



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE GESTIÓN FORESTAL Y SU MEDIO
AMBIENTE

ANÁLISIS DE CAUSALIDAD DE INCENDIOS FORESTALES EN LA
REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS, CHILE
CENTRAL

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

ALLAM CHRISTOPHER GONZÁLEZ PÉREZ

Profesor Guía: Sr. Miguel Castillo Soto. Ingeniero Forestal,
Doctor en Recursos Naturales y Sostenibilidad

Santiago, Chile

2018

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y
DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE GESTIÓN FORESTAL Y SU MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS DE CAUSALIDAD DE INCENDIOS FORESTALES EN LA
REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS, CHILE
CENTRAL

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

ALLAM CHRISTOPHER GONZÁLEZ PÉREZ

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. Miguel Castillo Soto	...6,6...
Prof. Consejero Sr. Guillermo Julio Alvear	...5,8...
Prof. Consejero Sr. Roberto Garfias Salinas	...6.5...

Dedicatoria

Esta memoria de título va dedicada a mis padres, Carola Pérez y Néstor González, a mi abuela María Calderón, Mis hermanos Cristóbal González y Fabián González y en especial a Cinthia González Calderón.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer al, el profesor guía Miguel Castillo, quien tuvo toda la paciencia y apporto con los conocimientos necesarios para poder llevar a cabo este documento.

Al profesor Guillermo Julio, quien aporto con su experiencia y conocimiento, a Iván Castillo y Raúl Díaz, quienes siempre han sido un apoyo profesional y anímico, a Marie Claire Aravena, por su contribución en la traducción del resumen y su apoyo anímico.

Agradecer también al departamento de Manejo del Fuego de CONAF de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, en especial a Mabel Ortega quien aporta con datos y bibliografía.

Índice de Contenidos

1	Introducción.....	1
2	Materiales y Métodos.....	3
2.1	MATERIALES.....	3
2.1.1	Área de Estudio.....	3
2.1.2	Antecedentes generales.....	3
2.1.3	Fuentes de información, material cartográfico y software.....	3
2.2	MÉTODOS.....	4
2.2.1	Definición de la zona de trabajo y elección de unidades de superficie.....	4
2.2.2	Análisis de Ocurrencia.....	4
2.2.3	Evaluación Temporal de la Ocurrencia.....	4
2.2.4	Delimitación de zonas Críticas de ocurrencia.....	5
2.2.5	Delimitación de sectores críticos de ocurrencia.....	6
2.2.6	Análisis de la causalidad.....	6
2.2.7	Análisis temporal de la causalidad.....	7
2.2.8	Medidas de prevención.....	7
2.2.9	Síntesis metodológica.....	7
3	Resultados y Discusión.....	10
3.1	Análisis de la Ocurrencia de Incendios Forestales.....	10
3.1.1	Resultados Generales.....	10
3.1.2	Análisis Espacial de la Ocurrencia.....	11
3.1.3	Análisis Temporal de la Ocurrencia.....	13
3.2	Definición de las zonas de ocurrencia.....	15
3.2.1	Calificación de la ocurrencia.....	15
3.2.2	Caracterización de las Zonas de Ocurrencia y sus Sectores Críticos.....	24
3.2.3	Análisis de los sectores Críticos de ocurrencia.....	27
3.3	Análisis de la causalidad de incendios forestales.....	53
3.3.1	Análisis espacial de la causalidad.....	53
3.3.2	Análisis Cronológico de la Causalidad de Incendios Forestales.....	62
3.4	Recomendaciones para la prevención.....	72

3.4.1	Silvicultura Preventiva.....	72
3.4.2	Sensibilización.....	73
4	Conclusiones.....	75
5	BIBLIOGRAFÍA.....	78

Índice de Cuadros y Figuras

Cuadro 1. Ocurrencia de Incendios Forestales en los últimos tres quinquenios para la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.....	10
Cuadro 2. Ocurrencia de Incendios Forestales entre los años 2002 – 2016 para la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.....	11
Cuadro 3. Ocurrencia de incendios forestales, según tránsito de personas.....	24
Cuadro 4. Antecedentes de los Sectores Críticos. Quinquenio 2002 – 2006.....	28
Cuadro 5. Distribución General de la Causalidad para el Total de la Zona de Estudio y el Total del Período de Estudio.	54
Cuadro 6. Distribución Porcentual de la Causalidad para los Distintos Quinquenios.	55
Cuadro 7. Distribución Porcentual de la Causalidad para el Total Regional y el Promedio de las Zonas de Ocurrencia.	56
Cuadro 8. Medidas de Prevención asociadas a cada sector Crítico.	74
Figura 1. Diagrama de procesos realizados durante la memoria de título.	9
Figura 2. Distribución Espacial de la Ocurrencia de Incendios Forestales en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins para el período 2002 – 2016.	12
Figura 3. Ocurrencia de incendios forestales para cada quinquenio y para la totalidad del período de estudio por comunas.....	13
Figura 4. Densidad de incendios forestales para cada quinquenio y para la totalidad del período de estudio por comunas.....	14
Figura 5. Unidades de análisis según ocurrencia	16
Figura 6. Visualización de las zonas críticas de ocurrencia. Período 2002 – 2016. A pixel de 100 ha; B pixel de 25 ha.....	17
Figura 7. Gráfico de superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2002 – 2006.....	19
Figura 8. Gráfico de superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2007 – 2011.....	20
Figura 9.. Gráfico de superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2012 – 2016.....	21
Figura 10. Gráfico de superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para la totalidad del período de estudio.	22
Figura 11. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para el Quinquenio 2002 - 2006.	25
Figura 12. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para el Quinquenio 2007 - 2011	25
Figura 13. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para el Quinquenio 2012 – 2016.....	26
Figura 14. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para la totalidad del período de estudio (2002 – 2016).....	26
Figura 15. Visualización general de los Sectores Críticos de Ocurrencia.	27
Figura 16. Visualización del Sector Crítico 1. Período 2002 – 2016.....	29
Figura 17. Visualización del Sector Crítico 1. Quinquenio 2002 – 2006.	30
Figura 18. Visualización del Sector Crítico 1. Quinquenio 2007 – 2011.....	31

