempo de traslado y primer ataque de los equipos de combate es vital para su efectiva sofocación. En palabras de Granada (2004) “*se debe tener en cuenta que la dificultad de extinguir un incendio se incrementa en términos exponenciales en relación al tiempo transcurrido desde su inicio*” (1).

- **Despacho a combate:**

Específicamente sobre la labor de despacho, es necesario considerar a esta acción como un factor fundamental en los resultados del combate, pues consiste en la toma de decisiones sobre la



asignación de recursos para el control de un siniestro forestal, a partir del cual se define el curso de acciones sobre el incendio y la efectividad de su liquidación (Granada, 2004). Para esta labor, se procede a evaluar la situación a partir de las características geográficas del lugar siniestrado, el conocimiento histórico de la ocurrencia (complejidad para el combate en determinados territorios), la topografía (que determina el tipo de recurso a ser despachado, de tipo terrestre o aéreo), el combustible, la cercanía a zonas de conservación o viviendas, así también incorporando el estado de los recursos de combate en la región. A lo anterior, se incorporan los datos de las condiciones meteorológicas; vientos, humedad y temperatura (Granada, 2004).

En cuanto su ejecución, esta es descrita por Julio (1999) citado por Granada (2004), indicándose que CENCOR realiza dos labores asociadas al despacho;

- La programación diaria sobre la localización de todos sus recursos, a partir del pronóstico sobre distribución de mayor riesgo de ignición y zonas prioritarias de protección.
- Tomar decisiones sobre la movilización del personal y equipos, para enfrentar el desarrollo de incendios, considerando la disponibilidad de recursos.

Para realizar estas labores, se requiere de información previamente actualizada sobre múltiples aspectos a considerar, entre los cuales Granada (2004) indica a la(s):

- Características de áreas bajo protección y las condiciones potenciales que determinan el comportamiento del fuego.
- Disponibilidad de recursos a combate; fuerza de combate, implementos, localización, medios de movilización.
- Condiciones meteorológicas en el momento, que permita determinar el nivel de riesgo de los territorios.
- Nivel de ocurrencia y localización de la misma, definiendo previamente la identificación de sectores con alta probabilidad de inicio de incendio.
- Carga de trabajo requerida para la sofocación de un incendio en determinado territorio.

Tal recopilación, permite agilizar la labor del despacho, por ello CENCOR cuenta con un equipo altamente capacitado, personal técnico con conocimientos en terreno y herramientas computacionales. Así también, objetivos que orientan su labor (Julio, 1999 citado por Granada, 2004); tales como:

- Delimitar sectores prioritarios de protección.
- Conocer la cobertura y capacidades de unidades e infraestructura para combate.
- Determinar zonificación de restricción de combate para recursos terrestres y aéreos.
- Gestionar protocolos de coordinación con otras instituciones.



- Generar procedimientos de asignación de recursos en emergencias de incendios simultáneos.
- Construir esquemas organizacionales para el combate en incendios de magnitud

Específicamente sobre el despacho, el equipo cuenta con criterios previamente establecidos, que se presentan en la **Tabla 7** a continuación.

**Tabla 7: Criterios de despacho CENCOR.**

<b>Tipo</b>	<b>Característica</b>
<b>Ataque masivo o golpe único (one strike)</b>	Se despacha una gran cantidad de recursos para garantizar el control y extinción en el menor tiempo posible (zonas conflictivas históricas).
<b>Unidad más cercana</b>	Se envía al recurso más cercano, con el menor tiempo de desplazamiento para el combate.
<b>Medio de transporte</b>	Se despachan dos unidades; ambas terrestres o una terrestre y otra aérea, quien llega primero entrega el reporte y en caso de no ser requerido se cancela la misión para el personal en trayecto.
<b>Prioridades preestablecidas</b>	Vinculado a la importancia ambiental, social o económica de un territorio (áreas de conservación, cercanía de viviendas).

Fuente: “Despacho y coordinación de recursos”, CONAF, 2019. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Por lo anterior, el trabajo de CENCOR requiere conocimiento geográfico, utilizando cartografías y herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), para la distribución de recursos, antes, durante y después del siniestro, junto al análisis del mismo. Por esto, se deben tener previamente georreferenciadas las zonas de golpe único, localización de brigadas, redes viales, zonas de conservación, entre otras, que puedan optimizar los tiempos de respuesta a un incidente forestal.

Seguido al despacho, la brigada CONAF se desplaza al lugar, informa el arribo y evalúa la situación; corrobora la localización a través de coordenadas, señala área de afectación, tipo de combustible, vegetación e infraestructura amenazada, objetivos, estrategias y tácticas de combate, indica la necesidad de recursos en caso de ser necesario, datos registrados en el F-22<sup>7</sup> inicial de cada incendio.

Una vez entregada la información base, esta es registrada por el personal CENCOR en la plataforma nacional “Sistema Digital para Control de Operaciones” (SIDCO), el recurso de primer ataque inicia las acciones para extinguir el fuego. En su inicio, el trabajo se orienta a controlar el incendio, contener la propagación del fuego, para ello existen dos métodos de combate; directo y/o indirecto, los que se detallan a continuación:

<sup>7</sup> Nota de la autora: el F-22 es un registro con información base sobre cada incendio, elaborado por la CENCOR a partir de la información en terreno entregada por el comandante del incidente (jefe de brigada), contiene antecedentes relevantes como; coordenadas, predio de origen, propietario, causa estimada, objetivos, estrategias y tácticas del combate, mensaje de seguridad para el personal, caminos cercanos, solicitud de unidades de apoyo, superficie afectada, presencia de más personas o equipos de emergencias, entre otros, los que quedan registrados como un informe preliminar del incendio y se actualiza periódicamente.



- **Método de combate directo:** Es el que controla el incendio extinguiendo su frente de avance<sup>8</sup> (cabeza del incendio), utilizando herramientas manuales, cubriendo el fuego con tierra y contruyendo una línea de cortafuego<sup>9</sup> y en algunos casos utilizando equipos de agua. El ataque directo se emplea principalmente en el inicio de los incendios, cuando son pequeños (o en zonas de menor actividad en un gran siniestro) y en los que presentan vegetación de poca altura (CONAF, 2019).
- **Método de combate indirecto:** Este tipo de ataque se realiza cuando el combate directo no es seguro para el personal en terreno, el control se realiza rodeando el incendio dentro de una línea de control<sup>10</sup> a una distancia considerable de su frente de avance y de los lugares con focos activos. Sus principales acciones se basan en eliminar la continuidad del combustible en la dirección de propagación del fuego (CONAF, 2019).

Mientras se desarrolla el combate, el jefe de brigada debe ir actualizando a CENCOR sobre el avance del siniestro y el estado de su personal, la que es registrada a través de SIDCO. Una vez controlado el siniestro, se modifica su estado de “activo” a “controlado” y, posteriormente, una vez sofocado como “extinguido”. Toda esta información queda registrada en la bitácora del incendio, con todo el respaldo de la información desde su detección.

Por tanto, este estudio se basa en el tipo de despacho de la “unidad más cercana”, identificando el nivel de cobertura de cada brigada desde su base, a través de la red de caminos, en rangos de tiempo determinados.

### 2.1.5 Dimensión geográfica de los incendios forestales.

A partir de lo mencionado en párrafos anteriores (datos que emana desde las ciencias forestales), se plantean que para la comprensión de un incendio forestal en su complejidad, es necesario analizar su ocurrencia reflexionando que su desarrollo se da en un espacio-tiempo, es decir, en una dimensión física, social, política, económica y cultural específica. Por tanto, responde a la pregunta “dónde”, lugar en el que es posible encontrar atributos y dinámicas que lo van configurando, transformando, definiendo, entre otros aspectos que lo condicionan.

En definitiva, la ocurrencia de un incendio forestal en un espacio geográfico debe comprenderse más allá de un contenedor de múltiples objetos y actividades, por lo que es un objeto de estudio para la disciplina geográfica (Ther, 2012). Tal aproximación, es un aporte en la discusión,

---

<sup>8</sup> Nota de la autora: los incendios forestales de más de 10 hectáreas son divididos por sectores (de 1 a 6), a través de la construcción de una grilla, asignando recursos y tareas específicas según el comportamiento del incendio en cada sector.

<sup>9</sup> Nota de la autora: el cortafuego es una franja de terreno que no presenta combustible o una barrera de vegetación que no está en condiciones de arder, impidiendo la propagación del fuego. Sus tipos pueden ser de agua, retardante, línea de fuego o por extracción de vegetación con herramientas (CONAF, 2019).

<sup>10</sup> Nota de la autora: “Una línea de control es un conjunto continuo de cortafuegos naturales o artificiales. También son parte de esta, los bordes de un incendio extinguidos naturalmente y aquellos construidos por personas (antes o durante el combate)” (CONAF, 2019).



incorporando antecedentes como prácticas culturales, formaciones vegetacionales, fauna, características del suelo, cursos de agua, topografía e intereses económicos en la riqueza de recursos en un territorio, los que derivan en un comportamiento diferenciado del incendio, junto a problemas posteriores para su evaluación (Julio, 2011).

### **2.1.5.1 El análisis de los incendios forestales en la disciplina geográfica.**

Dentro de las disciplinas que estudian el espacio, se encuentra la Geografía, la que en su desarrollo histórico ha otorgado un significado diferente a lo que considera el espacio geográfico en función de los cambios y diferencias existentes en sus paradigmas, las que se han enfrentado y complementado en sus marcos teóricos. Por ello, a continuación se exponen dos paradigmas que son posibles de identificar sobre incendios forestales en la presente investigación; la Geografía Radical o Crítica, referente a los procesos que han configurado la región y una potencial explicación a la distribución espacial de la ocurrencia y la agresividad de los incendios forestales registrados en todo el mundo, y la Geografía Cuantitativa o Nueva Geografía, vinculada a modelos y cálculos espaciales. Esta última es de relevancia para esta investigación sobre la definición de una estrategia de localización basada en la identificación de demanda de recursos para combate de incendios forestales.

#### **2.1.5.1.1. Geografía Radical: desde la configuración espacial.**

En las últimas décadas, un elemento fundamental para el estudio de fenómenos naturales y sociales es el espacio y su espacialidad, tal interés nace desde la teoría social, enfatizando los aspectos espaciales de los fenómenos sociales, al respecto algunos teóricos reconocen la existencia de dos espacios, el objetivo o absoluto y el relacional, el primero se define como aquel que *“tiene existencia propia e independiente, es homogéneo y es el medio isotrópico en el que existen o se localizan los objetos (espacio físico)... en su versión relacional, el espacio es un sistema de relaciones entre objetos, y su existencia depende necesariamente de estos (realidad social)”*(Schatzki, 1991, citado por Delgado, 2003: 18-19). Por tanto, la noción de espacio se desborda a una comprensión meramente absoluta de un espacio estático donde ocurren fenómenos e incluye las dinámicas sociales, económicas e históricas que dan origen a procesos que se expresan y transforman el espacio físico.

Considerando lo anterior, para esta investigación, el concepto de espacio se entenderá desde las ideas de Lefebvre (1974), quien habla sobre “la producción del espacio”, el que se ha integrado al mercado, es transable, dominado y representa un interés por controlarlo, forjando complejas relaciones entre sociedad y espacio (Lefebvre, 1974). Esta concepción, se observa en dinámicas como el crecimiento disperso, localizaciones económicas, conversión del sector agrícola, progreso de redes de transporte, entre otros, las que para el paradigma de la Geografía Radical se sintetiza en que *“las relaciones espaciales son entendidas como manifestaciones de las relaciones sociales en el espacio geográfico, producido y reproducido por los modos de producción”* (Delgado, 2003: 79). Es decir, la expresión del sistema económico capitalista en la configuración espacial. Esta perspectiva, es un antecedente a considerar sobre el área de estudio y cómo esta influye en la



distribución de la ocurrencia de incendios forestales<sup>11</sup>, en un escenario donde las principales causas son por acción humana.

Este lineamiento se sustenta, por hallazgos como la relación de la ocurrencia de incendios forestales periurbanos y proyectos inmobiliarios e industriales, como el estudio de Caviedes (2017), quien evidencia a nivel internacional el uso de incendios como un potencial incentivo para el cambio de uso de suelo, es decir, implementados informalmente para la urbanización (Caviedes, 2017).

Por tanto, tales procesos de configuración espacial de la región, serán comprendidos desde los planteamientos de la Geografía Radical con Harvey (1982) citado por Delgado (2003), quien define el espacio geográfico, como *“subproducto social del modo de producción, y que su comprensión sólo es posible a partir de la geohistoria que implica el conocimiento de los procesos involucrados en su producción...”* (Harvey, 1982 citado por Delgado, 2003: 84), por tanto, que la estructura espacial actual de la Región Metropolitana debe ser estudiada a partir de las acciones que el capital ha realizado sobre el mismo en el tiempo.

#### **2.1.5.1.2. Geografía Cuantitativa: desde la localización de recursos.**

Hace décadas es de un alto interés para los niveles de toma de decisiones, determinar los criterios que permitan localizar sus equipamientos, cuestión aplicable a múltiples prestaciones de servicios. Para esto, se integran una serie de variables como; objetivo de su localización, externalidades positivas o negativas de la misma, accesibilidad, rutas de desplazamiento, entre otros (Bosque, Gómez, Moreno & Del Pozzo, 2000).

En función de lo anterior, en el pasado se han realizado estudios vinculados a la organización espacial de los recursos, por medio de modelos que caracterizan de manera abstracta el territorio e identifican patrones de distribución, sintetizados a través de representaciones cartográficas. En esta línea, se encuentra el paradigma de la Geografía Cuantitativa, la que aspiraba a incorporar en la disciplina el método científico, en busca de dar explicaciones a fenómenos geográficos, enfatizando que la Geografía debía enfocarse *“en el orden espacial y en la búsqueda de leyes generales de la organización espacial”* (Delgado, 2003:36). Para esto, se realizaron trabajos utilizando estadísticas como; estudios de conectividad, configuración de redes, análisis de dispersión, vecindad, interacción espacial y correlación, entre otros. En síntesis, Harvey (1969) citado por Delgado (2003) en esos años planteaba que *“los objetos de investigación geográfica son problemas de carácter espacial... por lo que la tarea geográfica tiene que ver con la formulación de leyes generales, más que con el estudio de casos únicos”* (Harvey, 1969 citado por Delgado, 2003: 38), orientando su propuesta a la búsqueda de modelos aplicables en diversos escenarios.

---

<sup>11</sup> Nota de la autora: sobre la ocurrencia de incendios forestales en las regiones del sur, que poseen grandes extensiones de tierra con plantaciones forestales, sería de mayor interés profundizar sobre los aportes de la Geografía Radical, referente al rol de los modos de producción y el sistema económico. En el caso de la Región Metropolitana, se alude a los modos de producción vinculados a proyectos inmobiliarios, actividades industriales y la conexión favorable a través de la red vial.



Esta perspectiva geográfica ha evolucionado en las últimas décadas, con las críticas desde otros enfoques como la Geografía Radical, Humanista, postmoderna y el avance tecnológico. Con respecto a este último, Buzai (2013) se refiere a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que dan lugar a las reflexiones del espacio geográfico sustentados por conceptos como; localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial. Tales nuevos paradigmas, vinculados a los SIG, como; la Geografía Automatizada, Geoinformática y la Geografía Global, revalorizan la Geografía Cuantitativa desde las herramientas tecnológicas desarrolladas las últimas décadas, donde los métodos geográficos se han estandarizado en forma digital (Buzai, 2013).

Por tanto, para los fines del presente estudio, el marco conceptual de la Geografía Cuantitativa y las nuevas geografías aplicadas con los SIG, son fundamentales en el objetivo principal de abordar la localización óptima de brigadas forestales CONAF dentro de la Región Metropolitana, permitiendo evaluar espacialmente las variables que influyen en la toma de decisiones.

#### **2.1.6 La investigación geográfica en incendios forestales.**

Respecto a la investigación de los incendios forestales en las Escuelas de Geografía, predomina la producción de trabajos en España, destacando el enfoque en Gestión del Riesgo, a través de la construcción de cartografías de riesgo en los territorios, utilizando herramientas SIG y estadísticas, como el realizado por Cortés (2008). Así también, estudios como el de Rodríguez (2011) se han orientado a conocer las características espaciales de los siniestros forestales para comprender su comportamiento y orientar medidas preventivas, utilizando SIG e imágenes satelitales de áreas de afectación. Otro lineamiento es el aplicado por Carracedo (2015), quien estudia los fuegos diferenciando entre estas áreas las características y particularidades utilizando SIG y un registro estadístico histórico.

A escala nacional, el nivel y cuantía de estas investigaciones constituyen un tema de alarma en las últimas décadas, pues los estudiosos en la materia resaltan la falta de este tipo de indagación existente en Chile, específicamente sobre la intensificación de la magnitud y ocurrencia de los mismos en los últimos años, así también los daños y efectos provocados, junto a la problemática de recuperación ecológica de los bosques, interrumpida y transformada por estos desastres (Castillo & Julio, 2015). En general, la bibliografía sobre IF predomina en Departamentos de Ciencias Forestales, utilizando SIG, con un alto componente geográfico e integración de variables en sus estudios, ejemplo de ello es la tesis de pregrado de Kagelmacher (2017), titulada *“Causalidad de incendios forestales en la provincia de Melipilla, Región Metropolitana, como fundamento de la prevención basada en la sensibilización”*, orientada a una propuesta de trabajo en terreno para prevención. Por otra parte, el trabajo de Tapia (2008) con el título de *“Diseño de un sistema de torres de detección de incendios forestales para la Región Metropolitana”* buscaba establecer la localización óptima de recursos. Así también, Altamirano *et al.* (2013) en su estudio *“Influencia de la heterogeneidad del paisaje en la ocurrencia de incendios forestales en Chile Central”*, quien modeló y estimó la probabilidad de ocurrencia a partir de variables topográficas, climáticas, de actividad humana y cobertura del suelo. Referente a estudios sobre localización de recursos de combate, destaca la tesis de pregrado de Gilbert (2014) *“Actualización de la determinación de la ubicación de las Brigadas y su diagnóstico de eficiencia en el combate de incendios forestales, en*



*CONAF región de Los Lagos*”, la principal referencia para este estudio. Desde las ciencias sociales, se ha estudiado el rol de los incendios forestales en materia económica y social, junto al impacto en procesos que han caracterizado las dinámicas de asentamientos las últimas décadas, esto se evidencia en el trabajo de Caviedes (2017) “*Construyendo sobre cenizas. ¿Son utilizados los incendios forestales como una herramienta informal para la expansión urbana de Chile central?*” el que vincula la incidencia de estos siniestros con disposiciones legales sobre cambios de usos de suelo, generando procesos informales de urbanización.

En síntesis, en la elaboración de material teórico predomina el uso de los SIG en las últimas décadas; análisis de riesgo y fotointerpretación, junto al trabajo de extensas bases de datos con registros históricos de incendios forestales. Otro de los lineamientos que destacan es la búsqueda de las localizaciones de recursos, para optimizar el uso de recursos y determinar territorios que demandan mayor atención de las autoridades. Estos son algunos de los temas que los últimos años han predominado en la academia, orientados a la labor principalmente de prevención y no al combate de la emergencia. En esta línea, a continuación, se presenta con mayor detalle la aplicación de los SIG en estos estudios y, posteriormente, el papel de los incendios forestales como un riesgo socionatural.

### **2.1.7 Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Chile para incendios forestales.**

Las acciones vinculadas a los incendios forestales son de alto costo económico y de riesgo para el personal en terreno, motivo por el cual los criterios y la forma en que se procede la toma de decisiones es fundamental, para ello se requiere de un alto nivel organizacional, vinculado directamente a la disponibilidad de información de múltiples fuentes de manera eficaz y oportuna (Castillo, Pedernera & Julio, 2004).

En este escenario, los investigadores forestales chilenos han trabajado desde la década de los noventa en aplicar los avances tecnológicos y computacionales en el manejo del fuego. Entre las investigaciones más destacadas, se reconoce el aporte realizado por el Laboratorio de Incendios Forestales de la Universidad de Chile a través del proyecto FONDEF FI-13 “*Diseño e implementación de un Sistema de Prognosis y Gestión para el Control de Incendios Forestales*”, orientado a desarrollar instrumentos modernos para la gestión de incendios, presentando uno de los proyectos más emblemáticas en esta materia, y una referencia internacional, el denominado Sistema KITRAL, el cual estaba “*dotado con mecanismos de avanzada tecnología y confiabilidad para la evaluación permanente de la ocurrencia de incendios forestales y para la emisión de información útil para la toma de decisiones*” (Castillo, Pedernera & Julio, 2004:2). Este desarrollo sentó las bases de variadas aplicaciones de apoyo a la toma de decisiones en esta materia, vinculadas directamente al uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Anterior al Sistema KITRAL, el desarrollo de los SIG data de los años setenta y sus principales referencias de uso en Chile fueron aplicados a fines de los ochenta, en un escenario donde la captura, procesamiento y análisis de información eran de gran complejidad. Tales avances tecnológicos fueron de la mano con los de la informática (sistemas operativos), llegando a Chile



nuevos software SIG en sus primeras versiones como IDRISI, con gráficas poco amigables y la necesidad de mayor conocimiento para su manejo (Castillo, Pedernera & Julio, 2004).

Desde el desarrollo de estas herramientas, que han significado una importante revolución tecnológica e intelectual vinculado al espacio geográfico, con un amplio campo de aplicaciones en diversas disciplinas que estudian fenómenos espaciales, de carácter transdisciplinario, con base en la geografía y que requiere de la comprensión de los procedimientos y marco conceptual geográfico que se han automatizado en estas aplicaciones (Buzai, 2013).

Respecto a su uso en incendios forestales, se destaca el desarrollo informático en temas de detección y despacho de recursos a combate, así también a temas con mayor connotación espacial como la ocurrencia y propagación del fuego. A continuación, se indican las principales aplicaciones de los SIG para incendios forestales según Castillo, Pedernera & Julio (2004).

- Simulación de incendios forestales: Referido a los modelos de simulación de propagación del fuego, que permitan evidenciar potenciales daños y establecer los recursos necesarios para el combate. Para estimar su comportamiento, el sistema utiliza bases de datos de factores como velocidad de viento, topografía y tipo de combustible.
- Determinación de Prioridades de Protección: Sobre el análisis del comportamiento espacial de la ocurrencia y propagación, clasificando los sectores de las zonas bajo protección según el riesgo, peligro y daño potencial (variables de análisis para los forestales), junto al grado de interés de protección. A partir de ello se construyen mapas de prioridades de protección, que deben actualizarse frecuentemente.
- Cálculo de índices de Riesgo: Su objetivo es estimar la probabilidad de ocurrencia de un incendio, apoyando las labores de programación de recursos para combate y la toma de decisiones en despacho. Para ello, se utilizan variables meteorológicas del momento como temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, los que son modelados a través de los SIG.
- Análisis de visibilidad y diseño de sistemas de torres de detección de incendios: Estos tienen como propósito detectar incendios oportunamente, para ello su localización se determina en busca de maximizar la cobertura visual efectiva del observador terrestre fijo. Para ello se seleccionan puntos calculando la visibilidad de cada torre y la cobertura visual de toda la región con todo el sistema existente.
- Estudios espaciales de ocurrencia y causalidad de incendios: Orientado al uso de grandes bases de datos para la identificación y delimitación de zonas de ocurrencia, lo que puede complementarse con análisis de composición, distribución y evolución de la causalidad de los incendios.
- Asignación de recursos para el combate: Esta acción tiene como objetivo determinar la cantidad y tipo de recursos que deben ser despachados al combate, decisión que depende de



las características del siniestro; avance, dificultad del control, potenciales pérdidas, entre otros.

Todas las aplicaciones mencionadas trabajan a escala espacial de cada incendio forestal, junto a múltiples escalas temporales de análisis, las que requieren ser actualizadas permanentemente y manejadas por un profesional con conocimientos en la materia.

### **2.1.8 Incendios forestales como desastres siconaturales.**

A fines de la década de 1990, las perspectivas geográficas vinculadas a la relación entre el medio físico y social, principalmente sus dinámicas, tomó más fuerza desde la línea investigativa de Gestión del Riesgo, priorizando las variables sociales. Tal perspectiva tuvo gran adhesión, rompiendo la vertiente tradicional, orientada exclusivamente a los fenómenos naturales, incorporando a la discusión la acción de la sociedad como; degradación ambiental, urbanización, crecimiento de la población, la problemática de desigualdad socioeconómica en múltiples escalas, entre otros (Cardona, 2001).

De acuerdo a la literatura, los incendios forestales son un riesgo siconatural, resultado de la interacción entre la naturaleza y la actividad humana, construido socialmente, pues su ocurrencia está relacionada a la intervención y acción del hombre sobre el medio natural, con impactos negativos sobre las dinámicas de este último, provocando efectos negativos sobre la población que habita estos territorios. En esa línea, se habla de la construcción social del riesgo, que tiene sus orígenes en la escuela francesa de sociología a mediados de la década de los ochenta, identificando la importancia de las ciencias sociales en la problemática, enfatizando *“cómo la percepción racional de los riesgos está marcada por la falta de información y la omisión de los contextos sociales en la definición de los símbolos que permitan identificar los riesgos mismos”* (Duclos, 1987 citado por García, 2005: 13).

A partir de estas reflexiones, es posible reconocer que se otorga mayor importancia a la vulnerabilidad, concepto que comienza a discutirse con fuerza a fines de los años noventa, definiendo sus dimensiones en; natural, física, económica, social, política, ideológica, educativa, ecológica e institucional. Por tanto, el riesgo de incendios forestales va a ser resultado de la interacción de amenazas y vulnerabilidades, mutuamente condicionadas (Lavell, 2001). A partir de esto, investigadores e instituciones buscan intervenir para alcanzar un riesgo aceptable<sup>12</sup>, entendiendo que la variable en la cual es posible incidir para disminuir los daños y efectos es en las dimensiones de la vulnerabilidad.

Esto, aplicado a la temática de estudio sobre la localización espacial de equipos de combate de incendios forestales, resulta relevante porque considera la forma de la construcción de los territorios, y el impacto del hombre en ellos pues dan lugar a paisajes de riesgo. Tal situación, es posible de observar en un incendio forestal cuando se responde la interrogante “dónde”,

---

<sup>12</sup>Nota de autora: referido a políticas públicas e intervenciones que buscan alcanzar un nivel mínimo de impactos negativos de un desastre a la sociedad (Cardona, 2001).



incorporando las características físicas (topografía, clima, vegetación) y sociales (población en riesgo y sus dimensiones de vulnerabilidad) (García, 2005).

### 2.1.8.1 Territorios en riesgo.

En general, el trabajo con incendios forestales requiere ser abordado como un riesgo, por su carácter probabilístico, referido a que *“todos los incendios son distintos, dependen de las condiciones ambientales, de las condiciones del terreno, de la accesibilidad al lugar, entre otros factores”* (Castillo & Julio, 2015), motivo por el que Castillo & Julio (2015) enfatizan que *“la única manera de asegurarnos de que no pasara nada es prácticamente tener un hombre en cada árbol y eso es impracticable”*, por esto es fundamental identificar localizaciones estratégicas en la región para optimizar el tiempo de respuesta.

Para ello, se incorpora a la discusión en los círculos de investigación de riesgos las preguntas “dónde”, “en qué forma” y “para quién” determinados fenómenos pueden tener efectos perjudiciales. Esto, dió origen a debates posteriores sobre el carácter inminentemente social, de las poblaciones y sus dinámicas, en las que se manifiestan procesos que provocan efectos negativos para ellas. Así también, a la ecuación del riesgo se suman otros conceptos como exposición y un análisis más profundo sobre los tipos de vulnerabilidades (Calvo, 2001).

Por lo anterior, este apartado enfatiza que los territorios se caracterizan por su complejidad, autores como Sossa (2012) señalan sus dimensiones tales como: social, económica, política y cultural, las que se entrelazan de manera compleja e inseparable, resultado de la representación, construcción y apropiación de un grupo humano y su historia. En este sentido, el autor indica el aspecto geográfico y ecológico en un territorio, que deriva en dinámicas de transformaciones espaciales; naturales o artificiales, apropiándose del mismo para su beneficio, es por ello que se comprende el territorio como *“en cierta manera el espacio se asemeja a un texto, puesto que está cargado de mensajes que, en ocasiones, le confieren un sentido...”* (Claval, 2002 citado por Ther, 2012: 499).

Dentro de estas transformaciones, uno de los territorios de análisis es la relación entre espacios urbanos y rurales, vinculados a sus cambios en las últimas décadas, lo que ha motivado reflexiones en los ambientes académicos sobre las definiciones o nociones que se tiene sobre lo urbano (entendido desde el siglo XVIII como desarrollo, progreso e industrialización) y rurales (como lo atrasado, vinculado a la agricultura). Es en este espacio geográfico de compleja delimitación, denominado como “interfaz urbano-rural” (IUR) e “interfaz urbano-forestal” (IUF), en donde se presentan condiciones propicias para la combustión<sup>13</sup> y la mayor ocurrencia de incendios forestales en los últimos treinta años, siendo un territorio de interés en el combate (Peña & Valenzuela, 2004).

---

<sup>13</sup> Nota de la autora: vegetación leñosa, arbustiva o herbácea (viva o muerta), y los espacios de propagación son principalmente en terrenos agrícolas, parcelas de agrado u otros que tengan este tipo de combustible (CONAF, 2019).



### 2.1.8.1.1 Interfaz urbano-rural (IUR) e interfaz urbano-forestal (IUF)

El territorio comprendido dentro del interfaz de la Región Metropolitana, es el que presenta la mayor ocurrencia de incendios forestales en el país, este escenario es entendido como límite entre paisajes urbanos, rurales y forestales de compleja comprensión, lo que nos lleva a la conclusión de que no es simple delimitar espacialmente sus condiciones.

Como aclaración relevante, Alcántara (2019) en su Tesis de Magister sobre incendios forestales identifica dos interfaces; interfaz urbano-rural (IUR) e interfaz urbano-forestal (IUF). La primera, alude a la zona de contacto entre las dinámicas propias de los espacios urbanos con lo rural, donde *“las estructuras urbanas de subruralizan y las rurales se suburbanizan”* (Eizaguirre, 2001 citado por Alcántara, 2019:23), territorios complejos, que albergan la confluencia de múltiples procesos. Mientras que, el IUF es una identificación que surge hace aproximadamente dos décadas enfocado en prevención de IF, por la necesidad de planificación y gestión de recursos forestales junto a los asentamientos, es decir, la zona donde toma contacto el terreno forestal con zonas edificadas <sup>14</sup> (Galiana, 2012), corresponde a un espacio de transición que posee subdivisiones internas.

Enfocado a la complejidad de la configuración de la IUR, desde una corriente más tradicional en la materia, los espacios urbanos y rurales se han entendido como dicotómicos, esta mirada se vio fortalecida a través de la industrialización desde el siglo XIX, donde la urbanización (la ciudad) era concebida como un espacio moderno, contrario a lo rural, utilizando atributos que permiten la diferenciación, como: su tamaño, densidad habitacional, aspecto de su núcleo, la existencia de actividades no agrícolas, modos de vida, junto a otras características como su heterogeneidad, cultura y la interacción social, que en conjunto marcaban diferencias entre ambos mundos (Capel, 1975). Tales corrientes sobre la noción de urbano como moderno, hacían suponer que con el tiempo su expansión decantaría en la desaparición de lo rural, territorios aún vigentes y con características particulares que los diferencian (Dalla, Sales, Esteves & Ghilardi, 2019).

Como explicación de lo anterior, autores como González (2013) se refieren al impacto de los procesos socioeconómicos en la transformación de los territorios cercanos a zonas urbanas, modificando sus bienes, servicios, paisajes y trabajos, sin referirse con ello a una desruralización. Tales espacios se convierten en la confluencia de actores y prácticas, de gran complejidad que desborda la denominación de "frontera rural-urbana" como un límite claro, pues *“no es simplemente una franja de territorio subordinada a la ciudad, sino que se construye como un ámbito con sus propias particularidades y con dinámicas específicas, en el que cada vez más grupos sociales se identifican”* (González, 2013:1). Por tanto, las corrientes críticas a la visión de frontera urbana-rural que adoptan el concepto de interfaz, aluden a sus relaciones de complementariedad, posible de reflexionar desde los procesos de las urbes y desde aquellas dinámicas vinculadas a los espacios rurales (Grajales & Concheiro, 2009).

---

<sup>14</sup> Nota de la autora: En la literatura forestal se utiliza el concepto de interfaz urbano-forestal (IUF), Sin embargo, para este estudio se estima relevante hablar de interfaz urbano-rural (IUR), entendiendo la existencia de zonas habitadas en territorios forestales, situación que se observa en el área de estudio, junto al rol del hombre en la ocurrencia de un incendio, por sobre acciones de prevención o estudios de la vegetación.



En síntesis, es necesario analizar las problemáticas que conllevan los espacios de interfaz orientando la reflexión a la prevención de los desastres socionaturales, respecto al alcance espacial de las personas a zonas de difícil acceso y con mayor ocurrencia de incendios forestales por mal uso del fuego, que los convierte en territorios altamente vulnerables caracterizados por la convergencia de zonas pobladas y alta presencia de combustible inflamable, con una alta exposición de personas, bienes materiales y ecológicos (Galiana, 2012).

- **Sobre el Ámbito Urbano.**

Respecto a las ciudades, Rufi (2003) sintetiza los principales conceptos vinculados a la ciudad contemporánea de principios del siglo XXI, con transiciones en sus límites, estructura interna, sus relaciones espaciales y forma, destacando para esta investigación el concepto de “Rururbanización”, entendida como la urbanización de los espacios rurales, urbanizando áreas al límite de la ciudad y a localidades o poblados debido a su proximidad con las ciudades consolidadas, también vinculado a las redes viales, algunos autores se refieren a este proceso como el declive del paisaje rural. Además, es posible destacar la “Periurbanización”, muy relacionada al concepto anterior, referido a la creación de nuevos asentamientos urbanos próximos a la ciudad consolidada (Rufi, 2003).

Para el caso de las áreas urbanas de la Región Metropolitana, desde fines del siglo XIX se da el inicio de las dinámicas expansivas de lo urbano (que continuó y se aceleró durante el siglo XX), sobre la actividad agrícola, debido también a los cambios en las dinámicas de actividades económicas (flexibilizando la localización industrial), la construcción de una compleja red vial en todo el territorio regional y nacional, las mejoras en las comunicaciones, entre otros. En síntesis, lo anterior ha derivado en que *“las condiciones urbanas y rurales se han ido asociando, imbricando, combinando, mezclando y, finalmente, fusionando hasta conformar un agregado de cualidades distintas y específicas”* (Pozueta *et al.*, 2008:80).

De acuerdo a los párrafos anteriores, los procesos urbanos han incidido en la morfología espacial, provocando impactos sobre los recursos naturales, costos económicos y sociales sobre los paisajes fuera del área urbana. Entre los principales efectos, se citan los identificados por Pozueta *et al.* (2008):

- Incremento del consumo del suelo: Aumento de la superficie ocupada para infraestructura habitacional.
- Transformación de las áreas rurales: La presión de la urbanización sobre las tierras rurales, especialmente de uso agrícola, las que al ser transadas en el mercado, en donde se convierten en bienes de capital con un mayor valor es uno de los efectos del mercado inmobiliario.
- Las afecciones a las áreas naturales y protegidas: Vinculadas a la proximidad de actividades humanas, asentamientos y accesibilidad, generando estrés en los ecosistemas y especies.
- Las afecciones al paisaje natural y rural: Provocado por la urbanización en menor densidad de territorios rurales, alterando el paisaje a través de su infraestructura y contaminación que traen aparejadas sus actividades.



- Aumento del tiempo destinado al transporte: Debido a las mayores distancias que se deben recorrer por la mayor distancia entre origen-destino de los desplazamientos, por las redes de caminos.
- La dispersión urbana lleva a la desarticulación formal: Referido a los espacios que se van configurando en zonas rurales, donde se presentan asentamientos menores y segregados.

Todos estos aspectos, configuran los límites difusos de los espacios definidos como urbanos, llevando sus dinámicas a espacios rurales, generando transformaciones sociales y espaciales que involucran a ambos mundos.

- **Sobre el Ámbito Rural.**

Tradicionalmente, los espacios rurales fueron definidos a partir de criterios contrarios a las características de las grandes y medianas ciudades; cantidad de población, baja densidad habitacional, jerarquía según proximidad a urbes, actividades económicas vinculadas al sector primario, homogeneidad social, entre otras, entendido como un espacio con características económicas, sociales y culturales opuesta a lo urbano (Grajales & Concheiro, 2009).

Tales concepciones tradicionales de espacios rurales, han perdido fuerza al no dar respuesta a los patrones de ocupación y procesos que se han observado en los últimos años. Por ello, autores señalan la importancia de reconocer las transformaciones de lo rural, que requieren un enfoque multidisciplinario, integral y global (Grajales & Concheiro, 2009). En esta línea, los cambios notorios se observan a principios de los noventa en América Latina, que en el marco de la globalización y el sistema económico neoliberal, han desencadenado una crisis en las prácticas tradicionales de la ruralidad, surgiendo la noción de “Nueva Ruralidad” (Grajales & Concheiro, 2009). Esta transición que ha sido evidenciada a nivel internacional, caracterizada por el hecho de que en los espacios rurales aparecen nuevas funciones, perdiendo importancia la actividad agrícola y, por ende, su condición de espacio identificado históricamente de abastecimiento. De acuerdo a Grajales & Concheiro (2009), en la actualidad los espacios productivos y ocupacionales se agrupan de la siguiente manera:

- (a) Agroindustria.
- (b) Actividades no agrícolas ligadas a la residencia.
- (c) Servicios vinculados al entretenimiento.
- (d) Actividades de pequeñas y medianas industrias manufactureras.
- (e) Nuevas actividades agropecuarias.
- (f) Recursos naturales.
- (g) Artesanía.
- (h) Ganadería.
- (i) Caza y pesca.
- (j) Comercio.

Así también, la comprensión de las dinámicas de la nueva ruralidad deben ser entendidas no solo por sus procesos internos y por su contexto global, sino también por los fenómenos de las ciudades, las que por su expansión periurbana, han incidido en la concepción del mundo rural (Grajales &



Concheiro, 2009). Todo esto, va a configurar lo que en la actualidad se entiende por lo rural, que se desmarca de la agricultura, diversificando sus funciones y su articulación espacial en la relación de los centros urbanos y zonas rurales.

Por tanto, a modo de síntesis, los territorios de interfaz urbano-rural (forestal) serán comprendidos como aquellos con mayor riesgo de incendio forestal, correspondiendo a zonas donde entran en contacto la vegetación forestal con construcciones, las que pueden ser viviendas, zonas industriales, de producción ganadera agrícola, redes viales, tendido eléctrico, entre otras (Quílez, 2016).

- **Escenarios en que un incendio forestal afecta un sector urbano.**

De acuerdo a Peña (2014), un fuego con afectación forestal puede alcanzar áreas urbanas a través de tres vías;

- (1) Por la continuidad del combustible; existencia de material que facilite el avance del fuego.
- (2) Caída de pavesas; que es el material incandescente trasladado por fuertes vientos, sus alcances pueden ser de 500 metros hasta 2 kilómetros, el que al caer y encontrarse con combustible fino continua con su propagación.
- (3) Acción directa sobre viviendas por radiación de la energía liberada en la combustión; vinculada a la transferencia de calor en pequeñas distancias.

Considerando las características de los espacios de interfaz urbano-rural, definidos anteriormente, son relevantes las acciones preventivas, principalmente una franja de prevención bien diseñada y con buen manejo (Peña, 2014).

### **2.1.9 Análisis de redes viales .**

Los análisis de redes se enmarcan en los estudios de la Teoría de Redes, entendiendo la red como el medio por el cual se relacionan personas, objetos y lugares, entre otros, aplicado a múltiples disciplinas, que se componen de dos elementos principales; líneas y nodos, necesarios para su organización, estructura y flujo (Loyola & Albornoz, 2009).

Para el caso específico de las redes viales, los elementos lineales o arcos corresponden a las vías de circulación y los nodos a puntos de intersección de estas, entendiendo que una red es un conjunto de nodos y líneas, los que poseen una oposición al desplazamiento denominada impedancia. Respecto a este último, Bosque (1992) citado por Loyola & Albornoz (2009), en su estudio, plantea que la accesibilidad indica atributos que actúan como impedancia; la longitud y características de la red, para el segundo caso, permite su jerarquización según tipo; avenidas, calles, carreteras, pasajes u otros, según su flujo y también su clasificación por utilidad, como ejemplos de tipo comercial, residencial e industrial.

Lo anterior, da lugar a una configuración y distribución territorial de la red vial que se genera a partir de una necesidad de movilidad expedita, comunicación e intercambio dentro de la



heterogeneidad del espacio geográfico, entendiendo que un lugar presenta mayor accesibilidad cuando dispone de fácil acceso a la red de caminos (Loyola & Albornoz, 2009). A su vez, es también relevante incluir la localización de las infraestructuras, para este caso bases de brigada, pues su distribución en el área de estudio va a condicionar el nivel de accesibilidad de las mismas (García, 2000).

Para el presente estudio, el indicador de accesibilidad a utilizar corresponde a la estimación de áreas de servicio de las brigadas forestales utilizando el tiempo de desplazamiento de las mismas a través de la red vial, lo que se condiciona por atributos como su longitud y velocidad máxima.

## 2.2 Antecedentes legales.

Este apartado solo menciona brevemente aspectos legales de antecedentes citados en lo teórico, se debe enfatizar que profundizar sobre estos se encuentra fuera de los alcances del presente trabajo.

- **Referente al rol de CONAF.**

Como antecedente, en los primeros años del siglo XX se vivió un paulatino proceso de toma de conciencia de la conservación de la flora y fauna silvestre en nuestro país. Este interés, a nivel estatal, se materializó en 1907 con la creación de la primera Reserva Forestal de Malleco, seguido de la creación de otras Reservas Forestales y de Parques Nacionales, la promulgación de la Ley de Bosques en 1931, el desarrollo de la industria forestal-Corfo, leyes de protección de especies de bosques, entre otras iniciativas que permitieron durante la década de los 60 la creación de la División Forestal del SAG, el Programa Nacional de Prevención y Combate de los Incendios Forestales, el Plan de Reforestación Colchagua, la creación de la Administración de Parques Nacionales y Reservas Forestales, el Instituto Forestal y la creación en 1970 de la Corporación de Reforestación, donde se agrupan una serie de tareas vinculadas al ámbito forestal, entre ellas los incendios forestales (CONAF, 2019).

Posteriormente, en abril de 1972 esta última organización es reemplazada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), entidad de derecho privado perteneciente al Ministerio de Agricultura (MINAGRI) destinada a contribuir a la conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales, y por medio del Decreto Supremo (DS) 733 de 1982 se establece que CONAF tiene como principal función la prevención y combate de incendios forestales (Ministerio del Interior, 1982).

Se bien, su existencia ha sido un aporte significativo en el ámbito forestal desde su creación y años de operatividad, investigadores como Julio (2016) enfatizan la precariedad de la legislación chilena y recursos limitados para el trabajo preventivo de estos desastres, donde sólo el 5% del presupuesto de CONAF se destina a esta área y un 95% al combate, por lo que las posibilidades de disminuir el riesgo son mínimas.

Este antecedente es una referencia sobre tareas pendientes de la institución en sus funciones, para considerar en un futuro una política integral, que incorpore a la sociedad en su conjunto sobre la



importancia del patrimonio forestal como servicio ecosistémico (Bonacic, 2019), así también orientar sus acciones a la etapa preventiva frente a desastres siconaturales de este tipo.

- **Referente a usos de suelo**

El instrumento normativo que rige el ordenamiento territorial urbano en Chile es la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC), quien define los usos de suelo como un “*conjunto genérico de actividades que el Instrumento de Planificación Territorial admite o restringe en un área predial, para autorizar los destinos de las construcciones o instalaciones*”. En este contexto, todo el territorio fuera del área urbana es regulado a través de Planes Reguladores Intercomunales o carecen de instrumentos normativos. Entre aquellos espacios no urbanos se incorporan las áreas de riesgo, zonas no edificables, áreas protegidas, patrimonio natural y cultural, por mencionar algunos, que tiene determinadas limitaciones para ciertas acciones.

Sobre cambios de usos de suelo en zonas rurales, Cavieres (2017) en su tesis de Magíster titulada “*Construyendo sobre cenizas. ¿Son utilizados los incendios forestales como una herramienta informal para la expansión urbana de Chile central?*” investigó a través de las normativas e imágenes satelitales, la posible relación entre la ocurrencia de incendios forestales y los cambios de usos de suelo en nuestro país, planteando que si bien no existe un marco legal directo entre el desarrollo de incendios y la actividad inmobiliaria, es posible vincular ambos hechos a través del análisis del cambio de cobertura vegetal a suelo urbano.

En ésta investigación se identificaron territorios donde se concentraron tanto la ocurrencia de incendios forestales como de proyectos inmobiliarios o industriales, este fenómeno fue observado en comunas de las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Maule y Los Lagos, proceso que se observó también en la periferia de zonas urbanas con una relación en el aumento del volumen de población (Cavieres, 2017).

Este antecedente da cuenta de las implicancias de las dinámicas del mercado inmobiliario e industrial por la demanda de suelo y los procesos de expansión urbana, que han incidido en la complejidad de los territorios de interfaz.

- **Sobre el factor humano en ocurrencia de incendios forestales.**

A partir del 2013, entra en vigencia la Ley N° 20.653 que aumenta las sanciones a los responsables de incendios forestales. Esto, en el contexto de que en Chile sobre el 90% de los siniestros son causadas por acciones humanas, por intencionalidad o descuido, por esto la iniciativa legal busca fortalecer las acciones preventivas y dar responsabilidades penales a quienes los ocasionan, con el objetivo de reducir la ocurrencia de incendios forestales, tipificando como un delito provocar un siniestro de este tipo, castigando “*a quien incurra en la conducta de incendiar bosques, mieses, pastos, montes, cierras, platíos o formaciones xerofíticas de aquellas definidas en la Ley*



N°20.283<sup>15</sup>” (Hip, 2019:5), el que a partir de un proceso investigativo a cargo del Ministerio Público podría ser sancionado de 5 a 20 años de presidio mayor (BCN, 2013).

### 2.3 Antecedentes conceptuales.

Para la presente investigación, se considera como definición de incendio forestal la establecida por CONAF, entendida como “*un fuego que, cualquiera sea su origen... se propaga... quema árboles, matorrales y pastos. Es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son materiales vegetales y que, en su propagación puede destruir ganado, viviendas, como también vidas humanas*” (CONAF, 2011;11). Sobre la misma, el concepto de “ocurrencia” de IF hace referencia a la cantidad de incendios forestales desarrollados en un espacio geográfico determinado y generados en un periodo de tiempo específico (Kagelmacher, 2017).

Sobre esto, en el tiempo los investigadores señalan una evolución de los siniestros tanto en número e intensidad, los que han sido denominados como “generaciones de incendios forestales”, como se describen brevemente a continuación a partir de Alcántara (2019);

- Primera generación: Son aquellos que en la década de los sesenta se propagaban por la disminución de cultivos y mayor continuidad del bosque, generando un aumento en las dimensiones de los incendios.
- Segunda generación: Se caracterizaban por la acumulación de vegetación, favoreciendo la propagación del fuego.
- Tercera generación: Corresponden a aquellos identificados en la década de los noventa, producto de la mayor densidad de combustible se favorece la aparición de incendios más intensos, que superan las capacidades de respuesta de los recursos en combate para su extinción.
- Cuarta generación: Junto a los elementos anteriores, se suma la variable de vulnerabilidad, específicamente por cercanía y continuidad de la vegetación forestal hacia zonas pobladas.
- Quinta generación: Sumado a lo anterior, se caracterizan por la presencia de grandes y conflictivos incendios simultáneos en una misma área, con dificultad de acceso y trabajo en terreno, superando la capacidad de respuesta y arrasando en poco tiempo con miles de hectáreas y zonas habitadas a su paso. Como ejemplo de este escenario, fue el acontecido en enero y febrero de 2017 en Chile, la denominada “Tormenta de Fuego”.

Para enfrentar este escenario, quienes trabajan en terreno son las brigadas de combate forestal, las que son una “*unidad operativa básica que normalmente está compuesta por 10 a 20 personas cada una, altamente capacitadas, con vestuario y equipamiento especialmente diseñado para el combate de incendios forestales y cuya tarea esencial es la construcción de líneas que impiden la propagación del fuego*” (Pizarro *et al.*, 2000 citado por Gilbert, 2014: 8).

---

<sup>15</sup> Nota de autora: Ley N° 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, en vigencia desde el año 2008.



### 2.3.1 Manejo del fuego.

Para enfrentar un desastre de esta categoría, se realiza la labor de “manejo del fuego” a través de una serie de acciones consideradas como previas a un incidente, identificando tres etapas de trabajo para cada temporada, que a su vez trascienden el periodo anual, descritas por Pizarro *et al.*, (2000) citado por Gilbert (2014);

- **Prevención:** vinculada a todas aquellas acciones tendientes a evitar la ocurrencia y propagación de un incendio.
- **Presupresión:** se refiere a todas las actividades planificadas antes de la ocurrencia, que permitan evaluar potenciales problemas, así también enfocado en la oportuna detección y capacidad de sofocación.
- **Combate:** corresponde a las acciones desarrolladas con el objetivo de extinguir un incendio, los que deben llevarse a cabo a partir de los criterios y métodos definidos previamente en la presupresión.

Específicamente para la ejecución de esta última, el personal en la CENCOR de CONAF determina enviar recursos al incendio, instancia denominada despacho, definida como la “*acción de decidir qué recursos se movilizarán para el combate, en base al análisis del reporte de detección recibido en la Central, la información aportada sobre las características del incendio y del lugar afectado y según los recursos disponibles*” (CONAF, 2019), la llegada de estos al lugar corresponde al primer ataque, que da inicio al combate.

En esta línea, los recursos despachados y la labor de combate difiere según el territorio, para el caso de áreas prioritarias, identificadas previamente por los profesionales de CONAF (presupresión), son lugares que por sus cualidades presentan mayor susceptibilidad al inicio de un incendio, que pueden ser de mayor conflictividad para extinguirlo y generar más daños (Gilbert, 2014).

### 2.3.2 Conceptos geográficos.

Para este contexto, a continuación se detallan los conceptos aplicados definidos desde la disciplina geográfica.

#### 2.3.2.1. Territorio.

Según lo anterior, y entendiendo la complejidad de los espacios donde ocurren y se combaten los incendios forestales, es que se alude al territorio a partir de los planteamientos sociales de Soja (1996), para quien este es un “*producto de la acción y la intención humana colectiva, en el que las acciones y pensamientos modelan los espacios, pero al mismo tiempo los espacios y lugares producidos socialmente modelan las acciones y pensamientos*” (citado por González, 2013:2). Desde esta perspectiva, este concepto alude a un “*espacio construido por y en el tiempo... producto del conjunto de relaciones que a diario el hombre entretejió entre todos los suyos con la naturaleza y con los otros*” (Ther, 2012:497), donde es posible encontrar múltiples territorios, que implican la



existencia de dinámicas y conflictos, resultado de una construcción colectiva, un espacio con apropiación e identidad.

En este punto, es fundamental comprender la forma en que la sociedad se ha relacionado con su entorno, principalmente las prácticas residenciales y productivas que han configurado paisajes de riesgos de incendios forestales.

### **2.3.2.2. Riesgos.**

Los incendios forestales dentro de la terminología de riesgos, pueden ser entendidos como *“una posibilidad y probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones... condición latente que capta una posibilidad de pérdidas hacia el futuro, las que van desde las físicas hasta las sociales y culturales”* (Lavell, 2001:2), este siniestro depende de dos grandes variables; amenaza y vulnerabilidad, la primera definida como *“ocurrencia de un evento físico que puede causar algún tipo de daño a la sociedad”* (Lavell, 2001:2), entendiendo que existe una variedad de amenazas a las cuales puede enfrentarse la población, que se clasifican según su origen natural, socionatural o antrópico. Mientras que la vulnerabilidad es comprendida como *“una serie de características diferenciadas de la sociedad... que le predisponen a sufrir daños frente al impacto de un evento físico y que dificultan su recuperación”* (Lavell, 2001:2), componentes que interactúan en un espacio y tiempo determinado.

Desde las ciencias forestales, se complementa lo anterior según lo mencionado por Castillo, Garfías, Julio & Correa (2014), el riesgo de incendios forestales se puede estudiar a partir de dos componentes: (1) ocurrencia histórica, referente a un análisis cronológico y espacial de una base de datos de incendios en un periodo igual o mayor a 5 temporadas, y (2) ocurrencia potencial, sobre el estudio de variables que por sus condiciones se espera pueden favorecer el desarrollo de siniestros forestales.

### **2.3.2.3. Desastres Socionaturales.**

Como se ha mencionado, para la Geografía, el riesgo implica una probabilidad, cuando este ocurre, se habla de un desastre, que se entenderá como *“la manifestación de un fenómeno... al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad de una población, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad...”* (Lavell, 2001:18).

En cuanto a las causas de los incendios forestales, un porcentaje importante es causado por el hombre, tanto en acciones cotidianas como por su toma de decisiones sobre el territorio, entendiéndose en este caso como desastres socionaturales desde el paradigma marxista, los que se definen como *“una manifestación de los abruptos cambios que suceden en el devenir histórico de la humanidad, y dan cuenta de las formas de reproducción de sus condiciones materiales”* (Ugarte, 2014:2), resultado de la relación de dominación y sometimiento del hombre a la naturaleza, reflejado en la depredación de recursos naturales, generando consecuencias que se han vuelto en contra de la sociedad, a partir de la irracionalidad en su relación con el medio ambiente y sus dinámicas (Hewith, 1996 citado por Ugarte, 2014). Este paradigma afirma que la base de los desastres se sustenta en la relación entre el hombre y la naturaleza, por su organización; para la



producción de bienes y servicios, junto a todas las acciones que llevan a la transformación y dominación de la naturaleza, todo ello con el objetivo de satisfacer sus necesidades (Ugarte, 2014).

#### **2.3.2.4. Localización.**

Sobre el emplazamiento de los recursos de combate en la región, se empleará el concepto de localización, entendiendo que *“todas las entidades (con sus atributos asociados) tienen una ubicación específica en el espacio geográfico... puede ser vista de dos maneras complementarias... espacio absoluto corresponde a un sitio específico... espacio relativo a la posición cambiante respecto de otros sitios con los cuales se establecen vínculos”* (Buzai, 2013:7), conceptualizándose por “sitio” a un lugar con coordenadas geográficas asignadas, el concepto de “lugar” como *“una localización identificable por su nombre y a la cual se le pueden asignar valores producidos por las experiencias personales”* (Buzai, 2013:8) y la “posición” como referencia que depende de la escala espacial de análisis y es determinado por la escala temporal<sup>16</sup> (Buzai, 2013).

#### **2.3.2.5. Distribución espacial.**

Concepto central en el análisis geográfico, definido como *“el conjunto de entidades de un mismo tipo se reparten de una determinada manera sobre el espacio geográfico”* (Buzai, 2013:8), debido a las variadas características de las entidades, su distribución puede ser homogénea o no, por lo que sus concentraciones varían de un sector a otro (Buzai, 2013).

#### **2.3.2.6 Análisis Espacial.**

Constituye una serie de procedimientos basados en técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas a estudios de datos distribuidos en el espacio geográfico. Para su desarrollo, las características de los datos definirán su alcance, determinando la resolución espacial del trabajo, utilizando herramientas geográficas como los SIG para determinar la relación de las múltiples capas geográficas (Buzai, 2013).

Este proceso integra cinco grandes conceptos; (1) localización, (2) distribución espacial, (3) asociación espacial, (4) interacción espacial y (5) evolución espacial. Para los fines del presente trabajo, serán aplicados los dos primeros.

#### **2.3.2.7. Interfaz.**

En términos generales, este concepto se define como *“situación de contacto, enlace, empalme, ensambladura o conjunción que singulariza el acoplamiento físico o funcional de dos sistemas independientes que se articulan... permite y facilita el intercambio de influencias y comunicaciones, desbordando límites”* (Pozueta et al., 2008: 76).

Para el contexto de incendios forestales, debe entenderse que un territorio varía según cada zona poblada que se encuentre en él, estudiando sus características diversas; aludiendo a la cercanía que presenta el combustible forestal con las edificaciones como viviendas, granjas, galpones, infraestructura crítica (educación, salud, emergencias), entre otros.

---

<sup>16</sup> Nota de autora: El concepto “posición” se refiere a que la localización de un equipamiento puede cambiar de posición en el tiempo.



Se considera como referencia de este concepto la desagregación de Alcántara (2019); entendiendo interfaz urbana-rural (IUR) como el espacio de contacto, la integración e interacción entre lo urbano y lo rural, mientras que el interfaz urbano-forestal (IUF) se refiere a la evolución del IUR más la necesidad de planificación y gestión de los recursos que rodean y con los que interactúan. Otro concepto que se desprende de esta relación es el intermix, que *“corresponde al lugar donde los combustibles forestales y las construcciones se entremezclan sin claridad ni límite definido”* (Haltenhoff, 2013, citado por CONAF, 2016).

Por tanto, para fines prácticos, y sin ahondar con mayor profundidad al respecto, en el presente trabajo se utilizará este concepto aludiendo a zonas de interfaz urbana-rural (IUR), interfaz urbana-forestal (IUF) e intermix, que presentan la confluencia de dinámicas rurales y urbanas con alta presencia de combustible forestal potencialmente incendiario.

#### **2.3.2.8 Accesibilidad.**

Este término será comprendido como *“la mayor o menor cantidad de aristas y nodos que es necesario atravesar para llegar al nodo de referencia o algunos de los restantes, permitiendo explicar las posibilidades de interacción entre los distintos puntos de un territorio”* (Bosque, 1992, citado por Loyola & Albornoz, 2009: 18). La accesibilidad estaría influenciada por la distribución de nodos y líneas, que pueden tener localizaciones heterogéneas, generando discontinuidades dentro del territorio, condicionando el rendimiento de la movilidad y su estructura, incidiendo en la accesibilidad.



### CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.



*Imágenes cortesía de Carlos Félix Gómez, 2019.*



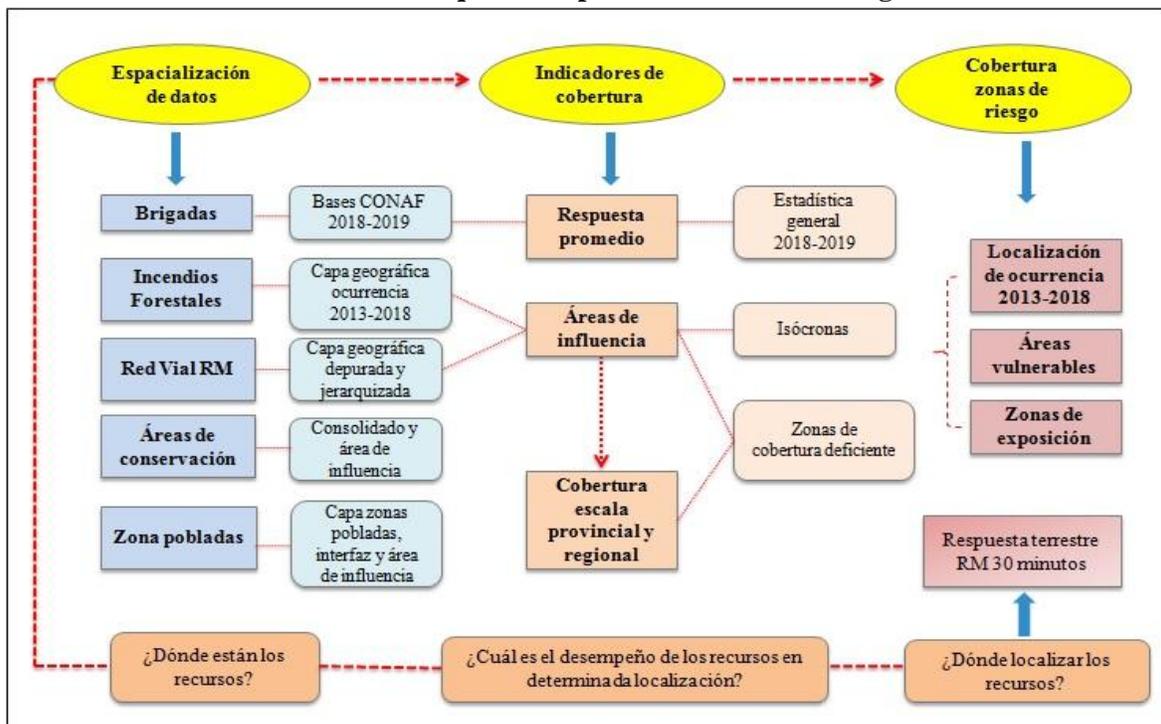
### 3 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y se ha desarrollado en la etapa de gabinete, considerando como principales fuentes de información a las bases de datos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y a las capas geográficas disponibles en IDE Chile. Las cuales, han sido procesadas por medio de herramientas SIG, utilizando durante el análisis el sistema de coordenadas UTM, datum WGS84 y huso 19S.

Como se ha mencionado, la localización de un recurso CONAF busca una mayor cobertura del territorio, es decir, que requiera de menor tiempo de desplazamiento hacia la emergencia a través de la red vial. Para esto, determinar tales localizaciones, se evidencian dos grandes interrogantes, la primera “¿dónde se emplazan los recursos?” asociado a una fase de gestión y descripción, y en segunda instancia “¿dónde deben estar los recursos?” vinculado al ordenamiento y planificación territorial (Bosque Sendra & García, 2000).

Por tanto, para este trabajo se identifican tres fases; la primera busca conocer la espacialización de los datos; recursos, ocurrencia y prioridades de combate en el área de estudio. Posteriormente, realizar estimaciones de cobertura de brigadas, a partir de los niveles de respuesta e identificando superficies con elevados tiempos de arribo. Finalmente, se presenta la cobertura espacial respecto a zonas de riesgo; espacios con antecedentes de mayor ocurrencia de incendios, zonas de conservación y áreas de interfaz. A modo de síntesis, se presenta la **Ilustración 4** con etapas y procesos involucrados en el estudio.

**Ilustración 4: Esquema de planteamiento metodológico.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.



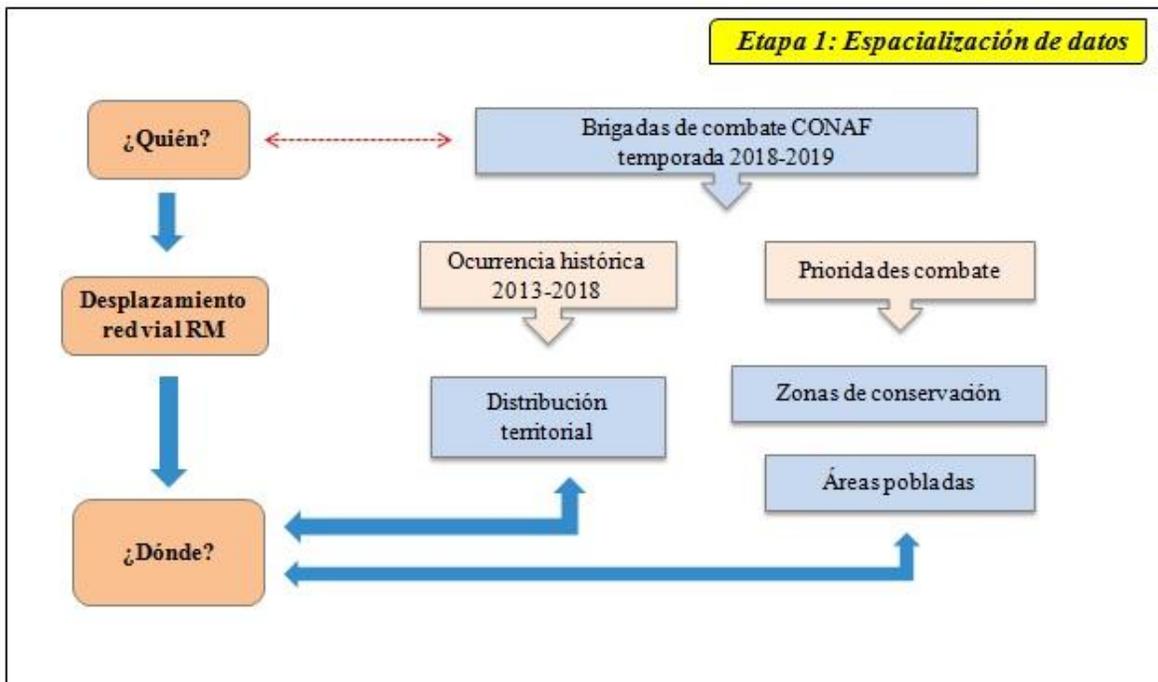
### 3.1 Espacialización de datos.

El presente paso metodológico se enfoca en la etapa previa a la entrada en combate, denominada “despacho de recursos”, vinculada a variables relevantes en la toma de decisiones que realiza CENCOR de un determinado territorio ante un foco detectado. Esto requiere de un permanente monitoreo del estado de los recursos, por lo que la central se encuentre en un estado de alerta permanente (Granada, 2004).

Para lo anterior, esta etapa presenta los materiales y métodos a utilizar para identificar territorialmente el emplazamiento de los recursos de combate de CONAF en la temporada 2018-2019, el comportamiento espacial de los incendios forestales a través de la ocurrencia histórica del quinquenio 2013-2018, las rutas principales de desplazamiento para llegar a una emergencia, los territorios con áreas pobladas consolidadas y en interfaz, la red vial de desplazamiento de las unidades terrestres y las áreas de conservación a escala de Región Metropolitana.

A continuación, la **Ilustración 5** presenta un resumen de la etapa 1, las cuadrículas de color azul representan las capas geográficas y mapas que se procesarán utilizando la herramienta *ArcGis 10.5*.

**Ilustración 5: Síntesis metodológica etapa 1.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.



### 3.1.1 Recursos de Combate CONAF temporada 2018 -2019<sup>17</sup>.

Los recursos disponibles para la labor de sofocación de incendios forestales varían cada temporada, de acuerdo al presupuesto destinado a esta área dentro de CONAF. Para el presente estudio, se utilizará como referencia el documento “Dossier de herramientas y equipos de combate de incendios forestales en la Región Metropolitana” el que corresponde a la temporada de incendios 2018-2019, elaborado por el equipo CENCOR del Departamento de Protección Contra Incendios Forestales de la respectiva región (CONAF, 2018).

En este, se indica como principal recurso de respuesta a las brigadas de combate forestal, las que poseen diferentes características, descritas a continuación en la **Tabla 8**.

**Tabla 8: Tipos de brigadas CONAF, Región Metropolitana, temporada 2018-2019.**<sup>18</sup>

Clase	Denominación	Fuerza de Combate	Características
<b>Brigada C1</b>	Rápida	5 (sin personal de apoyo)	Trabaja con equipo y herramientas manuales de menor complejidad, su capacidad con equipos de agua es básica de tipo Rancher.
<b>Brigada C2</b>	Básica	10 (personal de apoyo de 2 y manipulador de alimentos)	Su trabajo es solo con equipos menores y herramientas manuales de mecanización menor.
<b>Brigada C3</b>	Estándar	20 (personal de apoyo de 2, más manipulador de alimentos y vigilante de base de brigada)	Trabajan con herramientas manuales y equipos de mecanización menor.
<b>Brigada C5</b>	Cisterna Mixta	5 (sin personal de apoyo)	Dotada de equipos y herramientas manuales, junto a gran disponibilidad de agua a través de un camión.
<b>Brigada C7</b>	Heliataque	10 (más personal de apoyo de 2, 1 manipulador de alimentos y 1 vigilante de base de brigada)	Desarrollan la operación en helicóptero, con equipos y herramientas manuales de mecanización menor.
<b>Brigada BN</b>	Nocturna	12	Poseen equipos y herramientas manuales de mecanización menor especialmente orientadas al trabajo de sofocación nocturna.

Fuente: “Dossier de herramientas y equipos de combate contra incendios forestales”, temporada 2018-2019. CONAF, 2018.

<sup>17</sup> Nota de la autora: El número de brigadas y la localización de sus bases se evalúa para cada temporada. El uso de estas en el periodo 2018-2019, se explica al ser la información existente al momento de plantear este proyecto de memoria. Así también, la temporada en que CONAF RM tenía el mayor número de brigadas emplazadas respecto a temporadas anteriores.

<sup>18</sup> Nota de la autora: Para el apoyo visual de tipos de brigadas revisar **Anexo 1**.



De acuerdo al citado documento técnico, la Región Metropolitana en el periodo 2018-2019, tuvo 20 brigadas de combate, las que serán detalladas en el capítulo IV. Además, se debe indicar que para los fines del presente estudio se excluyen las brigadas C7 “heliataque” (descritas en la tabla anterior), por no cumplir el requisito de desplazamiento vía terrestre y las brigadas nocturnas, por sus turnos de trabajo.

Finalmente, a partir de las estadísticas CONAF, se ha procedido a identificar el espacio absoluto de las 20 bases de brigadas a través de *Google Earth Pro*, utilizando las coordenadas geográficas facilitadas por CENCOR Región Metropolitana, generando una capa de puntos en formato KMZ. Posteriormente, se procedió a convertir la capa geográfica anterior en un shapefile, utilizando el programa *ArcGis 10.5*. Luego de este proceso, se confecciona la cartografía temática de la localización espacial de los recursos de combate.

### 3.1.2 Ocurrencia histórica: incendios forestales quinquenio 2013-2018<sup>19</sup>.

El área de estudio corresponde a la Región Metropolitana y la temporalidad de los datos empleados para este apartado comprende al periodo 2013 a 2018 (correspondiente a 5 temporadas de incendios, inicia el 1 de julio de 2013 y finalizan el 30 de junio de 2018). La base de datos oficial utilizada, concierne al archivo consolidado del registro de CENCOR RM en su plataforma SIDCO, el que cuenta con un total de 1.945 incendios forestales.

De acuerdo a Poulain (2005) citado por Kagelmacher (2017), la frecuencia de incendios se puede estudiar de tres maneras, las que serán explicadas a continuación:

- **Análisis espacial**, que permite observar la dispersión de los siniestros.
- **Análisis cronológico**, que muestra el comportamiento de la ocurrencia en el tiempo.
- **Densidad de incendios**, referido a la cantidad de incendios por unidad de superficie y tiempo.

Para este análisis, inicialmente se procede a georreferenciar los incendios registrados en un archivo Excel, utilizando las columnas de coordenadas UTM a través de *ArcGis 10.5*, obteniendo un shapefile vectorial con geometría de puntos.

Desde la capa geográfica resultante, se realiza primeramente un análisis espacial de la ocurrencia, aplicando la herramienta de “Autocorrelación Espacial” (Índice I. de Morán), para evaluar la frecuencia del patrón espacial de incendios, que puede ser de tipo agrupado, disperso o aleatorio. A continuación, se presentan el Índice I. de Morán Global (I) escala regional.

Índice I. de Moran Global (I): “índice de co-variación entre diferentes zonas; sus valores varían de -1 a 1, si  $I=0$  indica nula autocorrelación espacial, si  $I$  es mayor a 0 es positiva, referida que las zonas cercanas poseen valores similares, si  $I$  es menor a 0 la autocorrelación es negativa, lo que

---

<sup>19</sup> Nota de la autora: La base de datos de IF de 2013 a 2018, fue facilitada los primeros meses de 2019 para la primera etapa. Sobre la elección de 5 años, se justifica por lo señalado en Castillo (2013), siendo el quinquenio el tiempo mínimo para hacer referencia a ocurrencia histórica.



significa que las zonas tienen diferentes valores que sus vecinos” (Ordóñez, Varela & Reyes, 2011:5). Para este caso, el criterio de vecindad será “intervalo de distancia”, entendido como vecinos aquellos que se localicen en un rango de distancia determinado.

**Ecuación 1: Índice de Morán.**

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{(\sum_i \sum_j W_{ij}) \sum_i (X_i - \bar{X})^2}$$

Fuente: ESRI, 2019.

En la **Ecuación 1**, se presenta una relación matemática donde; N es el número de casos, Xi el valor de la variable en un lugar determinado, Xj el valor de la variable en otro lugar,  $\bar{X}$  la media de la variable y Wij un peso que depende de la localización relativa entre i y j (Ordóñez, Varela & Reyes, 2011). A partir del valor obtenido, se aprecia matemáticamente la disposición espacial de los siniestros en la región.

Análogamente, para caracterizar los incendios forestales del quinquenio, a través de los atributos de la base de datos procesados en Excel, se ha construido material estadístico, del cual se espera obtener una perspectiva panorámica del comportamiento espacial de los siniestros durante los últimos años. A continuación, las variables a utilizar se presentan en la **Tabla 9**.

**Tabla 9: Atributos de los incendios forestales de la Región Metropolitana 2013-2018.**

Variable	Detalle
Número de incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2013 – 2014</li> <li>- 2014 – 2015</li> <li>- 2015 – 2016</li> <li>- 2016 – 2017</li> <li>- 2017 – 2018</li> </ul>
División Política Administrativa (DPA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Región</li> <li>- Provincia</li> <li>- Comuna</li> </ul>
Nivel de Alerta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin Alerta</li> <li>- Alerta Amarilla</li> <li>- Alerta Roja</li> </ul>
Recursos de Primer Ataque	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bomberos</li> <li>- Personal CONAF</li> <li>- Otro</li> </ul>
Inicio cercano a	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camino Principal</li> <li>- Camino Secundario</li> <li>- Sendero</li> <li>- Vía Férrea</li> <li>- Estructura</li> <li>- Curso de agua</li> <li>- Otro</li> </ul>



<b>Combustible inicial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pastizal</li> <li>- Matorral</li> <li>- Desechos</li> <li>- Cultivo Agrícola</li> <li>- Arbolado Natural</li> <li>- Plantación</li> <li>- Otro</li> </ul>
<b>Causa General</b>	Selección de las 5 más frecuentes
<b>Causa Específica</b>	Selección de las 5 más frecuentes
<b>Superficie total</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,01 a 5 ha.</li> <li>- 5,1 a 10 ha.</li> <li>- 10,1 a 50 ha.</li> <li>- 50,1 a 100 ha.</li> <li>- 100,1 a 200 ha.</li> <li>- Sobre 200 ha. (incendios de magnitud)</li> </ul>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

A partir de estos atributos, se elaboran tablas y gráficos, con número de incendios y porcentajes a escala comunal, provincial y regional. De igual modo, se indican espacialmente las zonas con mayor densidad de ocurrencia de incendios en el periodo 2013 – 2018 dentro de la región.

Por último, se debe enfatizar que la caracterización de la ocurrencia es de tipo histórica, es decir, aquella que contempla periodos pasados, registrados en las bitácoras de las temporadas de incendios, sin realizar una proyección futura de estos (ocurrencia potencial).

### 3.1.3 Red Vial Región Metropolitana.

Para este estudio se dispone de la capa geográfica de red de caminos a escala regional en formato shapefile empleado para el Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadística (INE), descargado de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE-Chile), disponible desde diciembre de 2018.

El motivo para utilizar esta capa de red de caminos es por su nivel de detalle en zona urbana y rural, con un total de arcos de 278.134<sup>20</sup> registros a escala regional, con las siguientes columnas de atributos: “comuna”, “nombre\_vía”, “clase\_comu”, “clase-urba” y la longitud de cada línea. Inicialmente, se realiza un proceso de depuración, excluyendo las denominaciones correspondientes a redes peatonales o menor prioridad vial en desplazamientos, eliminando un total de 71.854 líneas con la denominación de pasaje, escala, peatonal y líneas no conectadas a la red vial, obteniendo un total de 206.286 registros.

A partir de la capa obtenida, se edita agregando campos elementales para la estimación de áreas de servicio; tipo de ruta (carretera, principal, secundario y otros), longitud de la polilínea en metros, kilómetros por hora según tipo de ruta y tiempo. Las herramientas utilizadas para cada caso en

<sup>20</sup> Nota de la autora: Esta cifra es el total de registros en la tabla de atributos del *layer*, que no corresponde al total de caminos, esto se explica por la existencia de caminos segmentados al presentar cruces con otras vías.



*ArcGis 10.5* fue *Calculate Geometry* y *Field Calculator*, las ecuaciones aplicadas se presentan en el apartado 3.2.2 de este capítulo.

Para la estimación de áreas de servicio, la capa presenta importantes limitaciones, pues carece de atributos relevantes al momento de hacer un análisis de este tipo, como; la carpeta (tipo de cubierta del camino) y dirección de las calles, que van a condicionar los tiempos de traslado de una unidad.

### 3.1.4 Zonas de conservación.

Como se ha mencionado, es fundamental resguardar el patrimonio natural frente a las dinámicas de incendios forestales, para ello fueron consideradas las principales áreas de conservación de la Región Metropolitana, definidas por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) detalladas en el Capítulo 1. Extraídas de este repositorio, se utilizan las capas geográficas Áreas Protegidas (AP) e Iniciativas de Conservación Privadas (ICP), consolidadas con *ArcGis 10.5* en una gran capa de zonas de conservación de la Región Metropolitana hasta junio de 2019, que se indican en la **Tabla 10**.

**Tabla 10: Zonas de conservación utilizadas para el estudio.**

Denominación	Nº	Superficie
Áreas Protegidas (AP)	13	105.016,45 ha.
Iniciativas de Conservación Privadas (ICP)	10	23.033,99 ha.

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Para fines prácticos, la denominación de “otras designaciones” no será utilizada en el trabajo, pues en algunos casos comparten superficie con las otras dos clasificaciones, también por su número y extensa superficie geográfica, afectando los objetivos de priorización territorial de combate en la región.

A partir de la capa construida, y considerando que la acción ante una emergencia forestal debe ser previa a la afectación directa, se genera un área de influencia (*Buffer*) de 2.000 metros utilizando *ArcGis 10.5*, este criterio es empleado por CONAF para solicitar Alerta Roja de un incendio cercano a las inmediaciones de un área de conservación, entendiéndose que las dinámicas aledañas a estas pueden incidir negativamente en el inicio de un incendio forestal o resultar afectadas por la propagación de un incendio con comportamiento externo que puede alcanzar estos territorios de mayor vulnerabilidad ecológica.

A partir de esto, se genera una cartografía regional junto a la ocurrencia de incendios forestales del quinquenio dentro de las áreas protegidas y en un área de influencia de 2.000 metros.

### 3.1.5 Zonas pobladas.

Sobre la priorización del trabajo de CONAF en extinción de incendios forestales, en zonas de interfaz urbana-rural, altamente intervenidas las últimas décadas, es una variable considerada en la priorización de sofocación de incendios, como se observa en la **Tabla 11**. Por ello, dentro de los criterios para decretar “Alerta Roja” a la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior



y Seguridad Pública (ONEMI), se contempla la proximidad a las viviendas, por lo que se debe tener registro del emplazamiento de zonas urbanas, entidades rurales y zonas de interfaz como capas geográficas con geometría de polígonos que delimitan espacialmente las áreas con mayor densidad poblacional.

**Tabla 11: Criterios de prioridad en el combate de incendios forestales.**

<b>Prioridad 1 (máxima)</b>	<i>“Áreas forestales próximas a sectores poblados o instalaciones vitales que pueden significar peligro para la vida humana, como también las áreas silvestres protegidas (parque nacionales, reservas forestales y otras)” (4)</i>
<b>Prioridad 2</b>	<i>“Áreas de bosques artificiales (plantaciones de pino insigne, eucaliptos, etc)”(4)</i>
<b>Prioridad 3</b>	<i>“Áreas de sembrados o bosques naturales” (4)</i>
<b>Prioridad 4</b>	<i>“Área de pastizales y matorrales” (4)</i>

Fuente: “Plan ACCEFOR”, ONEMI & CONAF, 2014.

Para definir espacialmente estas zonas en el área de estudio, se han utilizado las capas geográficas de “límite urbano censal” y “localidades”, la base para la aplicación del Censo 2017, se debe enfatizar que en zonas urbanas existe un trabajo de CONAF, orientado principalmente a los cerros islas, ejemplos de ello en la Región Metropolitana son el Cerro Renca, Cerro Colorado, Cerro San Cristóbal (Parque Metropolitano), Cerro Chena, Cerro Provincia, por mencionar algunos. A esta capa geográfica se construirá un *Buffer* de 1.000 metros, utilizando *ArcGis 10.5*, asumiendo la existencia de zonas pobladas de menor densidad en el entorno, que recibirán la denominación de zona de interfaz<sup>21</sup>.

Finalmente, se elabora una cartografía regional del área urbana consolidada, junto al buffer de 1.000 metros, con mayor predominancia forestal (siendo así jurisdicción CONAF) señalada como zona de interfaz y la ocurrencia de IF durante el periodo 2013-2018.

### 3.2 Indicadores de cobertura.

Esta etapa se orienta a la premisa de que la conflictividad existente en el acto de sofocar un siniestro forestal está directamente relacionada con el tiempo transcurrido desde el inicio del incendio y el arribo del recurso de primer ataque. En este aspecto metodológico, un antecedente académico es la experiencia de Castillo & Rodríguez (2015), quienes poseen curvas de respuesta para todo el proceso de combate (ver **Anexo 4**), datos contrastados con las características de los incendios, enfatizando que ningún incendio es igual a otro. De esta investigación, se concluye que es fundamental la planificación previa para evaluar cuántos recursos usar, dónde ubicarlos y cómo enviarlos, destacando que los criterios de despacho terrestre y aéreo difieren (Castillo & Rodríguez, 2015).

<sup>21</sup> Nota de la autora: El motivo de utilizar un área de influencia de 1.000 metros se justifica por el documento de equipos CONAF, en su experiencia de “Plan de Protección de incendios forestales en la comuna de Los Álamos”, donde determinaron esta área como de interfaz por la presencia de expansión urbana.

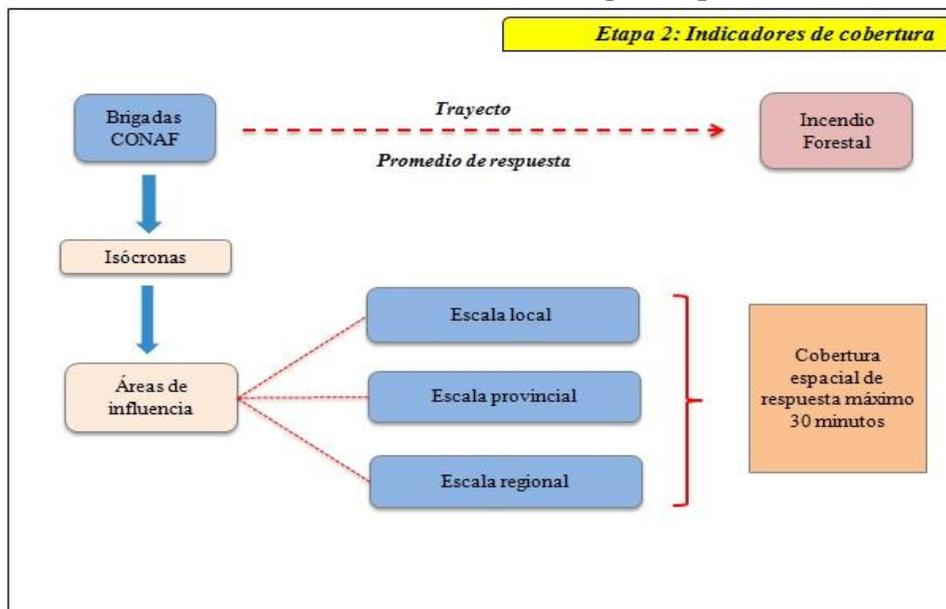


De acuerdo al párrafo anterior, uno de los criterios de despacho de los recursos disponibles se basa en la estimación de tiempo de arribo al área de afectación, es decir, según la localización del incendio se procede a despachar a la brigada terrestre con el menor tiempo de traslado, independiente al tipo de brigada. Por tanto, es importante contar previamente con una estimación de área de influencia y conocimiento de las vías de acceso existentes para el desplazamiento a zonas de mayor ocurrencia, siendo este el principal objetivo de la fase metodológica 2 (Granada, 2004).

Como antecedente a considerar, este estudio se propone en un escenario ideal de incendios forestales, por lo que se omitirán situaciones donde se presentan incendios simultáneos en el territorio<sup>22</sup> y aquellos que sobrepasen los recursos disponibles.

A modo de síntesis, la **Ilustración 6** presenta un esquema de la etapa 2, procesos desarrollados utilizando *Excel* y *ArcGis 10.5*.

**Ilustración 6: Síntesis metodológica etapa 2.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

### 3.2.1 Tiempo promedio de respuesta a combate 2018 – 2019<sup>23</sup>.

A modo de referencia estadística de tiempos de respuesta de brigadas, se utilizó la base de datos de incendios forestales de CONAF en la última temporada 2018–2019, la que contiene los antecedentes para cada incendio de la temporada, solicitada vía Transparencia a CONAF, la cual

<sup>22</sup>Nota de la autora: En estos casos, el criterio de despacho busca distribuir los recursos dentro de todos los focos detectados, garantizando el monitoreo y combate en todas las emergencias (Granada, 2004).

<sup>23</sup> Nota de la autora: Para este apartado, se utiliza la base de datos de la temporada 2018-2019, correspondiente a la misma temporada de la localización de bases, pues sus valores de respuesta se aproximan más al ser el mismo periodo, es decir, las brigadas utilizadas son las mismas en número y localización que las registradas en la BBDD.



posee un total de 532 incendios forestales. En primer lugar se determina quienes son los recursos de primer ataque en llegar al incendio forestal y los tiempos promedios de arribo para casos de incendios de mayores daños. Para esto, se determina un delta entre dos horas registradas para calcular el tiempo de respuesta, como se muestra en la siguiente ecuación.

### **Ecuación 2: Tiempo promedio de respuesta a incendio forestal.**

$$Tr = Ha - Hd$$

Fuente: CONAF, 2019.

En esta fórmula, **Tr** representa el tiempo de respuesta, calculado entre **Ha** que es la hora del primer ataque de la brigada al incendio menos **Hd** correspondiente a la hora de detección<sup>24</sup> del siniestro, con unidad de tiempo en minutos. En este estudio, esta operación matemática simple se realiza con los primeros respondedores, para incendios con superficie superior a 50 hectáreas<sup>25</sup> en la última temporada 2018-2019.

### **3.2.2 Áreas de influencia.**

En este punto se calculan las curvas de respuesta (isócronas) o áreas de influencia de las brigadas forestales, utilizando como medio de transporte los vehículos institucionales (camionetas y furgones). Esta metodología, corresponde a la estimación de áreas de servicio, a través de la construcción de líneas desde un punto de origen, identificando el desplazamiento a un determinado umbral de tiempo a través de la red de caminos, delimitando por medio de líneas en las que todos los puntos presentan el mismo rango de tiempo recorrido.

Para esto, se procede a utilizar la capa de red de caminos de Censo 2017, depurada y con la incorporación de los campos de; tipo de red (por categoría, ver **Tabla 12**), distancia (longitud de la línea en metros), velocidad (kilómetros por hora) y tiempo (minutos).

Para tal estimación, se considera la relación matemática siguiente:

### **Ecuación 3: Cálculo distancia recorrida.**

$$\text{Distancia recorrida (Dr)} = \text{Tiempo de desplazamiento (Td)} * \text{Velocidad (V)}$$

Fuente: ESRI, 2019.

Dado que el presente estudio tiene por principal objetivo abordar tiempos de respuesta, a partir de la ecuación mencionada, se aplicará el siguiente cálculo:

<sup>24</sup> Nota de la autora: En la bitácora se presentan las siguientes horas sobre el incendio; inicio, detección, aviso y primer ataque, para los fines de este estudio se utilizará como referencia inicial la hora de detección.

<sup>25</sup> Nota de la autora: Se utiliza la superficie de 50 ha., para presentar tiempos de desplazamiento en incendios de mayor daño, bajo la premisa de que a mayor tiempo de respuesta, más alto será el daño del mismo y su probabilidad de extinción temprana.



**Ecuación 4: Cálculo tiempo de desplazamiento.**

$$\text{Tiempo de desplazamiento (Td)} = \text{Distancia recorrida (Dr)} / ((\text{Velocidad (V)} * 1000) / 60)$$

Fuente: ESRI, 2019.

La relación matemática es aplicada para cada polilínea, donde **Dr** es la longitud de cada segmento en metros y **V** es un valor constante diferente según cada tipo de ruta (jerarquía), esta es definida por el Ministerio de Transporte sobre la velocidad máxima de circulación de los vehículos, establecido por Ley en Chile, el factor multiplicador de 1.000 corresponde al factor conversor a metros y 60 a los minutos por hora, resultando para cada caso el **Td** en minutos.

Respecto a las columnas de la capa, la distancia es calculada automáticamente en *ArcGis 10.5* con la herramienta *Calculate Geometry*, indicando la unidad de metros. Para la velocidad, se debe tener presente que los transportes de CONAF son “vehículos de emergencia”, establecido por el Artículo 2 de la Ley N° 18.290 sobre Tránsito del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (2009), los que en circunstancias de emergencias pueden exceder el límite establecido. No obstante, para este estudio, se utilizará la categorización de caminos de Gilbert (2014), modificando los valores de máxima velocidad, como se muestra en la **Tabla 12**, estos se ingresan numéricamente con la herramienta *Field Calculator* de *ArcGis 10.5*.

**Tabla 12: Velocidad de desplazamiento por tipo de camino.**

Tipo	Velocidad (km/h)
<b>Carretera</b> (autopistas y rutas principales)	100
<b>Principal</b> (avenidas)	60
<b>Secundario</b> (calles)	50
<b>Otros (privados, entre otros)</b>	40

Fuente: Adaptación de Gilbert, 2014. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

A partir de lo anterior, el tiempo de desplazamiento se estima aplicando la **Ecuación 4** a través de la herramienta “*Field Calculator*”.

Lo mencionado, son insumos para la creación de una nueva área de servicio de *Network Analyst*, inicialmente desde *ArcCatalog* se crea un *New Network Dataset* con la red vial, posteriormente se agrega “*Load Location*” correspondiente a la localización de base de brigada, se editan las propiedades, determinando los umbrales de tiempo, para este caso se utilizará la propuesta de Gilbert (2014) en su trabajo de localización de brigadas en la Región de los Lagos (Chile) y agregando más intervalos.

- Tiempo de 0 a 5 minutos: Respuesta rápida
- Tiempo de 5 a 10 minutos: Respuesta buena
- Tiempo de 10 a 15 minutos: Respuesta óptima
- Tiempo de 15 a 20 minutos: Respuesta favorable
- Tiempo de 20 a 25 minutos: Respuesta reducida
- Tiempo de 25 a 30 minutos: Respuesta baja



Respecto al criterio utilizado para determinar los 30 minutos como máximo de tiempo, corresponde al dato del estudio de CONAF (2019) “Cadena de tiempos de control de incendios forestales”, donde se indica que a nivel nacional el tiempo promedio de respuesta de las brigadas terrestres es de 28 minutos. Para el caso específico de la Región Metropolitana, su tiempo promedio de arribo es el tercero más bajo, con 24 minutos de diferencia entre la salida del recurso desde su base y el arribo al incendio (CONAF, 2019).

Finalmente, se obtendrán cartografías por brigada, provincia y región, explicitando que aquella superficie fuera de los rangos de tiempo estimados, es decir, aquellos que superan los 30 minutos, serán denominados ‘territorios de cobertura terrestre CONAF deficiente’. Este material visual, será complementado con una tabla con la superficie cubierta por nivel de respuesta y otra con incendios forestales 2013-2018 emplazados en cada nivel y en la cobertura total, valores estimados a través de la herramienta *Selection by location* de *ArcGis 10.5*.

Para todo lo mencionado, se debe tener en cuenta la dificultad que presentan este tipo de mediciones, principalmente por factores que van a dificultar el desplazamiento, como obstáculos de índole natural y/o antrópico, por ejemplo; tipo de vehículo, el clima, condiciones de tránsito, accesibilidad a la red vial, variables que inciden en el tiempo de arribo de la brigada al lugar de un incidente (Gilbert, 2014).

A modo de síntesis de la fase dos, se presentan cartografías provinciales del área de estudio, escala espacial que favorece la presentación del estado de cobertura de respuesta terrestre de las brigadas CONAF y una cartografía regional.

### **3.3 Cobertura de zonas prioritarias.**

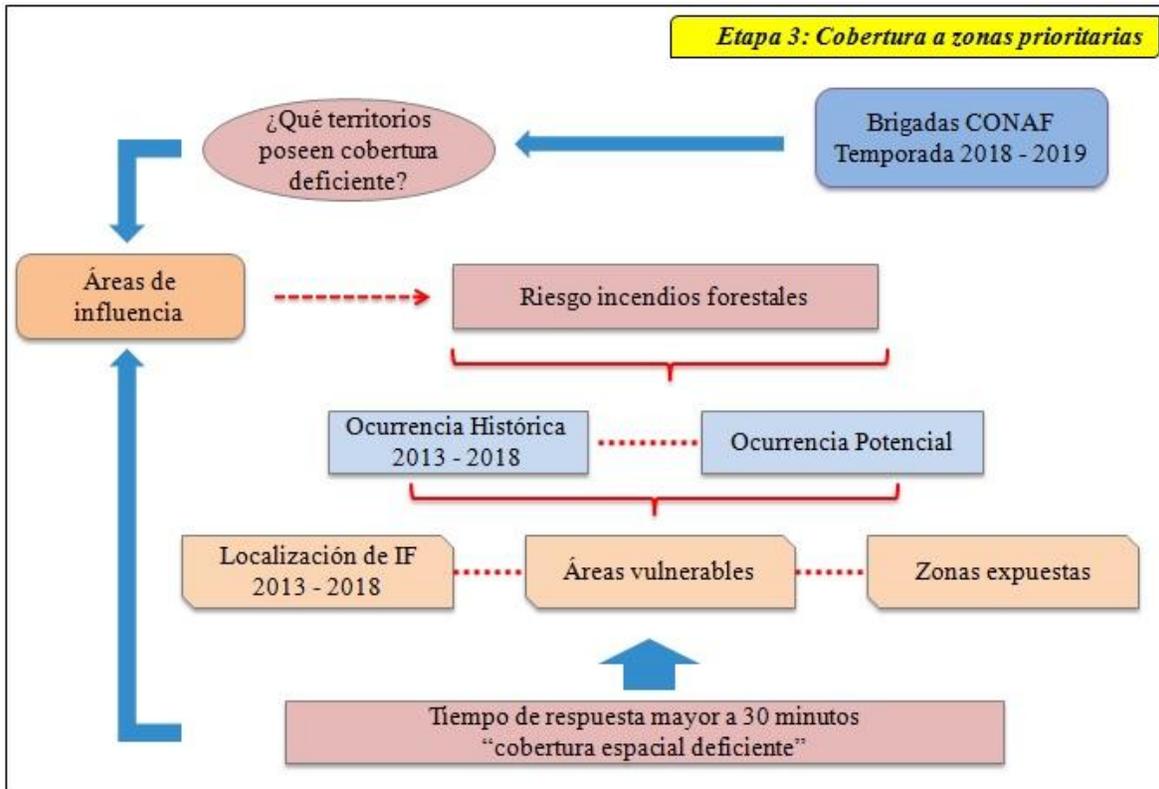
De acuerdo a Bosque & García (2000), la localización óptima de un servicio se orienta a la acción de ordenamiento y planificación territorial. Inicialmente, se debe contemplar que la ubicación de un equipamiento, en este caso una brigada forestal, corresponde a la identificación de una posición espacial, una posición, que garantice el cumplimiento de los fines requeridos.