Figura 19. Visualización del Sector Crítico 1. Quinquenio 2012 – 2016.	32
Figura 20. Visualización del Sector Crítico 2. Período 2002 – 2016.....	33
Figura 21. Visualización del Sector Crítico 2. Quinquenio 2002 – 2006.	33
Figura 22. Visualización del Sector Crítico 2. Quinquenio 2007 – 2011.	34
Figura 23. Visualización del Sector Crítico 2. Quinquenio 2012 – 2016.	35
Figura 24. Visualización del Sector Crítico 3. Período 2002 – 2016.....	36
Figura 25. Visualización del Sector Crítico 3. Quinquenio 2002 – 2006.	36
Figura 26. Visualización del Sector Crítico 3. Quinquenio 2007 – 2011.	37
Figura 27. Visualización del Sector Crítico 3. Quinquenio 2012 – 2016.	38
Figura 28. Visualización del Sector Crítico 4. Período 2002 – 2016.....	39
Figura 29. Visualización del Sector Crítico 4. Quinquenio 2002 – 2006.	39
Figura 30. Visualización del Sector Crítico 4. Quinquenio 2007 – 2011.	40
Figura 31. Visualización del Sector Crítico 4. Quinquenio 2012 – 2016.	41
Figura 32. Visualización del Sector Crítico 5. Período 2002 – 2016.....	42
Figura 33. Visualización del Sector Crítico 5. Quinquenio 2002 – 2006.	42
Figura 34. Visualización del Sector Crítico 5. Quinquenio 2007 – 2011.	43
Figura 35. Visualización del Sector Crítico 5. Quinquenio 2012 – 2016.	44
Figura 36. Visualización del Sector Crítico 6. Período 2002 – 2016.....	45
Figura 37. Visualización del Sector Crítico 6. Quinquenio 2002 – 2006.	45
Figura 38. Visualización del Sector Crítico 6. Quinquenio 2007 – 2011.	46
Figura 39. Visualización del Sector Crítico 6. Quinquenio 2012 – 2016.	47
Figura 40. Visualización del Sector Crítico 7. Período 2002 – 2016.....	48
Figura 41. Visualización del Sector Crítico 7. Quinquenio 2002 – 2006.	48
Figura 42. Visualización del Sector Crítico 7. Quinquenio 2007 – 2011.	49
Figura 43. Visualización del Sector Crítico 7. Quinquenio 2012 – 2016.	50
Figura 44. Visualización del Sector Crítico 8. Período 2002 – 2016.....	51
Figura 45. Visualización del Sector Crítico 8. Quinquenio 2002 – 2006.	51
Figura 46. Visualización del Sector Crítico 8. Quinquenio 2007 – 2011.	52
Figura 47. Visualización del Sector Crítico 8. Quinquenio 2012 – 2016.	53
Figura 48. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Quinquenio 2002 - 2006	58
Figura 49. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Quinquenio 2007 - 2011	59
Figura 50. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Quinquenio 2012 – 2016.....	60
Figura 51. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Período 2002 - 2016.....	61
Figura 52. Tendencia Cronológica de la Causa Accidentes Eléctricos.....	62
Figura 53. Tendencia Cronológica de la Causa Actividades de Extinción de Incendios Forestales.	63
Figura 54. Tendencia Cronológica de la Causa Actividades de Extinción de Actividades Recreativas.	64
Figura 55. Tendencia Cronológica de la Causa Confección y/o Extracción de Productos Secundarios del Bosque.	65
Figura 56. Tendencia Cronológica de la Causa Faenas Agrícolas y Pecuarias.	65
Figura 57. Tendencia Cronológica de la Causa Faenas Forestales.	66
Figura 58. Tendencia Cronológica de la Causa Incendios de causa Desconocida.	67

Figura 59. Tendencia Cronológica de la Causa Incendios de Causa Desconocida.....	68
Figura 60. Tendencia Cronológica de la Causa Incendios Naturales.	68
Figura 61. Tendencia Cronológica de la Causa Operaciones en Vías Férreas.....	69
Figura 62 Tendencia Cronológica de la causa Otras Actividades.	70
Figura 63 Tendencia Cronológica de la causa Quema de Desechos.....	70
Figura 64. Tendencia Cronológica de la causa Tránsito de Personas y Vehículos.....	71

Resumen y Palabras Clave

La presente memoria de título, tiene como finalidad analizar las causas generales de incendios forestales en la Sexta Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, estudiando su distribución espacial, temporal y las tendencias de ocurrencia en un período de tres quinquenios (2002 – 2006, 2007 – 2011 y 2012 – 2016), con el fin de contribuir con la formulación de programas de prevención.

El estudio abarcó las 33 comunas presentes en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Las bases de datos solicitadas contenían información respecto a ubicación de los incendios, sus causas y fecha de ocurrencia, las cuales fueron ordenadas y filtradas con el fin de eliminar datos incompletos o inexactos. Posterior a la aplicación del filtro se ingresaron los datos de ubicación espacial en forma de coordenadas UTM en huso 19 Sur al Sistema de Información Geográfica. En total se ingresaron los datos de 2.960 incendios forestales, los cuales fueron agrupados en: 1.014 para el quinquenio comprendido entre los años 2002 – 2006, 1073 en el quinquenio 2007 – 2011 y 873 en el quinquenio 2012 – 2017, adicionalmente se creó una capa para todo el período de estudio con los 2.960 incendios.

Con estos datos, se construyó un mapa general sobre zonas críticas de ocurrencia de incendios, las que muestran de manera gráfica la tendencia espacial seguida por la ocurrencia de incendios.

Se delimitaron Sectores Críticos de Ocurrencia, mediante la aplicación de una clasificación basada en la desviación estándar. De esta manera se obtuvieron las áreas más densas en cuanto a ocurrencia de incendios. Las áreas delimitadas fueron agrupadas de acuerdo a su cercanía geográfica, proyección espacial y condiciones locales, creando como resultado los sectores Críticos de Ocurrencia de incendios para cada quinquenio.

Cada incendio ingresado al Sistema de Información Geográfica, posee una causa general, la que representa una clasificación que los agrupa según su razón de origen. En este punto destaca que prácticamente ningún incendio se originó por causas naturales. Se comprobó que las causas más conflictivas de incendios forestales son: “Tránsito de Personas y Vehículos”, “Incendios Intencionales” y “Faenas Agrícolas y Pecuarias”. Esta última causa resulta muy relevante debido a las actividades asociadas a la vocación productiva de la región. A su vez se comprobó que la causa menos conflictiva es “Operaciones en Vías Férreas”.

Se analizaron las causas en cada uno de los sectores críticos, considerando factores locales del sector como la cercanía a centros turísticos o de alta población, uso de suelo, número de habitantes, vocación productiva, ruralidad y red caminera. En estos sectores conflictivos de ocurrencia se encontró que las causas más frecuentes son: “Tránsito de Personas y Vehículos” e “Incendios Intencionales”, las que están permanentemente presentes en todos los sectores críticos de ocurrencia a lo largo de la totalidad del período de estudio.

Se analizó la evolución en el tiempo de cada una de las causas, con el fin de evidenciar las variaciones que estas han tenido entre los años 2002 - 2016. Para esto se graficaron los valores de ocurrencia de cada causa, de esta manera se pudo observar la evolución, en el

transcurso de los años. Finalmente se realizó un análisis considerando las condiciones locales de la región.

Se propuso algunas medidas de prevención asociadas a cada sector crítico, considerando documentos técnicos y manuales de prevención de CONAF, además de las condiciones locales de cada uno de los sectores, en las que se encuentran: Grado de ruralidad, número de habitantes, vegetación existente, vocación productiva, red vial, causas más representativas y población flotante. Las recomendaciones son presentadas agrupadas por ámbito en silvicultura preventiva o sensibilización.

Palabras Claves: Incendio Forestal, Causalidad de Incendios, Ocurrencia de Incendios, Sector Crítico, Prevención.

Abstract

The purpose of this study is to analyze the general causes of forest fires in the Sixth Region of Libertador General Bernardo O'Higgins. It studies their spatial and temporal distribution and tendency of occurrence in five - year periods (2002-2006, 2007 - 2011 and 2012 – 2016). The final purpose is to assist in formulating prevention programs

The study includes the 33 districts present in the region of Libertador General Bernardo O'Higgins. The databases requested contained information about the location of the fires, their causes and date of occurrence, which were sorted and filtered to eliminate complete or inaccurate data. Moreover, the data about the spatial location were entered in the form of UTM coordinates in a 19 S spindle to the Geographic Information System. In total, the data of 2960 forest fires were entered, and grouped into: 1014 for the five- year period between 2002 - 2006, 1073 in the five - year period between 2007 – 2011, and 873 in the five - year period between 2012 - 2017, additionally, a layer was created for the entire study period with the 2960 fires.

With the information collected, we generated a general map showing the critical areas of wildfires which can graphically show us the spatial projection followed by the forest fires occurrence.

Critical Sectors of Occurrence were delimited by the application of a classification based on a standard deviation. In this way, we obtained the most conflicted areas in terms of occurrence of fires which were put into groups according to their geographical proximity, spatial tendency and local conditions, creating as a result the critical sectors of occurrence of fires for each of the five-year period.

Each wildfire entered into the Geographic Information System has a general cause, representing a classification that groups them according to their reason of origin. This point highlights that virtually no fire originates from natural causes. It was checked that the most conflicting causes of wildfires are: “Transit of people and vehicles”, “Intentional fires” and “Tasks for agricultural and livestock”, the latter is very important because it is associated to the activities that are the productive center of the region. On the other hand, we also found that the less controversial cause is the “Operation on railroads”.

We analyzed the causes in each of the critical sectors considering the local factors by sector such as the proximity to tourist centers or high population, use of the land, number of habitants, productive vocation, rural world and road network. In these conflict sectors of occurrence was found that the most frequent causes are: “Transit of people and vehicles” and “Intentional fires” which are present in the critical areas of occurrence throughout all the period of study.

We analyzed each of the causes and their evolution through time to show their variations between the period 2002 - 2016. For this purpose, the data of each cause was graphed, in this way we were able to see how they evolved over the years. Finally, we analyzed the data considering the local conditions of the region.

We proposed prevention measures associated with each critical sector, in these we considered CONAF's technical documents and prevention manuals, as well as local conditions of each sector, such as: degree of influence of rural world, number of inhabitants, existing vegetation, productive vocation, road network, other representative causes and floating population. The recommendations are presented grouped by area in preventive forestry or sensitization

Keywords: Forest fire, Causality of Fires, Forest Fires Occurrence, Critical Sectors, Prevention.

1 INTRODUCCION

Un incendio forestal corresponde a un fuego que se propaga sin control a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta. Los incendios forestales pueden ser de origen antrópico o natural y se pueden clasificar según la capa vegetal afectada como de superficie cuando afectan al sotobosque, aéreos o también llamados de copas cuando el fuego avanza por la parte superior de los árboles y subterráneo cuando el material quemado es raíces y capas orgánicas del suelo. Es común que los incendios forestales correspondan a más de una clasificación en la práctica, por lo que no debiese parecer extraño la combinación de estas. (SILVA, 2008).

Los incendios forestales representan una de las principales causas de disminución de la vegetación y suelos fértiles en el mundo; son también una importante fuente de emisión de carbono y polución a la atmósfera, lo que contribuye a la disminución de la actividad fotosintética en la flora, además de esto tienen efectos negativos directos en la salud de personas y animales como también en la calidad de vida de la población. (Urzúa y Cáceres, 2011)

En Chile, la protección contra los incendios forestales se encuentra en manos de dos sectores, primeramente, el sector público realizando esta labor a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el sector privado representado principalmente por planes de prevención, detección y combate incendios, elaborados, financiados y ejecutados por las empresas forestales.

La ocurrencia de incendios forestales en el país responde en su gran mayoría a alguna causa de origen antrópico, ya sea intencional o accidental (Julio, 1992). Sin embargo, resulta sumamente preocupante el hecho de que una de las causas más frecuentes sea la de incendios intencionales. A su vez es muy poco frecuente el inicio de un fuego por causas naturales como erupciones volcánicas y tormentas eléctricas. Es por esto que resulta necesario orientar las campañas de prevención a cambiar el comportamiento de las poblaciones, a través de la educación y concientización del daño que generan los incendios forestales, en conjunto con mayores esfuerzos en materia de silvicultura preventiva.

CONAF cuenta con un registro de causalidad de incendios, que se elabora desde el año 1976, la que agrupa los incendios en 9 causas generales, las que se subdividen en 39 causas específicas, registrándolas en formato GEOREF (PÉREZ, 1997). A contar del año 2002 la clasificación del registro se reformula quedando de tal manera que en primer lugar identifica el grupo de causalidad, esto corresponde a una clasificación global de 4 categorías, de estos 4 grupos se desprenden 13 categorías de clasificación llamadas causas generales, que contienen a su vez 95 causas específicas, además de empezar a utilizar un registro de coordenadas UTM. (POULAIN, 2005).