Para lograrlo, estos autores indican que para garantizar un proceso óptimo de toma de decisiones sobre el emplazamiento de servicios, se requiere de dos grandes fases, la primera orientada a definir objetivos, insumos y criterios que guiarán la acción, y la segunda, la búsqueda del emplazamiento del recurso utilizando herramientas SIG. Como se observa, en las dos etapas anteriores de este trabajo se ha realizado la primera fase mencionada por los autores, los insumos y el desempeño actual de las brigadas, en el presente apartado se indican áreas descubiertas y potenciales criterios a considerar para orientar una potencial solución espacial de localización (Bosque & García, 2000).

A modo de síntesis, el siguiente esquema presenta en términos generales los aspectos fundamentales de esta etapa de trabajo, los productos obtenidos son aquellos que sustentan la ocurrencia histórica y potencial.



**Ilustración 7: Síntesis metodológica etapa 3.**



Autora: Cassandra Sagredo Figueroa, 2019.

### 3.3.1 Cobertura a zonas de riesgo de incendio forestal.

Como se ha mencionado, existen áreas dentro de la RM que por sus características son de relevancia en el combate de incendios forestales, a partir de los polígonos de las áreas de influencia del apartado anterior, se procede a realizar una intersección con estas áreas. Con ello, se busca dar cuenta de territorios con cobertura deficiente, que permita a los tomadores de decisiones en un futuro reflexionar sobre la distribución actual de sus recursos y plantear modificaciones en los emplazamientos para maximizar sus respuestas según los requerimientos de la institución.

Entre los criterios para definir emplazamientos, se encuentran los planteados por Gilbert (2014), quien propone una metodología de estimación de nuevos sitios a través de la integración de criterios<sup>26</sup>, adaptados junto a los componentes de riesgo de incendio forestal de Castillo, Garfias, Julio & Correa (2014), que permiten identificar el riesgo de incendio forestal, a través de la ocurrencia histórica junto a las condiciones socioambientales que favorecen a la ocurrencia potencial, aplicados a este trabajo como se indica a continuación.

<sup>26</sup> Nota de la autora: se debe tener presente que las variables propuestas por Gilbert (2014) y los conceptos teóricos asociados son del área de la Ingeniería Forestal.



**Tabla 13: Componentes del Riesgo de incendios forestales.**

Riesgo de IF	Criterios	Capa geográfica
Ocurrencia histórica	Localización de incendios	Ocurrencia de incendios forestales en el quinquenio 2013 – 2018
Ocurrencia potencial	Áreas vulnerables	Áreas de conservación y buffer RM
	Zonas de exposición	Centros poblados más buffer en la RM

Fuente: Elaboración propia en base a criterios establecidos por Castillo, Garfias, Julio & Correa, 2014.

En primera instancia, como el riesgo desde la ocurrencia histórica ha sido considerado el antecedente de ocurrencia de siniestros en el quinquenio, con énfasis en lugares con mayor densidad de incendios. Mientras que, como ocurrencia potencial, se consideran como territorios vulnerables aquellas áreas de conservación que presentan tiempos de respuesta superior a 30 minutos, lo que les da mayor vulnerabilidad por la demora en el inicio del combate del fuego. Y También, como áreas de mayor exposición se entenderán los centros poblados y su periferia, específicamente aquellos con dinámicas de interfaz que presentan mayor probabilidad de ocurrencia.

Para esto, a través del programa *ArcGis 10.5* se realiza una superposición de capas geográficas, evaluando visualmente la respuesta a las áreas prioritarias de combate a partir de las isócronas, indicando las zonas que presentan una respuesta superior a 30 minutos.

Todo lo anterior, será presentado como productos cartográficos para cada variable a escala regional, las que se analizarán a través de una superposición que permitirá identificar las áreas que presentan prioridad en la localización de recursos por su deficiente cobertura en tiempos de respuesta terrestre.

### 3.4 Limitaciones.

Sobre las bases de brigadas utilizadas: El presente estudio contempla solo la localización de unidades de brigadas en una temporada en particular, correspondiente al periodo 2018 – 2019 (1 de julio de 2018 al 30 de junio de 2019). Por tanto, los resultados obtenidos de cobertura, deben ser comprendidos como una respuesta en dicho periodo de tiempo determinado. No obstante, la metodología aplicada puede ser replicada utilizando emplazamientos de otras temporadas.

Sobre base de datos de incendios forestales: Como fue señalado anteriormente, la ocurrencia histórica utilizada corresponde al quinquenio 2013 – 2018 (1 de julio de 2013 al 30 de junio de 2018). Esto, debido a que en el tiempo en que se obtuvieron los datos fue en el transcurso de la temporada 2018 – 2019, siendo imposible incluir sus datos incompletos en la caracterización de los incendios (primera etapa). Posteriormente, finalizada la temporada 2018-2019, a través de ley de transparencia se obtiene esta última base, la que solo es utilizada para ver los tiempos de arribo de las brigadas a combate, pues estos si corresponden a las localizaciones utilizadas en este trabajo y entrega una panorámica de tiempos de respuesta.

Sobre la ocurrencia de incendios forestales como antecedente: Una variable significativa, que no fue contemplada en este estudio, corresponde a la superficie de afectación de cada incendio, la que



queda registrada una vez extinguido el incidente. Su relevancia radica en que al momento de caracterizar la ocurrencia en el quinquenio, uno de los aspectos que se consideró para determinar localizaciones óptimas de brigadas fue a partir de la densidad de incendios, es decir, la coordenada de donde ha iniciado el fuego, lo que no se correlaciona con la superficie quemada. Por tanto, es posible encontrar una alta densidad de incendios con superficies de afectación mínimas versus zonas de baja densidad de incendios, pero de magnitud (sobre 200 hectáreas). El motivo de no considerar este aspecto, radica en contar sólo con la cifra de superficie de afectación y no con la capa geográfica del mismo.

Sobre la red vial: Respecto a las capas geográficas utilizadas como insumos en este trabajo, hay que considerar especialmente a la de mayor complejidad y es la que se genera con la red vial; la falta de estandarización de la misma con la denominación de los tipos de vías, la geometría de las líneas que requieren corrección (en algunos casos no se encuentran unidas entre sí), junto al nivel de detalle y actualización.

La mayor dificultad, es lo incompleto del registro, el que carece del atributo de dirección de tránsito de las vías y carpeta o tipo de cubierta del camino, lo que llevó a excluir este criterio de las estimaciones, que condiciona la velocidad de la respuesta. Así también, otros aspectos relevantes que se han obviado en el estudio son; la pendiente de las rutas y los horarios de desplazamiento, el motivo principal es porque el trabajo propuesto es una aproximación inicial de cómo determinar la localización de un servicio y dada la extensión del área de estudio, involucra una tarea más ardua de realizar, extendiendo los tiempos de ejecución de esta memoria.

Sobre la propiedad de las brigadas: Dentro de las potenciales complicaciones en el presente estudio, se encuentra la existencia de bases de brigadas de combate, cuyos terrenos son de propiedad CONAF, por tanto, son posiciones que no pueden cambiarse, independiente a los resultados arrojados en este estudio.

Sobre horarios de operatividad: Para este trabajo no se contempló el horario de operación de las brigadas. Este factor es importante en cuanto a tiempos de respuesta, puesto que si el inicio de un siniestro es en horario fuera de trabajo de las brigadas (brigadas inoperativas) y cuando no hay luz, necesariamente el despacho de recursos será de una brigada nocturna (solo dos en la región, emplazadas en Curacaví y Lampa), con extensos tiempos de desplazamiento y realizando acciones mínimas, que permitan garantizar la seguridad del personal.

Sobre áreas de influencia: Otra de las limitaciones a considerar corresponde a la impedancia, que está referida a factores que generen una resistencia al desplazamiento, las mediciones realizadas no incluyen factores como dirección de tránsito de las calles, tipo de cubierta del camino, condiciones climáticas, tipo de vehículo, horarios y condiciones de tránsito.

Sobre presupuesto destinado a brigadas: La actual propuesta de trabajo no considera la disponibilidad de recursos financieros de CONAF destinadas a número de unidades forestales para combate y sus características.



### 3.5 Motivaciones.

La motivación inicial sobre abordar la temática de incendios forestales surge a raíz de los meses de trabajo en la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en 2019, específicamente en la Central de Coordinación y Operaciones (CENCOR) de la RM, donde diariamente se gestionaban recursos de combate, despacho de brigadas y el registro de información de cada siniestro. Desde la experiencia, surge la curiosidad de conocer cuáles son los alcances espaciales de estas unidades.

Así también, los antecedentes conocidos previamente sobre el rol de los incendios forestales como desastres, que se han posicionado como una problemática compleja de abordar, a raíz de los escenarios extremos de las últimas décadas en la zona centro sur de Chile, que han provocado efectos y daños en el corto y largo plazo, impactando la calidad de vida de la población. A partir de esto, surge la reflexión de cómo aportar a su prevención y combate desde el conocimiento geográfico, orientados a minimizar las pérdidas provocadas por los mismos.

Como se ha indicado, los territorios que presentan áreas de mayor susceptibilidad a incendios forestales, es porque en ellas existe una relación directa entre tiempos de respuesta (combate) de un incendio y el nivel de destrucción del mismo, entendiendo que a mayor tiempo de respuesta se provocan más daños y pérdidas.

Por este motivo, existe interés en buscar alternativas que puedan incidir de manera positiva en la respuesta inicial, específicamente en mejorar los tiempos de arribo vía terrestre a las emergencias forestales, siendo la localización de las bases de brigadas una forma favorable de repensar la distribución de recursos en la región, considerando criterios como zonas de mayor conflictividad histórica y territorios que dadas sus condiciones requieren de mayor resguardo de la vegetación nativa.



## CAPÍTULO IV: RESULTADOS.



*Imágenes cortesía de Carlos Félix Gómez, 2019.*



#### 4. Especialización de los datos.

##### 4.1 Recursos de Combate CONAF.

En la Región Metropolitana la denominación de brigadas forestales corresponde a “Roble” más el número de la misma, en el caso de la Central de Coordinación y Operaciones (CENCOR) de este territorio se nombra como “Roble-1”. Para la temporada de incendios 2018-2019 en el área de estudio, se trabajó con un total de 20 brigadas distribuidas en toda la región, que se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 14: Brigadas forestales Región Metropolitana, 2018-2019**

Brigada	Ubicación	Fuerza de Combate	Tipo de brigada	Propiedad	Años operatividad
<b>Roble 2</b>	Valenzuela Puelma 244, La Reina	16	C2	Propia CONAF	7
<b>Roble 3</b>	Camino A María Pinto 16, Curacaví	16	C2	Comodato	1
<b>Roble 4</b>	Cerro San Cristóbal	14	C2	Comodato	28
<b>Roble 5</b>	Camino Rungue km: 17,5, Paine	22	C3	Propia CONAF	8
<b>Roble 6</b>	Estación Puangue, Melipilla	12	C2	Comodato	28
<b>Roble 7</b>	Ruta G-60 N°5000	16	C2	Propia CONAF	35
<b>Roble 8</b>	Ruta 68 km:38, La Aurora, Curacaví	21	C3	Comodato	6
<b>Roble 9</b>	Calle Hogar de Cristo, Lampa	16	C3	Comodato	6
<b>Roble 10</b>	Escuela La Obra, San José de Maipo	12	C2	Comodato	2
<b>Roble 11</b>	Complejo Loncha de Codelco, Alhué	16	C2	Convenio Codelco	8
<b>Roble 12 (Nocturna)</b>	Calle Hogar de Cristo Lampa	12	BN	Comodato	6
<b>Roble 13</b>	Río Clarillo	12	C2	Propia CONAF	3
<b>Roble 14</b>	Escuela Pelvin 673, Peñaflores	5	C1	Comodato	1
<b>Roble 15</b>	Ruta 68 km:38, La Aurora, Curacaví	8	C5	Comodato	6
<b>Roble 16 (Nocturna)</b>	Puangue, Melipilla	10	BN	Arriendo	1
<b>Roble 17</b>	Ruta 68 km:38, La Aurora, Curacaví	5	C1	Comodato	1
<b>Roble 18</b>	Pirque	5	C1	Arriendo	1
<b>Roble 19</b>	Distrito Melipilla	5	C1	Arriendo	1



<b>Roble 20</b>	Calle Hogar de Cristo, Lampa	8	C7	Comodato	6
<b>Roble 21</b>	Base Aérea El Bosque	5	C5	Comodato	1

Fuente: CONAF, 2018.

De acuerdo a esto, se observa en la columna ubicación que algunas brigadas comparten instalaciones; como es el caso de Roble-8, Roble-15 y Roble-17, Roble-9 con Roble-12 y Roble-20, reduciendo el número de bases de brigadas a 16. Sobre la columna de fuerza de combate (FC), corresponde al número de personas operativas para atacar un siniestro, es decir, que cuentan con todo su vestuario e implementos de trabajo y seguridad, el máximo número de personal de combate terrestre en la RM fue de 213 personas para este periodo.

Respecto al tipo de brigada, descrito en el capítulo anterior, se excluirán los equipos de Roble-12 y Roble-16 ya que al ser nocturnas; trabajan en horas sin luz solar, su operación se da por necesidad y no por cercanía a un territorio, desplazándose por extensos periodos de tiempo para llegar a un incendio y su labor se orienta a resguardar zonas críticas, no al ataque directo del siniestro por seguridad del personal. También, se aparta la brigada Roble-20, al ser de Heliataque, no cumpliendo el requisito de desplazamiento terrestre de este estudio. Además, se descarta la brigada Roble-21, la que trabaja como punto fijo en la Base Aérea El Bosque, colaborando en el carguío de aviones cisterna. Por tanto, considerando a las brigadas que comparten bases y los casos descartados por condiciones excluyentes, las estimaciones de cobertura territorial serán realizadas con solo 14 bases de brigadas para la región. Del total de 14 bases, 4 son propiedad CONAF, 1 es por convenio, 7 bases por comodato (contrato de préstamo de la propiedad) y 2 bases en arriendo.

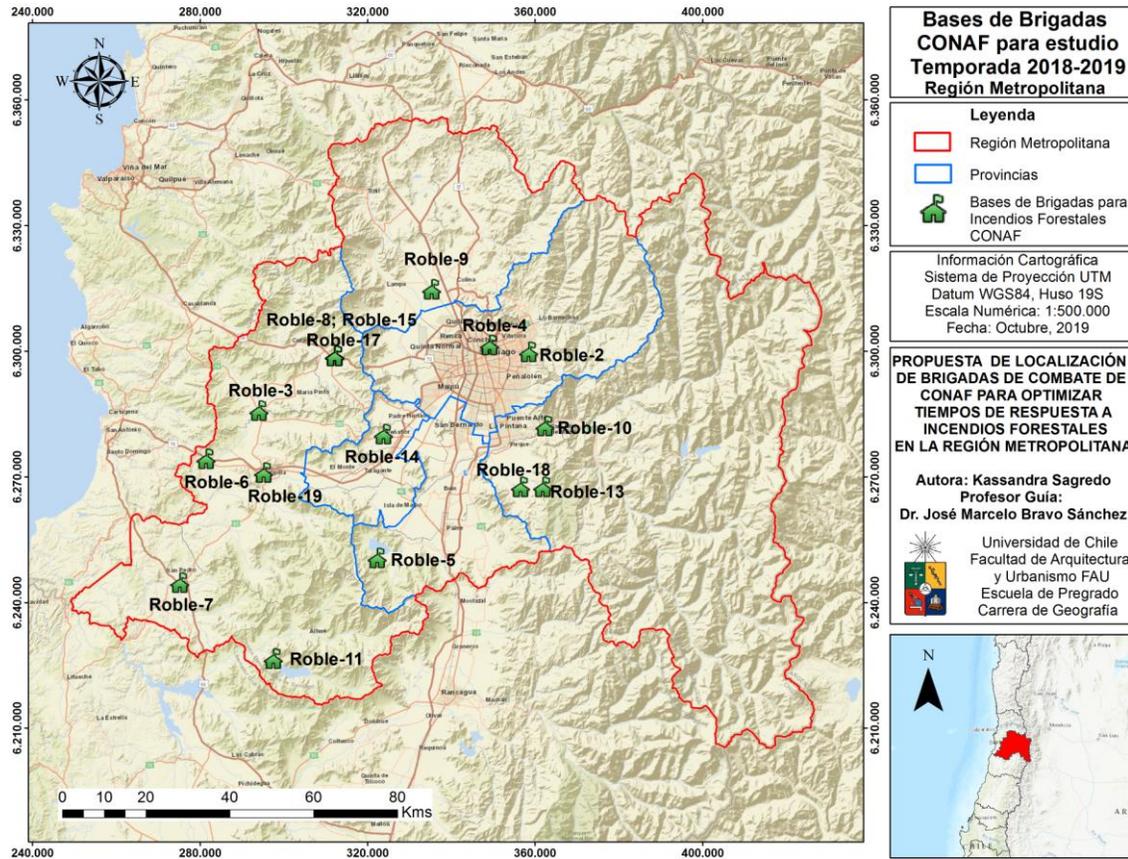
De acuerdo al antecedente mencionado y para el trabajo propuesto, solo 4 de las 14 localizaciones serán consideradas como “no modificables”, siendo las otras 10 “modificables” con el objetivo de ampliar la cobertura de respuesta a incendios forestales.

En la **Cartografía 8** se presenta la localización de las bases de brigadas operativas en la temporada 2018-2019, excluyendo las mencionadas en los párrafos anteriores. Como se observa, el emplazamiento de las brigadas por provincias es la siguiente; 6 bases en Melipilla, 1 en Talagante, 1 en la de Maipo, 3 en Cordillera, 2 en Santiago y solo 1 en la zona norte provincia de Chacabuco.

Referente a las horas de operatividad de una brigada, estas varían según la época del año, en primavera-verano el inicio de actividades se realiza después de las 10 am (ver **Anexo 5** rango horario de incendios temporada 2018-2019), garantizando la presencia de recursos en horas de más altas temperaturas, menor humedad relativa y mayor velocidad del viento, al día el equipo está operativo durante 8 horas más una hora de colación. Sobre los tiempos de descanso, en algunas brigadas todos sus integrantes tienen días libres (“días francos” es la denominación CONAF), dejando a un territorio sin una brigada de combate, un ejemplo de esta situación en la temporada 2018-2019 es Roble-7 en San Pedro, mientras que en otros casos las brigadas siempre están operativas, rotando el personal que toma días francos, es el caso de Roble-8, Roble-9, Roble-11, por mencionar algunos.



**Cartografía 8: Bases de brigadas temporada 2018-2019, Región Metropolitana.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Otro antecedente sobre las brigadas forestales, es que no están operativas los 12 meses del año, en periodos más fríos como junio, julio y agosto, no se presentan equipos de combate, en caso de iniciarse un incendio forestal en esos meses, este tiene que ser atacado por bomberos (en la medida que su equipamiento permita llegar al lugar) o personal técnico de Roble-1, que recorre grandes distancias para llegar a cualquier punto de la región y combatir. Posteriormente, dadas las condiciones climáticas de los últimos años, junto con la mayor ocurrencia y agresividad de los siniestros, el ingreso de brigadas en la RM se realiza desde septiembre, aumentando el número a medida que las condiciones de ambientales son favorables a la ocurrencia, principalmente en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero (ver **Anexo 6** sobre los meses con mayor ocurrencia temporada 2018-2019).

Como se ha observado, la mayor concentración de bases de brigadas se encuentra en la provincia de Melipilla (6 de 14, de las cuales solo 2 son propiedad de CONAF), surge de este antecedente cuestionamientos sobre qué criterios han sido empleamos para la priorización de recursos en este territorio, así como también su distribución dentro del mismo, planteándose los siguientes preguntas: ¿considera antecedentes de años anteriores?, ¿predomina la ocurrencia o el daño en la



toma de decisiones?, son algunas interrogantes que se espera responder a partir de la caracterización de los incendios forestales en el siguiente apartado.

#### 4.1.1 Ocurrencia de incendios forestales 2013 – 2018.

Durante 5 temporadas CONAF, entre el 1 de julio de 2013 hasta el 30 de junio de 2018, en el área de estudio se registraron 1.945 incendios forestales con una superficie de afectación cercana a las 85.650 hectáreas. En términos estadísticos, la distribución de estas cifras a escala provincial se resume en la siguiente **Tabla 15** y **Gráfico 1**.

**Tabla 15: Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, Región Metropolitana.**

Provincia	Ocurrencia de IF	Porcentaje Ocurrencia de IF	Superficie (ha.)	Superficie (%)
Chacabuco	318	16,35%	13.312,955	15,50%
Cordillera	161	8,28%	7.176,09	8,37%
Maipo	149	7,66%	2.125,73	2,48%
Melipilla	790	40,62%	54.075,43	63,13%
Santiago	337	17,33%	5.455,41	6,36%
Talagante	190	9,77%	3.503,81	4,09%
<b>Total RM</b>	<b>1945</b>	<b>-</b>	<b>85.649,425</b>	<b>-</b>

Fuente: CONAF, 2019. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

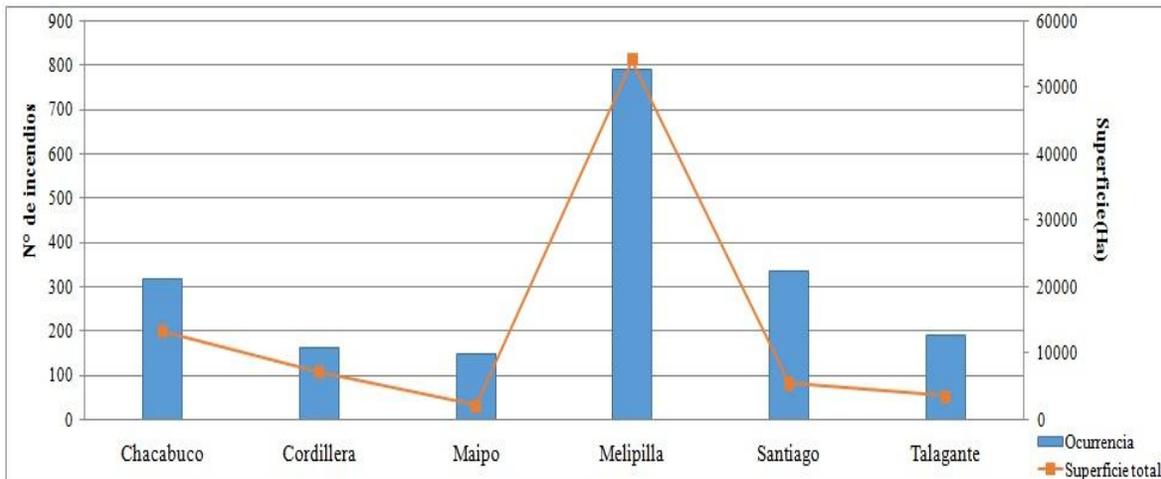
De acuerdo a la División Política Administrativa, la mayor concentración de ocurrencias y superficies afectadas se encuentra en la Provincia de Melipilla, territorio que representa el 13.3% de la superficie regional, concentrando el 40% de ocurrencia y el 63% del daño de los siniestros en el quinquenio.

También, se destaca que la segunda mayor ocurrencia se produce en la Provincia de Santiago, que puede ser explicada por el tránsito de personas (acción antrópica como principal causa de incendios), esta unidad presenta el cuarto lugar en superficie consumida, interpretado por su uso de suelo predominantemente urbano, lo que permite sospechar una mayor concentración de ocurrencia en zonas forestales dentro de esta unidad; cerros islas, Parque Metropolitano, piedmont cordillerano, por mencionar algunas.

Por su parte la provincia de Chacabuco, es la tercera en ocurrencia y segunda en superficie afectada, y sus cifras podrían interpretarse por ser un territorio con mayor porcentaje de suelo rural. Sobre las otras unidades, su ocurrencia no supera el 10% en cada caso respecto al total regional del quinquenio, con superficie afectada superior a las 2.000 ha.



**Gráfico 1: Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, Región Metropolitana.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa. 2019

A partir de los datos, en primer lugar se afirma, que la mayor ocurrencia de incendios no guarda relación con el nivel de destrucción del mismo en cuanto a superficie afectada, fenómeno que se observa en el siguiente **Gráfico 2** por cada temporada. En segundo lugar, es fundamental ahondar en las dinámicas provinciales, comunales y locales para comprender los atributos de los espacios más afectados y poder así actuar preventivamente sobre los mismos.

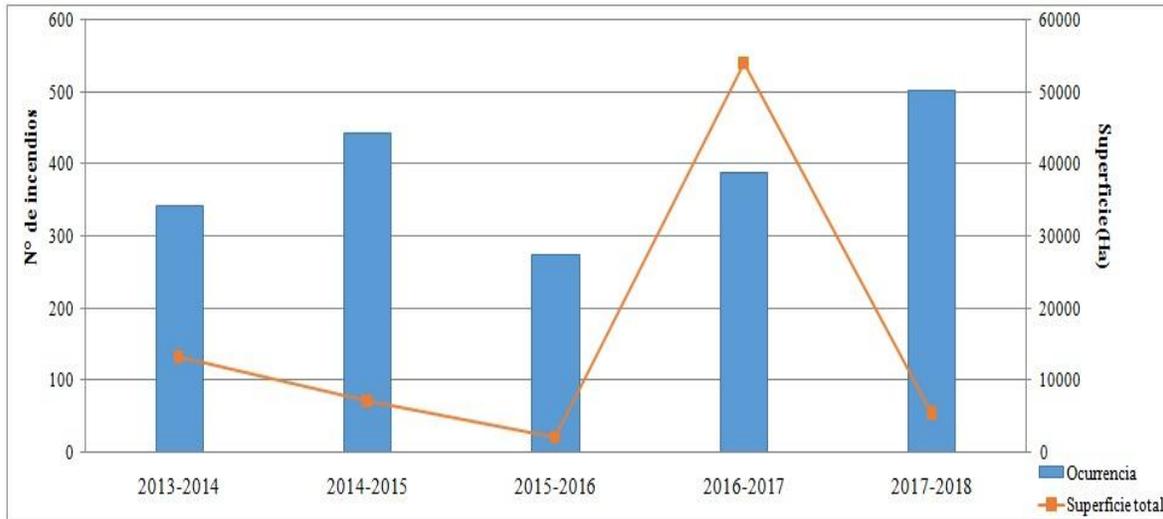
También, en el **Gráfico 2**, se observa que la variable de superficie afectada presentó sus máximas cifras en la temporada 2016-2017 (valor que no es directamente proporcional a la ocurrencia), triplicando las hectáreas de los otros años del quinquenio, un antecedente para contextualizar este comportamiento es el desastre de la Tormenta de Fuego en todo el país, observando su impacto en la RM a través de estos datos. Entre los lugares con mayor superficie de afectación, durante este mega evento destacan “Lo Chacón”<sup>27</sup> en San Pedro y “Talami” en Alhué, cercanas a las 8.000 ha., seguidos por “El Naranjo” en Curacaví y “Rinconada de Pirque”, por mencionar algunos. Mientras que, sobre el número de siniestros ocurridos en el quinquenio, destaca el periodo 2017-2018 con 501 casos, seguido por el periodo 2014-2015 con 442, casos que distan en proporciones con la superficie afectada en dichos periodos.

Para mayor detalle por comunas, se presentan los **Anexos 7 y 8** sobre número de siniestros y superficie afectada. En síntesis, la comuna con mayor ocurrencia del quinquenio es Melipilla, seguida por Curacaví, ambas caracterizadas por presentar zonas urbanas y rurales, así también importantes vías de alto flujo vehicular que conectan el Gran Santiago con la Región de Valparaíso y actividades económicas como la agricultura, junto a un alto crecimiento demográfico a través de proyectos inmobiliarios. Esta idea, referida a las características del territorio en la ocurrencia y afectación, se refuerza con el siguiente gráfico, que presenta estos antecedentes por cada temporada del quinquenio a escala de provincia.

<sup>27</sup> Nota de la autora: Los nombres de los incendios forestales tienen su origen en la denominación que recibe una localidad, actividad o sector en donde se está desarrollando.



**Gráfico 2: Incendios forestales y superficie quemada por temporada del quinquenio, Región Metropolitana.**



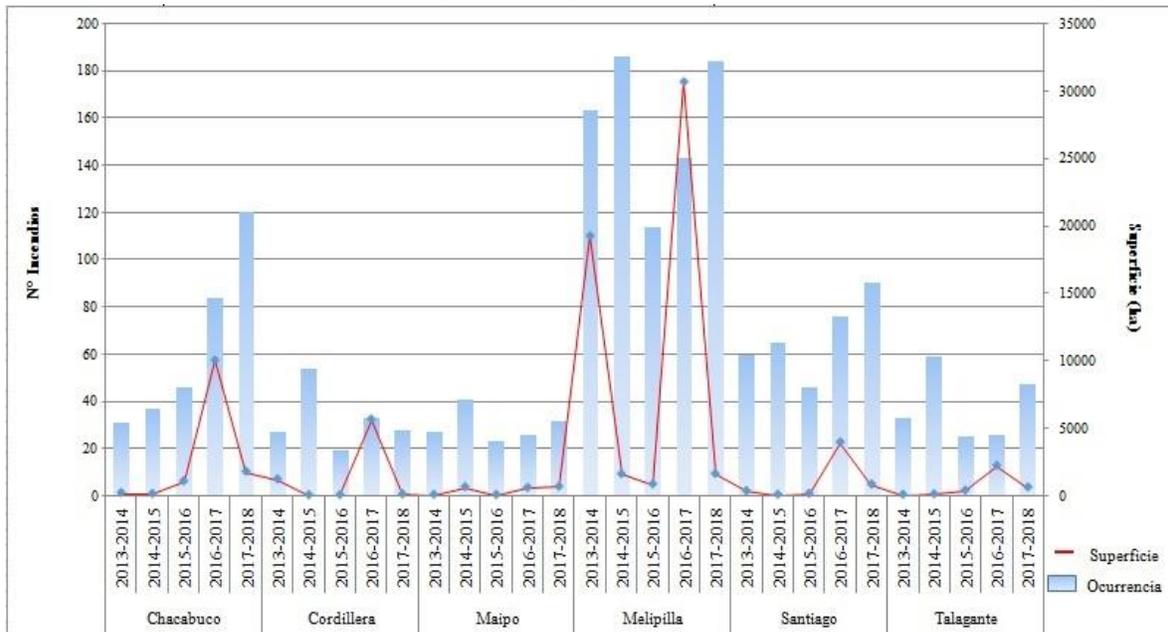
Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Sobre el siguiente **Gráfico 3**, se destaca que no todas las provincias tuvieron la mayor ocurrencia de siniestros durante la Tormenta de Fuego (2016-2017), pero si la más alta superficie de afectación respecto a las otras temporadas en las seis unidades territoriales. Por tanto, pareciera ser un factor más determinante en la caracterización y análisis el daño por sobre el número de incendios forestales desarrollados en un tiempo determinado. Respecto a la criticidad de los mismos, de los 1945 registros solo 99 tuvieron alerta; 7 amarillas y 92 rojas<sup>28</sup>. Esta última da cuenta de eventos que significaron un riesgo para la población, ecosistema o infraestructura, destacando la Provincia de Melipilla, específicamente las comunas de San Pedro y Melipilla, seguidas de Lampa en Chacabuco (ver **Anexo 9**).

<sup>28</sup> Nota de la autora: Se debe tener presente que estas alertas son solicitadas por la evolución presentada por un incendio y difiere de las alertas a escala regional (principalmente por altas temperaturas), caracterizadas por condiciones de riesgo favorables a la ocurrencia de tipo atmosféricas.



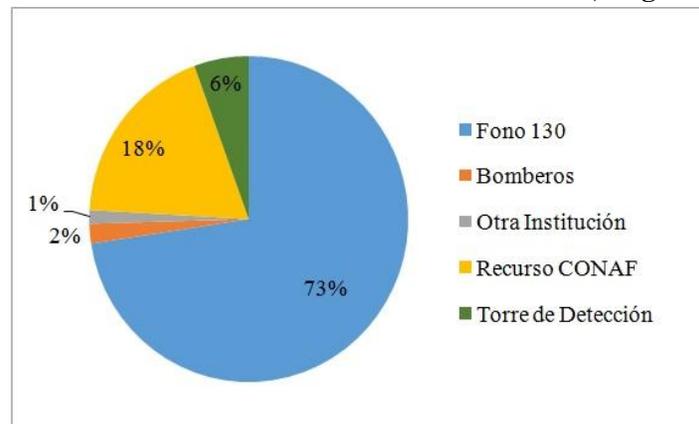
**Gráfico 3: Incendios forestales y superficie quemada por provincia en cada temporada del quinquenio, Región Metropolitana.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Otro aspecto son los medios de aviso, en el **Gráfico 4** se observa que el más común es el fono de emergencias CONAF 130, seguido de recursos de CONAF (personal motorizado, brigadas u otro) y torres de detección terrestres fijas (propiedad de CONAF). Respecto a este último, su emplazamiento va a determinar el radio visual, su desempeño difiere al comparar las condiciones del ambiente (nubosidad baja, contaminación) y la zona geográfica donde se localiza (altura, cobertura visual a mayor superficie urbana o rural). Por tanto, este ámbito es fundamental para el despacho y primer ataque, la información entregada por la persona que da el aviso debe permitir encontrar la localización del siniestro, favoreciendo la toma de decisiones de qué brigada enviar.

**Gráfico 4: Medios de aviso de Incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana.**

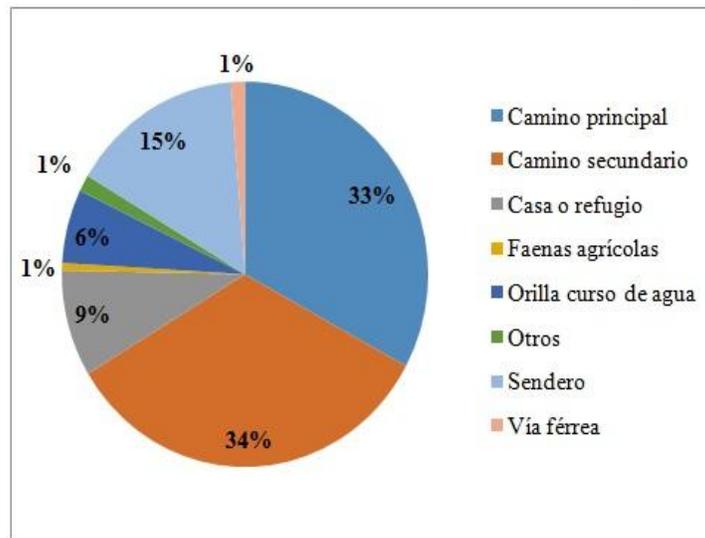


Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.



Sobre la localización de un incendio forestal, los próximos gráficos muestran el inicio cercano y las causas de su ocurrencia. Todas estas variables están estrechamente relacionadas, en un inicio predominan el camino principal y secundario, seguido de senderos, lo que permite concluir la relación entre número de incendios y alto flujo de personas. Esto, se confirma con la principal causa general en la región durante estos años “uso de fuego por transeúntes” y, específicamente, “tránsito de personas, vehículos o aeronaves”, quienes se desplazan por los caminos y la predominancia de combustible altamente inflamable y de rápida propagación en sus cercanías (más del 90% pastizal, ver Anexo 10).

**Gráfico 5: Inicio cercano en incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana.**



Autora: Cassandra Sagredo Figueroa, 2019.

**Gráfico 6: Principales causas generales de incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana.**

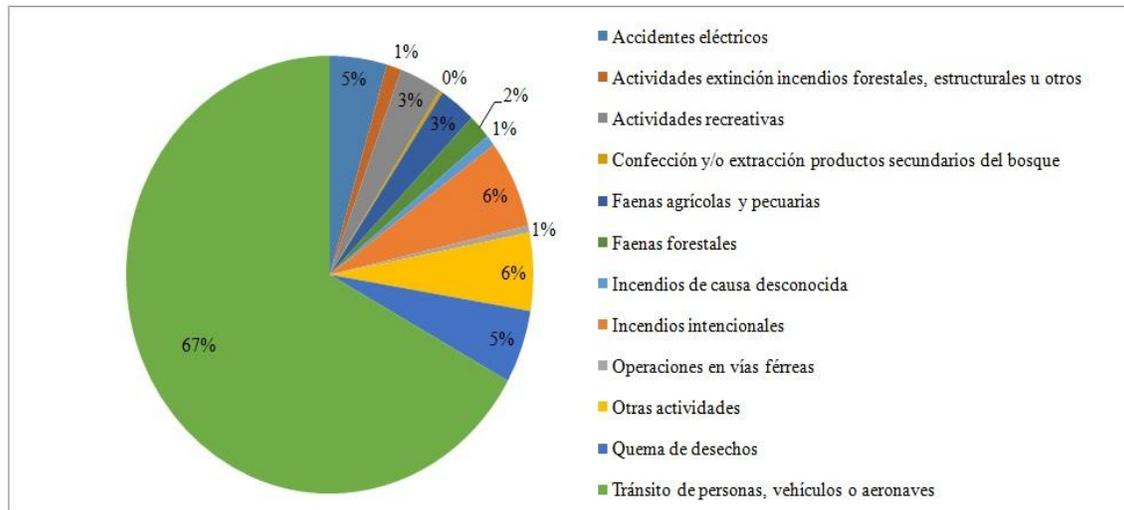


Autora: Cassandra Sagredo Figueroa, 2019.



Entre las causas generales que destacan por su menor porcentaje, se encuentran ítems como: quema de basuras, desechos vegetales u otros, actividad vinculada a zonas rurales, y los pirómanos. Además, en las causas específicas, seguida del tránsito de personas, se encuentra en menor porcentaje los de tipo intencional, otras actividades, quema de desechos y accidentes eléctricos.

**Gráfico 7: Principales causas específicas de incendios forestales 2013-2018, Región Metropolitana.**

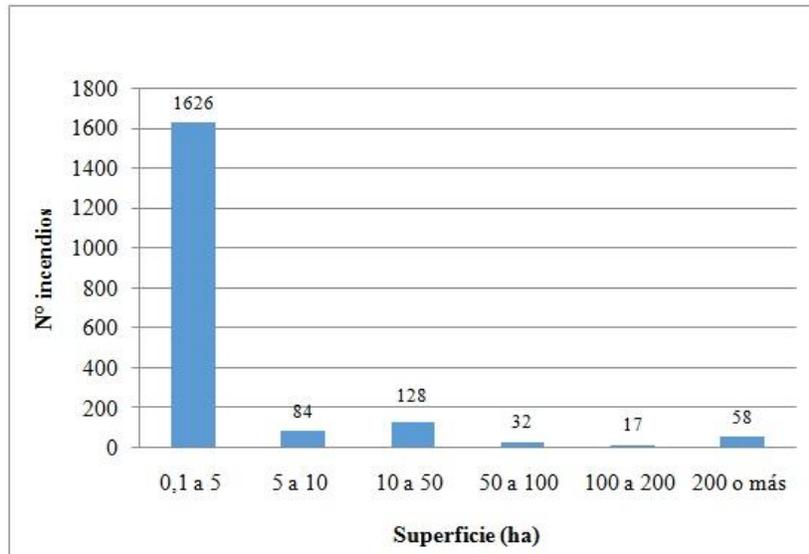


Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Como se ha mencionado, existe una importante diferencia entre la ocurrencia y la superficie afectada, el siguiente gráfico muestra específicamente cuantos de los 1.945 casos del quinquenio se encuentran en determinados rangos de superficie, observando que del total 1.626 eventos no superaron las 5 ha., la cifra disminuye considerablemente en los otros rangos, en el caso de aquellos denominados de gran magnitud, sobre 200 hectáreas, la cifra del periodo corresponde a 58 incendios, de los cuales 13 superaron las 1.000 hectáreas quemadas.



**Gráfico 8: Número de incendios por rango de superficie afectada en 2013-2018, Región Metropolitana.**



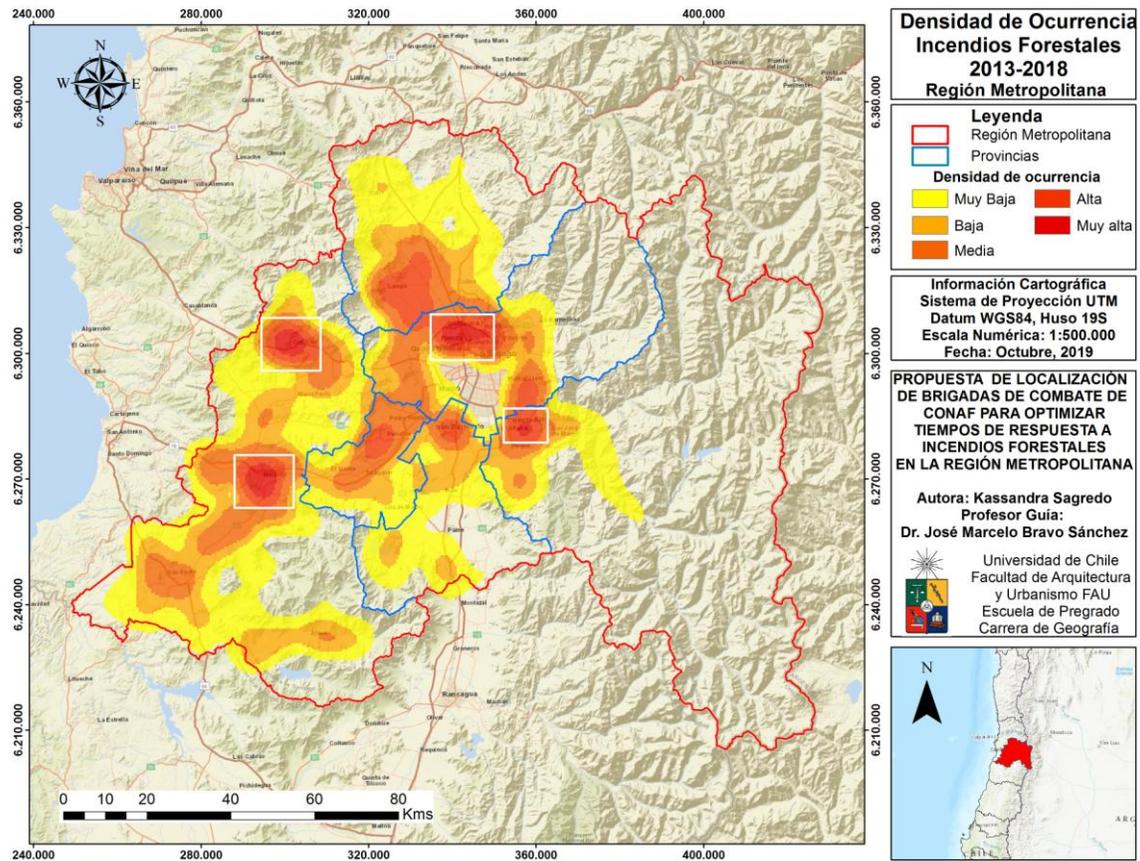
Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Para el trabajo de datos espaciales, se realiza la primera corrección del total de 1.945 incendios se eliminan 3 por coordenadas erróneas que no coinciden con los límites de la Región Metropolitana, quedando un total de 1.942 incendios correctamente georreferenciados. A partir de esta cifra, se estima la densidad de incendios a nivel regional, como se observa en la **Cartografía 9**.

En este mapa se presentan las mayores concentraciones de puntos de inicio de incendios en el quinquenio, en él se aprecia que existen ocurrencias en gran parte de la región, casi nula en zonas de mayor altura, como por ejemplo en la Cordillera de los Andes y en sectores de la comuna de Alhué-Melipilla. También, a través de cuadros blancos se indican sectores en la categoría de muy alta densidad. Otro aspecto a considerar, es la continuidad espacial de la ocurrencia en determinados rangos de densidad; muy baja, baja y media, como se observa en las comunas de Lampa, Pudahuel, Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante, por mencionar algunas. Además, destaca este fenómeno en la Provincia de Melipilla.



**Cartografía 9: Distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales 2013 – 2018. RM.**



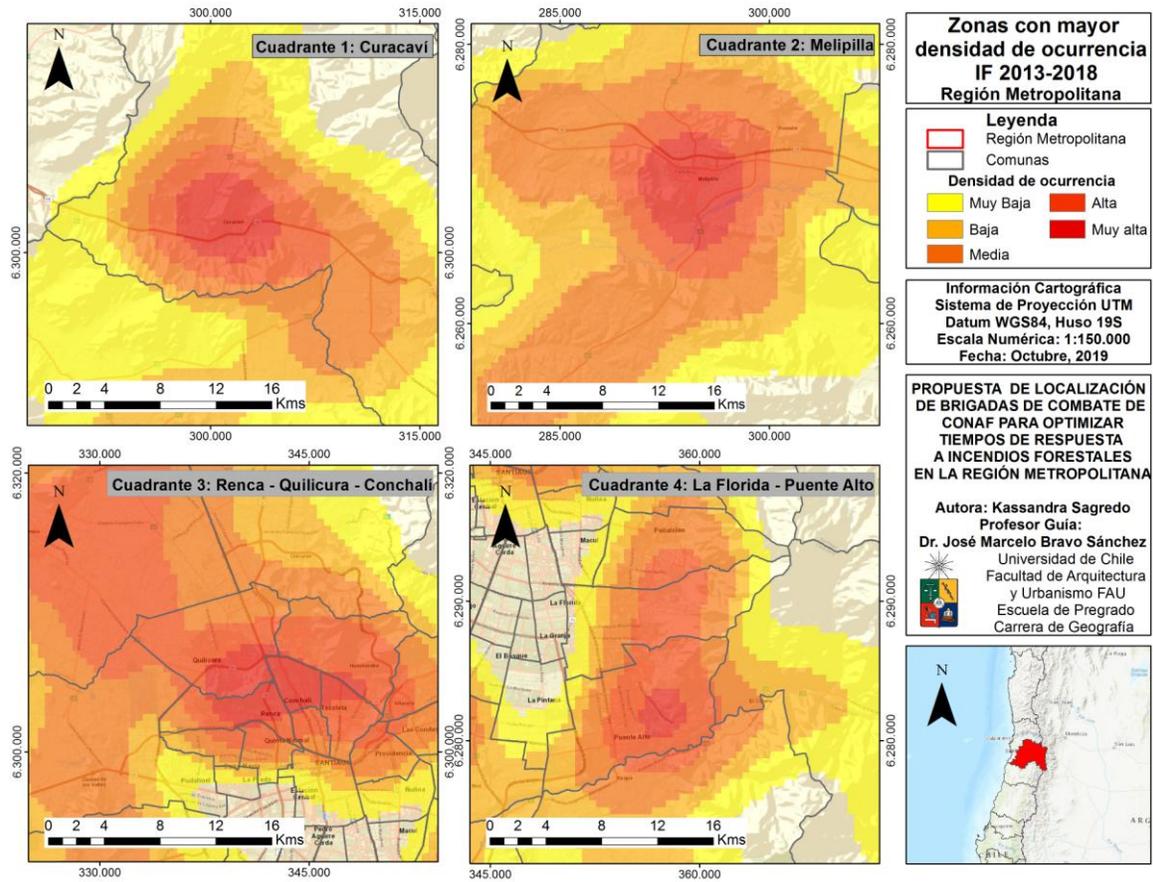
Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

De acuerdo a las zonas de mayor concentración, se identificaron cuatro cuadrantes con la clasificación de “Muy alta densidad”, presentados en la **Cartografía 10**, denominados como;

- Cuadrante 1 Curacaví
- Cuadrante 2 Melipilla
- Cuadrante 3 Renca – Quilicura – Conchalí
- Cuadrante 4 La Florida – Puente Alto



### Cartografía 10: Mayor densidad de ocurrencia de incendios forestales 2013-2018. RM.



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2019.

Para el caso de Curacaví, la mayor concentración de siniestro se da en la zona urbana y hacia sectores rurales periféricos (presencia de parcelas de agrado y paños de cultivos), en el cuadrante 2, se replica la situación anterior en Melipilla, ambas comunas de la misma provincia han presentado 186 y 335 incendios forestales respectivamente en el quinquenio, concentrando la mayor ocurrencia. En el cuadrante 3, se identifica la mayor densidad en las cercanías del Cerro Renca, y en el cuarto caso, su mayor densidad se presenta en el piedmont cordillerano de las comunas de La Florida y Puente Alto, donde existen importantes zonas de esparcimiento como El Panul.