Con la cantidad de información disponible, además de los grandes avances tecnológicos en el ámbito de procesamiento de datos, se puede realizar un estudio detallado de la causalidad

de incendios y su dinámica o comportamiento en el tiempo y el espacio, para así contribuir al desarrollo de estudios complementarios y apoyar las campañas de prevención.

Por lo anterior, en la presente memoria de título se pretende, determinar la dinámica espacial y temporal de la causalidad de incendios forestales para la Región de O'Higgins en el período 2002 – 2016.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES

2.1.1 Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en la Región de O'Higgins, la cual se ubica en la Zona Central del país y se extiende entre los 33°51' y 35°01' S y desde el meridiano 70°02' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. Incluye la totalidad de la superficie regional.

2.1.2 Antecedentes generales

Según la clasificación político-administrativa la Región se divide en 3 provincias y 33 comunas, abarcando una superficie de 16.387 km². Su población estimada es de 780.627 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas, 2012). Las actividades productivas se basan principalmente en el aprovechamiento de los recursos naturales que ofrecen los sectores forestales, maderero, minero, vitivinícola y agrícola (CEOC, 2011).

La Región se encuentra bajo la influencia de un Clima Templado de tipo Mediterráneo, presentando una estación seca de seis meses e invierno lluvioso, en el sector litoral predomina el Clima Templado Nuboso, el que se ve afectado por la influencia oceánica, en la Depresión Intermedia predomina el Clima Templado de tipo Mediterráneo Cálido y en alturas sobre los 3.500 msnm predomina el Clima Frío de altura con predominio de nieves eternas (Instituto Nacional de Estadísticas, 2007).

De acuerdo a lo establecido en la actualización y monitoreo del “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” realizado en el año 2009 por la CONAF, el 42% de la superficie regional corresponde a suelos de aptitud preferentemente forestal, el 14% a suelos de clase IIIs, IIIw y IIIe y un 12% a suelos preferentemente para praderas (CONAF, 2011).

2.1.3 Fuentes de información, material cartográfico y software

Los antecedentes para la realización del siguiente estudio fueron obtenidos principalmente de entidades gubernamentales. Las estadísticas de incendios forestales fueron obtenidas del sitio web de CONAF, debido a que estos son de libre descarga para cualquier usuario. Las coberturas digitales como catastro vegetacional, hidrografía, redes camineras, cuerpos de agua, límites administrativos y áreas protegidas fueron obtenidos desde La infraestructura de datos geoespaciales, perteneciente al Ministerio de Bienes Nacionales.

Los datos necesarios para la realización de la caracterización del uso del fuego en la Región, tales como ubicación, intensidad, tipo de quema, tamaño del predio, etc., fueron solicitados a CONAF mediante su sitio web. Este proceso se realiza mediante una solicitud de información, debido a que estos datos no tienen un carácter público.

Para el procesamiento de datos se utilizó softwares de procesamiento de texto y para el procesamiento de cartografías digitales se utilizó sistemas de información geográfica.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Definición de la zona de trabajo y elección de unidades de superficie

Las coberturas utilizadas se establecieron en formato ráster con una resolución espacial de 500 x 500 m por ser este un tamaño apropiado para evaluar geográficamente el fenómeno de ocurrencia y causalidad. Pérez en el año 1997, sugiere un tamaño de celdilla de 1.000 x 1.000 m para el análisis, por esta razón se realizaron pruebas con ambas resoluciones.

2.2.2 Análisis de Ocurrencia

Para realizar el análisis de ocurrencia de incendios forestales en la Región, se utilizó la base de datos de incendios de CONAF, la que contiene la información de la ubicación de los incendios en coordenadas UTM.

Con la ayuda del software de procesamiento de bases de datos Excel se filtraron y ordenaron las bases de datos de CONAF, para su utilización en los objetivos de este estudio.

A partir de esta información y con la ayuda de sistemas de información geográfica se procedió a la ubicación y visualización espacial de los siniestros. Para realizar la ubicación de incendios, se utilizó la base de datos antes preparada, la cual entre muchos datos contiene la información de las coordenadas UTM Este y Norte 19 Sur. Con los incendios ya ubicados como puntos se procedió a filtrar y clasificar los datos espaciales eliminando todos los registros sin información y/o aquellos que se localizaran fuera del límite regional.

Una vez que se generaron los puntos de ocurrencia de incendios para todos los años, agrupó esta información por quinquenios (2002-2006, 2007-2011 y 2012 -2016), adicional a esto se creó una capa con la totalidad de los puntos para todo el período de estudio (2002-2016).

Posteriormente se transformó las capas a formato ráster, asignándole a cada pixel el valor correspondiente a la suma de los puntos de ocurrencia por quinquenio que se encontraran dentro de este. Se construyeron dos capas ráster para cada quinquenio y dos capas para la totalidad del período de estudio, con la finalidad de probar distintos tamaños de pixel con el fin de elegir el que mejor se acomode a los análisis de la presente memoria de título, un grupo de capas se procesó en un tamaño de 500 x 500 m y el otro grupo en pixeles de 1.000 x 1.000m. Con esto se obtuvo mapas de ocurrencia en los cuales a cada pixel que contenga información se le asigna un color dependiendo de la cantidad de incendios ocurridos en el área que abarca.

2.2.3 Evaluación Temporal de la Ocurrencia.

Se calculó la densidad de incendios como el número de incendios por quinquenio cada 10.000 ha, y como el número de incendios por año cada 10.000 ha, como lo propone Julio

el año 1992. Para esto se construyó una grilla 10.000 x 10.000 metros, la que posteriormente fue convertida en polígonos, dando como resultado una cuadrícula que abarca la extensión de la región. A continuación, se procedió a contar todos los incendios que se encontraban contenidos en cada una de las celdas de la grilla, para finalmente obtener un promedio por quinquenio y por año, y de esta manera la densidad de incendios. Adicional a esto se construyó la distribución porcentual de la ocurrencia de incendios por quinquenio y por año.

Se calculó la Densidad de incendios por comuna, para obtener esta información, se utilizó como base los límites comunales de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, de esta manera se obtuvo una capa con el número de incendios por comunas.

Para el análisis temporal de la ocurrencia se agruparon los datos de ocurrencia y densidad de incendios por quinquenios y para cada una de las comunas presentes en la Región. Con estos datos ordenados se observó y analizó el comportamiento de la ocurrencia, poniendo énfasis en los valores máximos y mínimos por quinquenio y para el total del período de estudio, para identificar las comunas más conflictivas.

2.2.4 Delimitación de zonas Críticas de ocurrencia

Con los datos de ocurrencia ya ingresado en el SIG se identificaron las zonas con alta concentración de incendios forestales y posteriormente se procedió a atenuar las diferencias muy grandes entre los valores de píxeles vecinos, mediante la aplicación de un filtro de valor medio, el que consiste en asignar un valor a cada celdilla correspondiente al valor medio de las unidades adyacentes. Esto ayudó a definir con mayor claridad los límites de las zonas de ocurrencia.

Las zonas de ocurrencia fueron clasificadas en tres, bajo el criterio de intervalos o cortes naturales estableciendo los límites donde se encontraron diferencias considerables entre los valores, quedando definidas como zonas de alta ocurrencia, zonas de ocurrencia media y zonas de baja ocurrencia. Luego se calcularon las superficies totales y de cada clasificación por comuna y por quinquenios incluyendo el análisis para la totalidad del período de estudio.

Se realizó un análisis basándose en las superficies de cada clasificación de ocurrencia por comuna de la región, de esta forma se presenta detalladamente la superficie afectada por zonas de baja media y alta ocurrencia para cada quinquenio y para el período completo de estudio, siendo posible identificar las comunas con más conflictividad en materia de ocurrencia de incendios forestales.

Una vez obtenidas las zonas críticas de ocurrencia estas fueron clasificadas en dos grupos: El primero grupo corresponde a las zonas con alto tráfico y cercanía a centros poblados, mientras que el segundo grupo corresponde a las zonas con bajo tráfico y lejanas a centros poblados. Para esto se obtuvo a través de la página de descarga de capas geográficas de la infraestructura de datos espaciales del ministerio de Agricultura, las capas de caminos y

zonas urbanas. De la capa de camino se extrajo aquellos que presentaran un alto tránsito vehicular potencial, excluyendo los caminos de tierra o de menos envergadura. A los caminos seleccionados se les asignó un área de 1 km de influencia para abarcar el efecto de la basura arrojada desde los vehículos en la ocurrencia de incendios forestales. Bajo estos mismos criterios se asignó un área de influencia a la capa de zonas urbanas la que fue unida a la capa de influencia de caminos generando una capa de alta influencia poblacional, la que se utilizó para seleccionar aquellas zonas críticas de ocurrencia de incendios, influenciadas fuertemente por el tránsito de personas. Las zonas críticas restantes fueron agrupadas en una capa de baja influencia del tránsito de personas.

2.2.5 Delimitación de sectores críticos de ocurrencia

Para un mejor entendimiento de las zonas críticas de ocurrencia, se realizó otra subdivisión en sectores críticos, para esto se utilizó un cambio en el tamaño del pixel dejándolo de 500 x 500 m, posterior a esto se procedió a clasificar con un criterio de dos desviaciones estándar las capas y excluyendo los de baja conflictividad, dejando solo aquellos clasificados como de mediana y alta ocurrencia. El número de sectores críticos se definió mediante un análisis visual considerando la ubicación y cercanía geográfica de los sectores, además de las tendencias generadas a partir de la influencia de la red de caminos y los centros poblados, de los datos agrupados para la totalidad del período de estudio. De esta manera se obtuvo una división estandarizada en ocho sectores críticos para cada quinquenio.

El análisis de los sectores críticos se realizó en base a la superficie que abarcan, las unidades de análisis presentes y las condiciones locales del lugar donde se insertan, como la densidad de caminos el grado de ruralidad y la vocación productiva. Estas dos últimas variables fueron obtenidas de la división político administrativa y censal del año 2007 disponible en la página del Instituto Nacional de Estadísticas de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins y del documento de trabajo N.º 60 del centro latinoamericano para el desarrollo rural, el cual agrupa las comunas de todo Chile en nueve grupos, definidos por la densidad poblacional, tasa de ruralidad calculada en base a variables económicas, demográficas y de acceso a servicios, capital humano, calidad en la conectividad y uso de suelo según la Actualización del año 2013 del catastro de Bosque Nativo. Se consideró como una unidad de análisis a una agrupación de 100 ha. Cabe destacar que el valor de las unidades de análisis fue aproximado al entero más cercano.

2.2.6 Análisis de la causalidad

Para la realización de los análisis de causalidad, primeramente, se reclasificó la base de datos de CONAF, con el fin de unificar los datos, debido a que las tablas que los contienen presentan diferencias en la forma en que se estructuran en el período 2002 – 2006. Por esta razón fue necesario construir una tabla, con los datos necesarios agrupados en el mismo formato.

El estudio se enfocó en la dinámica de la causalidad tanto como para las zonas críticas de ocurrencia, como también para todo el territorio y se basó en las proporciones de la ocurrencia por cada causa registrada. La distribución de la causalidad se realizó de manera similar a la ocurrencia, agregando los datos del origen de los incendios y determinando su incidencia en el total.

Primeramente, a cada punto de incendio presente en las capas de ocurrencia se le agregó la información de la causa general que lo originó, con esto se obtuvo la ocurrencia por cada causa y para cada quinquenio. La ocurrencia recién obtenida fue filtrada a nivel de cada sector crítico para realizar un análisis de distribución porcentual por causa por quinquenio y para la totalidad del período de estudio

Para definir el comportamiento de las causas en el tiempo, se determinó las frecuencias de incendios forestales de cada causa para la totalidad del período de estudio y para cada quinquenio. Posteriormente se calculó la distribución porcentual de cada causa a nivel regional y dentro de los sectores críticos de ocurrencia, para realizar una comparación entre estas Finalmente se realizó el mismo análisis para la densidad por causa de incendio.

Con los análisis de ocurrencia y distribución porcentual de las causas generales en cada uno de los sectores críticos de ocurrencia, se obtuvo las causas más conflictivas para cada sector.

2.2.7 Análisis temporal de la causalidad

Se analizó la evolución en el tiempo de las causas generales de ocurrencia de incendios, para esto se graficaron los valores de ocurrencia de cada año y se realizó el análisis separado para cada causa. De esta manera se pudo obtener las causas que van disminuyendo su conflictividad, así como también aquellas que han experimentado variaciones en frecuencia durante el período analizado.

2.2.8 Medidas de prevención

Se proponen medidas de prevención, asociados a las características de cada sector crítico, considerando las causas de la ocurrencia, red caminera, vocaciones productivas, turismo, número de habitantes, ubicación con respecto a grandes centros poblados y los tangibles potenciales a ser afectados.

2.2.9 Síntesis metodológica.

A continuación, se presenta de manera gráfica y resumida la metodología utilizada en este estudio, partiendo desde el trabajo con las bases de datos, hasta el cumplimiento de los objetivos de la memoria de título.