Lo anterior, se complementa con la distribución territorial de la ocurrencia de incendios, a partir de una de sus características: la superficie quemada, para ello se calculó el índice I de Moran (ver **Anexo 11**), donde el valor de “p” cercano a 1, permite aseverar que el patrón de distribución espacial de incendios es aleatorio dentro del área de estudio.

A modo de síntesis, en esta etapa es posible afirmar que los incendios forestales poseen múltiples características espaciales registradas en bases de datos, las que deben ser analizadas al momento de trabajar en su prevención y combate. Así también, ampliar el mismo a no sólo el número de



incendios, sino también el grado de daño, estimado a través de superficie consumida, y la necesidad de robustecer la base de datos de registros, es decir, la bitácora de los incendios, incorporando en el registro la infraestructura afectada, heridos y fallecidos, daños provocados por un desastre de este tipo, por mencionar algunos.

#### **4.1.2 Red Vial Región Metropolitana**

Para representar inicialmente la Red, se procede a agregar un nuevo campo, denominado tipo de ruta con la clasificación de carretera, principal, secundaria y privado, en la base de datos predominan los caminos secundarios, seguido de caminos principales, carreteras y por último la denominación de otros.

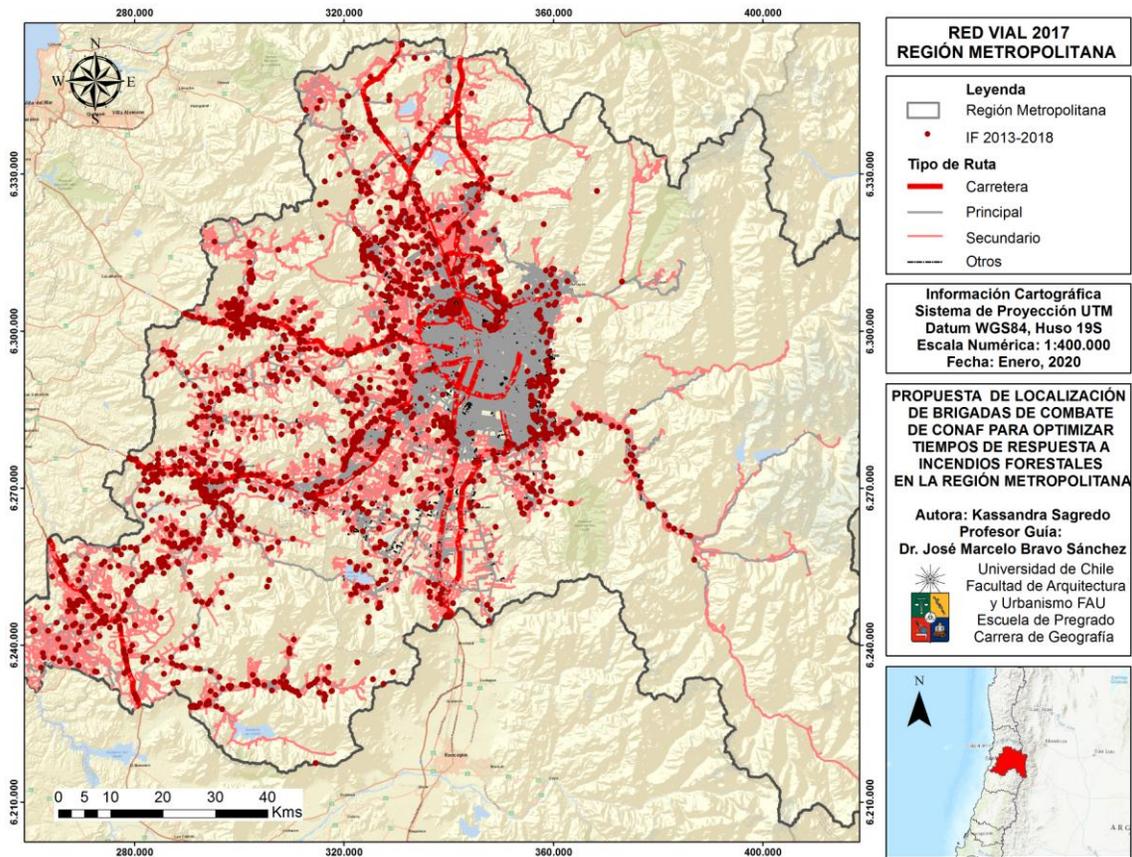
Respecto a la densidad de la red, esta es alta en zonas urbanas como el Gran Santiago, que se extiende en menor rango de forma continua hacia la provincia de Talagante, Maipo y Melipilla, en esta última con concentración mínima en las zonas urbanas de Melipilla, Curacaví y San Pedro. Mientras que, hacia provincia Cordillera la densidad vial es mínima en zona la de importancia forestal.

En el siguiente mapa, se presenta la vinculación entre la ocurrencia de incendios forestales y la red de caminos, pudiéndose afirmar que en las áreas donde se presenta la mayor concentración de caminos estas distan de ser zonas de mayor ocurrencia, por ser predominantemente urbanas. Así también, se corrobora visualmente el comportamiento lineal de la ocurrencia, vinculado a la existencia de la red vial y la mencionada causa principal de IF en la RM “uso de fuego por transeúntes”.

A partir de lo expuesto, se afirma que la distribución espacial de la ocurrencia cercana a las principales redes de camino de la región es un antecedente que permite cuestionar que no necesariamente quienes residen en un territorio son los que provocan los siniestros que se producen en ese espacio, así también sobre el origen de este tipo de incendios como el tipo de práctica antrópica que lo gatilla, orientando la toma de decisiones de recursos en localización de los primeros equipos terrestres de respuesta y acciones preventivas.



**Cartografía 11: Red vial 2017 y ocurrencia de incendios forestales 2013-2018. RM.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

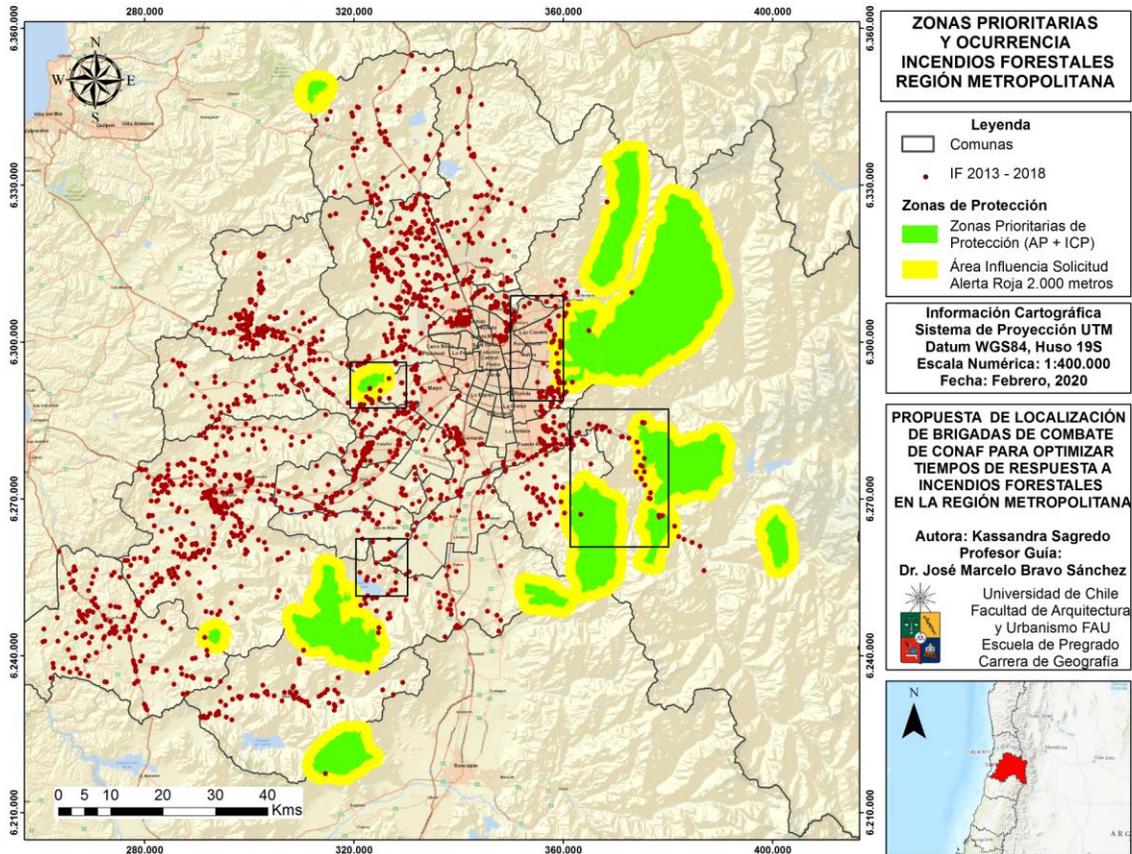
### 4.1.3 Zonas de conservación

Dentro del área de estudio, con una superficie aproximada de 1.540 millones de hectáreas, solo 128.050 ha., (equivalente al 8,31% de la superficie regional) se encuentran protegidas y registradas por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). De acuerdo a las prioridades de combate, señaladas anteriormente, las zonas de conservación representan una prioridad máxima, construyéndose entorno a ellas un área de influencia (*buffer*) de 2.000 metros alrededor de los polígonos de estas zonas. La siguiente **Cartografía 12** presenta una síntesis de las mismas.

Sobre los antecedentes de ocurrencia, se destacan 4 zonas con incendios forestales al interior de áreas de conservación y a su *buffer*; 1) Quebrada de Macul y Cantalao en Peñalolén, 2) Parque Natural Aguas de Ramón, 3) San Carlos de Apoquindo y Puente Ñilhue en Las Condes, 4) Santuario de la Naturaleza Yerba Loca en Lo Barnechea.



### Cartografía 12: Zonas prioritarias de protección y ocurrencia de incendios forestales (IF) 2013-2018. RM.



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Como se verá en el próximo apartado, un número importante de brigadas se han distribuido en el territorio regional con el propósito de garantizar el menor daño posible a estas áreas, junto a la disponibilidad de recursos aéreos para asegurar respuestas rápidas. En general, se aprecia que el área de conservación que carece de respuesta inmediata es la localidad de Tiltil, en el límite a la Región de Valparaíso en la zona Norte, correspondiente a Cerro el Roble.

A continuación, la siguiente **Tabla 16** muestra el número de incendios forestales y el total de daños durante el quinquenio al interior de cada zona prioritaria, de esta se desprende que del total de 1.945 incendios registrados en el quinquenio, solo 12 tienen su punto de inicio dentro de un área de conservación, con un daño de 35 ha., cifra que aumenta con un área de influencia a estos polígonos de 1.000 metros; 18 incendios forestales con una superficie de afectación de 44.83 hectáreas. Ahora bien, el número de incendios y daño aumentan significativamente al aplicar un buffer de 2.000 metros alcanzando un total de 77 incendios y una superficie de 1.478.91 ha. Estas cifras dan cuenta de la relevancia del entorno a las áreas de protección, que requieren una rápida respuesta de equipos terrestres y aéreos.



**Tabla 16: Incendio forestales 2013 – 2018 en zonas de prioritarias de protección.**

Nombre IF	Comuna	Zona conservación	Temporada	Superficie (ha.)
San Alfonso	San José de Maipo	Santuario Cascada de Las Ánimas	2014-2015	0,2
San Alfonso 2	San José de Maipo	Santuario Cascada de Las Ánimas	2014-2015	0,02
El Almendro	San José de Maipo	Santuario Cascada de Las Ánimas	2013-2014	0,4
Río Clarillo	Pirque	Río Clarillo	2015 - 2016	0,06
San José de Maipo	San José de Maipo	San Francisco de Lagunilla y Quillayal	2013 -2014	0,01
Los Maitenes	San José de Maipo	San Francisco de Lagunilla y Quillayal	2016 -2017	3
Quebrada de La Plata	Maipú	Quebrada de La Plata	2013 - 2014	4,5
Quebrada de Macul	Peñalolén	Quebrada de Macul	2016 -2017	21,9
Quebrada de Ramón	La Reina	Parque Natural Aguas de Ramón	2015 - 2016	4,8
Quebrada San Ramón 2	La Reina	Parque Natural Aguas de Ramón	2015 - 2016	0,01
Camino a Cerro Provincia	Las Condes	Puente Ñihue	2017 -2018	0,01
Farellones	Lo Barnechea	Yerba Loca	2014 - 2015	0,01

Fuente: CONAF, 2019.

Ahora bien, para el caso de la ocurrencia dentro del área protegida y a un área de influencia de 1.000 metros puede ser explicado por un alto resguardo, su difícil accesibilidad, topografía irregular que limita el tránsito de personas y/o positivas campañas preventivas, mientras que durante el desarrollo del IF puede favorecer la pronta respuesta y correctas faenas de combate y liquidación. Mientras que, a 2.000 metros es una distancia mayor que puede favorecer mayor tránsito de personas.

#### 4.1.4 Zonas Pobladas.

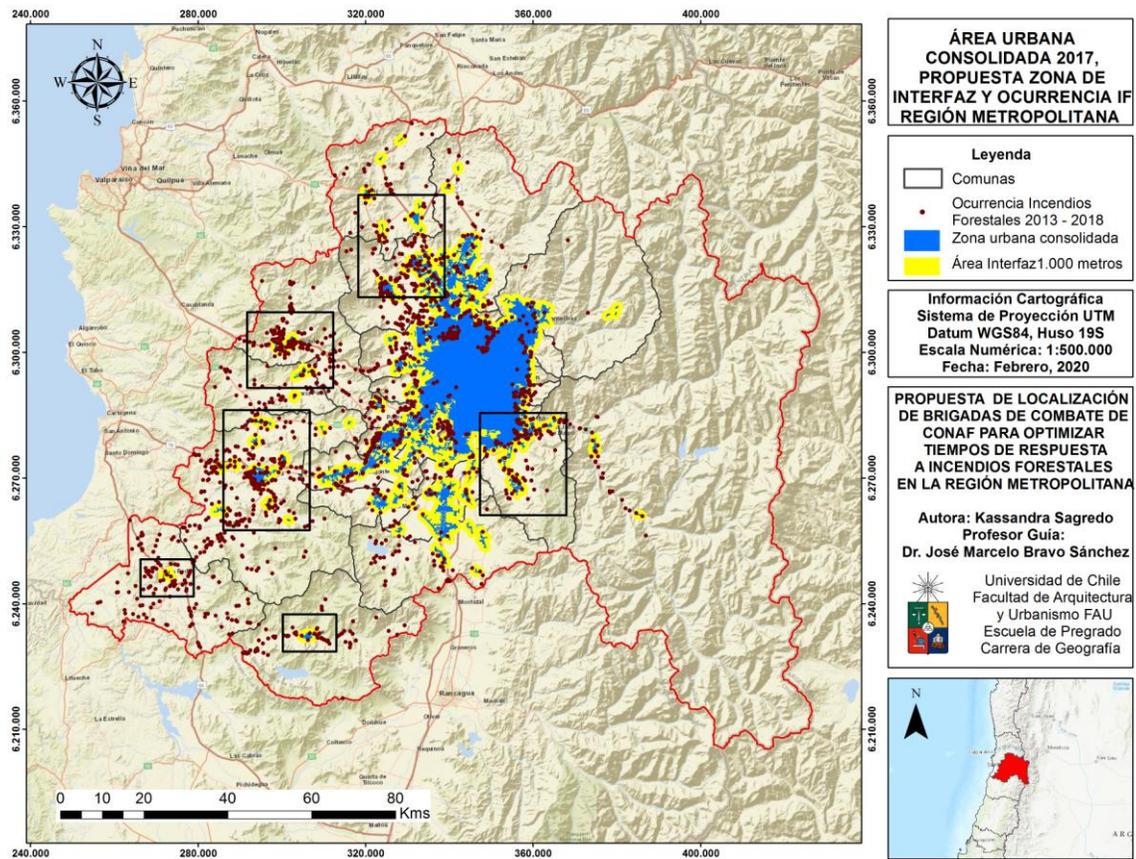
La capa geográfica del Censo 2017 posee un total de 77 registros de polígonos con la denominación de urbano, su población regional es de 6.773.289 personas, localizándose en ella un total de 2.261.917 viviendas. En torno a este shapefile de superficie urbana consolidada, se presenta un buffer de 1.000 metros comprendido en este estudio como zona de interfaz.

A partir de la disposición espacial de lo mencionado, en la **Cartografía 13** se indican zonas pobladas junto a la localización de incendios, destacando cuadrantes en que se observa la mayor



concentración de estos, escenario que destaca predominantemente en las cinco comunas de la provincia de Melipilla, al oeste de la región, también hacia la zona Norte y en Pirque.

**Cartografía 13: Áreas urbanas 2017, interfaz urbano-rural y ocurrencia de incendios (IF) 2013–2018.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Respecto a las zonas pobladas, su buffer y ocurrencia, se determina que del total de incendios forestales en el quinquenio 288 se dieron al interior de los polígonos de zona urbana consolidada con afectación de 1.031,28 hectáreas y un IF de magnitud en la comuna de San Pedro de 473 ha., en la temporada 2013-2014. A partir del área urbana más la de influencia de 1.000 metros, se aprecia que el número de incendios y daño aumentan drásticamente, con un total de 945 siniestros (49% de los incendios 2013-2018) y una superficie afectada de 10.031,27 hectáreas y 11 IF de magnitud. Este antecedente da cuenta de la relevancia de los espacios entre la transición de paisajes urbanos y rurales en el desarrollo de incendios forestales.

A modo de síntesis y respondiendo la primera pregunta de investigación, respecto del comportamiento territorial de los incendios en el quinquenio en la RM y su relación con zonas de conservación, áreas pobladas y red vial, se afirma que, de acuerdo a la estadística expuesta, la más



alta ocurrencia y daño se concentran en la provincia de Melipilla (al poniente de la región), el mayor número de IF en Melipilla con una superficie afectada del 34% del total de superficie calcinada en el quinquenio para el área de estudio, cifra que comparte el mismo valor con la comuna vecina de San Pedro (rural, de menor población y terreno). A escala regional, el 84% de los casos no superó la superficie afectada de 5 hectáreas, destacando la temporada 2016-2017 más alto daño (tormenta de fuego), pero no corresponde al periodo con más número de incendios. Sobre la estadística de causa, predomina en el 76% de los casos el uso de fuego por transeúntes y específicamente tránsito de personas, vehículos y aeronaves, esto se observa en los resultados donde la localización de incendios presenta una estructura lineal en diferentes puntos de la región, antecedente que vincula directamente las acciones irresponsables del hombre sobre el territorio y el desarrollo de IF. Referente a la presencia de IF en áreas de conservación, el porcentaje es bajo, esta aumenta al considerar un área de influencia cercana al mismo, se estima que esto se explica por el acceso más limitado del hombre a estas áreas (tanto al ser resguardadas como también por su topografía). Mientras que, para el caso de zonas pobladas y específicamente en áreas de transición urbana-rural, se desarrollaron el 50% de los IF del quinquenio, esto reafirma lo señalado por autores sobre la zona más susceptible de ser afectada por estos desastres.

## 4.2 Indicadores de cobertura

De acuerdo al documento “*Cadena de tiempos de control de incendios forestales*” elaborado por CONAF en septiembre de 2019, entre las temporadas 2012-2013 a 2018-2019, la Región Metropolitana es una de las que presenta menores tiempos promedios entre despacho y primer ataque, junto a otras regiones como Valparaíso y Coquimbo, lo que difiere considerablemente de otros territorios como Magallanes y Aysén, esto se vincula directamente a factores como la topografía, la conectividad y extensión de la zona sur de Chile. De acuerdo a este trabajo, la autoridad competente en la sofocación de estos siniestros reconoce que factores como la severidad de la temporada en cada región, el nivel de cobertura territorial de detección, la localización de los recursos de combate y la efectividad de cada central de coordinación y operaciones (CENCOR) van a incidir en los tiempos de toda la cadena de trabajo en la extinción de un incendio forestal.

### 4.2.1 Tiempo promedio de respuesta a combate 2018 – 2019.<sup>29</sup>

A modo de antecedente, se debe tener presente que el estudio de CONAF (2019) “*Cadena de tiempos de control de incendios forestales*”, en el que se comparan los comportamientos de las temporadas 2012-2013 al 2018-2019, a nivel nacional CONAF fue el primer respondedor<sup>30</sup>, con un 50% de los incendios, seguido de bomberos.

---

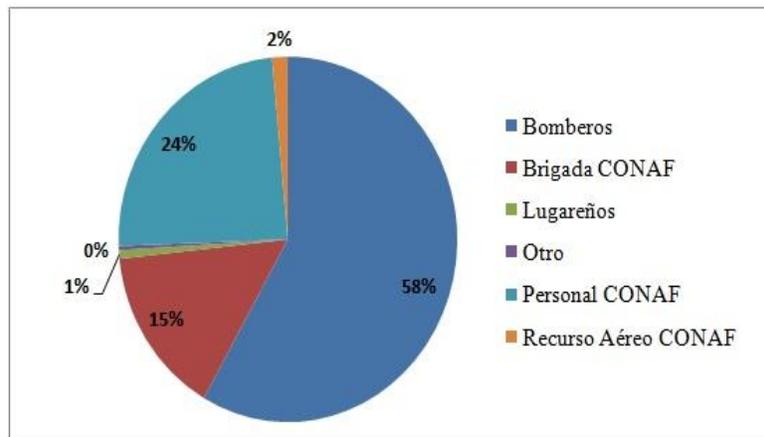
<sup>29</sup> Nota de la autora: El motivo de utilizar la base de datos 2018-2019 es la cantidad y localización de brigadas que ha ido en aumento los últimos años, por lo que esta temporada es la que presenta más recursos distribuidos en el territorio hasta ese año.

<sup>30</sup> Nota de la autora: Corresponde a la primera persona, funcionarios CONAF, brigada, bomberos u otros, que arriba al lugar del incendio, entregando información básica del siniestro como coordenadas, superficie aproximada, necesidad de apoyo de más recursos de combate, entre otros.



A partir del estudio citado, se procede a utilizar en este apartado la base de datos de CONAF de la temporada de incendios forestales desde el 1 de julio de 2018 al 30 de junio de 2019, en la cual se desarrollaron 532 siniestros con una superficie afectada de 2.784,1 hectáreas en la RM. Del total de casos, en el 58% fueron bomberos los primeros respondedores, predominando su acción en 110 incidentes en la provincia de Melipilla. Respecto a los recursos de CONAF, solo en un 15% de los siniestros el primer respondedor fue una brigada CONAF, el 24% personal de CONAF (jefe de brigada, técnicos en terreno y personal de fiscalización) y el 2% de los recursos aéreos eran de CONAF.

**Gráfico 9: Recurso de primer ataque incendios forestales 2018-2019, Región Metropolitana.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Respecto a la denominación de otro, se encuentran organizaciones comunitarias para la prevención y combate de incendios forestales como la Brigada de Emergencias Alto Florida de la comuna de La Florida (BEAF), agrupación que constituyó la primera brigada forestal voluntaria en el país.

Complementando lo anterior, en la **Tabla 17** se observa la sumatoria (tiempo total) y el tiempo promedio de respuesta en los 532 casos (delta entre la hora de detección y la hora de inicio de combate del personal). A partir de estos tiempos, se observa que los lugareños presentan menores tiempos de respuesta, seguidos por bomberos y recursos aéreos, en los dos primeros casos vinculados a la proximidad geográfica y el conocimiento local, y para las aeronaves sobre la rapidez del medio de transporte.

**Tabla 17: Tiempos de arribo a combate de incendios forestales 2018 – 2019. RM.**

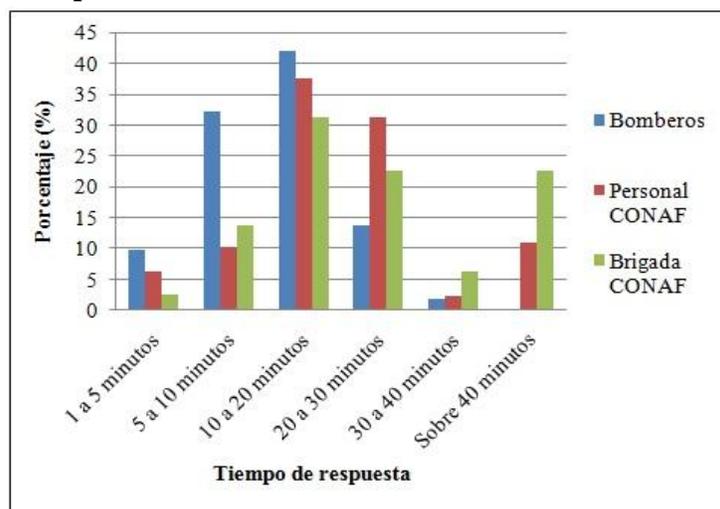
Primer Recurso de Combate	Tiempo total	Tiempo promedio
Lugareños	0:21:00	0:05:15
Bomberos	68:32:14	0:13:16
Brigada CONAF	53:24:00	0:40:03
Otro	0:19:00	0:09:30
Personal CONAF	97:59:00	0:45:56
Recurso Aéreo CONAF	2:03:00	0:15:22

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.



Respecto de los tiempos de respuesta de la última temporada, específicamente por los tres tipos de recursos con mejores tiempos de arribo al primer ataque observado en el **Gráfico 9**, se presenta el **Gráfico 10** que expone rangos de tiempos de arribo a combate. En este se aprecia que, los tiempos de respuesta de bomberos son menores al del personal de CONAF hasta los 20 minutos de la detección, predominando su arribo en el rango de 10 a 20 minutos, seguido del periodo de 5 a 10 minutos. A su vez, el personal CONAF tiene un tiempo de arribo de entre 10 a 20 minutos, seguido de 20 a 30 minutos de respuesta. Sobre las brigadas como primer respondedor, predomina su respuesta de 10 a 20 minutos, seguida por un rango superior a 40 minutos y menos del 15% de los casos entre 5 a 10 minutos.

**Gráfico 10: Tiempos de arribo a combate de incendios forestales 2018 – 2019. RM.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

De acuerdo a lo anterior, se debe tener presente que según las características del incendio, estos son enfrentados por más de una brigada, los datos expuestos solo corresponden al primer recurso en llegar al lugar y en cursar información del incendio en terreno. Así también, un antecedente relevante son las características de los incendios, específicamente el daño y los tiempos de arribo al mismo, como se observa en la **Tabla 18** para el caso de 9 IF superiores a 50 hectáreas.

**Tabla 18: Incendios forestales sobre 50 hectáreas de afectación 2018 – 2019. RM.**

Incendio	Superficie (ha.)	Detección	Primer ataque	Tiempo respuesta	Duración
Mirador Pie Andino 2	69,9	5-nov-2018 14:37	5-nov-2018 14:45	07:00 minutos	4.8 horas
Parque Bicentenario	82,2	08-11-2018 13:38	8-nov-2018 13:46	08:00 minutos	4.3 horas
Los Corrales	80	02-12-2018 13:37	2-dic-2018 13:45	07:00 minutos	4.4 horas



<b>Fundo Santa Rosa</b>	336,418	10-dic-2018 17:22	10-dic-2018 17:51	29:00 minutos	145.7 horas
<b>Santa Mónica</b>	212,717	11-dic-2018 12:00	11-dic-2018 12:23	23:00 minutos	29 horas
<b>Fundo San Andrés</b>	75,6	18-dic-2018 15:00	18-dic-2018 15:26	26:00 minutos	3.6 horas
<b>Lo Fontecilla 2</b>	125	1-ene-2019 15:27	1-ene-2019 15:53	26:00 minutos	21.8 horas
<b>Cuesta Barriga</b>	90	13-ene-2019 15:41	13-ene-2019 16:17	36:00 minutos	21.7 horas
<b>Cerro Bustamante</b>	690,456	24-feb-2019 14:41	24-feb-2019 15:35	54:00 minutos	148.2 horas

Fuente: SIDCO-CONAF, temporada 2018-2019. Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Según lo anterior, se observa un tiempo de arribo significativamente superior en el incendio forestal Cerro Bustamante, el de mayor superficie de la última temporada, seguido por el IF del Fundo Santa Rosa con un arribo cercano a los 30 minutos. Mientras que, casos como el IF de Cuesta Barriga presenta un tiempo de arribo superior a 30 minutos con una superficie menor a las 100 hectáreas. En los 3 casos expuestos, el factor de localización de este incendio fue decisivo en los tiempos de arribo y aún más la topografía del lugar, en los tres casos de tipo abrupta.

Respecto a la participación de las brigadas en incendios forestales y actividades de todo tipo, CONAF (2019) en su estudio “*Cadena de tiempo de control de incendios forestales: despacho y salida*” determinó que Roble-8 es la brigada con mayor número de operaciones (615), seguida de Roble-4 (603) y Roble-2 (573). Mientras que específicamente para incendios forestales, solo 6 brigadas concentran el 77% de primer ataque en la región; Roble-8 (15%), Roble-4 (15%), Roble-9 (13%), Roble-10 (13%), Roble-2 (11%) y Roble-7 (10%). Sobre los tiempos de respuesta con menor promedio, destacan; Roble-4 y Roble-17 (de ataque rápido emplazada en Curacaví) con 8 y 11 minutos respectivamente (CONAF, 2019).

#### 4.2.2 Áreas de Influencia.

Para este apartado, se presenta para cada base de brigada su cobertura espacial a partir de un criterio temporal, referida al desplazamiento de una unidad al ser despachada a un incendio forestal (IF), la que transita a través de la red de caminos, siendo este ítem un estimativo de su nivel de alcance territorial como respuesta.

Como se ha señalado en el capítulo anterior, para los fines de este punto se utiliza la capa geográfica de caminos del Censo 2017, por su nivel de detalle. No obstante, presentando una



importante limitación para este estudio, al no considerar la impedancia que genera la variable de dirección de tránsito de las calles, el que se estima tiene mayor incidencia en áreas urbanas.

Para todos los estudios de casos, el rango temporal a estimar es de 0 a 30 minutos, divididos en intervalos de 5 minutos que indican una respuesta clasificada como; rápida (azul), buena (celeste), óptima (verde), favorable (amarillo), reducida (naranja oscuro) y baja (rojo), entendiéndose que aquellos espacios fuera de estos rangos serán denominados de cobertura terrestre deficiente.

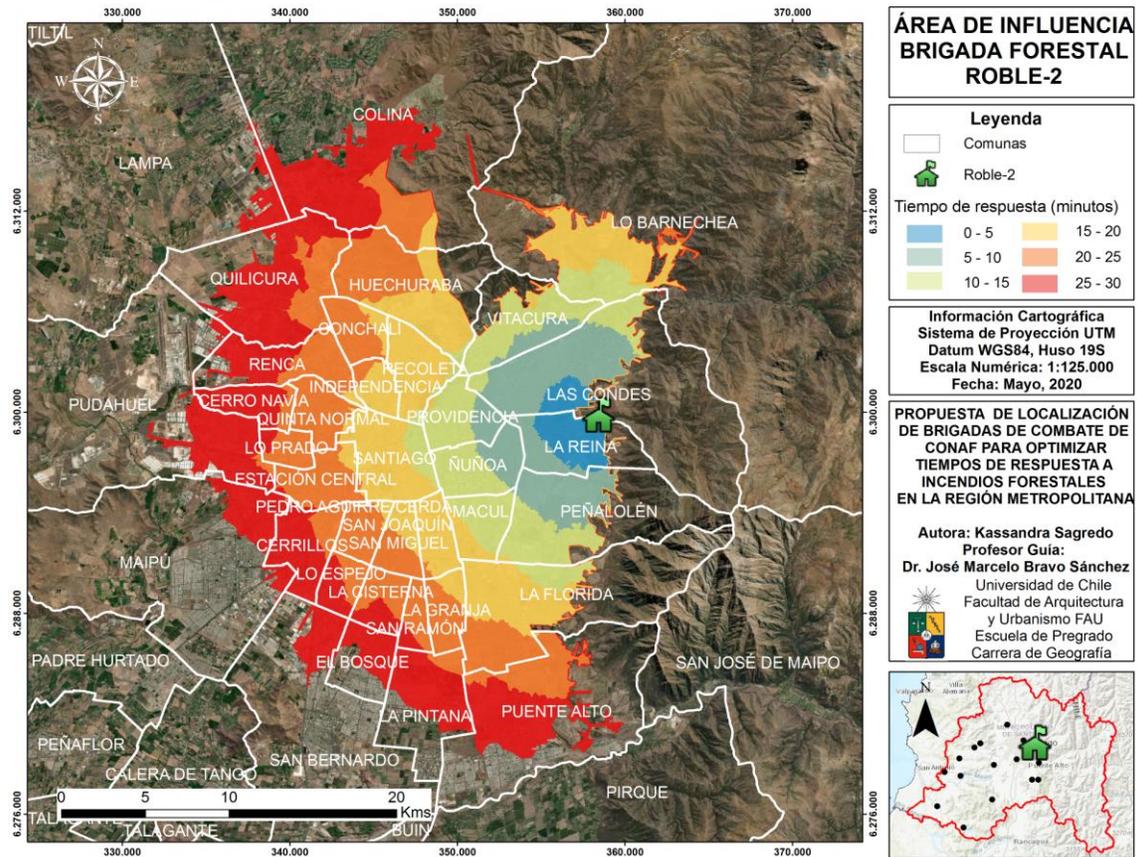
#### **4.2.2.1 Brigada Roble – 2.**

Esta unidad es propiedad de CONAF, desde hace 7 años se emplaza en el límite comunal de La Reina y Las Condes, junto al área de conservación Parque Aguas de Ramón. Su localización y cobertura si bien permite dar respuesta inmediata en emergencias a un sector forestal relevante en la región, su área de influencia es predominantemente urbana, como se observa en la **Cartografía 14**.

Respecto de los tiempos de respuesta de esta unidad, se puede afirmar que tiene los siguientes valores por territorio: en un rango de 0 a 30 minutos puede acceder a gran parte del Gran Santiago, que presenta importantes cerros islas (Renca, San Cristóbal, Apoquindo, Calán, San Luis hacia el Norte y otros como Cerro Alto Jardín y Chequen al Sur) y pulmones verdes que en caso de incendio requieren el trabajo de las brigadas. Así también, una respuesta oportuna al piedmont cordillerano desde Lo Barnechea al Norte y hasta Puente Alto al Sur.



**Cartografía 14: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-2.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Así también, otro beneficio de su localización es la cercanía con el Aeródromo de Tobalaba, con un traslado cercano a 10 minutos desde calle Valenzuela Puelma a la localización del Helicóptero, permitiendo el traslado de una brigada helitransportada a zonas de difícil acceso en pocos minutos.

A modo de complementar el mapa anterior, se presenta en la **Tabla 19**, información con la superficie que abarca cada rango temporal propuesto, se observa que la mayor superficie se encuentra en niveles de respuesta reducida y baja (colores naranja y rojo), los que dada la metodología utilizada, se espera sean de menor dimensión espacial en la realidad a lo señalado en este estudio, pues no se consideran variables de dirección de calles y hora de desplazamiento.

**Tabla 19: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-2.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
Roble-2	0 – 5	Rápida	1.610,05
	5 – 10	Buena	6.380,76
	10 – 15	Óptima	8.584,30
	15 – 20	Favorable	12.393,13
	20 – 25	Reducida	16.341,71



	25 – 30	Baja	20.696,76
	<b>Superficie total</b>		<b>66.006,73 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Ahora bien, ante la interrogante de la efectividad de su localización, se utiliza como referencia el número de incendios a los que eventualmente podría haber concurrido en el quinquenio 2013-2018, como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 20: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-2.<sup>31</sup>**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
Roble-2	0 – 5	-	-
	5 – 10	13	27,62
	10 – 15	29	14,01
	15 – 20	62	275,92
	20 – 25	70	250,95
	25 – 30	69	252,89
	<b>Total</b>	<b>243</b>	<b>821,39 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Del total de IF en el periodo 2013-2018, un 12,5% de estos tuvieron su punto de inicio dentro del área de cobertura del Roble-2, representando solo el 0,94% de superficie quemada del quinquenio.

#### 4.2.2.2 Brigada Roble – 3.

La brigada forestal Roble-3 se emplaza de manera temporal entre el límite de las comunas de María Pinto y Melipilla, para el caso de la temporada 2018-2019, su localización durante los meses de enero y febrero estuvo fijada en la Escuela Básica Chorombo Bajo en María Pinto en calidad de comodato.

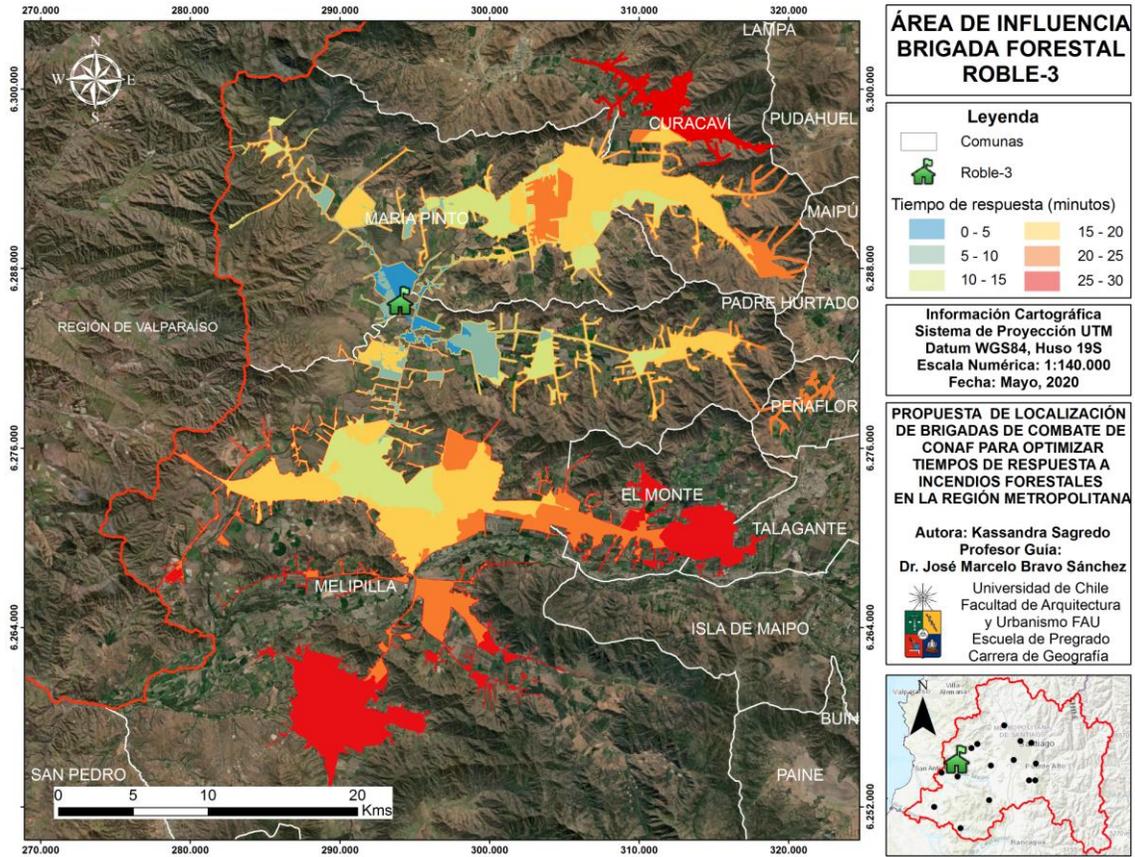
Se observa en la **Cartografía 15**, que su localización favorece la respuesta a zonas rurales, con fácil accesibilidad por su cercanía a caminos de alto tránsito, como; camino a María Pinto que conecta a Curacaví, la ruta que une Melipilla y María Pinto urbano (Avenida 11 de septiembre-camino a Valparaíso) o la Ruta F-74-G que conecta a la comuna de María Pinto con Casablanca, Región de Valparaíso, a través de Cuesta Ibacache.

Según su cobertura de 0 a 30 minutos, la brigada Roble-3 puede dar respuesta a 3 de las 5 comunas de la provincia de Melipilla (Curacaví, María Pinto, Melipilla) y 3 de las 5 de la provincia de Talagante (El Monte, Talagante, Peñaflo). Así también, los tiempos de traslado a la Región de Valparaíso, a Casablanca, están en un rango de 15 a 20 minutos (nivel de respuesta favorable) y a San Antonio en umbrales próximos al intervalo de 20 a 25 minutos (respuesta reducida).

<sup>31</sup> Nota de la autora: las cifras de la tabla de esta brigada y para las siguientes, alude al número de incendios los cuales su coordenada de inicio se encuentra en el interior del área de influencia de cada brigada, la que está condicionada por el alcance de la red de caminos, es decir, zonas que poseen accesibilidad vía terrestre a máximo 30 minutos de cada base.



### Cartografía 15: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-3.



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Respecto a su cobertura espacial, la mayor superficie se encuentra en el rango de nivel de respuesta reducida (polígono naranja), seguida por el rango favorable (amarillo), como se presenta en la **Tabla 21**.

**Tabla 21: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-3.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
<b>Roble-3</b>	0 – 5	Rápida	793,78
	5 – 10	Buena	2.077,69
	10 – 15	Óptima	8.527,16
	15 – 20	Favorable	13.191,42
	20 – 25	Reducida	16.183,74
	25 – 30	Baja	10.326,39
<b>Superficie total</b>			<b>51.100,18 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Se debe destacar, que para el caso de esta brigada, la superficie abarcada es en un alto porcentaje rural, siendo de mayor pertinencia la acción de CONAF, a diferencia del caso de Roble-2 con superficie predominantemente urbana (Provincia de Santiago).



Referente al nivel de respuesta y el antecedente de ocurrencia, como se observa en la siguiente tabla, Roble-3 posee una cobertura del 16,63% del total de incendios de la RM en el quinquenio, equivalente al 1,56% de daño en el mismo periodo.

**Tabla 22: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-3.**

<b>Brigada</b>	<b>Rango de tiempo (minutos)</b>	<b>Número de incendios</b>	<b>Superficie afectada (hectáreas)</b>
<b>Roble-3</b>	0 – 5	9	10,97
	5 – 10	9	4,32
	10 – 15	28	15,6
	15 – 20	98	264,3
	20 – 25	103	319,88
	25 – 30	76	740,13
	<b>Total</b>		<b>323</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

#### **4.2.2.3 Brigada Roble – 4.**

Esta brigada se emplaza en comodato en el Parque Metropolitano hace 28 años en el Cerro San Cristóbal, límite entre las comunas de Recoleta, Providencia, Vitacura y Huechuraba. Su localización tiene por objeto dar respuesta rápida a la ocurrencia de incendios forestales en uno de los principales pulmones verdes y atractivo recreativo del Gran Santiago.

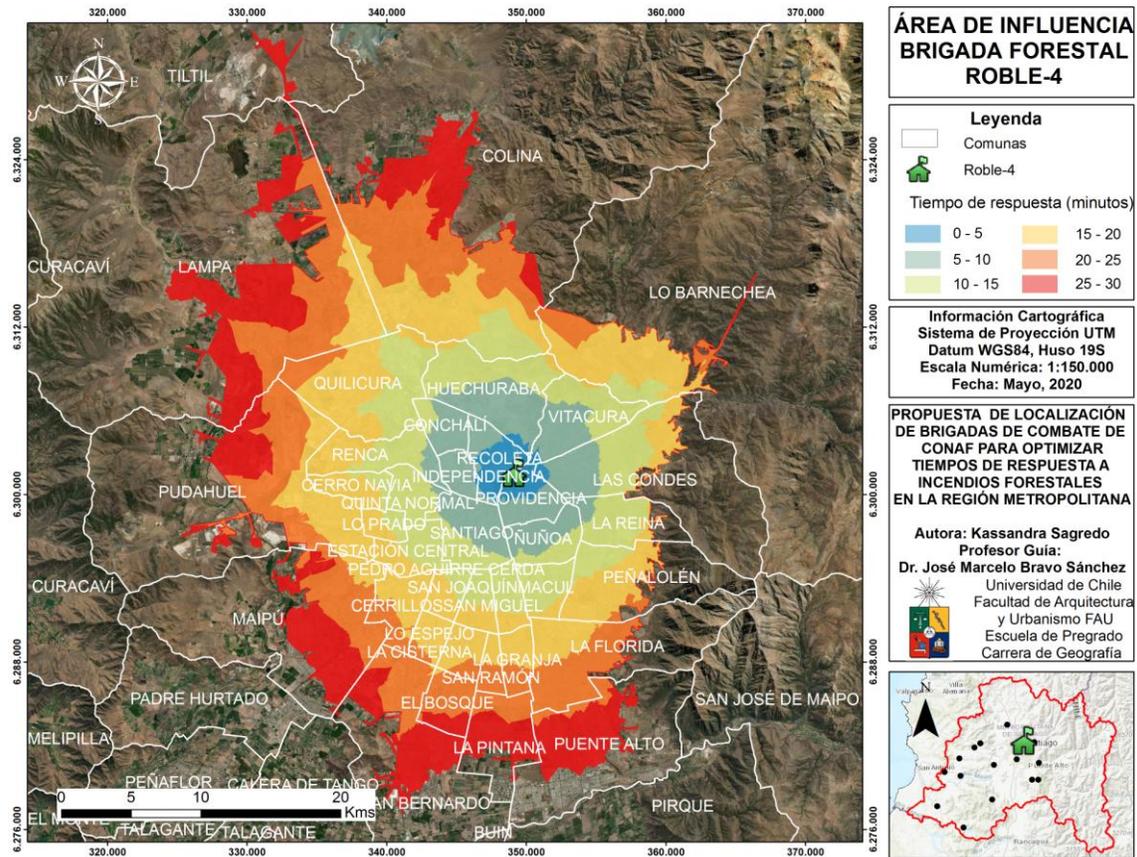
Así también, su ubicación es estratégica por su cercanía a rutas de gran conectividad; Carretera Nororiental, Ruta 5, Costanera Norte, Autopista Central, Américo Vespucio Norte, permitiendo no solo su respuesta en pocos minutos dentro del Parque, sino también a otros puntos de la región. Se observa en la **Cartografía 16**, que la brigada Roble-4 en un tiempo máximo de 30 minutos (nivel de respuesta bajo), puede arribar a comunas de la provincia de Chacabuco y a la zona sur de la capital como Puente Alto, La Pintana y San Bernardo.

No obstante, como se aprecia, su cobertura esta predominante centrada en zonas urbanas, con cercanía a cerros islas, como; cerro Blanco, Santa Lucía, San Luis, Los Almendros, Alvarado, Calán, Apoquindo, por citar algunos y cercanía a zonas de conservación, como; Los Nogales, Puente Ñilhue, San Carlos de Apoquindo, Aguas de Ramón, Cantalao y Quebrada de Macul.

Otro aspecto relevante de su emplazamiento, es que por su alta afluencia de público chileno y extranjero, favorece la realización de campañas informativas para la prevención de incendios forestales en cada temporada.



**Cartografía 16: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-4.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A modo de aclaración, esta unidad al igual que Roble-2, presenta un polígono de área de influencia de estructura regular (similar a un buffer) y la localización de la brigada en su centro, responde a la alta densidad vial y la exclusión del criterio de dirección de calles, creando una cobertura sobredimensionada a la realidad. Por tanto, se presume que las superficies de nivel de respuestas presentadas podrían ser mayores que los reales.

A partir de la representación espacial de cobertura de Roble-4, la **Tabla 23** expone la superficie total por cada rango temporal.

**Tabla 23: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-4.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
<b>Roble-4</b>	0 – 5	Rápida	1.824,38
	5 – 10	Buena	10.712,90
	10 – 15	Óptima	19.412,75
	15 – 20	Favorable	26.632,80
	20 – 25	Reducida	25.561,08
	25 – 30	Baja	23.231,57



	<b>Superficie total</b>	<b>107.385,51 ha.</b>
--	-------------------------	-----------------------

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Respecto a la respuesta de Roble-4 a incidentes pasados, según el área de influencia estimada, para los datos 2013-2018 en la RM esta unidad pudo acceder al 20,8% de IF con una superficie dañada del 4,2%. La **Tabla 24**, sintetiza esta información, donde se aprecia que la mayor ocurrencia se concentra en los niveles de respuesta reducida y baja, mientras que la mayor superficie afectada se encuentra en el polígono amarillo, rango de 15 a 20 minutos de distancia de la base.

**Tabla 24: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-4.**

<b>Brigada</b>	<b>Rango de tiempo (minutos)</b>	<b>Número de incendios</b>	<b>Superficie afectada (hectáreas)</b>
<b>Roble-4</b>	0 – 5	33	26,35
	5 – 10	32	287,56
	10 – 15	84	355,44
	15 – 20	63	1474
	20 – 25	89	554,9
	25 – 30	103	940,81
	<b>Total</b>	<b>404</b>	<b>3.639,06 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

#### **4.2.2.4 Brigada Roble – 5.**

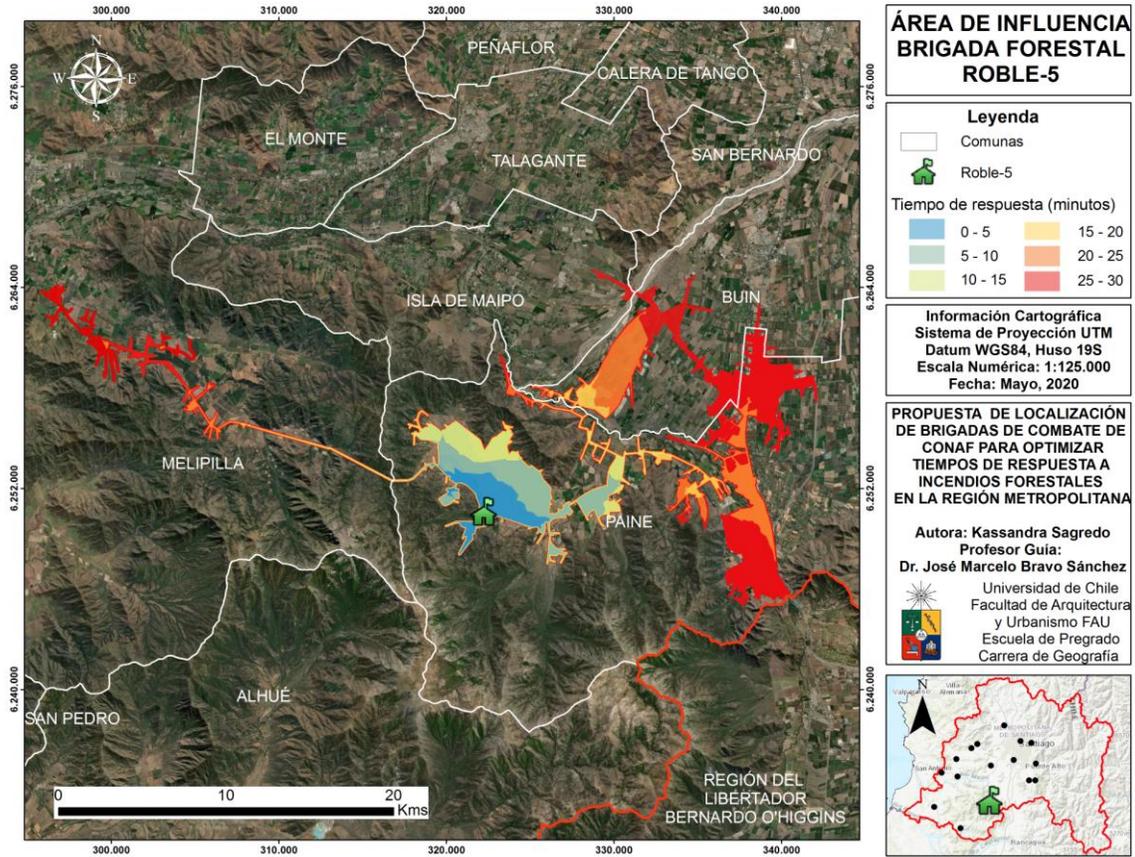
Emplazada en Paine, comuna al Sur de la Provincia del Maipo, que limita al Sur con la Región del Libertador Bernardo O’Higgins, es propiedad de CONAF con 8 años de antigüedad en la zona, a los pies de la Reserva Natural Altos de Cantillana, importante cordón montañoso considerado sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la zona, lo que explica la localización de esta brigada en el territorio.

Respecto a su conectividad, a diferencia de las brigadas anteriores, posee solo una vía principal de tránsito (camino a Rungue), que conecta hacia el Este de su posición con la Ruta 5 y Acceso Sur en un nivel de respuesta bajo (25-30 minutos, color rojo), caminos que favorecen el desplazamiento a otras comunas como Buin y al resto de la Provincia de Maipo, Cordillera y Santiago, como también hacia la Región de O’Higgins con un nivel de respuesta bajo (límite con la comuna de San Francisco de Mostazal). Hacia el Norte, la unidad posee un área de cobertura con tiempos de 25 a 30 minutos a la comuna de Talagante e Isla de Maipo (polígono rojo). También, como se observa en la **Cartografía 17** tiene influencia hacia la comuna de Melipilla a través de la Ruta G-546, con niveles de respuesta favorable, reducida y baja (polígono amarillo, naranja y rojo).

Además, dentro de sus atributos positivos de localización, destaca la respuesta que da a zonas históricamente conflictivas como Horcón de Piedra en el Fundo Rinconada de Chocalán (parte de la Reserva Natural Altos de Cantillana, con otra vía de acceso terrestre a la mencionada anteriormente). Hacia Melipilla, la Ruta G-546 es una vía de acceso para territorios que han sido afectados por incendios de magnitud como el caso de Fundo Tantehue en la temporada 2014-2015 con 245 ha., y Manantiales en 2016-2017 con 650 ha.



**Cartografía 17: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-5.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Sobre la cobertura por nivel de respuesta, en la **Tabla 25** se observa una menor superficie respecto a las brigadas anteriores, así también la forma del polígono para cada rango temporal en la cartografía, que da cuenta de una menor disponibilidad de alternativas de desplazamiento. Según las cifras expuestas, la mayor superficie cubierta es en el nivel de respuesta de 25 a 30 minutos, seguido de respuesta reducida de 20 a 25 minutos.

**Tabla 25: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-5.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
Roble-5	0 – 5	Rápida	905,56
	5 – 10	Buena	1.553,55
	10 – 15	Óptima	1.084,20
	15 – 20	Favorable	726,39
	20 – 25	Reducida	2.552,3
	25 – 30	Baja	7.503,95
<b>Superficie total</b>			<b>14.325,95 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.



Además, la **Tabla 26** expone los incendios forestales en el periodo 2013-2018 dentro de la cobertura de Roble-5, en el que solo un 1,8% de IF con daño 1,97% respecto al total regional se encuentran en su cobertura terrestre. Como antecedente, en la comuna de Paine destacan siniestros como; Águila Sur con 606 ha., en la temporada 2014-2015 (nivel de respuesta bajo), Valdivia de Paine de 145 ha., en un sector con nivel de respuesta reducida y nuevamente el sector de Águila Sur con 109 ha., en la temporada 2016-2017.

**Tabla 26: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-5.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
Roble-5	0 – 5	4	4.2
	5 – 10	-	-
	10 – 15	1	1.5
	15 – 20	3	3.2
	20 – 25	4	147,25
	25 – 30	23	1.553,83
	<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>1.709,98 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Para el caso de esta brigada, se aprecia que la baja disponibilidad de caminos, genera menor cobertura espacial y, en consecuencia, un menor alcance hacia zonas de ocurrencia histórica. Sin embargo, este caso permite aseverar el rol de la topografía en el nivel de respuesta terrestre de las unidades, pues su localización se emplaza entre importantes cordones montañosos.

#### 4.2.2.5 Brigada Roble – 6.

En comodato hace 28 años junto a la antigua Estación Ferroviaria Puangue, comuna de Melipilla, las variables que inciden en su localización son su amplio territorio rural y el límite a 4 kilómetros de la Región de Valparaíso, comuna de San Antonio.

A partir de la **Cartografía 18**, se observa que la red vial y localización de la base, propicia un nivel de respuesta en el rango de 0 a 30 minutos en casi toda la comuna de Melipilla, escenario de vital importancia, pues como se ha demostrado en el apartado anterior, esta presenta la más alta ocurrencia y daño para el quinquenio 2013-2018.

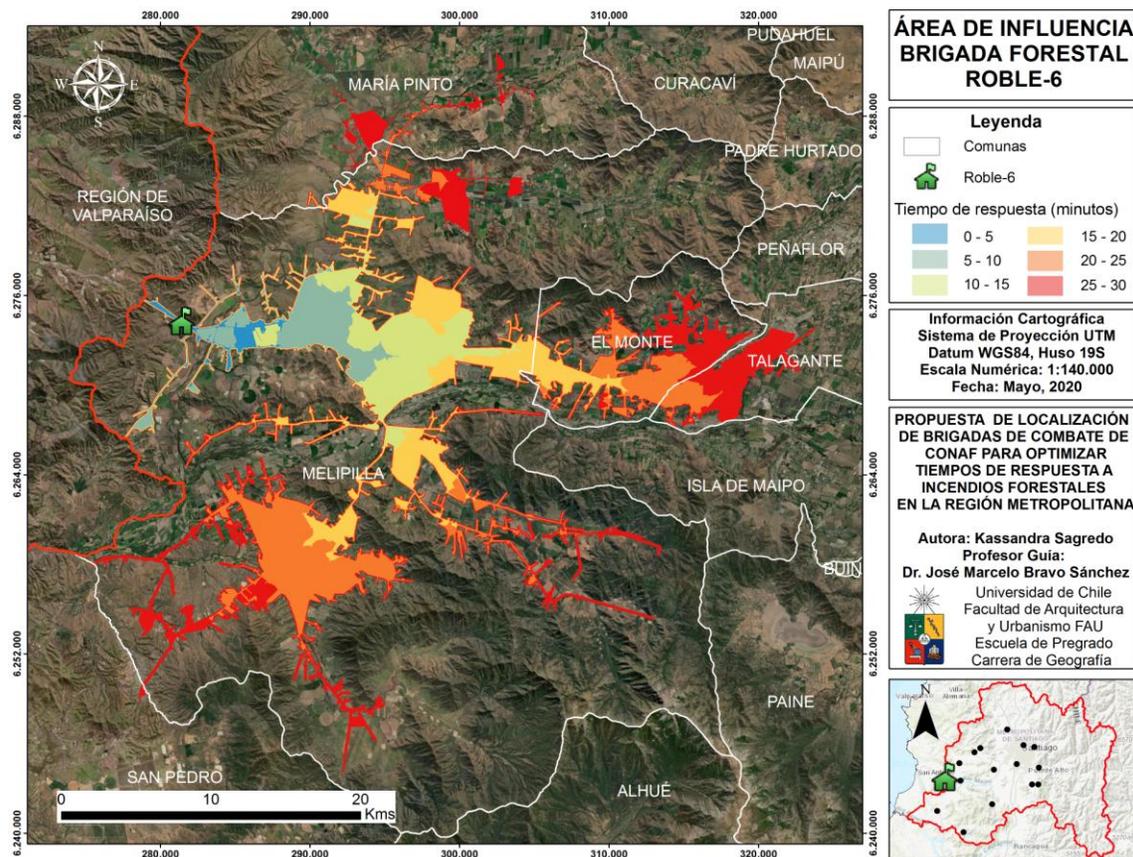
Sobre su conectividad, tiene acceso directo a la Autopista Del Sol, lo que permite un desplazamiento rápido hacia la región vecina y también hacia zona urbana de Melipilla, sea a través de esta vía o por la Ruta 78, pasando por localidades rurales como La Cumbre, La Lumbre de Puangue, Esmeralda, por mencionar algunos. Por otra parte, la red vial favorece su desplazamiento hacia María Pinto en un nivel de respuesta bajo (color rojo) y a la Provincia de Talagante; específicamente a El Monte (nivel de respuesta favorable, polígono amarillo) y Talagante (respuesta de reducida a baja de colores naranja y rojo, respectivamente).

Referente al territorio de Melipilla Sur, este cuenta con redes viales tales como: Camino a Rapel, Ruta G-60, Ruta G-546, por mencionar las más extensas, que favorecen su arribo a territorios con alta probabilidad de ocurrencia, hacia el sector Suroriente, entidades rurales como; Chocalán,



Cholqui, Pabellón, Santa Rosa, Carmen bajo y alto. Mientras que al Sur de la comuna, con dirección hacia San Pedro, se encuentran: San Manuel, Mandinga, Popeta, El Molino, todos espacios con prácticas rurales (presencia de paños de cultivos) y por consiguiente con una alta disponibilidad de combustible.

**Cartografía 18: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-6.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

No obstante, como se aprecia en la **Cartografía 18** y **Tabla 27**, posee una baja superficie en comparación con el área de influencia de las brigadas anteriores, se deduce que si bien existen redes viales que permiten responder a gran parte de Melipilla, estas siguen siendo insuficientes, pues se presentan importantes espacios sin un camino público accesible en caso de requerir de respuestas rápidas para emergencias forestales, lo que es posible complementar con la topografía accidentada del bloque costero en la zona, que limita el acceso a través de vehículos CONAF. Sobre la superficie por nivel de respuesta, se concentra en baja, reducida y favorable.

**Tabla 27: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-6.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
	0 – 5	Rápida	477,86
	5 – 10	Buena	2,951,49



<b>Roble-6</b>	10 – 15	Óptima	4.642,63
	15 – 20	Favorable	5.471,62
	20 – 25	Reducida	8.916,92
	25 – 30	Baja	11.071,51
<b>Superficie total</b>			<b>33.532,03 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Respecto a los IF del quinquenio, la ocurrencia en su área de influencia es de 13,07% y un daño total de 1,94% de la superficie afectada para todo este periodo. No obstante, como se ha indicado, esta ocurrencia es solo estimada a través del punto de inicio dentro del área de cobertura, pues para dicho periodo, el número de incendios en Melipilla fue de 335 y su área de afectación fue de 18.282,42 ha., cifras que distan de las expresadas en la **Tabla 28**, principalmente por la superficie.

**Tabla 28: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-6.**

<b>Brigada</b>	<b>Rango de tiempo (minutos)</b>	<b>Número de incendios</b>	<b>Superficie afectada (hectáreas)</b>
<b>Roble-6</b>	0 – 5	10	7,11
	5 – 10	23	169,73
	10 – 15	49	60,7
	15 – 20	53	284,38
	20 – 25	52	738,88
	25 – 30	67	421,19
	<b>Total</b>	<b>254</b>	<b>1.681,99 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Como antecedente, los incendios de mayor magnitud en la comuna para el período 2013-2018 han sido El Carrizo con 14.805 ha., en la temporada 2013-2014, seguido por Manantiales y Los Maitenes. En el caso del primero, este aconteció cercano a la brigada y al límite regional, pero con difícil acceso por su topografía abrupta, fue el incendio más grande registrado para la región en las cinco temporadas de la base de datos utilizada.

#### **4.2.2.6 Brigada Roble – 7.**

Localizada en San Pedro, específicamente en la Ruta G-60 se encuentra alojada en un Vivero de CONAF, es propiedad de la corporación con más de 35 años de antigüedad, su ubicación es estratégica como primera respuesta a emergencias forestales en un área rural que limita con la Región del Libertador Bernardo O’Higgins y la de Valparaíso.

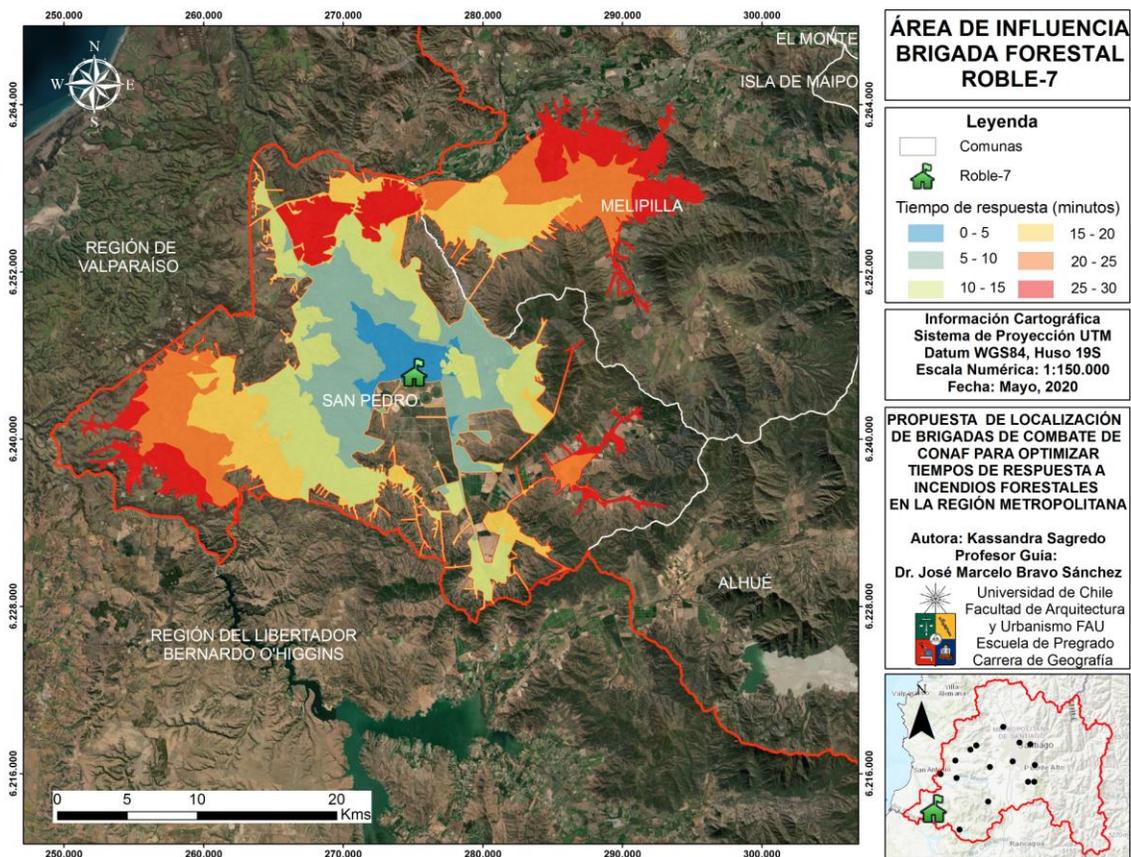
Respecto a su área de influencia, en la **Cartografía 19** se observa que Roble-7 es la unidad respuesta para casi la totalidad de la comuna de San Pedro y para la parte del sur de Melipilla. Así también, es un potencial respondedor ante un siniestro forestal que ocurra en comunas fuera del área de estudio, como; San Antonio, Santo Domingo, Navidad, Litueche y Las Cabras.

Sobre la conectividad, su desplazamiento hacia el Oeste es a través de la Ruta G-84 que lleva a San Antonio, pasando por localidades rurales de la RM como El Prado, San Enrique y La Manga con nivel de respuesta óptima de 10 a 15 minutos (polígono verde). También, hacia el Suroeste de su



posición, por camino a Rapel dirección Litueche (Sexta Región), en donde se presentan localidades en su totalidad rurales; como Loica y Nihue con tiempos de respuesta de óptimos a favorables (color verde y amarillo). Mientras que, en dirección al Sur, por la Ruta 66 hacia Las Cabras se encuentra el sector de Longovilo, Bandurria, Peumo de Molina y El Membrillo, los dos primeros con tiempos de rápido a bueno (polígonos azul y celestes), y los dos últimos con nivel de reducida a baja (tiempos superiores a 20 minutos, color naranja y rojo), explicado por la topografía, que requiere mayor tiempo de desplazamiento. A su vez, por la Ruta 66 al Noroeste de la unidad, se presenta el centro urbano de San Pedro, Las Pataguas y Lingo Lingo con nivel de respuesta de rápido a óptimo (polígonos azul y celeste). Respecto a la cobertura hacia Melipilla Sur, esta brigada puede movilizarse a través de la Ruta G-60, donde se presentan localidades rurales como Los Culenes y El Sauce con una respuesta óptima (área verde), mientras que más hacia el Norte de San Pedro se emplaza Mandinga y San Manuel, con un nivel de respuesta de reducida a baja (naranja y rojo).

**Cartografía 19: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-7.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

En general, y considerando la información del mapa anterior y la **Tabla 29**, se puede afirmar que Roble-7 posee una alta cobertura espacial de San Pedro, concentrando la mayor superficie en el nivel de respuesta óptima (color verde en el mapa). A su vez, la unidad posee una alta área



influencia en tiempos de 25 a 30 minutos, que da cuenta de su amplia cobertura no solo en los espacios más cercanos, sino de manera constante en los minutos de desplazamiento propuestos.

**Tabla 29: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-7.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
Roble-7	0 – 5	Rápida	2.091,01
	5 – 10	Buena	9.056,38
	10 – 15	Óptima	11.521,49
	15 – 20	Favorable	9.095,76
	20 – 25	Reducida	9.879,54
	25 – 30	Baja	11.496,14
<b>Superficie total</b>			<b>53.139,34 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A continuación, la **Tabla 30** presenta el total de incendios y superficie afectada dentro de su área, con un total de 9,52% de la ocurrencia y un daño del 12,34% de la superficie afectada a escala regional entre 2013 y 2018. Dentro de los siniestros con mayor daño en la zona, destaca Lo Chacón 7.980,5 ha., en temporada 2016-2017, Las Golondrinas con 1.419 ha., en 2016-2017 y Las Golondrinas en 2013-2014 con 1.275 ha., quemadas.

**Tabla 30: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-7.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
Roble-7	0 – 5	19	1.194,54
	5 – 10	39	3.322,73
	10 – 15	36	3.176,16
	15 – 20	28	1.380,1
	20 – 25	29	925,31
	25 – 30	34	683,94
<b>Total</b>		<b>185</b>	<b>10.682,78 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

#### 4.2.2.7 Brigada Roble – 8.

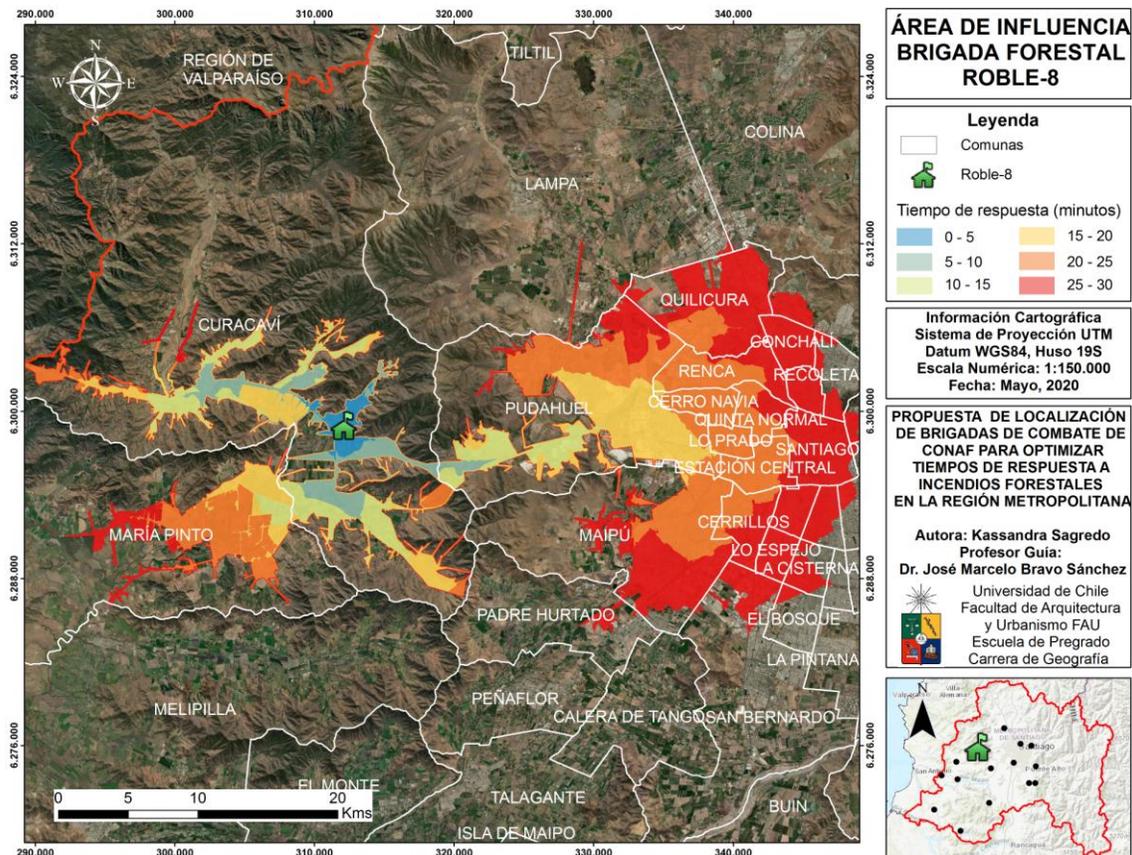
Emplazada en Curacaví, específicamente en el Condominio La Aurora en calidad de comodato hace 6 años, este espacio posee una capacidad para 37 personas y es la brigada con mayor fuerza de combate en la RM. Como antecedente que favorece su emplazamiento, es que esta comuna es la segunda con mayor ocurrencia de incendios y presenta dinámicas que la favorecen, tales como: actividad agrícola, ganadera y ocupación de su territorio caracterizada por parcelas de agrado, que alcanzan en muchos casos zonas aisladas y de difícil acceso, junto a una alta disponibilidad de combustible, que los convierte en zonas de riesgo.

Sobre su conectividad, destaca la cercanía a una de las principales vías de alto tránsito de la región, Ruta 68, que une la capital con la Región de Valparaíso y facilita su traslado a múltiples puntos del territorio (al ser una vía que atraviesa longitudinalmente toda la comuna).



Respecto al área de influencia presentada en la **Cartografía 20**, al oriente de su posición (Provincia de Santiago) su cobertura es un polígono regular por la alta densidad vial al ser área predominantemente urbana, por lo que la superficie y tiempos de arribo a este espacio se estima que sean menores a lo presentado. Entre las zonas prioritarias para su actividad, destacan Pudahuel; Ciudad de los Valles y Lo Aguirre con niveles de respuesta óptimos (color verde), y camino Noviciado, caracterizado por ser la zona rural de la comuna con tiempos de respuesta de favorable a baja (polígono amarillo, naranja y rojo). También, hacia esta zona, se espera que la unidad pueda hacer arribo en un lapso no mayor a 30 minutos a Cerro Renca y San Cristóbal. Otro punto al que puede acceder desde Curacaví es el área de conservación Quebrada de la Plata emplazada en Maipú en un nivel de respuesta bajo (área roja).

**Cartografía 20: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-8.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Mientras que, la zona Norte de Curacaví, posee baja cobertura terrestre, explicada por la topografía abrupta del bloque costero, donde se aprecia la presencia de actividades agrícolas y de alta carga de combustible, presenta solo un camino hacia esta cuenca. Al Oeste de su posición, se observa que a través de la Ruta 68 Roble-8 puede arribar al límite regional en tiempos menores a 30 minutos, al sector de Las Achiras, con alta presencia de vivienda en zona de quebradas, alta pendiente y vegetación nativa, especialmente en la ladera de exposición sur y Cuesta Zapata (exposición



Noreste). Así también, su cobertura hacia el Sur alcanza una importante superficie de María Pinto, comuna rural y con menor número de habitantes (localidad de Los Rulos, Las Ritas, Los Quilos), llegando al límite con Melipilla en un nivel de respuesta bajo (polígono rojo), y hacia Curacaví sur por camino a Cuesta Barriga, con respuesta a los sectores de Cerrillos, Pataguilla y Santa Inés (camino a Cuesta Lo Prado).

A continuación, la **Tabla 31** sintetiza la superficie abarcada por la unidad para cada rango temporal.

**Tabla 31: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-8.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
Roble-8	0 – 5	Rápida	783,94
	5 – 10	Buena	2.613,55
	10 – 15	Óptima	5.088,81
	15 – 20	Favorable	7.955,82
	20 – 25	Reducida	18.066,86
	25 – 30	Baja	15.269,59
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A partir de la **Tabla 31**, se afirma que Roble-8 posee una alta superficie de respuesta, predominando los tiempos de nivel reducido y bajo, con diferencias significativas con los otros niveles. No obstante, este escenario, se estima podría vincularse a la omisión de la variable de dirección de calles y su respuesta a la Provincia de Santiago, al Este de su posición, sobredimensionando su respuesta.

Sobre los IF 2013-2018 dentro del área de influencia, como se presenta en la **Tabla 32**, el 14,47% de la ocurrencia regional de siniestros se concentró en esta zona de influencia, destacando la mayor superficie dañada en el nivel de respuesta de 5 a 10 minutos (polígono celeste del mapa), correspondiente en casi su totalidad al incendio ocurrido en la Cuesta Lo Prado en la temporada 2016-2017 con 3.469 ha. Mientras que, el incendio con mayor superficie en el quinquenio fue en El Naranjo, fuera del área de cobertura por acceso terrestre limitado, con un daño de 5.904,9 ha., durante la Tormenta de Fuego.

**Tabla 32: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-8.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
Roble-8	0 – 5	13	2,43
	5 – 10	33	3.516,72
	10 – 15	45	120,54
	15 – 20	40	427,13
	20 – 25	47	94,09
	25 – 30	96	448,39
	<b>Total</b>	<b>281</b>	<b>4.634,73 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

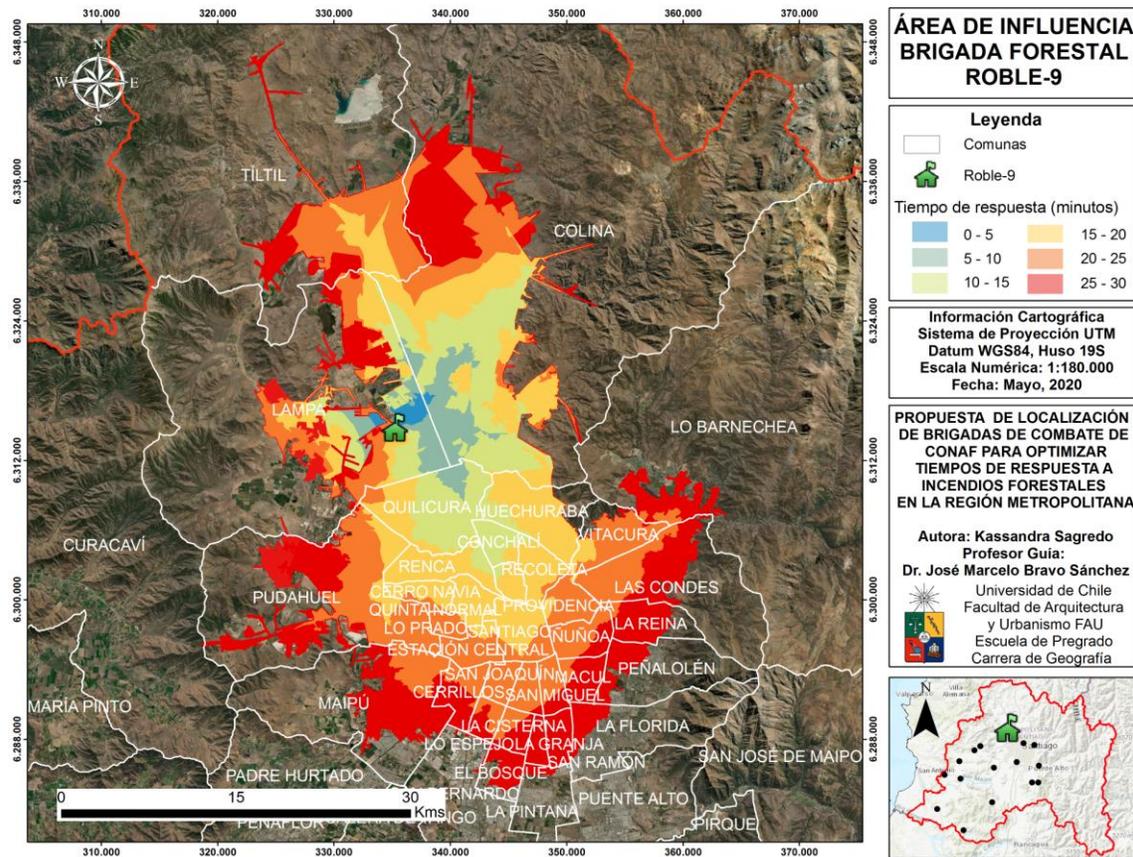


#### 4.2.2.8 Brigada Roble – 9.

Esta unidad se encuentra emplazada en el sector de Estación Colina, Lampa, en comodato con la Municipalidad hace 6 años con capacidad para 30 personas. Para la temporada 2018-2019 fue la única brigada dispuesta en el territorio de la Provincia de Chacabuco, Norte de la RM. Su localización a minutos de la Ruta 5 Norte y Autopista Los Libertadores, favorece que desde esta pueda arribar hasta el extremo norte (Tiltil) y parte del territorio del Gran Santiago.

Como se aprecia en la **Cartografía 21**, al Este de su posición la respuesta a Chicureo es de favorable a baja (polígonos amarillo, naranja y rojo), al Norte, su cobertura alcanza localidades rurales de Esmeralda, Chacabuco, Huertos Familiares, Polpaico, Batuco y Lo Solar (comunas de Colina y Tiltil). Mientas que al Oeste, territorio de Lampa con topografía abrupta, su arribo es a sectores rurales de El Molino y La Palma y parte de Pudahuel rural (Noviciado) en nivel de respuesta de favorable a bajo.

**Cartografía 21: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-9.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A partir de lo anterior y la **Tabla 33**, se afirma que la brigada recorre largas distancias con una cobertura espacial alta, como se ha mencionado, para el caso urbano del Gran Santiago (zona sur de la base), la forma del polígono es regular por la alta densidad vial y sus valores de superficie



podrían ser mayores a los reales, al no incluir la dirección de calles como limitante en el desplazamiento.

**Tabla 33: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-9.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
Roble-9	0 – 5	Rápida	596,07
	5 – 10	Buena	4.443,17
	10 – 15	Óptima	17.356,23
	15 – 20	Favorable	24.350,49
	20 – 25	Reducida	32.080,28
	25 – 30	Baja	33.808,49
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

En general, se afirma que los rangos de respuesta a la Provincia de Chacabuco predominan en el rango de 15 a 30 minutos. Dentro de las áreas de conservación, en el límite de la RM con la Región de Valparaíso se encuentra el Santuario a la Naturaleza Cerro El Roble, localización que supera el nivel de respuesta de esta unidad.

Respecto a los incendios forestales para el 2013-2018, el 34,91% de las ocurrencias se concentran en el área de influencia de la brigada Roble-9, equivale al 7,58% de superficie afectada.

**Tabla 34: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-9.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
Roble-9	0 – 5	6	4,61
	5 – 10	12	31,45
	10 – 15	75	322,82
	15 – 20	195	1.629,28
	20 – 25	234	1.700,79
	25 – 30	156	5.877,82
	<b>Total</b>	<b>678</b>	<b>9.566,77 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Dentro de los incendios forestales más destructivos en esta zona, destacan tres de la temporada Tormenta de Fuego 2016-2017; Til Til 2 con 2.712 ha., Chicauma en Lampa con 1.993 ha., y Valle Norte de Chamisero en Colina con 856 ha.

#### 4.2.2.9 Brigada Roble – 10.

Esta brigada se emplaza hace 2 años en la Escuela La Obra en San José de Maipo vía comodato, con capacidad para 15 personas. El beneficio de su ubicación, se explica en que la convierte en la primera respuesta terrestre a todo el territorio de San José de Maipo, cubriendo gran parte de este en un tiempo de 30 minutos, territorio que por su geografía posee solo una única vía de acceso “camino El Volcán”.

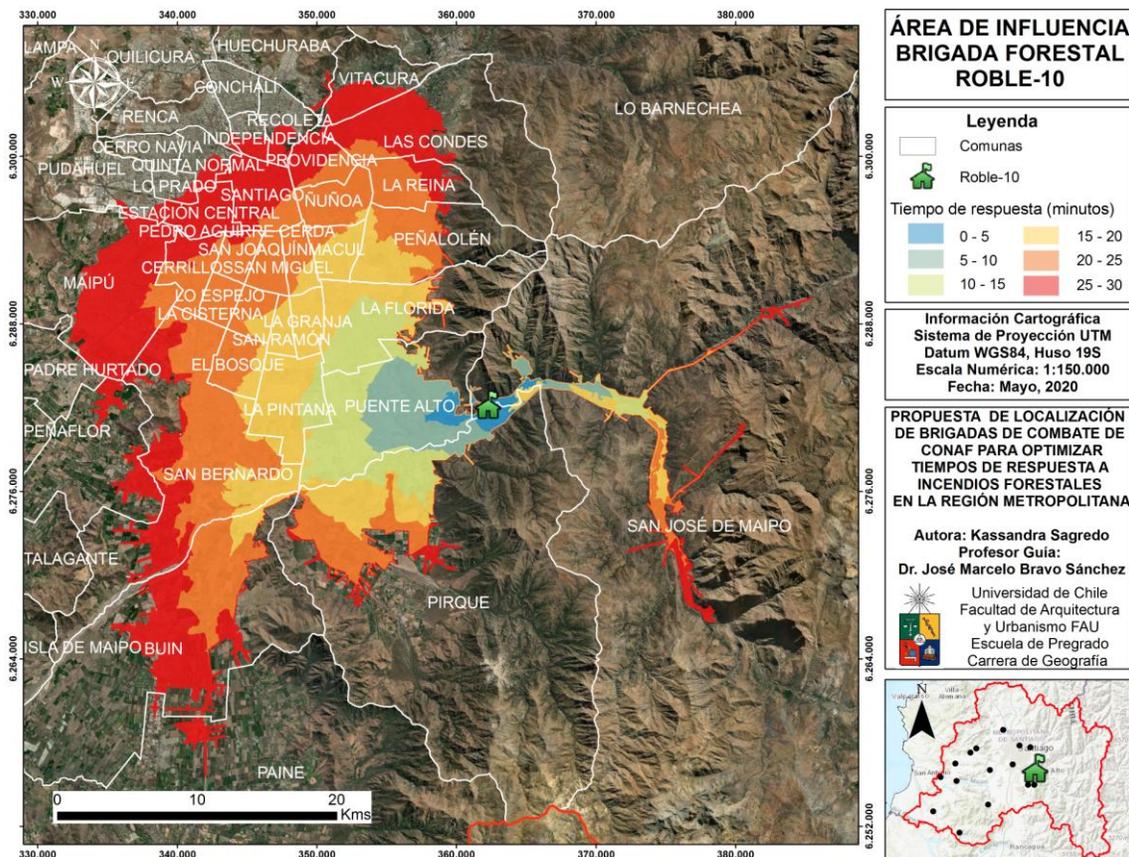


Respecto a su cobertura hacia el resto de la RM, se observa en la **Cartografía 22** una estructura del polígono de tipo buffer, explicado por la alta densidad vial y la exclusión del criterio de dirección de calles. Su alcance espacial permite apoyar en parte del piedmont cordillerano; Puente Alto, La Florida, Peñalolén, La Reina y Las Condes (extremo norte de su área de influencia con nivel de respuesta bajo, área roja) y hacia el Sur hasta Pirque, Buin y en menor alcance parte de Paine.

Entre las principales vías para arribar a los siniestros, destaca el Camino El Volcán hacia el Cajón del Maipo, calle Ramón Subercaseaux en Pirque, calle Miraflores, Acceso Sur y Ruta 5 Sur hacia Buin, donde son de relevancia el cerro Alto Jahuel, con nivel de respuesta de favorable a baja (polígono amarillo, naranja y rojo), y un sector de Paine con un área de cobertura baja.

Respecto al arribo a zonas de conservación, por Camino El Volcán hasta el Santuario de la Naturaleza San Francisco de Lagunilla y Quillayal de tiempos favorables a baja cobertura, así también un nivel de respuesta bajo (no superando los 30 minutos de arribo) hasta el Santuario de Las ánimas. Mientras que, hacia el Norte, su área de influencia permite un nivel de respuesta reducido a Quebrada de Macul y bajo a Cantalao y Parque Natural Aguas de Ramón.

**Cartografía 22: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-10.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.



Respecto a la superficie abarcada, se debe tener presente, al igual que en casos anteriores, que el equipo Roble-10 tiene una importante superficie urbana de cobertura, que no es pertinente para su labor. Como se aprecia en la **Tabla 35**, las áreas con mayor superficie son en niveles de respuesta de reducida a baja.

**Tabla 35: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-10.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
<b>Roble-10</b>	0 – 5	Rápida	939,72
	5 – 10	Buena	4.036,21
	10 – 15	Óptima	7.970,87
	15 – 20	Favorable	14.442,69
	20 – 25	Reducida	25.213,56
	25 – 30	Baja	27.285,56
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Sobre el nivel de respuesta y ocurrencia histórica, se observa que para Roble-10 el mayor número de incendios se ha presentado en el rango de 5 a 10 minutos de traslado (polígono celeste), mientras que aquellos de más daño se han desarrollado a una distancia en nivel de respuesta reducida (20 a 25 minutos) y seguida por un nivel de respuesta óptima (polígono verde). En general, según datos 2013-2018 en el área de cobertura se presentaron el 12,03% de IF de la RM correspondiente a un 2,45% de superficie quemada.

**Tabla 36: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-10.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
<b>Roble-10</b>	0 – 5	10	49,91
	5 – 10	52	46,58
	10 – 15	23	539,52
	15 – 20	31	61,56
	20 – 25	37	1202,53
	25 – 30	81	218,22
	<b>Total</b>	<b>234</b>	<b>2.118,32 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa. 2020.

Sin embargo, como antecedente del quinquenio, se menciona el período con los IF de mayor destrucción, tales como: El Toyo en 2016-2017 con 1.103,5 ha., seguido por El Manzano en 2013-2014 con una superficie de 453 ha., para ambos casos se destaca la característica de topografía abrupta, propia de todo el sector, que superan la respuesta terrestre estudiada.

#### **4.2.2.10 Brigada Roble-11.**

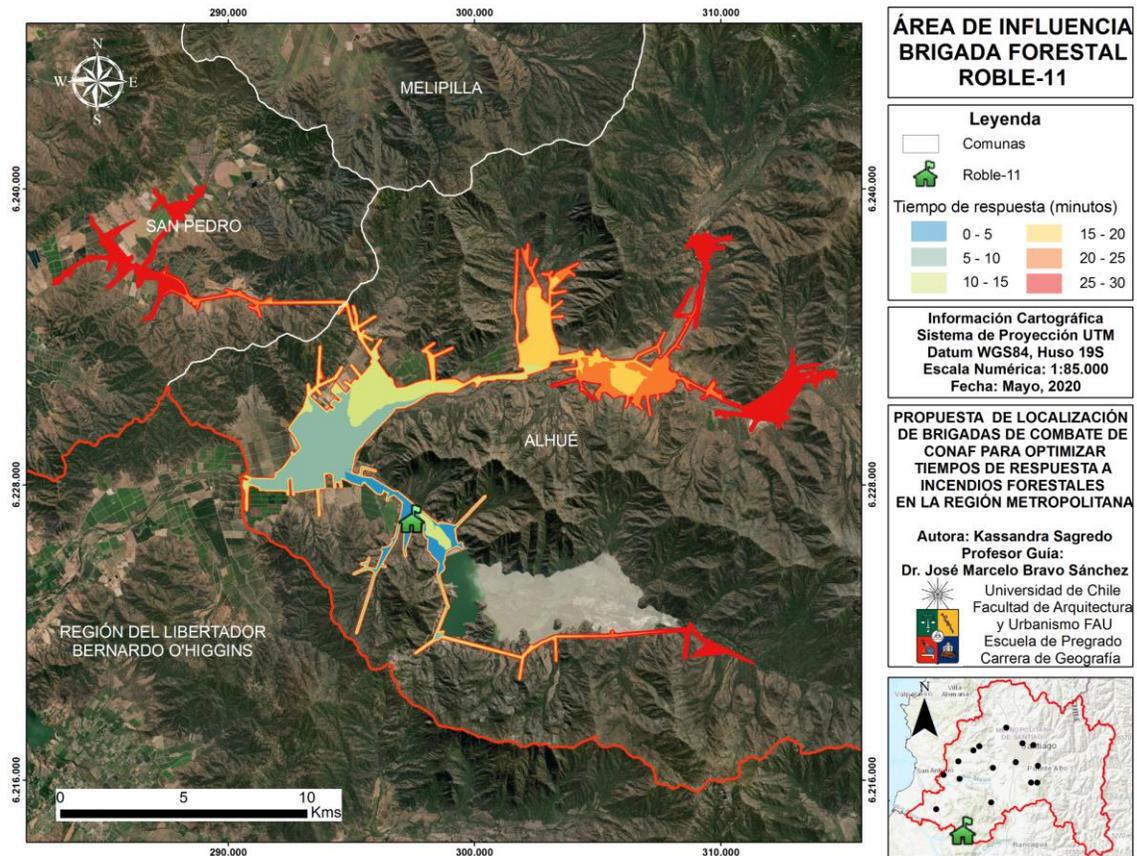
Se emplaza hace 8 años en la comuna de Alhué, en el Fundo Roblería del Cobre de Loncha a través de un convenio con CODELCO, propietaria de las inmediaciones, donde además se emplaza el relave minero Embalse Caren. Como principal objetivo de localización, se encuentra el apoyo a esta corporación minera, orientado al resguardo de la Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha,



área de conservación definida en la parte superior de la cuenca y que limita con la Región de O'Higgins. Así también, la respuesta rápida a otros territorios susceptibles dentro de la comuna como Santuario de la Naturaleza San Juan de Pichi.

Sobre su conectividad, como se aprecia en la **Cartografía 23**, se emplaza en un camino secundario cercano a la localidad de Santa María, que se une a la vía principal Ruta 66. Su proximidad al límite geográfico regional y la escarpada topografía permite el arribo desde la RM a esta comuna a través de caminos de la Región de O'Higgins (comuna de Las Cabras), hacia las localidades de La Plata y Santa Inés. Mientras que, al interior de Alhué, donde se destacan espacios altamente susceptibles; hacia el límite oriente están ubicados el sector de El Asiento, La Palma y Talamí, mientras que en la zona norte se encuentra Barranca de Pichi, Agua Buena y Peumo, también en el interfaz del área urbana se presentan espacios de riesgo tales como: Las hijuelas de Polulo y La Estancia.

**Cartografía 23: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-11.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Como se observa en la **Cartografía 23** y **Tabla 37**, el área de cobertura es significativamente menor al resto de unidades de la región, lo que se explica por las características geográficas y el limitado acceso terrestre (por caminos registrados en la capa geográfica empleada en este estudio). No obstante, se observa que la brigada en un rango de 30 minutos logra hacer arribo a todos los



sectores mencionados de la división política a la que pertenece y posee un nivel de respuesta bajo (color rojo) con respecto a la comuna vecina de de San Pedro.

En general, la topografía abrupta y la forma del valle, con alta carga de combustible y prácticas agrícolas, hacen de Alhué un territorio de alto riesgo y con elevados tiempos de traslados de unidades terrestres de apoyo (desde otras zonas de la región) en caso de incendio forestal.

**Tabla 37: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-11.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
<b>Roble-11</b>	0 – 5	Rápida	228,95
	5 – 10	Buena	1.064,31
	10 – 15	Óptima	777,93
	15 – 20	Favorable	931,74
	20 – 25	Reducida	1.065,64
	25 – 30	Baja	2.232,99
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Referente a los incendios forestales desarrollados en el área para el periodo 2013-2018, se observa que la mayor ocurrencia se presentó en los tiempos de 5 a 10 minutos (nivel de respuesta buena), de 25 a 30 y de 20 a 25. Mientras que, la superficie con más daño, se observa en aquellos territorios con nivel de respuesta baja, reducida y buena, respectivamente. En síntesis, dentro del área de influencia se han iniciado un 2,72% de los IF de la RM con daño de 1,24% en este periodo.