El proceso comienza con la obtención de las bases de datos de incendios de CONAF, la que es procesada e ingresada a un sistema de información geográfica, en donde se obtiene la ocurrencia de incendios para la región en estudio. De la ocurrencia de incendios, se obtienen las capas de ocurrencia por quinquenio y para la totalidad del período de estudio. Posteriormente se calcula la densidad de incendios por comunas y por año cada 10.000 ha, para obtener la dinámica temporal de la ocurrencia. Por otra parte, desde las capas de ocurrencia se obtienen las zonas críticas de ocurrencia, las que son clasificadas y analizadas por comunas para obtener la distribución porcentual de zonas críticas por comuna. Siguientemente las zonas críticas son reclasificadas para obtener los sectores críticos de ocurrencia y la clasificación de zonas críticas por zonas de alto o bajo tránsito de personas, posteriormente los sectores críticos de ocurrencia se analizaron en conjunto a las zonas de ocurrencia por tránsito de personas para obtener la zonificación y caracterización de la causalidad y sus áreas críticas.

Se analizaron las causas según la ocurrencia de incendios, este análisis se complementó posteriormente realizando un análisis de la distribución porcentual de cada causa en el interior de los sectores críticos, obteniendo la dinámica espacial de la causalidad, la que posteriormente se complementa con la dinámica temporal de la causalidad, obtenida del análisis de la evolución en el tiempo de cada causa. Finalmente, al relacionar cada análisis se obtuvo la dinámica de la causalidad basada en zonas y sectores críticos.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de la Ocurrencia de Incendios Forestales

3.1.1 Resultados Generales

El procesamiento de la información sobre ocurrencia y densidad de incendios forestales de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins para el período 2002 – 2016 arrojó los siguientes resultados generales.

Período	Ocurrencia	Ocurrencia (%)*	Densidad de incendios (N° inc/Quinq/10.000 ha)
2002 – 2006	1.014	34,26	7,98
2007 – 2011	1.073	36,25	8,65
2012 – 2016	873	29,49	7,04
Total	2.960	100	8,00

Cuadro 1. Ocurrencia de Incendios Forestales en los últimos tres quinquenios para la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Puede observarse una correspondencia entre el número de incendios (ocurrencia), para cada quinquenio en la región, con la densidad de incendios cada 10.000 ha. El Quinquenio que más ocurrencia y densidad presenta es el comprendido entre los años 2007 – 2011, mientras que el quinquenio con menor densidad y ocurrencia corresponde al comprendido entre los años 2012 – 2016. A continuación, se muestra el mismo análisis para cada año.

* Cifra calculada considerando el total de incendios (2960 eventos), para el período 2002 – 2016

Año	Ocurrencia	Ocurrencia (%)*	Densidad de incendios (N° inc/Año/10.000 Ha)
2002	39	1,32	1,44
2003	263	8,89	3,21
2004	273	9,22	3,59
2005	249	8,41	3,04
2006	190	6,42	2,35
2007	225	7,60	2,59
2008	203	6,86	2,71
2009	233	7,87	3,03
2010	236	7,97	2,78
2011	176	5,95	2,29
2012	166	5,61	2,21
2013	204	6,89	2,79
2014	132	4,46	2,40
2015	230	7,77	2,64
2016	141	4,46	2,01
Total	2960	100	8,00

Cuadro 2. Ocurrencia de Incendios Forestales entre los años 2002 – 2016 para la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins.

La correspondencia mencionada para el análisis por quinquenio sigue manteniéndose, Los valores más altos fueron registrados en el año 2004 y los valores más bajos en el año 2014. Cabe destacar que, si bien en el cuadro puede observarse valores más bajos en los años 2002 y 2016, estos no fueron considerados como tal, ya que se contaba con la información de la mitad de cada uno debido a que los datos de CONAF, son presentados por temporadas comprendidas entre Julio de un año y Junio del siguiente año.

3.1.2 Análisis Espacial de la Ocurrencia.

Debido a los factores que influyen en la ocurrencia de incendios como son la cercanía a centros poblados, densidad poblacional, red de caminos, tamaño de la entidad poblacional, entre otras, fue necesario construir modelos de dispersión de datos, los cuales resultaron similares para cada quinquenio. Para observar esto de manera gráfica se presenta la siguiente figura.

* Cifra calculada considerando el total de incendios (2960 eventos), para el período 2002 - 2016