**Tabla 38: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-11.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
<b>Roble-11</b>	0 – 5	1	10
	5 – 10	14	67,3
	10 – 15	7	7,61
	15 – 20	6	1,63
	20 – 25	12	256,51
	25 – 30	13	729,36
	<b>Total</b>		<b>53</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A modo de antecedente, se pueden citar como importantes incendios forestales en la zona; Talamí 7.598,51 ha., El Asiento con 1.414,4 ha., y El Membrillo 283 ha., los tres ocurridos en la temporada 2016-2017, periodo que pasó a la historia a nivel nacional como la “Tormenta de Fuego”.

#### 4.2.2.11 Brigada Roble – 13.

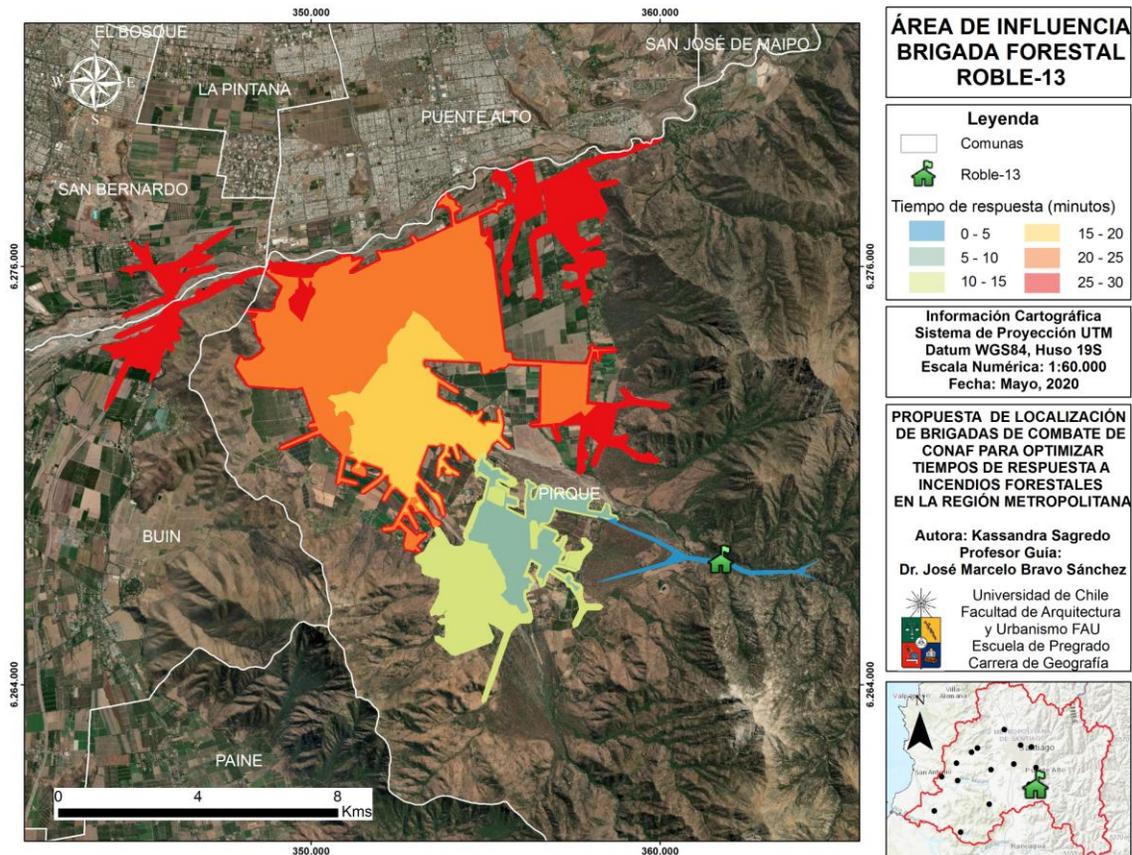
Esta brigada de ataque rápido se ubica en la comuna de Pirque, siendo propiedad de CONAF desde hace 3 años con capacidad para 6 personas, se emplaza en las dependencias de la Reserva Nacional Río Clarillo creada en 1982 para la protección de flora y fauna silvestre de la RM, razón que motivó



el emplazamiento de la brigada forestal en sus actuales dependencias, como también el límite con el Santuario de la Naturaleza las Torcazas de Pirque.

El emplazamiento de la unidad garantiza la primera respuesta terrestre en un menor tiempo dentro de la Reserva, pero al contar con solo una vía (camino a Río Clarillo), los tiempos de arribo en caso de incendios en otros puntos de Pirque y comunas aledañas son sobre los 15 minutos. De acuerdo a la **Cartografía 24**, su área de influencia es en gran parte Pirque y en tiempos de respuesta baja (25 a 30 minutos, color rojo) la zona Sureste de San Bernardo y Noreste de Buin.

**Cartografía 24: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-13.**



Autora: Cassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Tal nivel de cobertura, no se explica solo por la localización de la base y la disponibilidad de mayores vías de transporte, sino principalmente por la topografía de la cuenca, hacia el Este se presenta El Cerro Blanco, en el sector del Principal de Pirque y el Cerro Purgatorio en el límite con la comuna de San José de Maipo. Mientras que hacia el Oeste, se encuentra el cordón Cerro Los Ratones, que limita Pirque, Buin y Paine, todo esto da cuenta de accesibilidad limitada, que se traduce en mayores tiempos de respuesta y menos superficie como se aprecia en la **Tabla 39**.



**Tabla 39: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-13.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
<b>Roble-13</b>	0 – 5	Rápida	114,17
	5 – 10	Buena	671,02
	10 – 15	Óptima	996,84
	15 – 20	Favorable	1.835,21
	20 – 25	Reducida	3.542,18
	25 – 30	Baja	2.092,24
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Como se ha mencionado, por la disponibilidad de solo una vía en las cercanías de la unidad, derivan en una baja superficie de cobertura en los tiempos de respuesta de 0 a 15 minutos (de rápida a óptima).

**Tabla 40: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-13.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
<b>Roble-13</b>	0 – 5	-	-
	5 – 10	5	3,2
	10 – 15	8	4.437,21
	15 – 20	6	3,11
	20 – 25	13	25,62
	25 – 30	4	7,01
	<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>4.476,15 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Respecto a los incendios en el quinquenio, el número de incendios dentro del polígono de cobertura fue de 1,85% con un daño de 5,17% en la RM, de los cuales el mayor número de eventos ocurre en territorios con tiempos de arribo de 25 a 30 minutos. Mientras que, como se aprecia en la **Tabla 40**, el nivel de respuesta óptimo de 15 a 20 minutos tiene la mayor superficie de daño, correspondiente al IF Rinconada de Pirque temporada 2016-2017 con 4.419 ha., en combate desde el 17 de enero al 3 de febrero, que ocupa el quinto lugar de los incendios más destructivos en el quinquenio 2013-2018.

#### 4.2.2.12 Brigada Roble – 14.

Para la temporada 2018-2019, esta unidad tiene solo un año de funcionamiento, en comodato con la Escuela de Pelvin en Peñaflor y con capacidad para 10 brigadistas. Por este motivo, su periodo de operatividad efectiva se da entre los meses de enero y febrero, limitando la cobertura en esta área para los otros meses de la temporada. Es posible afirmar la relevancia de su existencia y emplazamiento, al ser la única brigada forestal localizada en la Provincia de Talagante en camino Mallarauco de Peñaflor.

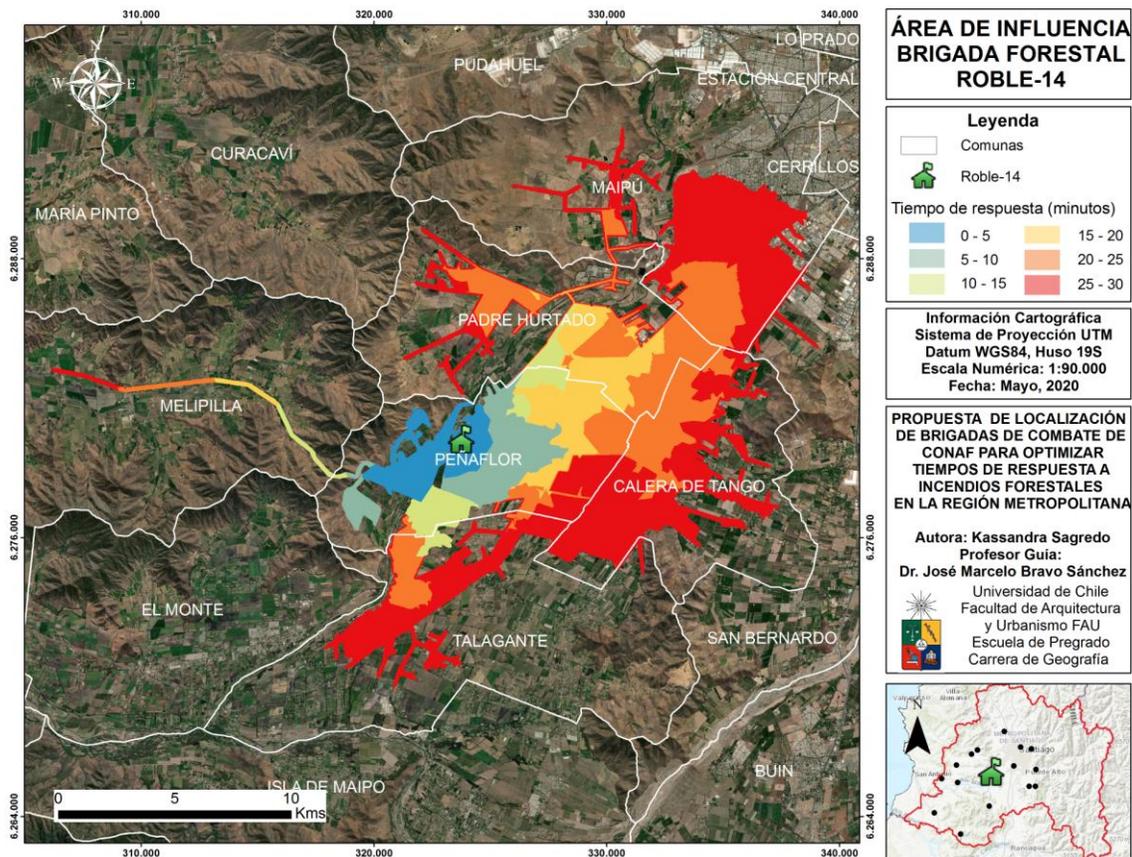
Como se observa en la **Cartografía 25**, el área de influencia de Roble-14 es a 3 de las 5 comunas de su provincia (excluidas El Monte e Isla de Maipo), alcanza solo a sectores como Melipilla de la



Provincia del mismo nombre, la zona sur de Maipú de la Provincia de Santiago y gran parte de Calera de Tango (excluyendo el Sureste) de la Provincia de Maipo. En general, es posible afirmar que su cobertura abarca una superficie rural significativa, incluyendo la ribera del río Mapocho.

Respecto de sus principales vías de conectividad, destaca al camino a Cuesta Mallarauco por su acceso, al cruzar el bloque costero hacia la comuna de Melipilla, llegando a los sectores rurales Los Patos, Quebrada Seca y Pahuilmo con un nivel de respuesta de favorable a baja, respectivamente (polígonos naranja y rojo). Mientras que La Autopista del Sol, que atraviesa longitudinalmente la comuna, garantiza el desplazamiento de la unidad hacia Maipú, que posee en su sector Oeste una zona de importancia forestal y la presencia del Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, con tiempos de traslado de 20 a 30 minutos, respuesta de reducida a baja (áreas de color verde, amarillo, naranja y rojo). También, hacia Padre Hurtado comuna rural, presenta nivel de respuesta de óptima a baja, siendo esta última hacia Cuesta Barriga (límite Curacaví).

**Cartografía 25: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-14.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Para el caso de Calera de Tango, favorece en su conectividad la Autopista del Sol y el camino a Lonquén con tiempos de arribo de 20 a 30 minutos (respuesta reducida a baja, polígonos naranja y rojo, respectivamente). Mientras que para Talagante, su cobertura permite dar respuesta a los



sectores rurales de San Javier, San Rafael y Santa Loreto, con nivel de respuesta de reducido a bajo. A continuación, la siguiente tabla presenta tiempos de arribo y superficie de cobertura, predominando la respuesta en los niveles de reducida a baja.

**Tabla 41: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-14.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
Roble-14	0 – 5	Rápida	1.276,29
	5 – 10	Buena	2.282,21
	10 – 15	Óptima	1.254,57
	15 – 20	Favorable	1.130,43
	20 – 25	Reducida	2.996,45
	25 – 30	Baja	8.767,27
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

Respecto a la ocurrencia dentro del área de cobertura, la **Tabla 42** muestra que corresponden al 5,2% con un daño de 0,26% del total regional, entre los principales incendios desarrollados en sus comunas de influencia, destacan en el quinquenio; Cuesta Barriga en Padre Hurtado con 605,2 ha., Los Hornos de Lonquén en Talagante con 554,3 ha., y el IF en Mallarauco de 468, 5 ha., al límite de Peñaflores y Padre Hurtado, los tres desarrollados durante la Tormenta de Fuego 2016-2017, fatídico periodo señalado al inicio de esta memoria.

**Tabla 42: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-14.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
Roble-14	0 – 5	25	36,03
	5 – 10	12	12,14
	10 – 15	9	23,72
	15 – 20	14	5,56
	20 – 25	14	24,81
	25 – 30	27	119,37
	<b>Total</b>		<b>101</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

#### 4.2.2.13 Brigada Roble-18.

Esta unidad de ataque rápido, con un año de operatividad, se emplaza en la comuna de Pirque en modalidad de arriendo a un particular, su localización cercana a Roble-13 (Río Clarillo) favorece su apoyo a esta dándole un mayor rango de respuesta a Pirque y sus zonas aledañas.

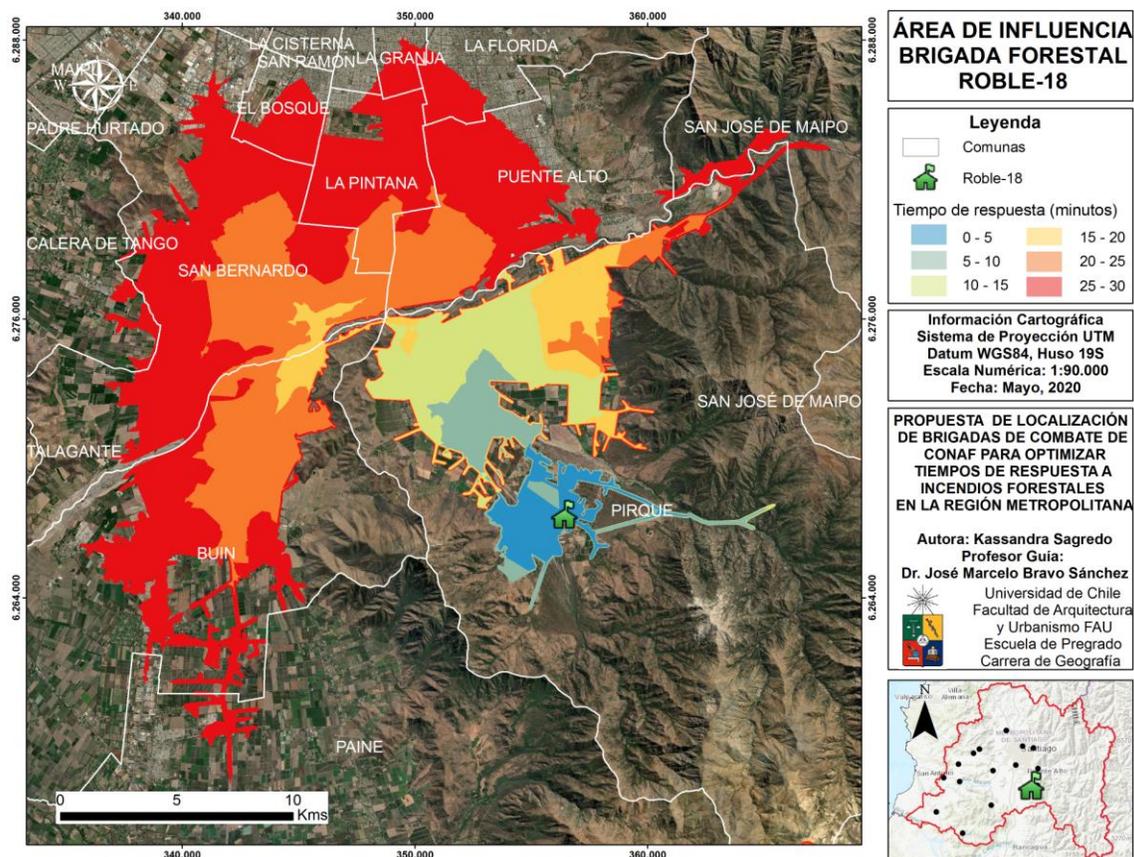
A partir de la **Cartografía 26**, se observa la cobertura de Pirque a través de la red vial en un nivel de respuesta de rápido a favorable (polígonos azul, celeste, verde y amarillo) y de reducida a baja en su límite con la comuna San José de Maipo (área naranja y roja). Hacia la zona Norte y Noroeste, la estructura de cobertura tiene una forma regular (por alta densidad vial en zona urbana y exclusión de criterio de dirección de calles), con arribo principalmente a Puente Alto, El Bosque, La Pintana y



San Bernardo. Mientras que su influencia hacia el Sur (Buin) es de favorable a reducida (color amarillo y naranja).

Sobre su conectividad, destacan rutas de jerarquía mayor como; Ruta 5, Acceso Sur, Subercaseaux, Miraflores, esta última relevante al estar rodeando el cordón de Cerro los Ratones en Buin y los sectores rurales de Alto Jahuel, El Tránsito e Isla de Pirque, territorios de importancia forestal. Además, dentro de su área de cobertura se observa la potencial respuesta ante incendio en la ribera del río Maipo. Así también, en caso de emergencia en los siguientes cerros islas; La Ballena y las Cabras en Puente Alto, Cerro Negro, Los Morros, Adasme, Hasbún y Chena en San Bernardo.

**Cartografía 26: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-18.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

En síntesis, en la **Tabla 43**, se observa una cobertura de superficie cuatro veces mayor que la estimada para Roble-13, unidad cercana pero con limitada capacidad de desplazamiento al tener solo una vía de acceso, con mayor área en los niveles de respuesta de reducida a baja (polígonos naranja y rojo en el mapa).



**Tabla 43: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-18.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
Roble-18	0 – 5	Rápida	1.186,49
	5 – 10	Buena	2.327,36
	10 – 15	Óptima	3.594,77
	15 – 20	Favorable	2.250,27
	20 – 25	Reducida	8.317,07
	25 – 30	Baja	17.283,40
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A partir de la **Tabla 44**, se observa una cobertura de incendios del 5,81% del quinquenio y una superficie afectada del 11,76%, donde la mayor ocurrencia se desarrolló a un rango de tiempo de 25 a 30 minutos. Mientras que la superficie más afectada fue a un tiempo de 10 a 15 minutos, principalmente por el incendio Rinconada de Pirque temporada 2016-2017 con 4.419 ha.

**Tabla 44: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-18.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
Roble-18	0 – 5	9	4.423,
	5 – 10	10	20,52
	10 – 15	13	4.440,62
	15 – 20	8	12,32
	20 – 25	18	67,33
	25 – 30	55	1.220,96
	<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>10.184,55 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

#### 4.2.2.14 Brigada Roble – 19.

Esta unidad corresponde a una brigada de ataque rápido con 1 año de antigüedad, la que se emplaza en una zona urbana, específicamente en las dependencias de Distrito Melipilla de CONAF en Avenida Vicuña Mackenna, inmediaciones utilizadas a través de contrato de arriendo.

Como se aprecia en la **Cartografía 27**, su emplazamiento genera una primera respuesta a la zona urbana (polígono azul). Sin embargo, su ubicación es estratégica para llegar a gran parte de Melipilla, San Pedro y María Pinto, así también desplazarse a la Provincia de Talagante; El Monte, Talagante y Peñaflo, con un nivel de cobertura baja (área roja), tanto al Sur de Padre Hurtado como al Norte de Isla de Maipo.

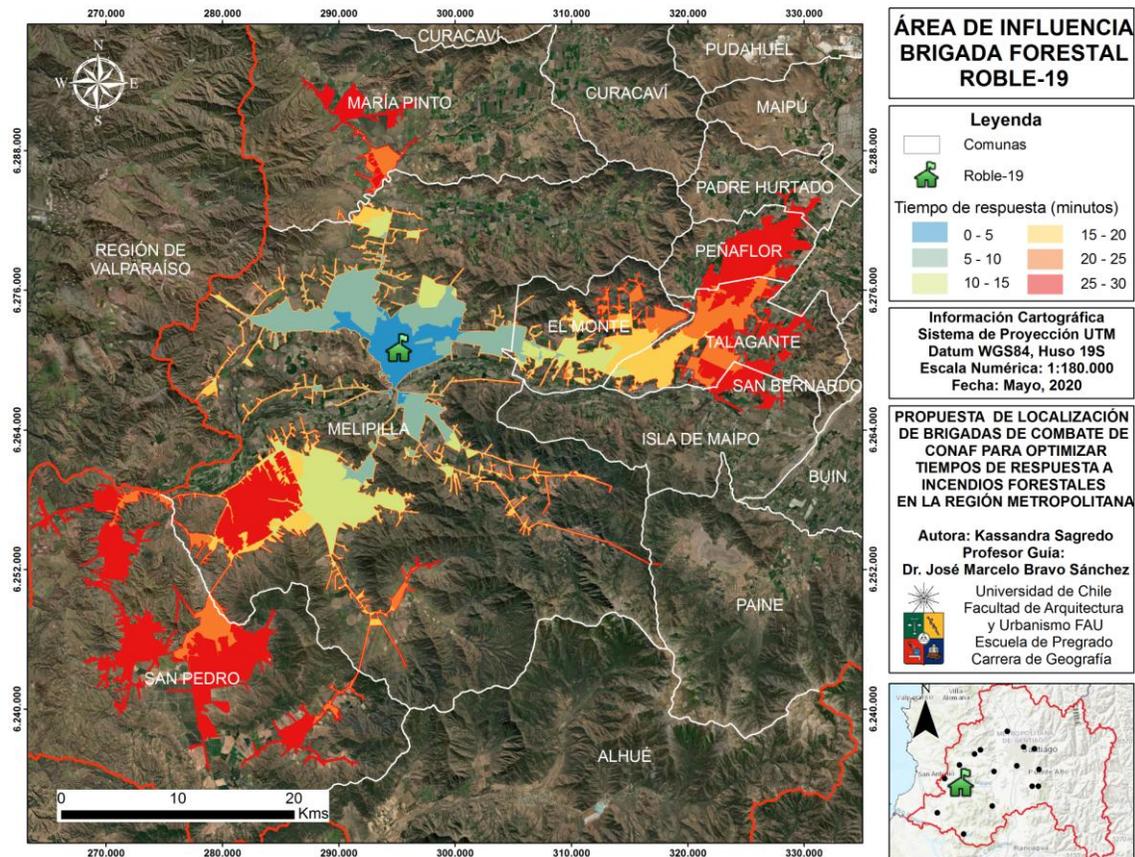
Sobre las principales vías de conectividad, se encuentra hacia el Norte el camino a María Pinto y a Valparaíso (Cuesta Ibacache), al oriente de la base la Autopista del Sol y Ruta 78 favorecen el desplazamiento a la provincia de Talagante, y tiene un nivel de respuesta calificado de óptimo a favorable para El Monte (color verde y amarillo), y de reducida a baja para Talagante y Peñaflo (polígono naranja y rojo). Mientras que, hacia el Sur de Melipilla y San Pedro, permite el arribo a sectores de interés forestal, tales como: Chocalán, San Manuel, Mandinga, El Sauce, a través de la



Ruta G-60, otras referencias en el Sur de la comuna son; Las Acacias, Los Escalones, Santa Laura, todos territorios rurales con alta actividad agrícola observada por paños de cultivos. Además, se aprecia que hacia el Sureste, a través de la ruta antes mencionada, y que una Melipilla y Paine, pasa por los sectores de Pabellón y Cholqui, los tiempos de arribo serían de óptimo a bajo (polígonos de color verde, amarillo, naranja y rojo).

También, su nivel de respuesta espacial terrestre favorece el arribo a áreas de conservación como Altos de Cantillana en el rango de 25 a 30 minutos y predio Palmar de Lillahue en Melipilla Sur.

**Cartografía 27: Área de cobertura por tiempo de respuesta de brigada CONAF Roble-19.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

De acuerdo a la **Tabla 45**, para cada nivel de respuesta su cobertura supera las casi 3.000 hectáreas (exceptuando el rango de 0 – 5) y el total de su área de influencia es casi el doble de la unidad Roble – 6, que está emplazada en la zona rural de Melipilla. No obstante, se debe especificar que para la zona urbana en sus tiempos de 0 a 10 minutos, los resultados expuestos sean mayores a la realidad por factores de impedancia; pues se presenta mayores alternativas de desplazamiento (densidad) y se ha excluido el criterio de dirección de la vía y hora de traslado.



**Tabla 45: Cobertura espacial por rango de tiempo Roble-19.**

Brigada	Rango temporal (min)	Nivel de respuesta	Cobertura (ha.)
<b>Roble-19</b>	0 – 5	Rápida	2.930,63
	5 – 10	Buena	7.363,04
	10 – 15	Óptima	7.848,60
	15 – 20	Favorable	6.709,12
	20 – 25	Reducida	9.900,6
	25 – 30	Baja	30.414,98
	<b>Superficie total</b>		

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

De acuerdo a la síntesis de incendios dentro del área de influencia, el 19,46% de la ocurrencia de eventos ignífugos del quinquenio aconteció en este territorio con un daño del 5,27% sobre el total regional. Durante este periodo, se destacan incendios de gran magnitud, tal como: El Carrizo con 14.805 ha., en la temporada 2013-2014 siendo el de mayor daño en toda la región para el quinquenio, seguido por el siniestro de Lo Chacón con 7.980,5 ha., y el de la localidad de Cementerio con 1.041,87 ha., ambos de la temporada 2016-2017 en San Pedro.

**Tabla 46: Número de incendios y superficie afectada según área de influencia de Roble-19.**

Brigada	Rango de tiempo (minutos)	Número de incendios	Superficie afectada (hectáreas)
<b>Roble-19</b>	0 – 5	36	38,29
	5 – 10	69	226,72
	10 – 15	52	953,18
	15 – 20	43	374,7
	20 – 25	49	123,68
	25 – 30	119	2.849,65
	<b>Total</b>	<b>368</b>	<b>4.566,22 ha.</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A partir de las estimaciones de las áreas de respuestas por rangos de tiempo presentadas en este apartado, se afirma que la brigada con mayor cobertura espacial es Roble-9, seguida de Roble-4 ambas unidades superando las 100.000 hectáreas, mientras que Roble-11 es la unidad con menor cobertura (6.301,58 ha.), seguida de Roble-13 (9.251,66 ha.) y Roble-5 (14.325,95 ha.). Referente a estos tres últimos casos, se afirma que la disponibilidad de alternativas de desplazamiento influyen directamente en la superficie total de respuesta que estas unidades pueden tener en máximo 30 minutos.

Sobre los niveles de respuesta, el equipo Roble-19 en Melipilla posee la mayor superficie en un nivel de respuesta rápida (0 a 5 minutos), Roble-4 con mayor cobertura en nivel de respuesta buena (5 a 10 minutos), óptima (10 a 15 minutos), favorable (15 a 20 minutos), Roble-9 mayor cobertura en nivel de respuesta reducida (20 a 25 minutos) y baja (25 a 30 minutos). Para los casos específicos de las unidades Roble-2, Roble-4 y Roble-19 que tienen mayor superficie de zonas urbanas en sus territorios de influencia, se estima que tales áreas de cobertura en la realidad sean menores si se incorporaran a este tipo de trabajos los criterios de impedancia como dirección de



calles y horarios de desplazamiento, limitando considerablemente las alternativas de desplazamiento de cada unidad. Mientras que, las brigadas con menor superficie de respuesta en los niveles propuestos son; Roble-13 en nivel de respuesta rápida y buena, Roble-11 en óptima, Roble-5 en favorable, Roble-11 en reducida y Roble-13 en baja, como se observa, las tres brigadas que en general tienen menor cobertura espacial.

Sobre el antecedente de incendios forestales en el quinquenio 2013-2018, dentro de cada área de influencia, la unidad Roble-9 posee el mayor número de incendios dentro de su área de respuesta (678), seguido de Roble-4 (406) y Roble-19 (368), mientras que equipos como Roble-5, Roble-13 y Roble-11 concentran el menor número. No obstante, sobre el atributo fundamental de nivel de daños de los siniestros, Roble-7 en San Pedro posee la superficie más alta de afectación dentro de su área de respuesta de 30 minutos con 10.682,78 ha., seguida de Roble-18 en Pirque con 10.184,55 ha. y Roble-9 con 9.566,77 ha.

#### **4.2.2.15 Estado de cobertura de respuesta terrestre a incendios forestales por provincia.**

En el apartado anterior, se expuso la superficie abarcada por brigada, en desplazamientos con rangos de 5 minutos, definidos como niveles de respuesta; rápida, buena, óptima, favorable, reducida y baja. De esto, se identifica que todas superan el límite de la división política administrativa comunal, por ese motivo, en este punto se expone la situación de primera respuesta a escala de provincia, explicitando aquellos territorios fuera del rango de 30 minutos definidos en este estudio.

- **Provincia de Melipilla.**

Conformada por las comunas de Curacaví, María Pinto, Melipilla, San Pedro y Alhué, concentra la mayor ocurrencia de eventos y daños durante el quinquenio 2013-2018. A partir de la siguiente cartografía, visualmente se afirma que la disposición espacial de las brigadas favorece una amplia cobertura de su superficie, abarcando un total de 159.584,05 ha., equivalente al 39,18% del área provincial. Aquellos territorios fuera del tiempo de respuesta de 30 minutos, denominados de cobertura deficiente, se detallan en las tres zonas señaladas con recuadro rojo en la **Cartografía 28**. A continuación, se hace mención a cada una de estas;

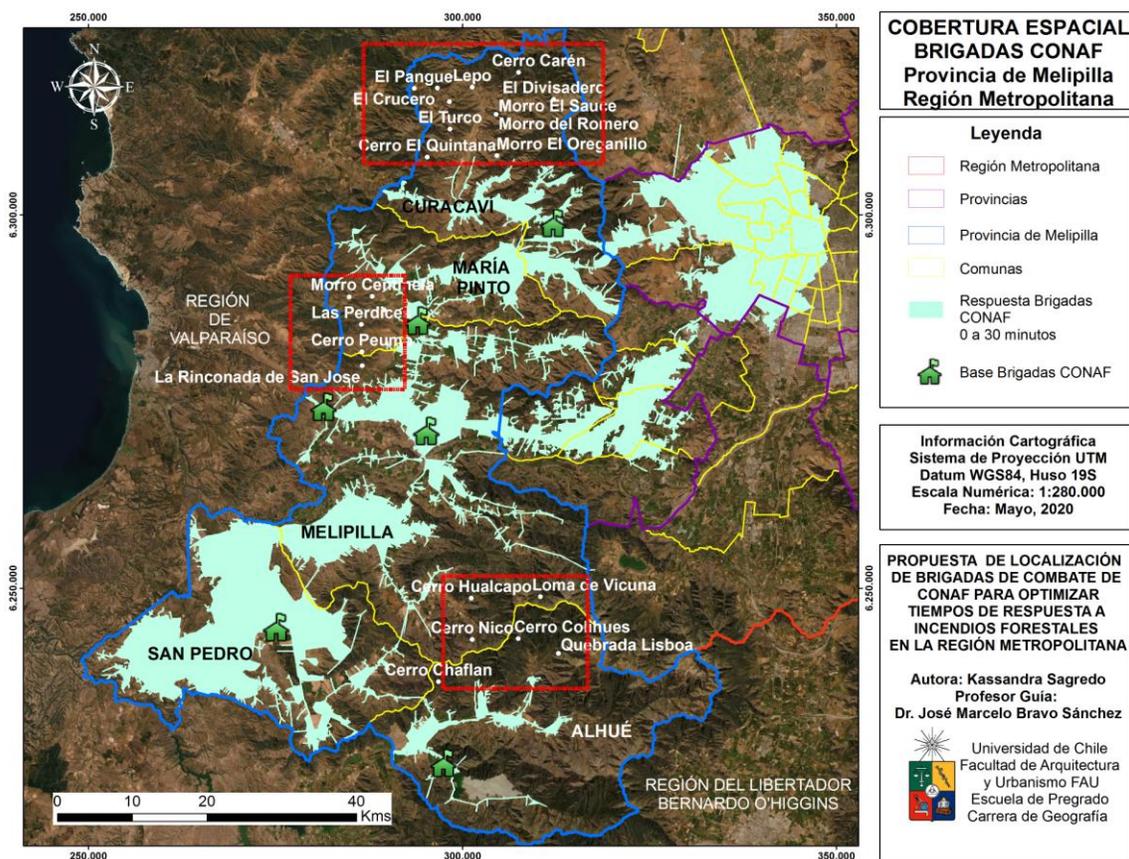
- El primer cuadro señala la zona norte de Curacaví, principalmente los sectores de sur a norte como: Morro el Oreganillo, Cerro El Quintana, El Trauco, Morro del Romero y El Sauce, Cerro del Durazno, El Divisadero, Cerro Caren, Lepo, El Crucero y El Pangue. Por mencionar algunas de las quebradas, localidades y cerros de la zona. En general, la topografía del área es abrupta, aunque presenta un camino principal pavimentado, por lo que en este caso además del factor topográfico, es posible afirmar que faltan recursos terrestres que puedan hacer arribo a la zona en tiempos máximos de 30 minutos.
- El cuadro dos expone parte de María Pinto y Melipilla, al límite con la Región de Valparaíso (comuna de Casablanca y Cartagena), los sectores de Sur a Norte corresponden a: La Rinconada de San José, Cerro El Peumo, Las Perdices, Cerro Colorado, Cerro Alto El Espino, Loma del Llano y Morro Centinela, todos de topografía abrupta y difícil acceso



terrestre. Para este caso, es compleja la primera respuesta terrestre por falta de vías de acceso.

- El tercer recuadro, que muestra el Sur de la RM, en el límite de Melipilla y Alhué, donde se presenta un cordón montañoso, entre estos sectores es posible mencionar a: Puntilla del Peumo, Quebrada Lisboa, Cerro Colihues (correspondiente a la subcuenca de Pichi) y Cerro Chaflan. Mientras que, hacia Melipilla se pueden mencionar Cerro Colinues, Cerro Nico, Hualcapo y Loma de Vicuña. Para este escenario, al igual que en el caso anterior, la topografía es accidentada y por consiguiente carece de una red de caminos consolidada.

### Cartografía 28: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Melipilla.



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

En síntesis, a partir de los resultados expuestos, se afirma que la decisión de localizar las 6 brigadas; Roble-8, Roble-3, Roble-6, Roble-19, Roble-7 y Roble-11, favorece una amplia cobertura de respuesta terrestre en la provincia. Así también, su apoyo a otras zonas (comunas de provincia Santiago y Talagante). Sin embargo, las características geográficas dificultan la respuesta en áreas que carecen de red vial, dificultando el traslado rápido de personal al lugar, por sus condiciones topográficas, sumadas a otras variables del momento (vegetación disponible, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura), que pueden desencadenar un incendio difícil de



extinguir si no se combate en su inicio. Por este motivo, es fundamental la localización de recursos aéreos en la zona (avión cisterna y helicópteros).

- **Provincia de Talagante.**

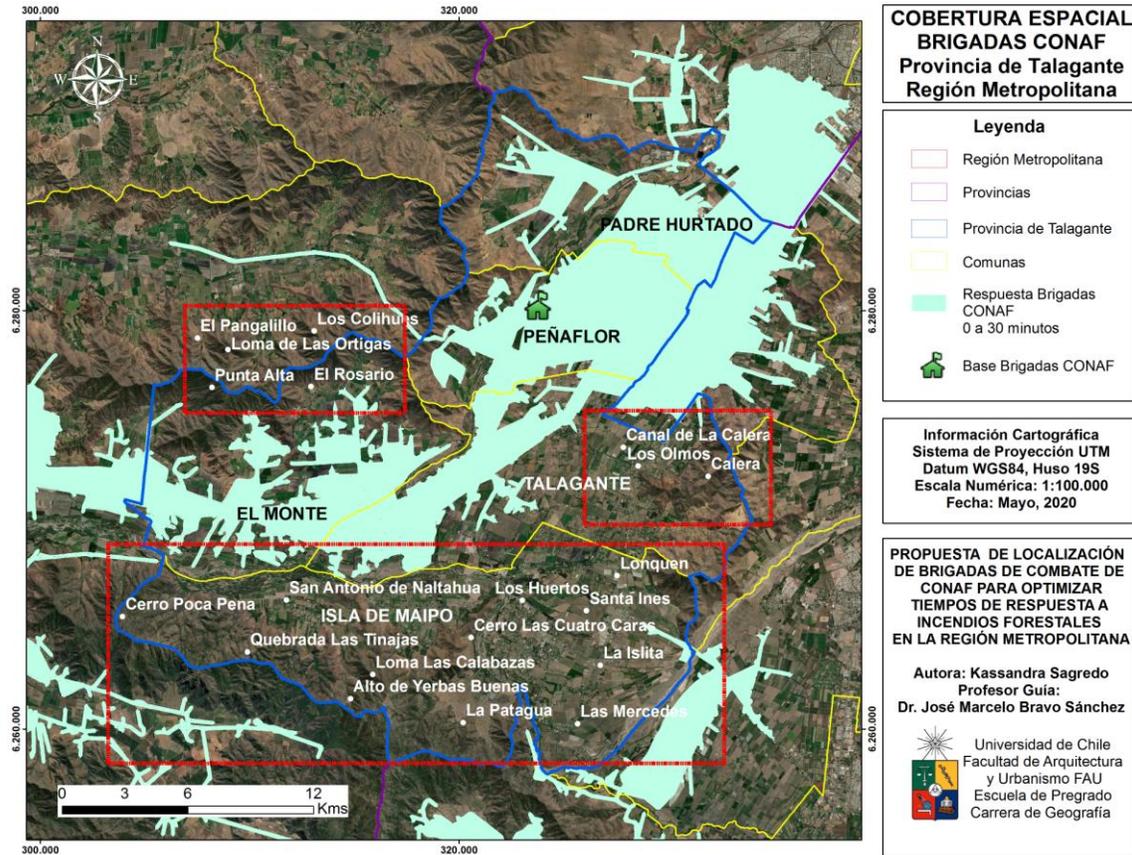
Conformada por las comunas de Talagante, Peñaflor, Padre Hurtado, El Monte e Isla de Maipo, en la temporada 2018-2019 tuvo solo una brigada forestal (Roble-14), emplazada en Peñaflor. Sin embargo, la cobertura de su territorio esta condicionada por el desplazamiento de las unidades Roble-6 y Roble-19 de Melipilla y mínimamente en Isla de Maipo por Roble-5 desde Paine, las que en su total alcanzan una cobertura provincial de 17.044,75 ha., correspondiente al 29,33% del total de superficie provincial. Su representación visual se observa en la **Cartografía 29**, identificando tres áreas fuera del rango de respuesta propuesto, delimitadas por un recuadro rojo;

- El recuadro al Noroeste de la provincia, corresponde al límite entre El Monte y Melipilla, como referencia a los sectores de El Rosario, Punta Alta, El Panguillo, Loma de Las Ortigas y Los Colihues, zonas de pendiente abrupta y sin acceso según la red de caminos utilizada.
- El segundo polígono se encuentra al Sureste de la provincia, corresponde al límite de Talagante y Calera de Tango, sector de poca pendiente, identificado como Canal de La Calera y Los Olmos.
- Para el tercer caso, se indica la totalidad de la comuna de Isla de Maipo, que tiene nula respuesta terrestre en un rango de 0 a 30 minutos. En general, se observa que la comuna presenta planicies y pendientes abruptas hacia el Oeste, destacando el Cerro Poca Pena, Quebrada Las Tinajas y Alto de Yervas Buenas (límite con Melipilla), hacia el Sur el sector de La Patagua y Las Mercedes, rodeados por un cordón montañoso, hacia el oriente la zona de Lonquén, Santa Inés y La Islita. Mientras que, hacia el Norte, limita con Talagante y El Monte en los sectores de San Antonio de Naltahua y Los Huertos, con suelos de menor pendiente y cercanos a la ribera del río Maipo.

A modo de síntesis, la provincia tiene una importante cobertura otorgada no solo por la brigada con base en la provincia, sino también por aquellas próximas que están localizadas en otras unidades políticas administrativas. Al igual que la provincia de Melipilla, el factor topográfico impide la total cobertura de su territorio. No obstante, en este escenario, se aprecia que para casi la mitad de Talagante e Isla de Maipo en su totalidad, independiente a la existencia de red de caminos y topografía de pendiente suave, carecen de una respuesta rápida de CONAF en caso de incendio forestal.



### Cartografía 29: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Talagante.



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

- **Provincia de Maipo.**

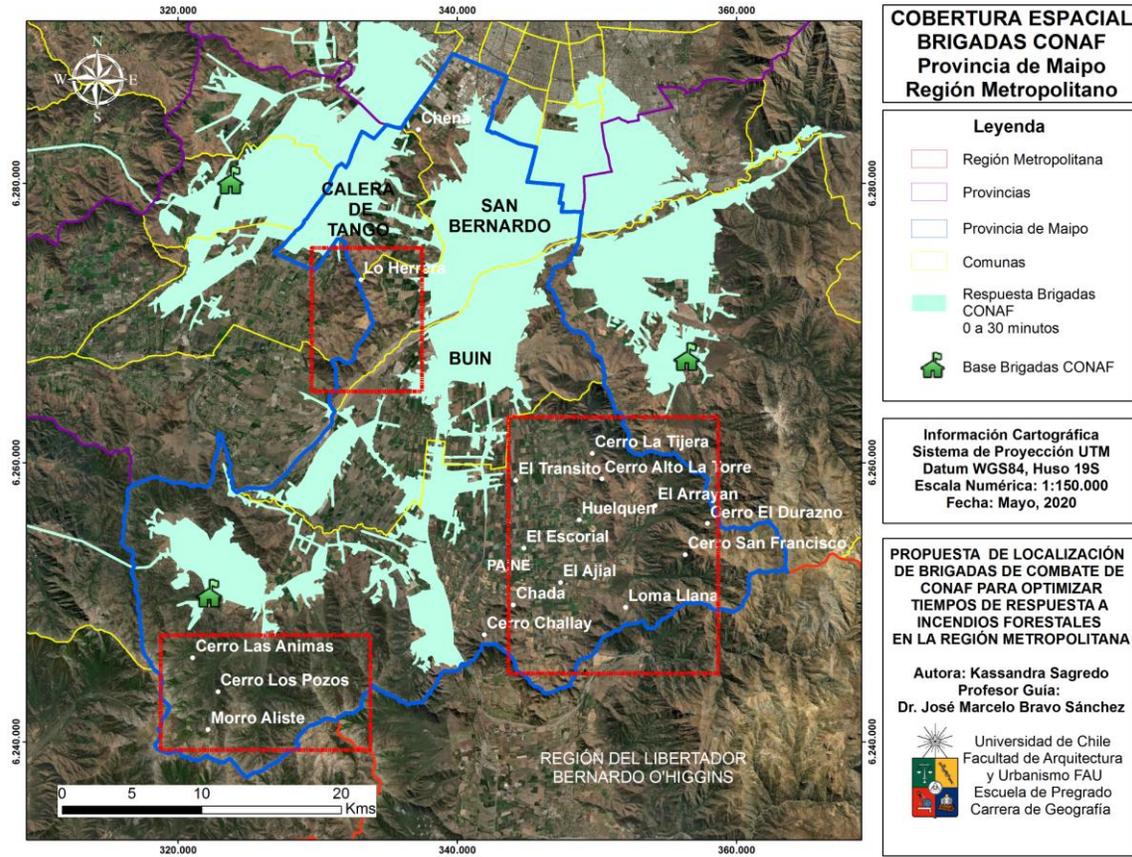
En el territorio conformado por las comunas de Calera de Tango, San Bernardo, Buin y Paine, se emplaza la única brigada forestal de este territorio Roble-5, localizando su base en la última comuna mencionada. Como se observa en la **Cartografía 30**, su cobertura espacial es amplia en tiempos de 0 a 30 minutos, tanto por los alcances de la brigada, y también por las unidades próximas como Roble-14 en Peñaflor con cobertura a la zona Noroeste de Calera de Tango y Roble-18 en Pirque, con alcance espacial a San Bernardo, Buin y Paine. Sobre su área de cobertura, alcanza una superficie de 30.804,49 ha. que representa el 27,47% del territorio provincial.

A partir de la observación de los resultados, se delimitan tres zonas con cobertura deficiente:

- El primer polígono señala el límite entre Calera de Tango y San Bernardo, donde se emplazan localidades rurales como; Santa Inés y Lo Herrera, al Norte el Cerro Chena y al Sur Cerro La Obra, barreras geográficas que explican la falta de continuidad de la respuesta en el área desde unidades de la provincia de Talagante o Melipilla, por falta de red vial directa.



**Cartografía 30: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Maipo.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

- La segunda área sin cobertura es la zona oriente a la Ruta 5 Sur de Paine, en donde se observa la presencia de altas cumbres que limitan con Pirque como es Cerro El Durazno y San Francisco, también localidades de poca pendiente donde se identifican paños de cultivos y asentamientos como: El Tránsito, Hualpén, Escorial y Chada, y los cerros limítrofes con la Región de O'Higgins como Cerro Challay.
- El tercer polígono indica el límite Sur de Paine, específicamente zonas de topografía abrupta, perteneciente al área de conservación Altos de Cantillana, la que carece de respuesta terrestre rápida siendo fundamental el despacho de recurso aéreo.

En general, se estima que Maipo posee una buena cobertura, la cual depende directamente no solo de la unidad localizada en la zona, sino también por brigadas emplazadas en otras provincias. A su vez, un factor relevante a considerar es la presencia de una unidad de apoyo aéreo que responda en pocos minutos, pues en el área se presentan cordones montañosos importantes.



- **Provincia de Cordillera.**

Esta división administrativa, se compone de las comunas de San José de Maipo, Puente Alto y Pirque, donde se emplazan las brigadas Roble-10, Roble-18 y Roble-13, la primera en San José de Maipo y las otras dos en Pirque. Además, se consideran otras unidades como Roble-2 y Roble-4 de la Provincia de Santiago, cuya área de influencia se extiende hasta Puente Alto. Sobre su nivel de cobertura, la superficie abarcada en la provincia es de 20.656,63 ha., equivalente al 3,74% de su área total.

A partir de la **Cartografía 31**, se aprecia que las brigadas cubren gran parte del territorio a través de la red de caminos disponible, se excluye la zona forestal de Puente Alto (piedmont) y parte de Pirque con topografía de alta pendiente hacia Río Clarillo y cerros como El Durazno, Quebrada del Corazón, Cerro Clin y San Juan de Pirque (limitan toda la cuenca), que no poseen cobertura a través de esta metodología por falta de red de caminos, pero por sus características topográficas se deduce la importancia de una primera respuesta aérea.

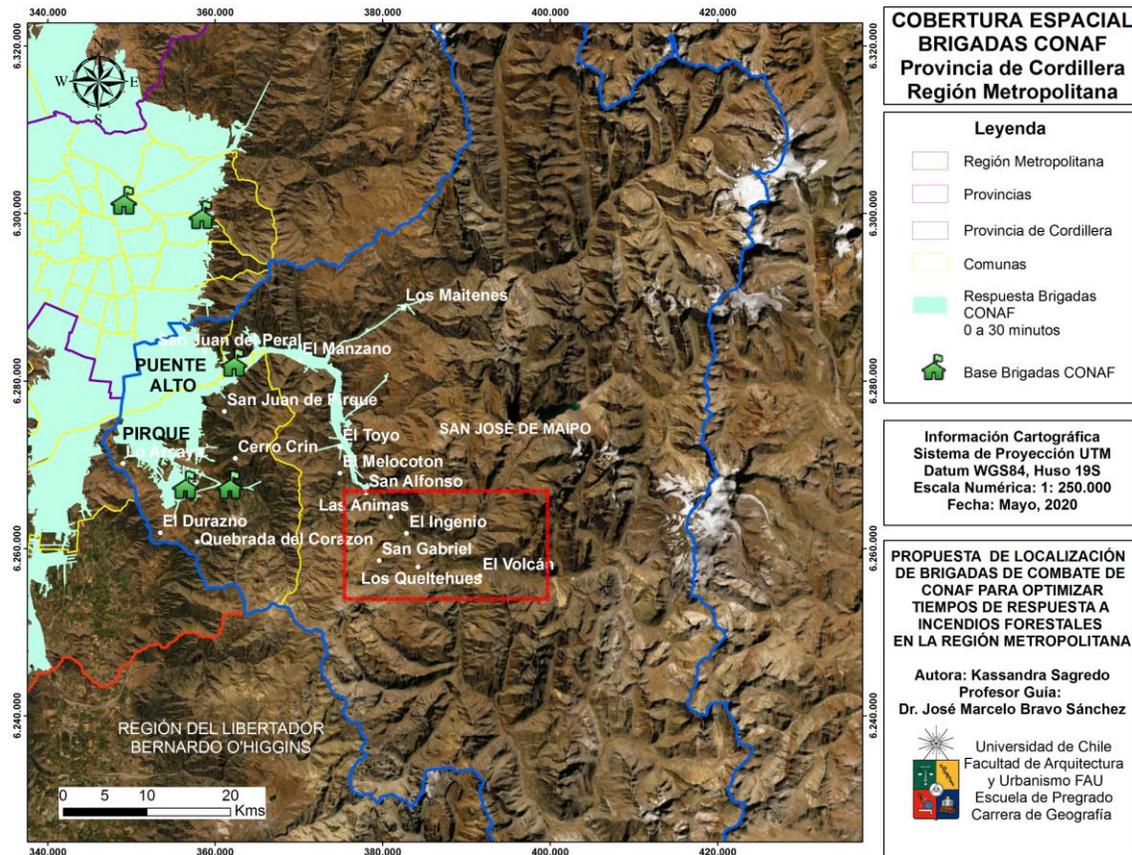
A continuación, se indica la zona identificada como cobertura deficiente, señalada por el recuadro rojo en el siguiente mapa;

- Dadas las características geográficas de San José de Maipo, comuna que posee solo una vía, se identifican sectores con tiempos de respuesta mayores a 30 minutos, y que son los siguientes: Los Queltehues, El Volcán, San Gabriel, El Ingenio, Las Ánimas y San Alfonso, que si bien poseen una red de caminos, su distancia y tipo de vía dificulta que el tiempo de arribo a estas áreas sea menor.

En general, se aprecia que la provincia posee una buena cobertura con los recursos disponibles, principalmente de aquellas áreas de menor pendiente. No obstante, la geomorfología de este territorio requiere una respuesta aérea en caso de incendio.



**Cartografía 31: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Cordillera.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

- **Provincia de Chacabuco.**

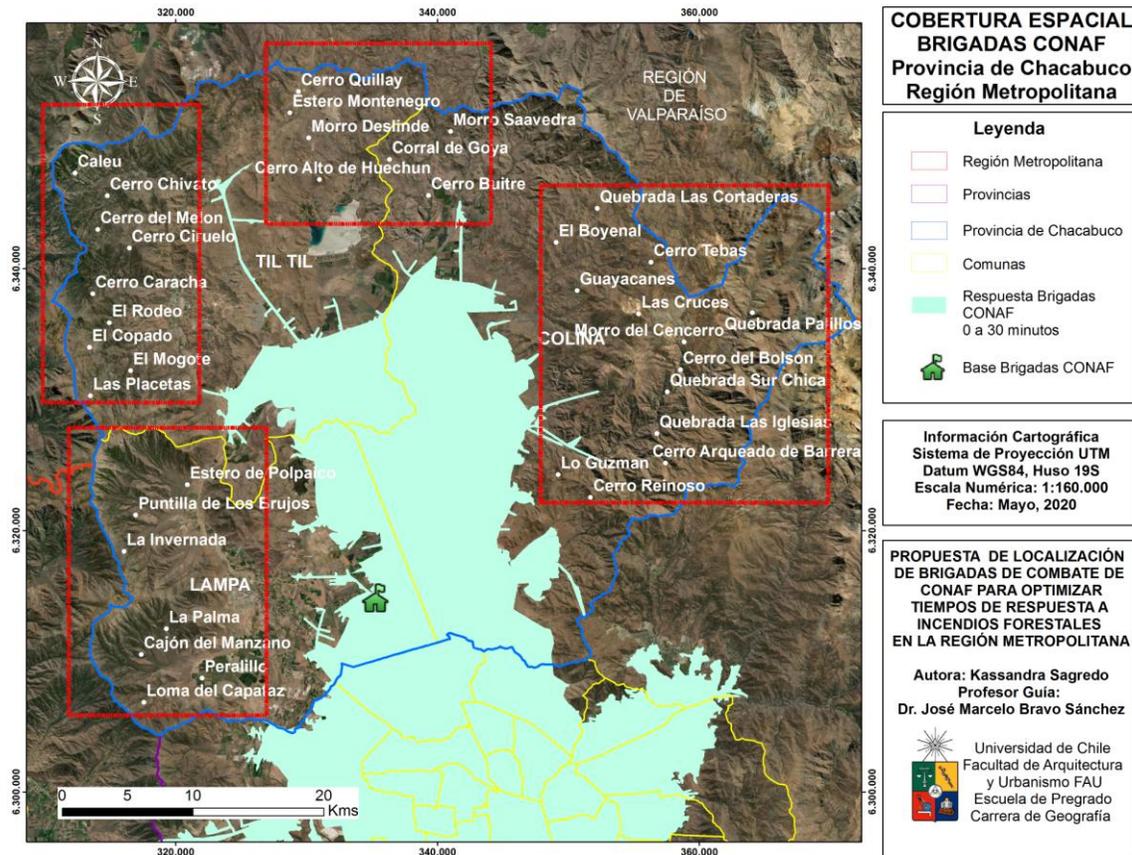
Al Norte de la RM compuesta por Lampa, Colina y Tiltil, en este territorio para la temporada 2018-2019 se emplaza sólo la brigada forestal Roble-9 en Lampa, la que posee una cobertura espacial que da respuesta a las tres comunas mencionadas, apoyada en parte por el equipo Roble-4 desde el Cerro San Cristóbal. Respecto a su nivel de cobertura espacial, esta alcanza 52.005,27 ha., que corresponde a un 25,06% del área provincial.

A partir de la **Cartografía 32**, se indican cuatro grandes áreas fuera de la cobertura de 30 minutos:

- Al oriente de la posición de la brigada, con zonas de alta pendiente, con cerros y quebradas de la comuna de Colina, tales como: Lo Guzmán, Cerro Bolsón, Las Cruces, Guayacanes, El Boyenal. Por mencionar algunos, todas áreas que carecen de la red de caminos, es decir, fuera de la respuesta rápida por vía terrestre.



**Cartografía 32: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Chacabuco.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

- Hacia el Norte, comunas como Tiltil y Colina, que limitan al Norte con la Región de Valparaíso (comunas de LlaiLlay, Rinconada y Calle Larga), se presentan carreteras como la Cuesta Chacabuco y Autopista Los Libertadores, cercano a los sectores señalados como; Cerro Buitre, Cerro Goya y Morro Saavedra. También, al Oeste de Cuesta Chacabuco está parte de la Ruta 5 Norte y Cuesta Las Beatas, en las cercanías de Cerro Quillay. A partir de los antecedentes, se afirma que este sector posee una red de caminos que favorece el acceso, con respuesta deficiente por su topografía y distancia.
- Hacia el Noroeste, en la comuna de Tiltil, que limita con comunas de la Quinta Región como Llaillay, Olmué y Quilpué. Entorno a las cuales existen vías limítrofes como: Cuesta La Dormida y la Ruta G-102 camino Caleu. En todo el sector la topografía es abrupta, parte del bloque costero, donde destacan formas del relieve como; el Cerro Chivato, Cerro del Melón, Cerro Ciruelo, de altas pendientes, pero con caminos disponibles, las que en todos los casos, generan tiempos de desplazamientos que superan los 30 minutos.
- Hacia el poniente, en Lampa, se presentan importantes cerros como; La Palma, Cajón del Manzano y Loma del Capataz, y también, en menor extensión, localidades rurales asentadas



sobre territorios con pendientes suaves como el Peralillo, sobre los cuales se ubican paños de cultivos y asentamientos.

En general, la provincia posee buena cobertura en zonas de pocas pendientes. No obstante, la accidentada topografía, característica del límite regional, genera dificultad en el arribo de brigadas terrestres en tiempos menores a 30 minutos, independiente a la existencia de caminos, siendo necesaria una respuesta rápida en estos espacios con recursos aéreos.

- **Provincia de Santiago.**

La provincia compuesta por 36 comunas es predominantemente urbana, presenta espacios de importancia forestal como cerros islas y el piedmont cordillerano. Como se observa en la siguiente cartografía, las dos brigadas emplazadas en esta unidad abarcan casi la totalidad del territorio en el tiempo de 30 minutos. Referente al nivel de cobertura espacial terrestre, alcanza un total de 78.222,28 ha., equivalente al 38,55% de la superficie regional.

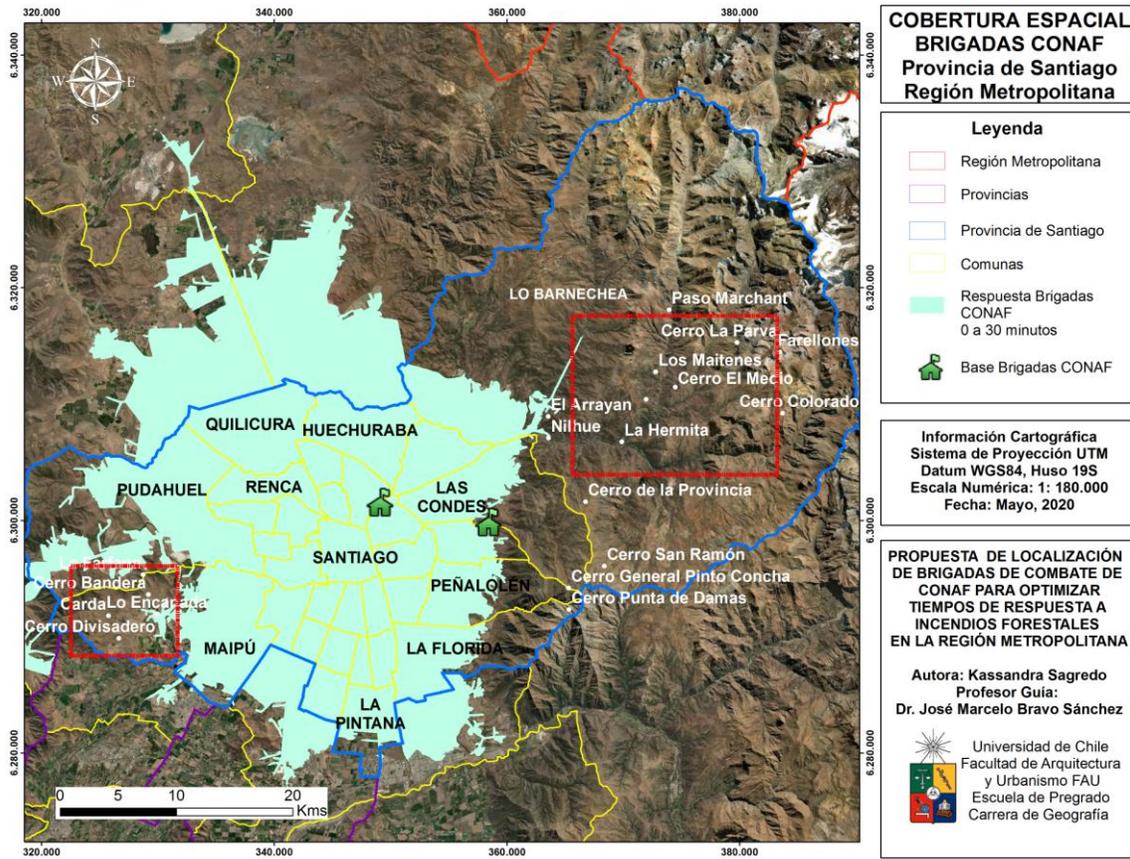
A partir de la **Cartografía 33**, se indican áreas de cobertura deficiente en primera respuesta terrestre, se indican en dos cuadros rojos, descritos a continuación:

- En el extremo oriente de la provincia, está la comuna de Lo Barnechea, zona de poca conectividad (solo un camino), de gran altitud y pendiente, donde destacan los sectores de Farellones, La Parva, Los Maitenes, Yerba Loca, Lo Hermita y El Arrayán.
- En el sector poniente de la provincia, está la comuna de Maipú, correspondiente a espacios rurales tales como: La Farfana, Carda y Cerro Bandera, las que presentan actividades agrícolas (presencia de paños de cultivos) en zonas de poca pendiente y también de topografía abrupta en el límite regional.

En general, es posible afirmar que la provincia posee una buena cobertura ante incendios vía terrestre, principalmente para los casos de cerros islas dentro del área. No obstante, en los recuadros señalados, al oriente es difícil de mejorar sus tiempos, por las pocas alternativas de desplazamiento y distancia, siendo indispensable el apoyo aéreo como primera respuesta. Mientras que en Maipú, el tiempo de arribo terrestre puede mejorar, pero en caso de presentar incendios en cerros se requiere combate aéreo. También para este territorio, es prioritario el trabajo en el piedmont cordillerano, como se observa en el mapa, puesto que no presenta red vial continua en buen estado para una respuesta rápida terrestre si un incendio ocurre en un área de mayor altitud y pendiente, siendo indispensable el apoyo aéreo.



**Cartografía 33: Cobertura espacial brigadas 2018-2019 en Provincia de Santiago.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

#### 4.2.2.16 Escala regional de cobertura de brigadas CONAF.

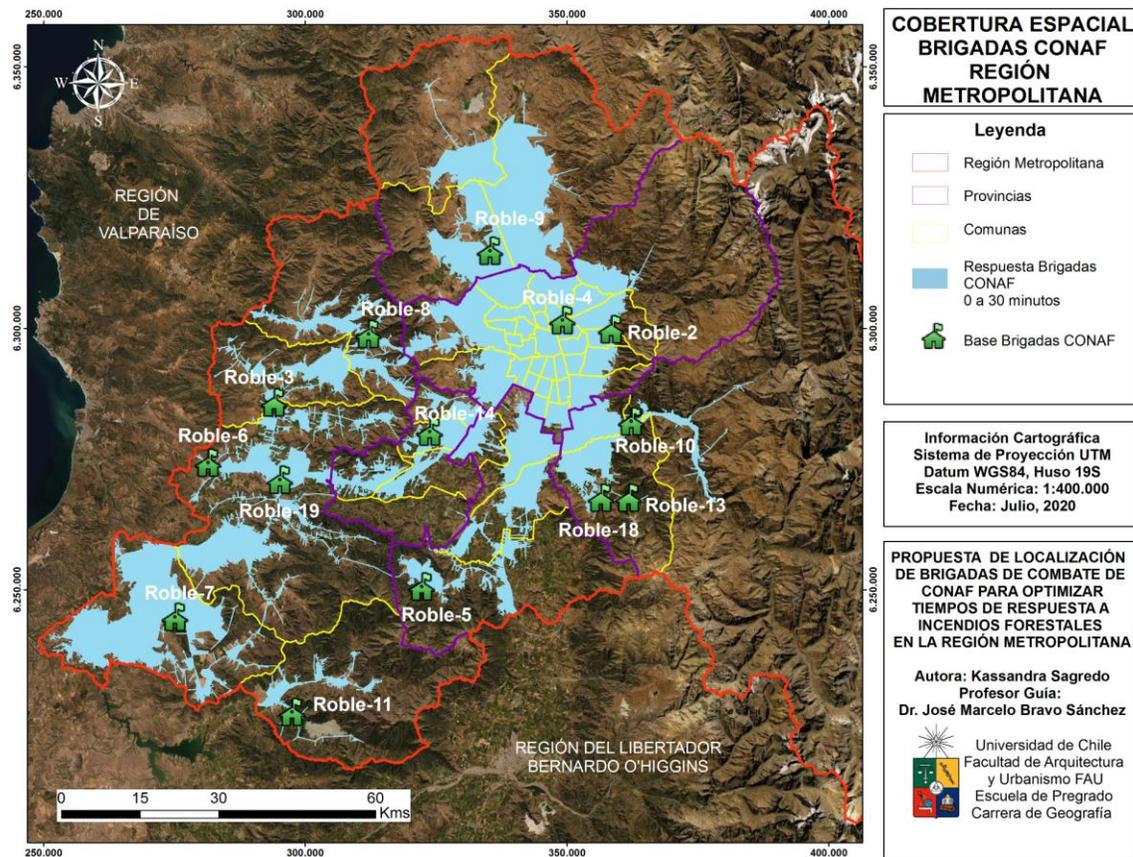
El área de estudio posee una superficie de 1.539.552,67 ha., de la cual, la cobertura dada por las 14 bases de brigadas CONAF (recursos de combate terrestre en la temporada 2018-2019) fue de 358.317,47 ha., equivalente al 23,27% del total regional.

Desde esta escala espacial, se elabora la **Cartografía 34** para presentar la cobertura en la RM. A continuación, indicándose para cada provincia su porcentaje de cobertura, según las dimensiones de su territorio; la Provincia de Melipilla es la que posee mayor cobertura con un 39,18%, seguida por Santiago con 38,55%, Talagante 29,33%, Maipo 27,47%, Chacabuco 25,06% y en una proporción considerablemente menor se encuentra la Provincia de Cordillera con un 3,74% de su superficie total. No obstante, de acuerdo a las características particulares de estos territorios, casos como la Provincia de Santiago poseen la segunda mayor cobertura, pero presentan menor disponibilidad de territorios forestales y de interfaz, predominando área urbana en su cobertura. Así también, el caso de Provincia de Cordillera, donde su baja cobertura responde a condiciones topográficas, muy complejas de mejorar o solucionar desde la respuesta terrestre.



Además, se observa en el mapa, que los espacios fuera de este polígono, corresponden en su mayoría a territorios de topografía abrupta (como ejemplo la Cordillera de Los Andes y de La Costa), los que serán imposibles de abordar en respuesta terrestre de 30 minutos por la falta de acceso y seguridad del personal.

### Cartografía 34: Cobertura de respuesta terrestre a incendios forestales (IF) de brigadas CONAF temporada 2018-2019, Región Metropolitana.



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

A modo de síntesis de la etapa dos, y de acuerdo a las interrogantes planteadas en el inicio de esta memoria, se afirma que cada brigada presenta un polígono de estructura espacial diferente en su forma y alcance, condicionada por las alternativas de desplazamientos cercanas y la jerarquía de camino, que define la velocidad en la que se movilizan las unidades, ejemplo de ello es la diferencia entre las brigadas emplazadas en zonas urbanas (ejemplo Roble-2, Roble-4, Roble-19) versus rurales (ejemplo Roble-5, Roble-14, Roble-7), donde las primeras proyectan un área de respuesta más homogénea en su área de influencia, mientras que las segundas se condicionan por la menor disponibilidad de rutas de desplazamiento.

Desde una escala provincial y regional, que ofrece una perspectiva más panorámica de los tiempos de respuesta, se aprecian importantes superficies fuera de la respuesta de máximo 30 minutos, zonas



denominadas de cobertura terrestre deficiente. Para los que es fundamental hacer la siguiente distinción en sus características, como: las zonas de topografía abrupta, que no presentan red de caminos en condiciones que permitan el tránsito de vehículos de emergencias, influyendo en que puedan actuar en menor tiempo y con seguridad para el personal, por lo que el apoyo aéreo en estos IF es la primera respuesta. Un segundo contexto, son las zonas de menor pendiente, como el caso de la comuna de Isla de Maipo, que requieren de una estrategia distinta para la toma de decisiones de recursos terrestres, sea de localizar una nueva brigada o buscar otras alternativas de emplazamiento de las existentes, que garanticen ampliar la cobertura actual y con ello favorecer la respuesta en menos de 30 minutos a este territorio.

En general, como se observa a través de la estadística de porcentaje de superficie con respuesta de máximo 30 minutos, que sigue siendo baja respecto al total del área de estudio, se considera que la toma de decisiones en la distribución espacial de recursos de primera respuesta a incendios forestales en la RM es buena; tanto por la cercanía a la red de caminos, proximidad a zonas prioritarias y alcance espacial de la misma en su desplazamiento, dando prioridad de cobertura a la provincia con mayor número de IF de los últimos años.

#### **4.3 Cobertura a zonas de riesgo.**

En el apartado anterior, se ha estimado la positiva cobertura de respuesta por parte de las brigadas CONAF en el periodo 2018-2019. No obstante, queda en evidencia la existencia de territorios que requieren repensar sus localizaciones, para garantizar una mejor respuesta.

De acuerdo a lo anterior, esta fase del presente trabajo indica tres variables de la gestión del riesgo, que representan una prioridad en el combate de IF, por lo que se considera fundamental conocer su posición respecto a la cobertura terrestre de 30 minutos a lugares como: zonas de ocurrencia histórica de incendios en el quinquenio 2013-2018, zonas que propician la ocurrencia potencial, como áreas las áreas de conservación y áreas de mayor exposición, como el caso de áreas pobladas y de interfaz.

##### **4.3.1 Localización de ocurrencia.**

Se ha considerado que la localización de anteriores incendios forestales, es el factor determinante para calificar a un lugar como zona de riesgo, a partir de la base de datos del quinquenio 2013-2018, asumiendo además que cumplen condiciones de combustible que han favorecido su desarrollo y propagación. Como fue señalado en la etapa 1 de este trabajo, se identifica a la Provincia de Melipilla, y específicamente las comunas de Melipilla y Curacaví, las que concentran el mayor número de incendios del registro. Así también, en la etapa 2, los resultados señalan que la brigada forestal con mayor cobertura de ocurrencia fue Roble-9 (Lampa), Roble-4 (Santiago) y Roble-19 (Melipilla), mientras que aquellos con cobertura a incendios de mayor daño fue Roble-7 (San Pedro), Roble-18 (Pirque) y Roble-9 (Lampa).

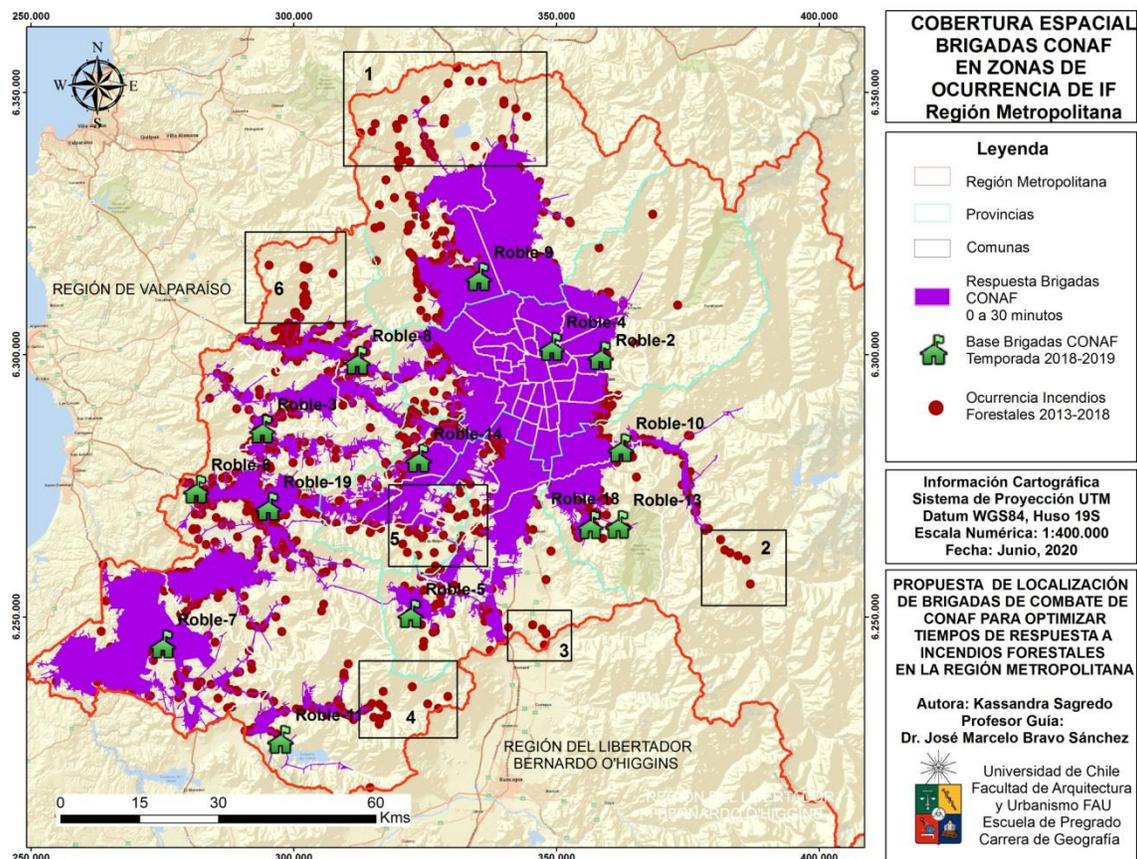
A partir de lo anterior, se expone en la **Cartografía 35** la cobertura terrestre total de la RM en un tiempo máximo de 30 minutos y la localización de incendios forestales (IF) del quinquenio 2013-



2018, señalando con un recuadro negro aquellas áreas que presentan ocurrencia fuera del polígono de respuesta.

Por tanto, es posible señalar las siguientes áreas; Norte de la RM, correspondiente a la comuna de Tiltill (1), al oriente de San José de Maipo (2), el límite Sur de la RM en Paine (3), el sector de El Asiento en Alhué (4), Isla de Maipo (5) y Norte de Curacaví (6). Además de estos 6 recuadros, se observa que destacan otros puntos fuera del área de color morada, pero se han delimitado solo aquellas que visualmente presentan mayor número de incendios y más alejadas del área de cobertura.

**Cartografía 35: Cobertura espacial brigadas CONAF y zonas de mayor ocurrencia de incendios forestales (IF) 2013-2018, Región Metropolitana.**



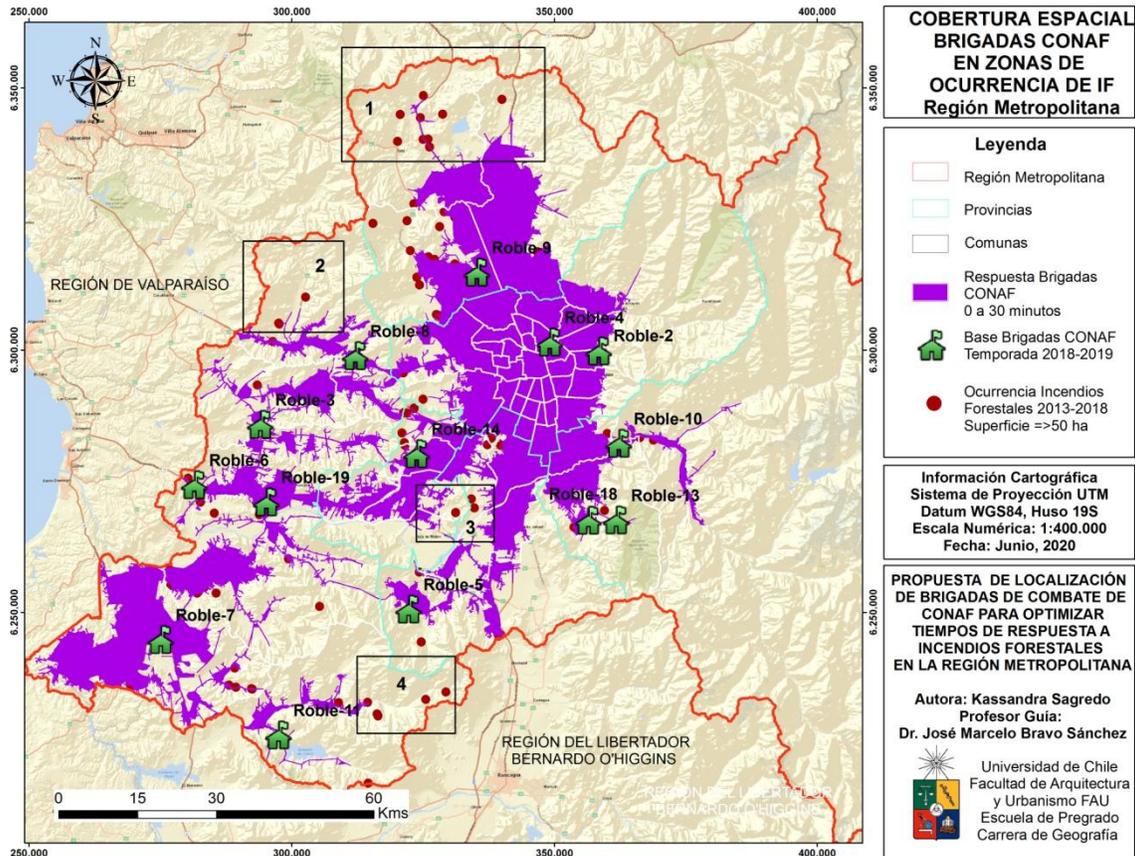
Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

No obstante, como se ha indicado anteriormente, la ocurrencia no es directamente proporcional al daño, por lo que a continuación se presenta una cartografía donde se limita el número de incendios a partir de un filtro de superficie sobre las 50 hectáreas, incendios con mayor conflictividad en su combate. De acuerdo a la siguiente **Cartografía 36**, se aprecia que sería posible excluir Paine y San José de Maipo, antes citadas, continuando la prioridad en la zona Norte de la RM (1), Norte de Curacaví (2), Isla de Maipo (3) y el oriente de Alhué (4). De acuerdo a este filtro, el 68% de los



incendios sobre 50 ha., fue en topografía abrupta, lo que indica la necesidad de recurso aéreo por sobre el terrestre.

**Cartografía 36: Cobertura espacial brigadas CONAF y zonas de mayor ocurrencia de Incendios Forestales (IF) igual o mayor a 50 ha. 2013-2018, Región Metropolitana.**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

En términos estadísticos, según el registro del quinquenio con 1.945 siniestro entre 2013 y 2018, la cobertura de respuesta permite el arribo a 1.301 incendios forestales (66,89%) con una superficie de 28.151,95 ha., equivalente al 32,87% de la superficie quemada en ese periodo.

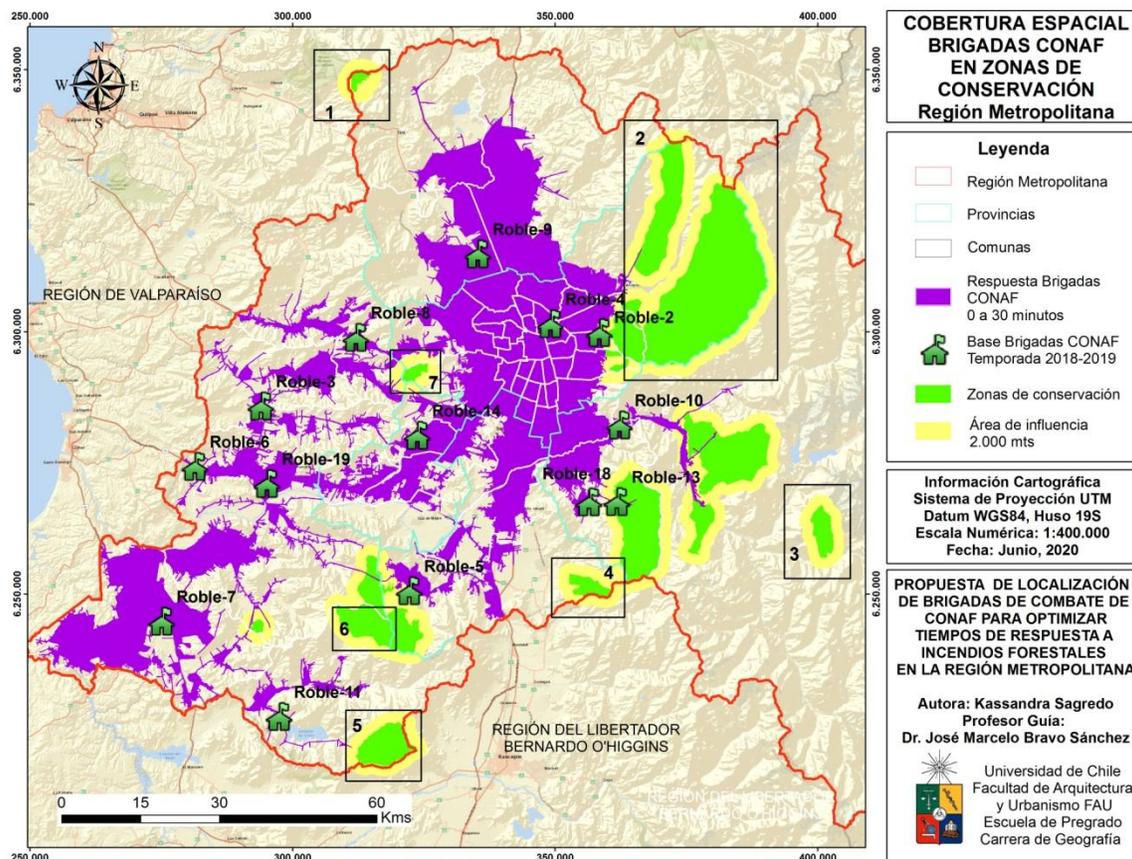
### 4.3.2 Zonas vulnerables.

Para este caso, se entenderán por zonas vulnerables a las áreas de conservación de flora y fauna de la RM, reconocidas por el Ministerio del Medio Ambiente hasta junio de 2019. Como ha sido señalado en el apartado anterior, en el desarrollo de cobertura por brigada, existen unidades cuya ubicación se ha realizado a partir de este criterio, ejemplo de ello son; Roble-5, Roble-11, Roble-2, Roble-4, Roble-18 y Roble-13, favoreciendo la respuesta rápida a las zonas de conservación que se observan en la **Cartografía 37**.



En el siguiente mapa, se identificaron 7 áreas donde la respuesta terrestre supera los 30 minutos; (1) al Norte en Santuario de la Naturaleza El Roble, (2) en la zona oriente de la capital, donde se encuentra el Santuario de la Naturaleza Los Nogales, Yerba Loca, Parque Natural Aguas de Ramón, Puente Ñihue y Quebrada de Macul, (3) en San José de Maipo el Monumento Natural El Morado, (4) al límite Sur de la RM en Paine el Santuario de la Naturaleza El Ajjal, (5) en la comuna de Alhué la Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha, (6) Santuario de la Naturaleza San Juan de Pichi y (7) Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. De los polígonos mencionados, un atributo que los caracteriza es su emplazamiento en zonas de alta pendiente y por ello dificultad en su accesibilidad terrestre.

### Cartografía 37: Cobertura espacial brigadas CONAF y Áreas de Conservación, Región Metropolitana.



Autora: Cassandra Sagredo Figuroa, 2020.

Sobre la superficie de intersección entre el área de respuesta y las áreas de conservación con su respectivo buffer, la respuesta terrestre de 30 minutos logra cubrir solo 7.012,47 ha., correspondiente al 2,23% de su área total.

En síntesis, para este caso, se aprecia que la respuesta terrestre es requerida, pero necesariamente la primera respuesta que debe ejecutarse es el combate aéreo, para garantizar en toda la región un

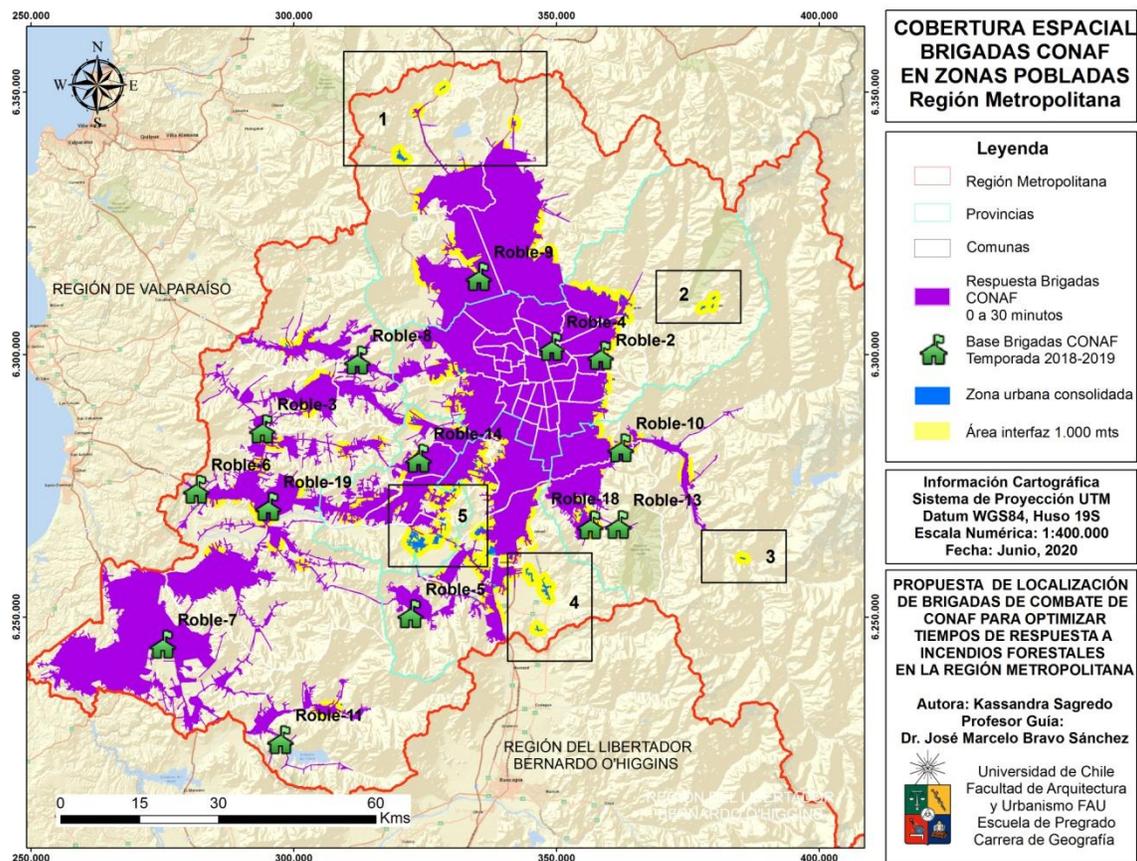


arribo menor a 30 minutos y el inicio de combate aún en condiciones iniciales del siniestro, favoreciendo el control y extinción en espacios que precisamente por su tipo de combustible poseen la denominación de protegidos.

### 4.3.3 Zonas de exposición.

Para este caso, se han considerado las zonas pobladas, específicamente de interfaz urbano-rural, como de mayor exposición, aludiendo a que las dinámicas en estos espacios de transición favorecen a la ocurrencia de incendios, junto a la presencia de combustible inflamable. A continuación, en la **Cartografía 38** se presentan 5 áreas donde se da esta condición y carecen de una respuesta inferior a 30 minutos.

**Cartografía 38: Cobertura espacial brigadas CONAF y Áreas Poblada 2017, Región Metropolitana**



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

En el recuadro (1) la zona Norte de la Región Metropolitana, parte de las comunas de Tiltil y Colina, (2) en Lo Barnechea en sector de Farellones y La Parva, el polígono (3) zona cercana al Monumento El Morado en el Cajón del Maipo, el recuadro (4) al Suroriente de Paine, en el límite



regional Sur y el área (5) correspondiente a Isla de Maipo. Sobre las dos últimas, se observa poseen mayor superficie urbana y de interfaz con cobertura deficiente.

Finalmente, sobre la cobertura de brigadas a zonas pobladas y su interfaz, esta alcanza una superficie de 172.425,77 ha., equivalente al 73,14% del total de su área.

A modo de síntesis, de las tres variables expuestas de riesgo, vulnerabilidad y exposición, se afirma que las áreas que presentan menor cobertura a escala provincial (indicadas en el punto 4.2.2), se reiteran para estos tres casos, afirmando que las áreas que requieren una mayor atención sobre la estrategia de primera respuesta terrestre, son;

- Zona Norte de la RM en Tiltil-Colina
- Zona Sureste de Paine
- Comuna de Isla de Maipo
- Zona Norte de Curacaví.

Ante las interrogantes planteadas al inicio de este trabajo, sobre los criterios que deben ser incorporados en la toma de decisiones para localizar brigadas, se debe recalcar que este estudio fue implementado en base a un criterio que utilizan las CENCOR para despachar recursos, denominado “unidad más cercana”, basado en la premisa de enviar al recurso más cercano al incidente, decisión que es determinante para su control y extinción, pues el tiempo transcurrido desde el inicio es clave en su desarrollo, este argumento justifica la importancia de conocer previamente los alcances espaciales de las brigadas, y que sustenta el interés por este trabajo, siendo la variable temporal considerada como un importante argumento para orientar la distribución espacial de recursos. Junto con ello, se consideran otras variables solo de manera expositiva, criterios que CONAF utiliza para la toma de decisiones tanto de despacho como de solicitud de alertas, señaladas en el Capítulo II de este trabajo, como: las zonas de interfaz, los territorios con incendios conflictivos (de magnitud) y áreas de conservación, información que debe estar identificada con anterioridad y reevaluarse en cada temporada.

Otra pregunta de investigación, alude a qué zonas deben ser excluidas en una estrategia de localización de brigadas, se pueden indicar dos grandes variables que deben excluirse, el primero vinculado a las características geomorfológicas del área de estudio, que hace imposible la respuesta terrestre en tiempos menores. La segunda variable, es aquella que hace mención a espacios que presentan mínimas redes viales, pues dificulta el desplazamiento y con ello la cobertura sobre un territorio.

Respecto a la herramienta SIG en el desarrollo de este trabajo, se afirman entre sus ventajas, poder conocer previamente la distribución de recursos (oferta) y su demanda, zonas más afectadas, lugares con mayor combustible, topografía abrupta, espacios prioritarios, entre otros. Así también, para este caso particular, permite simular coberturas a través de pruebas con diferentes localizaciones, en síntesis, para instituciones como CONAF el uso de herramientas SIG y sus extensas bases de datos pueden contribuir a mejorar su respuesta a combate de incendios forestales.



## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.



*Imágenes cortesía de Carlos Félix Gómez, 2019.*



## **5. Discusión Bibliográfica y Conclusiones.**

### **5.1 Discusión Bibliográfica.**

En las últimas décadas, se ha podido observar que los incendios forestales constituyen una amenaza que se ha ido intensificado y responde a múltiples variables (Ther, 2012; Julio, 2011; Díaz & González, 2016; Ubeda & Francos, 2018). Autores como Castillo, Garfias, Julio & Correa (2014) plantean que a pesar del avance tecnológico, aún existen tareas pendientes en investigación, principalmente en temas tales como: prevención de incendios, técnicas y medios de extinción, manejo de combustible y en el ámbito legislativo.

Para lo anterior, es fundamental dentro del estudio y análisis sobre incendios, el tener en cuenta al espacio geográfico, en el que se inicia y propaga el fuego, investigadores en la materia, como: Castillo, Pedernera & Julio (2004), Ávila, Pompa & Vargas (2010), Castillo, Julio & Quintanilla (2011) y Ther (2012), se refieren a la coexistencia de factores físicos (topografía, clima, vegetación) y sociales (dinámicas económicas, sociales y culturales), que inciden en la configuración del paisaje y sus transformaciones, generando espacios más vulnerables, de mayor exposición y de alto riesgo de ocurrencia. Este escenario, resulta no solo de las condiciones naturales, sino la forma en que el hombre, principal causante de los incendios forestales en Chile, ha modificado el territorio (Díaz & González, 2016), entre estas es posible citar la explotación económica del medio natural, la expansión urbana con falta de planificación de medios naturales junto asentamientos, y la poca conciencia ambiental de las personas tanto en zonas de esparcimiento como en su propio entorno. Al respecto, Haltenhoff (2013) citado por Alcántara (2019), indica que a la triada del inicio (oxígeno, temperatura y combustible) y comportamiento del fuego (topografía, tiempo atmosférico y combustible), se suma una cuarta arista denominada “medioambiente humano”, que integra las características de la población, su elección de donde vivir o estar en ciertos lugares, la infraestructura, accesibilidad, junto a una planificación y manejo del entorno.

En esta línea de causalidad e intervención antrópica, Castillo, Pedernera & Peña (2003) plantean que hace unas décadas, las quemadas y deforestación fueron las responsables de una significativa pérdida de superficie boscosa, citando a Julio (2003) quien expone datos desde 1976, sobre la principal causa de incendios forestales en Chile, para esos años sobre el 40% de los casos fueron provocados por quemadas no controladas, cifra que disminuyó considerablemente a fines del siglo XX, predominando la causa intencional (37,1%) y tránsito de personas, vehículos o aeronaves (32,5%). En efecto, sobre estas dos últimas, la estadística va en aumento, como ha sido expuesto, la principal causa de incendios en el área de estudio corresponde en 76% de los casos al uso de fuego por transeúntes y específicamente tránsito de personas, vehículos y aeronaves. Por tanto, es la sociedad en su conjunto un actor clave sobre el cual trabaja la prevención, sea por sus prácticas o formas de desplazamiento, esto bajo las campañas preventivas de cada temporada CONAF “prevenir un incendio forestal es más fácil que combatirlo”, estrategia comunicacional lanzada en 2017 junto a la Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior (ONEMI).

Al respecto, un aporte importante de la Geografía a la discusión bibliográfica, es la denominada interfaz, para lo cual Alcántara (2019) señala la identificación de dos tipos; interfaz urbana-rural



(IUR) e interfaz urbana-forestal (IUF). La primera, correspondiente a la zona de contacto entre el sistema urbano y rural, que se integran e interactúan sin una clara delimitación. Mientras que el segundo, alude a la necesidad de planificación y gestión de recursos naturales en territorios donde convergen áreas boscosas y de asentamientos. No obstante, para este estudio, se acuña el concepto de interfaz urbano-rural, principalmente porque la caracterización en detalle de estos territorios escapa a los alcances de esta memoria, por lo que utilizando este concepto se busca enfatizar la complejidad de delimitar espacios, atrás queda la tradicional dicotomía urbana-rural, espacios que ya no se sustentan desde esta visión segmentada de la realidad, hecho confirmado por el estudio de Berdegué *et al.* (2010) en países Latinoamericanos, donde tal configuración se observa en todas las naciones y que responde a dinámicas globales. Esto, ha derivado a encontrar espacios de transición cada vez más complejos, aludiendo geográficamente a una continuidad espacial de sus dinámicas y paisajes. A lo cual, se agrega lo planteado por Haltenhoff (2013) citado por Alcántara (2019) sobre las zonas de intermix, áreas que muestran casas individuales o grupos habitacionales rodeados de alta densidad de vegetación sin claridad en sus límites. Estos aspectos solo son mencionados en esta memoria, antecedentes de la complejidad de variables que inciden al hablar del espacio geográfico donde acontecen los incendios forestales, que puede ser abordada desde la disciplina para reflexionar sobre este territorio en su historia, dinámicas y transformación (Alcántara, 2019).