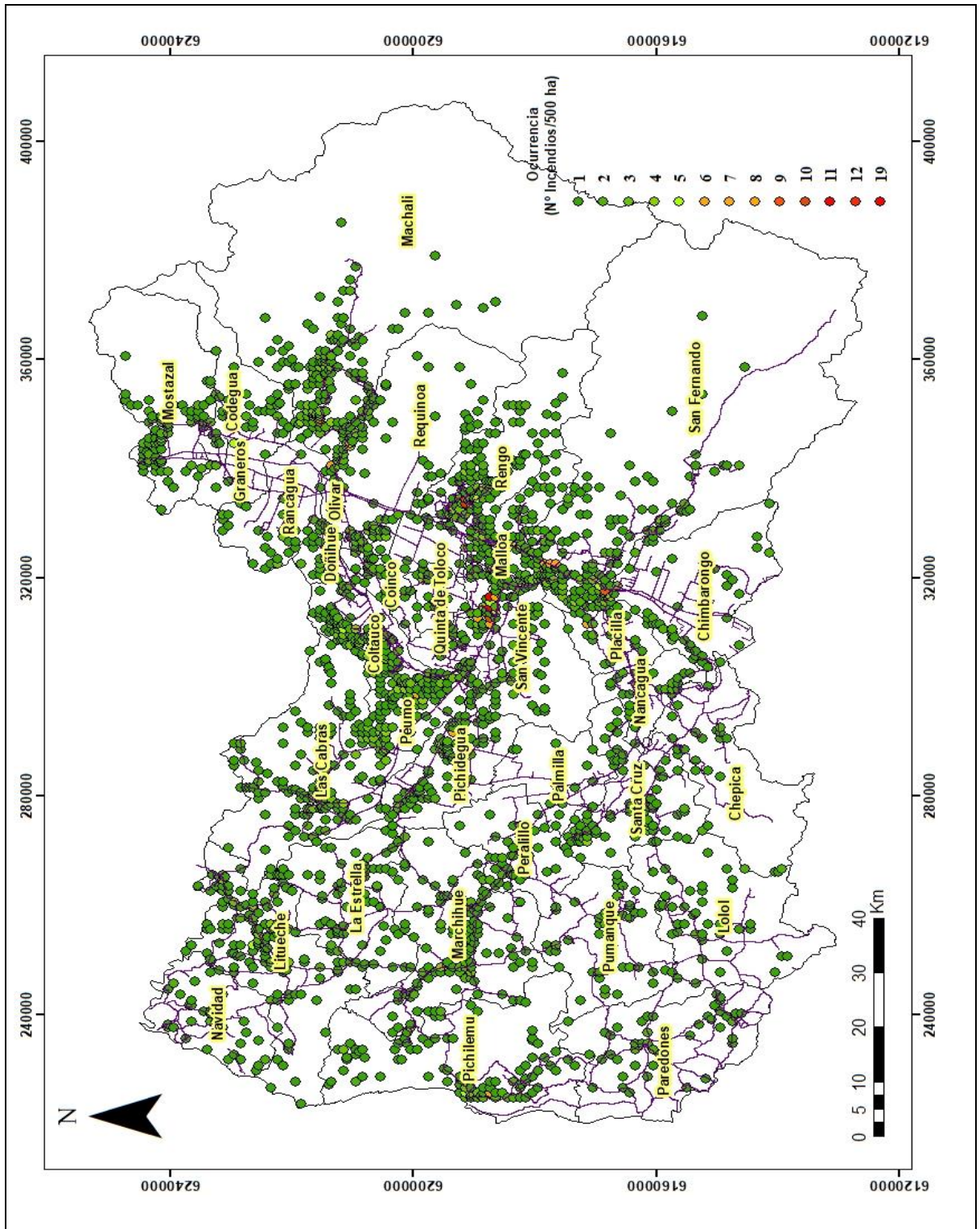


Figura 2. Distribución Espacial de la Ocurrencia de Incendios Forestales en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins para el período 2002 – 2016.

El mapa presentado fue construido sobre la base de todos los incendios registrados en el período de estudio (2002 – 2016). En este se muestra la distribución espacial de la ocurrencia de incendios forestales en la región del Libertador General Bernardo O’Higgins. Se puede observar que el patrón de distribución de la ocurrencia se encuentra fuertemente influenciada por la red caminera presente, la que prácticamente actúa como un eje para los siniestros, además de la cercanía a centros poblados, vocación productiva y zonas de alta afluencia de turistas.

La mayor concentración de incendios se presenta en la depresión intermedia de la región, en donde se encuentra una alta concentración de centros poblados, caminos principales y carreteras como la ruta Panamericana 5 sur o la ruta 66.

3.1.3 Análisis Temporal de la Ocurrencia.

La evolución en el tiempo de la ocurrencia para el período 2002 – 2016 en la zona de estudio, se puede observar las siguientes figuras. (Ver detalle de datos en Apéndice)I.

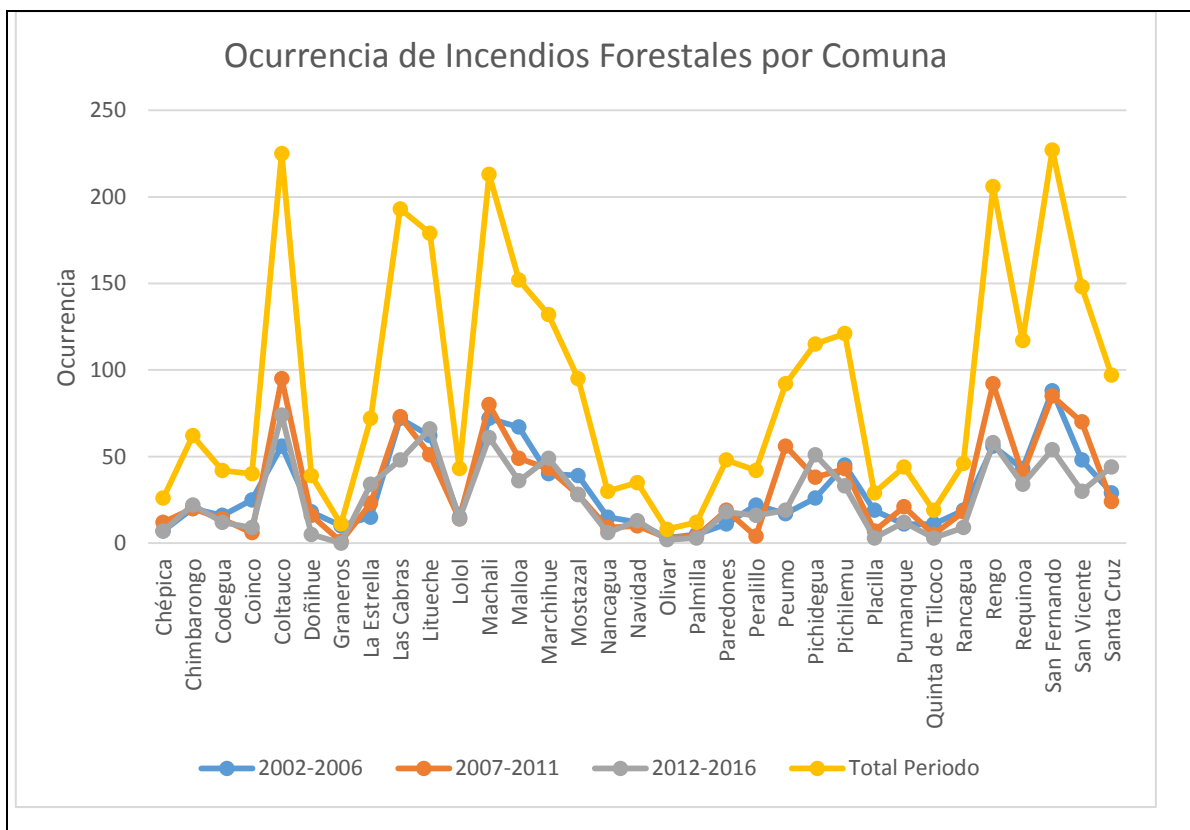


Figura 3. Ocurrencia de incendios forestales para cada quinquenio y para la totalidad del período de estudio por comunas.