Por todo lo anterior, el aporte desde la Geografía es indispensable, el que podría ser analizado desde enfoques tales como: la Geografía Radical, Geografía Cuantitativa y Gestión del Riesgo. En el primer caso, sobre el aspecto espacial de los incendios, que solo ha sido mencionado en este trabajo, pueden generarse estudios con mayor detalle desde la Geografía Radical, bajo la idea de producción social del espacio planteada por Lefebvre (1974), como indica Kellogg *et al.* (2008), citado por Ávila *et al.* (2010) la ocurrencia está condicionada por la estructura del territorio, junto a la escala del análisis y como explicación de variación de ocurrencia histórica a raíz de actividades antrópicas. En efecto, un ejemplo del rol del capital en los usos de suelo y el aumento de patrones de ocurrencia lo menciona Castillo, Rodríguez & Molina (2009), sobre la alta demanda en bienes y servicios forestales, como también en territorios periféricos de áreas urbanas consolidadas, provocando el retroceso de vegetación natural y el aumento exponencial de ocurrencia en estos territorios, como da cuenta la investigación realizada en Valparaíso y Viña del Mar. Mientras que, posterior a la ocurrencia, Caviedes (2017) evidenció procesos de cambio en el uso de suelo, en territorios de interfaz que con el tiempo han albergado desarrollos habitacionales.

En complemento a lo anterior, desde la perspectiva Cuantitativa, especialmente en referencia a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para análisis espaciales de extensas bases de datos. Al respecto autores como Buzai (2013) los señalan como una revolución tecnológica para trabajar el espacio geográfico desde su carácter multidimensional. Mientras que, en ciencias forestales, iniciativas como las desarrolladas por Guillermo Julio, a través del Sistema KINTRAL desde fines de los noventa, ya dictaban la pauta sobre el rol de estas herramientas en todos los ámbitos de un incendio forestal; simulación, determinación de prioridades, índice de riesgo, análisis de visibilidad y asignación de recursos, entre otros, siguen siendo utilizadas y mejorando continuamente (Castillo, Pedernera & Julio, 2004). Para este estudio, su aplicación permitió en primera lugar identificar la ocurrencia, zonas vulnerables y de mayor exposición; en segunda instancia, la construcción de áreas



de cobertura y, finalmente, una representación del nivel de respuesta terrestre a escala regional, implementando los SIG en todo el desarrollo.

Como tercer lineamiento geográfico que se desprende de este trabajo está la Gestión del Riesgo, aludiendo a la importancia de comprender el ciclo del riesgo de los incendios forestales, el que puede ser intervenido antes, durante y con posterioridad a la emergencia. Sobre la primera, es fundamental la existencia de información previa, como señala Granada (2004) y Castillo, Rodríguez & Molina (2009), contar con información espacial sobre todos los componentes que influyen en el desastre, como: áreas más vulnerables, identificar el combustible más susceptible a la ignición e inflamabilidad, las condiciones meteorológicas, las áreas pobladas y la distribución de la ocurrencia de un incendio forestal. Durante la emergencia, los tiempos de respuesta, dependen de la disponibilidad de los recursos en el territorio (Granada, 2004). Y en la etapa posterior al desastre, a lo que González (2017) enfatiza su impacto con un alcance multiescalar espacial y temporal en el territorio.

Sobre el último enfoque geográfico, este trabajo se sitúa en la primera etapa del ciclo del riesgo, un criterio para la toma de decisiones de localización de recursos basada en los tiempos de respuesta y su cobertura espacial ante una emergencia. Para la etapa previa, Tapia (2008) indica que la asignación de recursos de respuesta ante una emergencia en el territorio no es homogénea, para la toma de decisiones se deben estudiar previamente variables que inciden en la priorización del combate, como; las características de las zonas de interfaz, las prioridades de protección, red de caminos, topografía u otros (Granada, 2004; Gilbert, 2014). Sobre esta última, las zonas de alta pendiente, van a aumentar los tiempos de la cadena de respuesta ante un incendio y hace imposible el arribo terrestre en minutos, siendo poco factible localizar bases de brigadas para cubrir estos lugares, por lo que aspirar a una cobertura total de la superficie a escala regional no se justifica, siendo el combate aéreo la solución más óptima. Así también, se debe identificar previamente a aquellas zonas pobladas junto a un entorno forestal, pues esta realidad va a reorientar el combate a la defensa de las comunidades por sobre la vegetación, el trabajo con otros actores claves en emergencias como bomberos y carabineros, junto a una mayor exposición del personal al realizar un combate directo (Granada, 2004; Carroll *et al.*, 2008; Gilbert, 2014).

Continuando con lo anteriormente expresado, se plantea que durante la emergencia debe darse una respuesta oportuna y de calidad, Granada (2004) indica que la decisión tomada en la asignación de recursos es determinante, pues *“la dificultad de extinguir un incendio se incrementa en términos exponenciales en relación al tiempo transcurrido desde su inicio”* (Granada, 2004:1). Sobre esto, Gilbert (2014) plantea que conocer previamente los alcances espaciales de las brigadas es una de varias formas de realizar un diagnóstico de la eficiente localización de recursos de primera respuesta. Para esto, el tiempo es el principal factor, a escala nacional el 49% de incendios forestales tiene un inicio de combate en un tiempo superior a 30 minutos (Díaz & González, 2016), y el promedio de respuesta de las brigadas en la Región Metropolitana es de 24 minutos (CONAF, 2019). Así también, que CENCOR identifique la cobertura espacial de cada recurso, va a agilizar la toma de decisiones para despachar brigadas a combate, junto a las potenciales unidades terrestres que puedan apoyar su labor y el tiempo de desplazamiento aproximado, conocimiento que debe ser no solo manejado por los tomadores de decisiones, sino también por las unidades terrestres.



Por último, se afirma que la disciplina geográfica posee herramientas fundamentales para hacer aportes en la comprensión de estos desastres y su desagregación a escalas locales, dando cuenta de sus particularidades en todo el territorio centro-sur de Chile. Análogamente, en presentar alternativas de trabajo en todo el ciclo del riesgo, para este estudio en particular, enfocado al nivel de respuesta terrestre y la toma de decisiones.

## 5.2 Conclusiones.

A partir de los resultados expuestos y la discusión bibliográfica, se establecen como conclusiones finales los siguientes puntos:

En primera instancia, la ocurrencia de incendios forestales que se desarrolla en el país es dinámica, pues la vastedad de su territorio incide en las condiciones que favorecen su ocurrencia y propagación, con diferentes características. Por ello, estudiar las bases de datos (idealmente por extensos periodos) a escala regional, provincial, comunal y local, puede entregar importantes conclusiones que sirvan para futuras gestiones de prevención y combate de incendios.

Segundo, es fundamental al trabajar la estadística el hecho de considerar tanto el número de incendios y superficie, pues como se ha presentado, hay temporadas dentro del quinquenio con mayor área quemada y que no corresponde a los años con mayor número de incendios. A esto, se pueden incorporar parámetros de análisis espacial que favorezcan esta representación, pues la densidad de ocurrencia de incendios es insuficiente para profundizar sobre sus dinámicas espaciales en un territorio.

Tercero, la red vial de la Región Metropolitana se caracteriza por su alta densidad y conectividad, hecho que es indicado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y se aprecia en las cartografías expuestas. Sin duda, a partir de este criterio, la región posee condiciones que facilitan la respuesta terrestre y la aplicación de la herramienta utilizada. Es también, un medio a través del cual se favorece espacialmente a la principal causa de incendios forestales de la Región Metropolitana, que es el tránsito de personas, donde el comportamiento espacial de la ocurrencia del quinquenio es de tipo lineal, es decir, siguiendo la red de caminos.

Cuarto, en base a lo indicado en el apartado anterior, no solo es vital la existencia de redes de desplazamiento, sino también lo es la distribución espacial de recursos de primera respuesta dentro del territorio. Sobre esto, a partir de la estadística, es posible orientar la toma de decisiones de localización de bases, como por ejemplo la predominancia de brigadas en la Provincia de Melipilla, la que tiene la mayor ocurrencia y daño del quinquenio. En efecto, es de gran ayuda, pero insuficiente, se debe incorporar la variable de tiempo, pues conocer la cobertura espacial por rangos temporales ante una emergencia es una estrategia para asignar localizaciones, replantearse estos emplazamientos y ayudar en la toma de decisiones sobre los recursos a ser despachados en un incendio, conociendo previamente el tiempo aproximado de arribo a la zona afectada. Por ello, los resultados obtenidos son una aproximación de utilidad, donde es posible aseverar en síntesis que: la mayor superficie de respuesta predomina entre los 25 a 30 minutos y el tiempo de respuesta



promedio para el caso de incendios ocurridos solo en la temporada 2018-2019 es de 15 minutos, denominado en este estudio como un nivel de respuesta en los rangos de óptimo y favorable.

Quinto, complementando al párrafo anterior, se afirma que el emplazamiento de las unidades y su cobertura espacial garantizan un amplio nivel de respuesta en toda el área de estudio. Sin embargo, factores como el relieve de la Región Metropolitana y sus características, permiten aseverar la imposibilidad de aspirar a una cobertura de respuesta terrestre en la totalidad de la región, principalmente en zonas de pendientes abruptas (cordones montañosos Cordillera de Los Andes y del bloque costero) y la inexistencia de redes de caminos que favorezcan el arribo terrestre en tiempos menores a 30 minutos. Para todos estos casos, la primera respuesta debe ser aérea.

Sexto, sobre las áreas de conservación, los resultados expuestos permiten aseverar que la respuesta terrestre no es el medio de transporte más factible para arribar en pocos minutos, con una cobertura espacial que no supera el 3%, explicado principalmente por la pendiente y poca disponibilidad de caminos que lo garanticen, lo que hace indispensable el despacho inicial de recursos aéreos. Así también, estas zonas de alto riesgo requieren el despliegue del mayor número de recursos de combate posibles, para detener la propagación y guiarse por el rol institucional de la CONAF en el resguardo de la flora y fauna de la región, siendo la respuesta rápida ante un incendio forestal a zonas de conservación, y ante cualquier paisaje forestal, una forma de salvaguardar el patrimonio natural como parte de sus funciones.

Séptimo, un elemento que debe ser destacado en esta temática desarrollada, es que los incendios forestales en la zona de interfaz, a través del buffer de 1.000 metros aplicado (superficie propuesta mínima, se espera que este territorio sea aún más extenso), junto al área urbana colindante concentró la mitad de siniestros del quinquenio 2013-2018. En efecto, una proporción importante, no obstante, de la superficie afectada no supera el 15% del daño regional en el periodo, pero permite aseverar que existe un importante número de casos que se dan cercanos a zonas habitadas, que de no ser sofocados oportunamente generarían daños directos a la población.

Octavo, sobre las zonas de la región fuera del área de cobertura de las brigadas, las denominadas de “cobertura terrestre deficiente”, destacan en el Norte las comunas de Tiltil, la zona Norte de Curacaví, y en la parte Sur de la Región Metropolitana, a las comunas de Isla de Maipo y la zona Suroriente de Paine, todos estos casos han sido señalados considerando la existencia de la red vial, que permite el desplazamiento terrestre. Por tanto, que a través de un mayor número de brigadas y/o relocalizaciones de las mismas, pueden alcanzar un nivel óptimo en sus tiempos de respuesta terrestres.

Noveno, a partir de todo lo anterior que se desprende de este trabajo, se hace una recomendación a las Centrales de Coordinación y Operaciones regionales (CENCOR) a trabajar la toma de decisiones y con ello la respuesta ante la emergencia fuera de una División Política Administrativa (DPA), pues resulta poco práctico al ser las vías y tiempos de desplazamientos superiores a estos límites, siendo el trabajo interregional una forma de avanzar en menores tiempos de respuesta a zonas limítrofes o mayor presencia de recursos de primer ataque, casos aplicables para la zona norte en Tiltil y al sur de la Región Metropolitana en Paine.



Décimo, dentro de complejidad de esta investigación, se encuentra el modo de abordar el concepto de interfaz, puesto que desde las ciencias forestales se alude a la interfaz urbana-forestal, pero se aprecia como limitada desde la complejidad de los paisajes y las variables que la configuran. Este requiere una mayor reflexión, pues corresponde a los territorios de mayor ocurrencia y daño potencial a las personas, por ende es un aporte la idea común a la que llegan autores como Alcántara (2019) de reconocer que la integración de la interfaz urbana-forestal e interfaz urbana-rural sería más completa, así como también se asevera la necesidad de incorporar la perspectiva geográfica a una definición que acuñan los ingenieros forestales al momento de hablar de incendios forestales.

Undécimo, el estudio presenta limitaciones en su aplicación metodológica, lo que no excluye la validez de sus resultados, esta limitación se centra principalmente en la falta de información sobre aquellos atributos que van a condicionar los tiempos de traslado y el alcance espacial, como: la dirección de las calles, hora y día de los desplazamientos, las condiciones atmosféricas, la pendiente de las rutas a recorrer, por citar algunas. Estos se espera tengan mayor incidencia en áreas urbanas por sobre las de interfaz y rurales, se suponen sobreestimadas para los casos de unidades como Roble-2, Roble-4, Roble-19, emplazadas en áreas urbanas consolidadas. No obstante, los resultados de este trabajo constituyen una primera aproximación necesaria, y perfectible, del alcance espacial de las brigadas, como apoyo en la toma de decisiones a través de reconocer un aspecto espacial de su desempeño y aportar en la planificación diaria, junto al número y distribución de brigadas forestales terrestres.

Duodécimo, es indispensable avanzar en el trabajo sobre el ciclo del riesgo de incendios forestales, pues las proyecciones dan cuenta que continuaran en aumento y con mayor violencia. Para ello, sería interesante en estudios futuros, indagar más sobre el criterio de tiempos de respuesta, incorporando variables como vegetación, que podrían orientar la priorización de zonas de menor cobertura de respuesta que requieran más prontamente una brigada, o curvas de nivel, para zonificar territorios de la Región Metropolitana, con diferencias en el tipo de respuesta que necesitan ya sea terrestre y aérea, facilitando el despacho ante la emergencia.

Finalmente, este trabajo se considera un aporte desde la Geografía, que podría robustecerse y apoyar de mejor manera la toma de decisiones en una institución como CONAF, trabajos y análisis pendientes desde la Geografía, los que son una oportunidad para los profesionales de la disciplina de incidir positivamente en disminuir las pérdidas ambientales, económicas y humanas que generan estos desastres.



## BIBLIOGRAFÍA

Alcántara, T. (2019). *Gestión integral del riesgo de incendios en las zonas de interfaz urbano-forestal: el caso del megaincendio de Valparaíso, 2014*. Tesis para obtener el grado de Magíster en Geografía. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Altamirano, A., Salas, C., Yaitul, V., Smith, C. & Ávila, A. (2013). Influencia de la heterogeneidad del paisaje en la ocurrencia de incendios forestales en Chile Central. *Revista de Geografía Norte Grande* , 157-170.

Araque, E. (1999). Incendios Históricos: Una aproximación multidisciplinar. *Fuego sobre la tierra: Introducción a su historia* (365-382). Universidad Internacional de Andalucía. Andalucía, España.

Ávila, D., Pompa, M. & Vargas, E. (2010). Análisis espacial de la ocurrencia de incendios forestales en el Estado de Durango. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Ambiente, México*, 253-260.

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2019). *Información Territorial*. Obtenido de Chile Nuestro País, Región Metropolitana de Santiago. Disponible en: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13>

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2019). *Información Territorial*. Obtenido de Clima y Vegetación, Región Metropolitana de Santiago. Disponible en: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13/clima.htm>

Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). (2019). *Información Territorial*. Obtenido de Relieve, Región Metropolitana de Santiago. Disponible en: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13/relieve.htm>

Berdegúe, J., Jara, E., Modergo, F, Sanclemente, X. & Schejtman, A. (2010). Comunas rurales de Chile. Documento de Trabajo N° 60. Programa Dinámicas Territoriales Rurales. Rimisp, Santiago, Chile.

Bonacic, C. (03 de Enero de 2019). En Chile la mayoría de los incendios son por causa humana. Televisión Nacioanl de Chile (TVN).

Bosque, J., Gómez, M., Moreno, A. & Del Pozzo, F. (2000). Hacia un sistema de ayuda a la decisión espacial para la localización de equipamientos . *Estudios Geográficos* , 567.

Bosque Sendra, J. & García, R. (2000). El uso de los sistemas de Información Geográfica en la planificación territorial . *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* , 49-67.

Bosque Sendra, J. (s/f). SIG y Evaluación Multicriterio. España: Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá.

Bustos, E. (03 de Enero de 2019). En Chile la mayoría de los incendios son por causa humana. Televisión Nacioanl de Chile (TVN).



Buzai, G. (2013). Geografía y Sistemas de Información Geográfica. *Nuevas tecnologías* . Argentina: Observatorio Geográfico de América Latina.

Calvo, F. (2001). Panorama de los estudios sobre riesgos naturales en la geografía española. *Boletín de la A.G.E.* , 21-35.

Capel, H. (1975). La definición de lo urbano. *Estudios Geográficos* , 265-301.

Cardona, O. (2001). Capítulo IV: Aceptabilidad del riesgo. *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando utilizando sistemas dinámicos complejos* (39-58). Universidad Politécnica de Cataluña.

Carracedo, V. (2015). Incendios forestales y gestión del fuego en Cantabria. *Tesis doctoral* . Cantabria , España: Universidad de Cantabria. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio.

Carroll, M, Keith, B., Cohn, P., Keegan, C. & Morgan, T. (2008). Gestión del Riesgo de Incendios Forestales en el Interior del Noroeste de Estados Unidos: Un “Problema Perverso” para la Política de Fincas Públicas. Memorias del Segundo Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una Visión Global. España.

Castillo, M. & Rodríguez, F. (2015). Determining response times for the deployment of terrestrial resources for fighting forest fires. A case study: Mediterranean - Chile. *Ciencia e investigación agraria* , 97-107.

Castillo, M., Garfias, R., Julio, G. & Correa, L. (2014). Incendios Forestales en Chile. Análisis general de Riesgo. Laboratorio de Incendios Forestales, Universidad de Chile.

Castillo, M. (2013). Integración de variables y criterios territoriales como apoyo a la protección contra incendios forestales. Área piloto: Valparaíso - Chile Central. Tesis doctoral. Escuela técnica superior de Ingeniería Agronómica y de montes. Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

Castillo, M., Julio, G. & Quintanilla, V. (2011). Vulnerabilidad y daño potencial ocasionado por incendios en áreas de interfaz urbano-forestal, provincia de Valparaíso, Chile Central. Proyecto Fondecyt 1095048

Castillo, M. & Garfias, R. (2010). Estudio del comportamiento del fuego mediante simulación de incendios forestales en Chile. *Geographicalia* (58), 81-103.

Castillo, Rodríguez & Molina (2009). Situación de los incendios forestales de vegetación nativa en la región de Valparaíso, Chile Central. *Geographicalia* (56), 89-110.

Castillo, M., Pedernera, P. & Julio, G. (2004). Aplicaciones de los SIG en la lucha contra los incendios forestales. Laboratorio de Incendios Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile , 1-14.

Castillo, M., Pedernera, P. & Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Ambiente y desarrollo* , 44-53.



Caviedes, J. (2017). *Construyendo sobre cenizas: ¿Son utilizados los incendios forestales como una herramienta informal para la expansión urbana de Chile central?*. Tesis para obtener el grado de Magíster. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Cortés, A. (2008). *Cartografía de riesgo de incendios forestales de una Región de Durango, México*. Tesis para obtener el grado de doctor. Universidad de Alcalá. Durango, México.

Centro de Desarrollo Urbano y Sustentable (CEDEUS) (2019). *Vínculos urbano – rural*. Documento Temático N°10, Habitat III.41-52.

Centro de Estudios de Desarrollo (CED). (2012). *Diagnóstico de los suelos en la Región Metropolitana*. Santiago.

Centro de Estudios Públicos (CEP) (2017). *Incendios Forestales. Implicancias de Política Pública. Los incendios forestales y sus consecuencias en los ecosistemas (1-37)*. Santiago.

Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET) (2019). *Preguntas y respuestas relacionadas con velocidad ¿Cuáles son los límites de velocidad máxima?*. Recuperado el 02 de septiembre de 2019. Disponible en: [www.conaset.cl/preguntas-velocidad/](http://www.conaset.cl/preguntas-velocidad/)

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2011). *Manual con medidas para la Prevención de Incendios Forestales*. Coquimbo: Departamento de Manejo del Fuego, Región de Coquimbo.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2013). *Guía para trabajar con habitantes de áreas rurales y de la interface forestal/ urbana*. Documento trabajo 572, viviendo con incendios forestales.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2016). *Catastro de uso de suelo y vegetación*. Santiago, Chile.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2016). *Plan de Protección Contra Incendios Forestales comuna de Los Álamos*.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2017). *Chile vivió una tormenta de fuego y ningún país está preparado para esto*. Disponible en: <http://www.conaf.cl/chile-vivio-una-tormenta-de-fuego-y-ningun-pais-esta-preparado-para-esto/>

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2017). *Análisis de la afectación y severidad de los incendios forestales ocurridos en enero y febrero de 2017 sobre los usos de suelo y los ecosistemas naturales presentes entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía de Chile*. Santiago, Chile: Informe técnico.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). (2018). *Estadísticas Históricas*. Recuperado el 18 de Julio de 2019, de Causas según ocurrencia de incendios forestales 2003-2018. Disponible en: <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>



Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2019). *Incendios Forestales* . Obtenido de Despacho y coordinación de recursos . Disponible en: <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/combate-de-incendios-forestales/despacho-y-coordinacion-de-recursos/>

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2019). *Incendios forestales*. Recuperado el 2019, de Combate de incendios forestales: Métodos de combate de incendios forestales: [www.conaf.cl/incendios-forestales/combate-de-incendios-forestales/metodos-de-combate-de-incendios-forestales/](http://www.conaf.cl/incendios-forestales/combate-de-incendios-forestales/metodos-de-combate-de-incendios-forestales/)

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2019). *Incendios Forestales*. Recuperado el 2019, de Investigación. Disponible en: <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/investigacion/>

Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2018). *Dossier de herramientas y equipos de combate de incendios forestales*. Santiago: Departamento de Protección Contra Incendios Forestales.

Dalla, J., Sales, R., Esteves, M.& Ghilardi, M. . (2019). Las particularidades de las fronteras urbano-rural en el ordenamiento territorial . *VI Seminario Internacional de Ordenamiento Territorial* , 20-61.

Delgado, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*. Red de Estudios de Espacio y Territorio, RET. Bogotá, Colombia.

Díaz, I. & González, M. (2016). Análisis espacio-temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile. *Bosque* , 147-158.

Dirección Nacional de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2018). Red Vial Nacional: Infraestructura de Transporte de Carga RM. Observatorio logístico . Disponible en: <https://datos.observatoriologistico.cl/dataviews/236349/red-vial-nacional/>

Dirección Nacional de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2017). Red Vial Nacional: Dimensionamiento y características.

Educación Chile (2020). Climograma Santiago – Quinta Normal (Región Metropolitana de Santiago, zona central). Centro de recursos digitales. Disponible en: <https://centroderecursos.educarchile.cl/handle/20.500.12246/39423>

Galiana, L. (2012). Las interfaces urbano-forestales: un nuevo territorio de riesgo en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N°58* , 205-226.

García, J. (2000). SIG y accesibilidad: efectos de las nuevas autopistas orbitales de Madrid. Tecnologías Geográficas para el desarrollo sostenible. Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá, España. 223-239.

García, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social México (Desacatos)* , 11-24.



Geoenseñanza. (2006). Los Sistemas de Información Geográfica. (I. d. Humboldt, Ed.) *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Redalyc)*, 11 (1), 107-116.

Gonzalez, M., Lara A., Urrutia, R.& Bosnich, J. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile. *BOSQUE* , 215-219.

González, S. & Pavez, A. (2015). Consecuencias de la Nueva Ruralidad en Chile Central: identidades mixturadas y representaciones sociales en comunas rurales de la VI Región y Región Metropolitana. *Revista Márgenes* , 33-40.

González, P. (2017). Impacto de los Incendios Forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. *Departamento de estudios, extensión y publicaciones, asesoría parlamentaria, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN)* , 1-8.

Gilbert, P. (2014).. *Actualización de la determinación de la ubicación de las brigadas y su diagnóstico de eficiencia en el combate de incendios forestales, en CONAF Región de Los Lagos* . Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile . Valdivia, Chile.

Grajales, S. & Concheiro, L. . (2009). Nueva ruralidad y desarrollo territorial: una perspectiva desde los sujetos sociales . *VEREDAS: Revista del Pensamiento Sociológico* , 145-167.

Granada, R. (2004). *Desarrollo de un Modelo de Optimización para el despacho de recursos para el combate de incendios forestales* . Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Herrera, S. (2019). *Análisis de la percepción social de los incendios forestales ocurridos en la temporada estival del 2017 en la localidad de Santa Olga: comuna Constitución, Región del Maule*. Memoria para optar al Título Profesional de Geógrafa. Escuela de Geografía, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Instituto Forestal (INFOR). (2018). *Anuario Forestal, Capítulo II Recurso Forestal*. Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2017). Resultados de población según sexo y edad. *Descarga de resultados comunales*. Disponible en: <http://www.censo2017.cl/descargue-aqui-resultados-de-comunas/>

Julio, G. (02 de Febrero de 2016). La legislación en incendios forestales es precaria. Noticias Universidad de Chile.

Julio, G. (2011). Manual Manejo del Fuego. En G. Julio, *Capítulo I: Introducción al Manejo del Fuego*. Santiago.



Kagelmacher, E. (2017).. *Causalidad de incendios forestales en la provincia de Melipilla, Región Metropolitana, como fundamento de la prevención basada en la sensibilización* . Tesis para optar a Título Profesional de Ingeniero Forestal, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Lavell, A. (2001). Apuntes. *Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una definición* .

Lefebvre, H. (1974). La producción del espacio. *Revista de Sociología* , 219-229.

La Tercera (26 de enero de 2018). Santa Olga, un año después de la catástrofe. *Noticias Nacionales*. Disponible en: <https://www.latercera.com/noticia/santa-olga-ano-despues-la-catastrofe/>

Loyola, C. & Albornoz, E. (2009). Flujo, movilidad y niveles de accesibilidad en el centro de Chillán año 2007. *Revista Urbano*, Universidad del Bio Bio, Concepción, Chile. 12; 17-27.

Mendoza, S. (2009). *Levantamiento, análisis y propuesta de rediseño de procesos en el ámbito del control de incendios forestales (tesis de magíster)* . Santiago: Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) (2019). Región Metropolitana de Santiago, Índice de Ruralidad Comunal (IRC) 2019. Área de estudios e inversiones, Seremi de Desarrollo Social y Familia RM.

Ministerio del Interior. (22 de Septiembre de 1982). Biblioteca del Congreso Nacional. *Decreto 733*. Chile.

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT) (2009). Artículo 2. *Ley 18.290 sobre Tránsito* . Santiago , Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile .

Ministerio de Vivienda y Urbanismo(MINVU). (1992). Ley General de Urbanismo y Construcciones. *Decreto 47 (modificado en 2019)* . Santiago, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2019). Listado actualizado de áreas protegidas. *Registro Nacional de Áreas Protegidas*. Disponible en: <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/areas-protegidas/>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2019). Obtenido de ¿Qué es un Área Protegida?. *Registro Nacional de Áreas Protegidas*. Disponible en: <http://areasprotegidas.mma.gob.cl/areas-protegidas/>

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2017). Carta Caminera 2017. Gobierno de Chile. Red caminera de Chile, visor de la red vial nacional; cuadernillos.

Municipalidad de Lo Barnechea. (2018). *Flora y Fauna Lo Barnechea*. Matorral. Diponible en: [http://florayfaunalobarnechea.cl/wp-content/uploads/2018/01/fichas\\_flora\\_y\\_fauna-117.pdf](http://florayfaunalobarnechea.cl/wp-content/uploads/2018/01/fichas_flora_y_fauna-117.pdf)

Observatorio Peñalolén. (s/f). *Vegetación y Fauna*. Disponible en: [http://observatorio.penalolen.cl/sites/default/files/documentos/ficha\\_vegetacion\\_y\\_fauna.pdf](http://observatorio.penalolen.cl/sites/default/files/documentos/ficha_vegetacion_y_fauna.pdf)



Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI)&Corporación Nacional Forestal (CONAF) (2014). Plan ACCEFOP. *Plan de Coordinación Operativa para Situaciones de Emergencia Forestal* . Santiago, Chile .

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) (2010). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010, Informe Nacional Chile*. Roma, Italia: Mette Loyche Wilkie.

Peña, E. (2014). Incendios en la interfaz urbana rural: consideraciones para la creación de una franja de prevención. *Mundo Forestal*. 34-40.

Peña, E. & Valenzuela, L. (19-22 de abril de 2004). Incremento de los incendios forestales en bosques naturales y plantaciones forestales en Chile. *Memorias del Segundo Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección contra Incendios Forestales: una visión global* . Córdoba, España.

Pozueta, J., Porto, M., Gurovich, A., Pavez, M. & Ferrando, F. (2008). *Alternativas al modelo dominante de ciudad dispersa, zonificada y de baja densidad: el caso de los corredores fluviales y la interfaz urbana rural de Madrid y Santiago de Chile*. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación de España.

Pliscoff, P. & Leubert, F. (2006). Una nueva propuesta de clasificación de la vegetación de Chile y su aplicación en la evaluación del estado de conservación de los ecosistemas terrestres. *Revista Ambiente y Desarrollo* , 41-45.

Pyne, S. (1999). Fuego sobre la tierra. Introducción a su historia. *Incendios históricos. Una aproximación multidisciplinar*. Universidad Internacional Andalucía. España. Gráficas La Paz, 365-382.

Quílez, R. (2016). La gestión del riesgo en la interfaz urbano forestal. Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales de España. *Revista Foresta* 65; 20-22.

Quintanilla, V., Cadiñanos, J., Latasa, I. & Lozano, P. . (2012). Aproximación biogeográfica a los bosques de la zona mediterránea de Chile: Caracterización e inventario . *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* , 91-114.

Radio UChile (6 de febrero de 2019). Monocultivos: el alimento predilecto de los incendios forestales, una vez más. Santiago, Chile. Disponible en: <https://radio.uchile.cl/2019/02/06/monocultivos-el-alimento-predilecto-de-los-incendios-forestales-una-vez-mas/>

Rodríguez, F. (2011). Análisis geográfico de los incendios forestales de la España peninsular en el período 1991-2005. *Tesis de Pregrado* . España: Universidad de Alcalá. Departamento de Geografía.



Sánchez, M., Fernández, A. & Illera, P. (1999). Teledetección. Avances y aplicaciones. VIII Congreso Nacional de Teledetección. *Los Sistemas de Información Geográfica en la Gestión Forestal*. Albacete, España: Santiago Castaño Fernández & Antonio Quintanilla Rodenas.

Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, Región Metropolitana (SEREMI RM MMA) (2014). Estrategia regional para la conservación de la biodiversidad, Región Metropolitana de Santiago 2015-2025.

Servicio Agrícola Ganadero (SAG). (2014). *Reseña de la vegetación de Chile*. Santiago, Chile: División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura.

Soto, M., Castro, C., Rodolfi, G., Märker, M., Fernández, R., Padilla, R. & Rugiero, V. (2007). Carta geomorfológica de la sección central y occidental de la Región Metropolitana de Santiago. *Investigaciones geográficas de Chile*, 91-99.

Ther, F. (2012). Antropoligía del territorio. *Revista de la Universidad Bolivariana*, 493-510.

Ugarte, A. (2014). Desastres Socionaturales. *Material de Trabajo CIVDES (Centro de Investigación Vulnerabilidades y Desastres Socionaturales)*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.

Wilches, G. (1993). Capítulo II: La vulnerabilidad global. *Los desastres no son naturales* (9-49). Colombia.



## ANEXOS

### Anexo 1: Tipos de brigadas de combate CONAF temporada 2018-2019, Región Metropolitana

Tipo de brigada	
<b>Brigada de ataque rápido</b>	
<b>Brigada básica</b>	
<b>Brigada estándar</b>	
<b>Brigada cisterna mixta</b>	
<b>Brigada de heliataque</b>	
<b>Brigada nocturna</b>	

Fuente: “Dossier de herramientas y equipos de combate contra incendios forestales”, temporada 2018-2019. CONAF, 2018.



**Anexo 2: Otras designaciones del Registro Nacional de Áreas Protegidas en la Región Metropolitana**

<b>Denominación</b>	<b>Característica</b>	<b>Nombre</b>	<b>Superficie</b>
<b>Sitios Ramsar</b>	Designación internacional que protege a los humedales de relevancia mundial.	0	0
<b>Bien Nacional Protegido</b>	Establecidos por ley, esta categoría busca cuidar los bienes fiscales y nacionales de uso público.	Río Olivares	30.400 ha.
<b>Paisajes de Conservación</b>	Áreas delimitadas por su patrimonio natural y cultural, son acuerdos de adhesión voluntaria entre los miembros de una comunidad.	Alhué	76.897,5 ha.
<b>Sitios Prioritarios para la conservación</b>	Espacios geográficos terrestres, aguas continentales, costeros o marinos con un alto valor de conservación, identificados por su representatividad ecosistémica o la existencia de especies en peligro.	Alto de la Cuenca del Mapocho	76.990,43 ha.
		Ampliación Sur La Campana	424,96 ha.
		Cerro Águilas	9.143,22 ha.
		Cerro Chena	1.187,81 ha.
		Cerro Lonquén	4.295,75 ha.
		Cerros Alto Jahuel-Huelquén	7.414,63 ha.
		Cerros limítrofes Melipilla - San Antonio	6.268,92 ha.
		Contrafuerte Cordillerano	13.351,08 ha.
		Corredor de Angostura de Paine	4.062,08 ha.
		Corredor Limítrofe Sur (Angostura)	8.387,48 ha.
Cuenca Estero El Yali	10.251,41 ha.		



	Fundo Huechún	691,13 ha.
	Chacabuco – Peldehue	66.629,24 ha.
	Colina – Lo Barnechea	15.906,31 ha.
	Colliguay	8.237,97 ha.
	Humedal de Batuco	14.787,24 ha.
	Las Lomas – Cerro Pelucón	9.001,39 ha.
	Mallarauco	8.639,96 ha.
	Procordillera Andina Norte	86.799,62 ha.
	Río Clarillo	17.817,02 ha.
	Río Maipo	1.483,12 ha.
	Río Rapel	940,12 ha.
	San Pedro Nororiente	4.689,20 ha.
	Sector Alto Andino	83.360,77 ha.
	Vegas Andinas	5.505,91 ha.

Fuente: Registro Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2019.

### Anexo 3: Velocidad de circulación por tipo de ruta y vehículo

Zona	Característica de la ruta	Transporte	Velocidad máxima
<b>Urbana</b>	Avenida o calle	Vehículo	50 km/h
		Transporte de pasajeros	50 km/h
<b>Rural</b>	Caminos con una pista de circulación por sentido	Vehículo	100 km/h
		Transporte de pasajeros	90 km/h
	Caminos con dos o más pistas en un sentido	Vehículo	120 km/h
		Transporte de pasajeros	100 km/h

Fuente: Preguntas y respuestas relacionadas con velocidad, Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET) 2019.



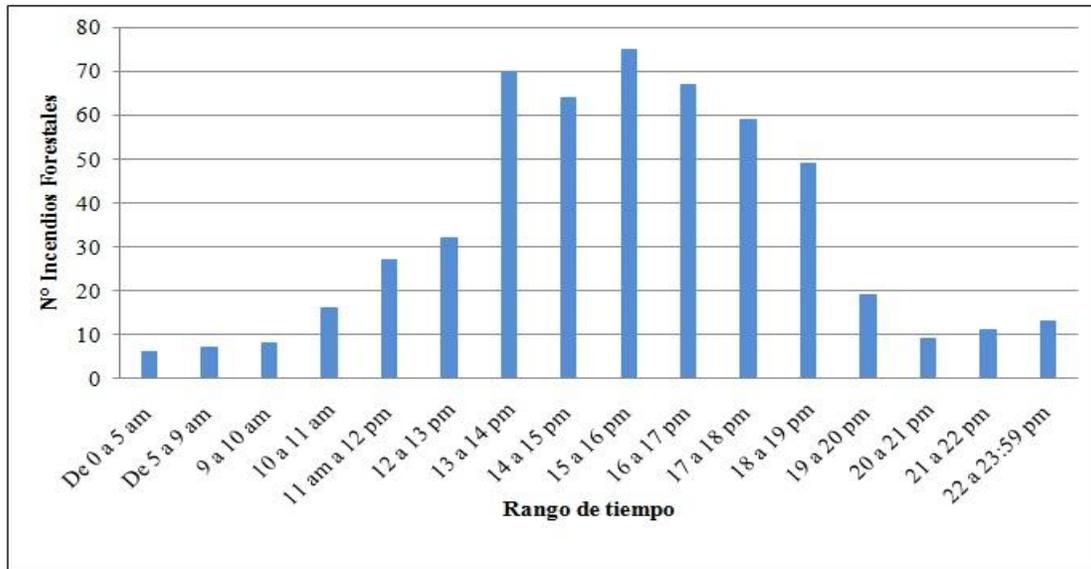
#### Anexo 4: Etapas de combate para incendios forestales

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Detección</b>	Es la actividad que tiene por objeto monitorear un área para identificar el inicio de incendios forestales.	La velocidad en esta fase es fundamental, pues el esfuerzo para controlar un incendio aumenta con el tiempo transcurrido desde su inicio.
<b>Primer ataque</b>	Corresponde a la fase de contención inicial del fuego,	Requiere ser realizado en el menor tiempo posible, previamente debe realizarse un reconocimiento en terreno de las características del siniestro y evaluar estrategias de combate.
<b>Control</b>	Cuando el incendio ha sido contenido a través de una línea de control que impide su propagación	Estas líneas de control pueden ser construidas o naturales, como topografía, cursos de agua, caminos.
<b>Liquidación o extinción</b>	Cuando se extinguen focos continuos en el área afectada, esta etapa comienza una vez que el incendio ha sido controlado.	Dependiendo la superficie de afectación, puede darse el trabajo de control y extinción paralelamente.

Fuente: “Cadena de tiempos de control de incendios forestales”, CONAF, 2019.

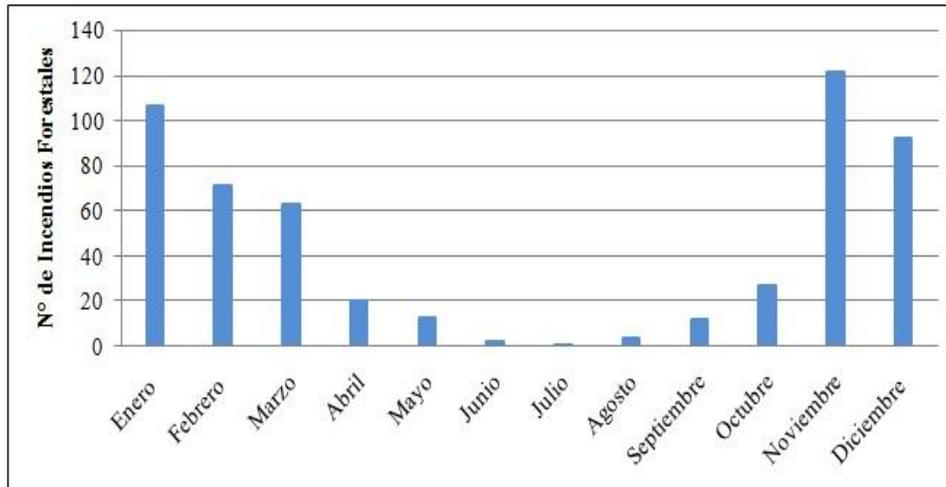


### Anexo 5: Número de incendios por rango de horario Temporada 2018-2019, Región Metropolitana



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

### Anexo 6: Número de incendios por meses del año, Temporada 2018-2019, Región Metropolitana



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.



**Anexo 7: Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, Región Metropolitana**

Provincia	Comunas	Número IF	Ocurrencia de IF (%)	Superficie (Ha)	Superficie (%)
Melipilla	Alhué	75	3,86%	10043,18	19%
	Curacaví	186	9,56%	6495,19	12%
	María Pinto	48	2,47%	932,98	2%
	Melipilla	335	17,22%	18282,42	34%
	San Pedro	146	7,51%	18321,66	34%
<b>Total Provincia Melipilla</b>		<b>790</b>	<b>40,62%</b>	<b>54075,43</b>	<b>100%</b>
Chacabuco	Colina	74	3,80%	2452,08	18%
	Lampa	187	9,61%	5981,41	45%
	Tiltil	57	2,93%	4879,47	37%
<b>Total Provincia Chacabuco</b>		<b>318</b>	<b>16,35%</b>	<b>13312,955</b>	<b>100%</b>
Cordillera	Pirque	48	2,47%	4613,9	64%
	Puente Alto	73	3,75%	813,01	11%
	San José de Maipo	40	2,06%	1749,18	24%
<b>Total Provincia Cordillera</b>		<b>161</b>	<b>8,28%</b>	<b>7176,09</b>	<b>100%</b>
Maipo	Buin	22	1,13%	77,03	4%
	Calera de Tango	9	0,46%	129,80	6%
	Paine	53	2,72%	1376,97	65%
	San Bernardo	65	3,34%	541,93	25%
<b>Total Provincia Maipo</b>		<b>149</b>	<b>7,66%</b>	<b>2125,73</b>	<b>100%</b>
Talagante	El Monte	25	1,29%	68,09	2%
	Isla de Maipo	26	1,34%	113,21	3%
	Padre	42	2,16%	1848,12	53%

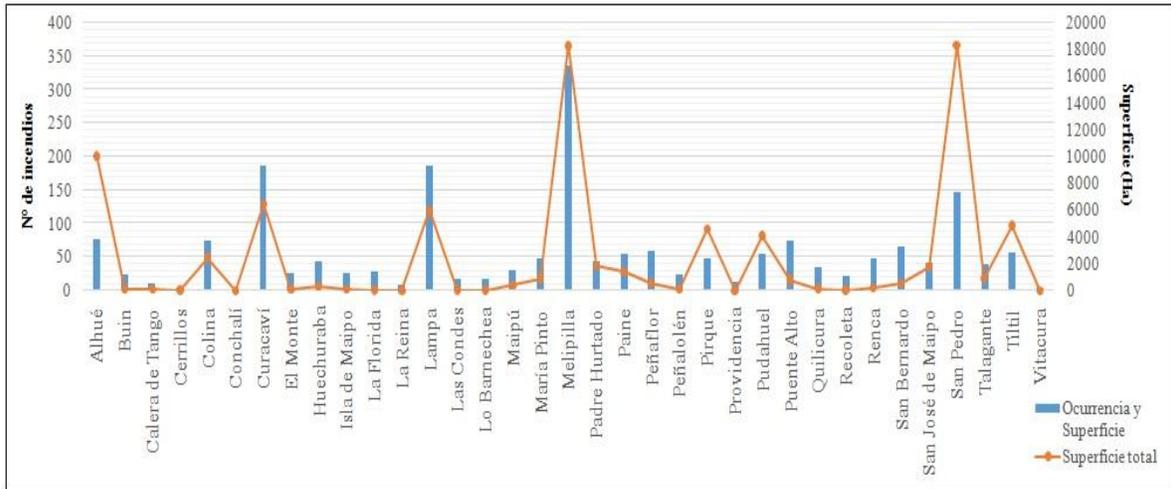


	Hurtado				
	Peñaflor	59	3,03%	573,12	16%
	Talagante	38	1,95%	901,27	26%
<b>Total Provincia Talagante</b>		<b>190</b>	<b>9,77%</b>	<b>3503,81</b>	<b>100%</b>
Santiago	Cerrillos	3	0,15%	24,8	0%
	Conchalí	1	0,05%	10,00	0%
	Huechuraba	43	2,21%	317,79	6%
	La Florida	27	1,39%	41,77	1%
	La Reina	7	0,36%	11,51	0%
	Las Condes	17	0,87%	32,72	1%
	Lo Barnechea	17	0,87%	49,78	1%
	Maipú	30	1,54%	405,8	7%
	Peñalolén	23	1,18%	112,84	2%
	Providencia	11	0,57%	3,19	0%
	Pudahuel	53	2,72%	4097,75	75%
	Quilicura	34	1,75%	137,99	3%
	Recoleta	20	1,03%	23,84	0%
	Renca	48	2,47%	182,62	3%
	Vitacura	3	0,15%	3,01	0%
<b>Total Provincia Santiago</b>		<b>337</b>	<b>17,33%</b>	<b>5455,41</b>	<b>100%</b>

Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

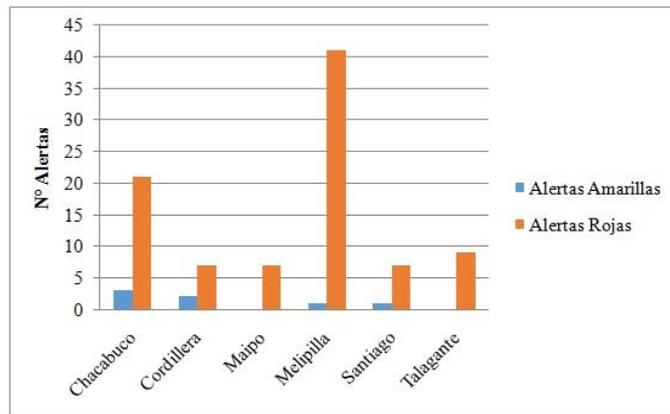


### Anexo 8: Incendios forestales y superficie quemada por comuna en el quinquenio, RM



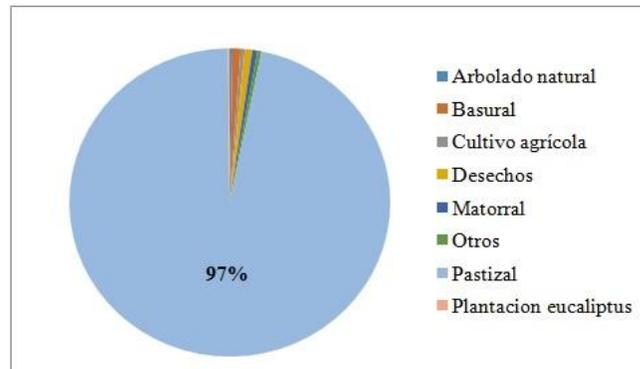
Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

### Anexo 9: Alertas amarillas y rojas de Incendios forestales 2013-2018, escala provincial, RM



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.

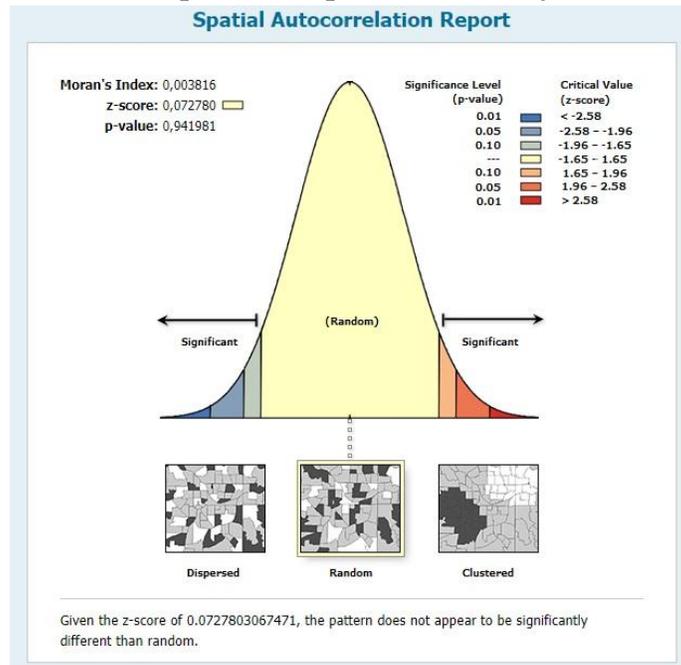
### Anexo 10: Combustible inicial en incendios forestales 2013-2018, RM



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.



### Anexo 11: Autocorrelación espacial de superficie afectada y ocurrencia 2013-2018, RM



Autora: Kassandra Sagredo Figueroa, 2020.