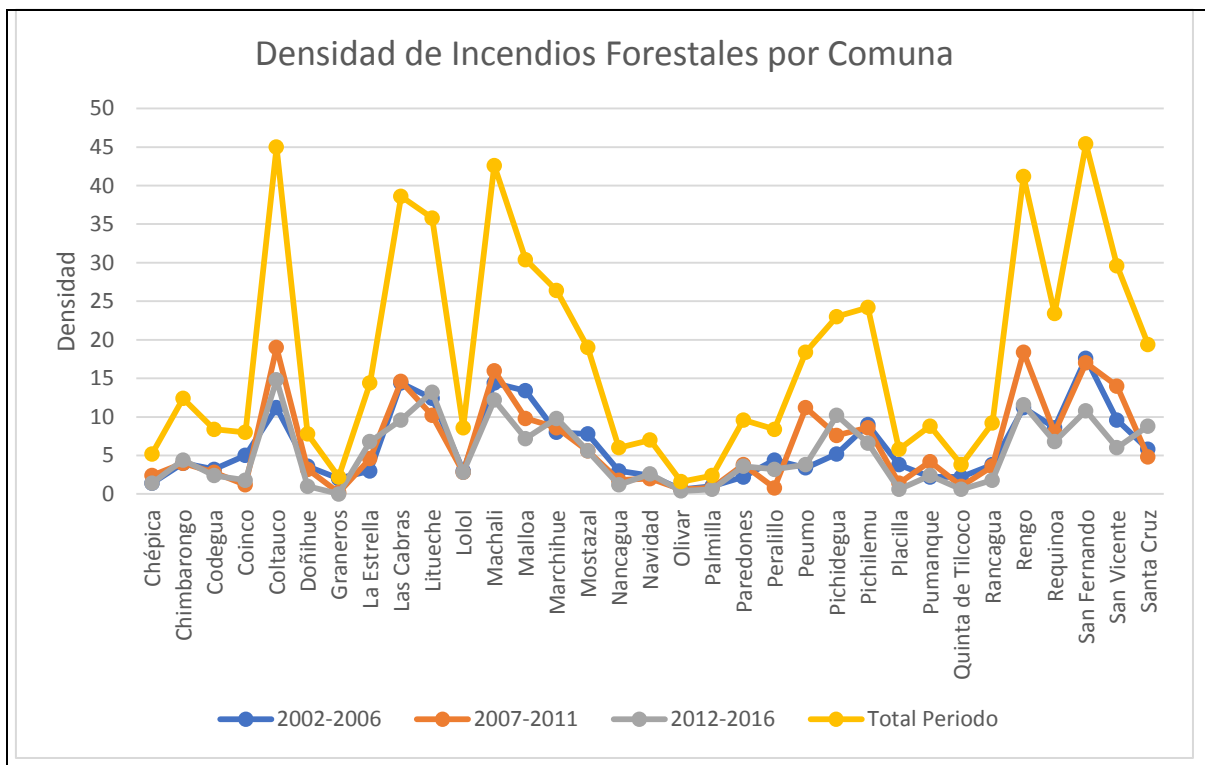


Figura 4. Densidad de incendios forestales para cada quinquenio y para la totalidad del período de estudio por comunas.

Al realizar el análisis de ocurrencia por comunas y por quinquenio, se encuentra que para el quinquenio 2002 – 2006, la comuna de San Fernando fue la que presentó la mayor ocurrencia, mientras que por el contrario la comuna con menor ocurrencia fue El Olivar; para el quinquenio 2007 - 2011, el valor máximo de ocurrencia fue encontrado en la comuna de Coltauco, mientras que el valor más bajo se encontró en la comuna de Graneros. Finalmente, para el quinquenio comprendido entre los años 2012 y 2016 el valor máximo se encontró en la comuna de Coltauco y el mínimo la comuna de Graneros.

La comuna con la mayor ocurrencia dentro de todo el período de estudio, fue San Fernando, por el contrario, la ocurrencia más baja se encontró en la comuna de El Olivar. Siendo estas comunas las mismas que se presentan en el quinquenio 2002 -2006. Los datos de ocurrencia pueden ser explicados por la combinación de factores, como la vocación productiva de la comuna junto a su población rural y el área que abarca.

Para el caso de la densidad por comuna en el quinquenio 2002 – 2006 la máxima densidad de incendios se encontró en la comuna de San Fernando, mientras que la densidad más baja fue encontrada en la comuna de El Olivar. Para el quinquenio 2007 -2011, el mayor valor de densidad se encontró en la comuna de Coltauco y el mínimo en Graneros; para el quinquenio 2012 – 2016 el valor máximo fue nuevamente encontrado en Coltauco y el valor mínimo encontrado nuevamente en la comuna de Graneros; mientras que para la totalidad del período de estudio la mayor densidad se encontró en San Fernando y la mínima en El Olivar. Estos pueden ser explicados por variadas causas, por ejemplo, la

comuna de San Fernando posee una alta población y una densa red de caminos, incluyendo la carretera 5 sur; mientras que en la comuna de Coltauco los datos pueden ser explicados por la cantidad de faenas agrícolas y pecuarias, realizadas en la comuna, la que basa principalmente su economía en el rubro agrícola.

3.2 Definición de las zonas de ocurrencia

Para identificar de manera más clara la distribución espacial de la ocurrencia, se realizó un análisis de identificación y ubicación de zonas críticas de ocurrencia, para cada quinquenio, en la zona de estudio, de manera de establecer con precisión las áreas en donde es más grave el problema de los incendios.

3.2.1 Calificación de la ocurrencia.

A continuación, en la figura 5, se presenta un gráfico con la cantidad de pixeles o unidades de 25 y 100 ha afectadas para cada nivel de ocurrencia de incendios, para cada quinquenio y para todo el período de estudio. Por ejemplo, para el período 2002 -2006 se cuentan 656 unidades o pixeles de 25 ha con 1 incendio de ocurrencia y 6 pixeles o unidades de 25 ha fueron contadas con ocurrencia de 7 incendios. (Ver apéndice I).

A los datos ya agrupados se les aplica un filtro de valor medio, ya expuesto en la metodología. Este filtro tiene como finalidad el suavizamiento de los bordes o pixeles colindantes a zonas de ocurrencia de incendios, ya que en ocasiones se presentan pixeles sin valor de ocurrencia de incendios inmediatamente contiguos a pixeles con un alto valor de ocurrencia de incendios. El filtro se aplicó con ayuda de un sistema de Información Geográfica y con el mismo software se clasificaron en dos las coberturas con el filtro aplicado. A continuación, se presentan las figuras con los filtros aplicados, para la totalidad del período de estudio. En la parte superior para unidades de 100 ha y en la inferior unidades de 25 ha. Figuras por quinquenios en el apéndice I.

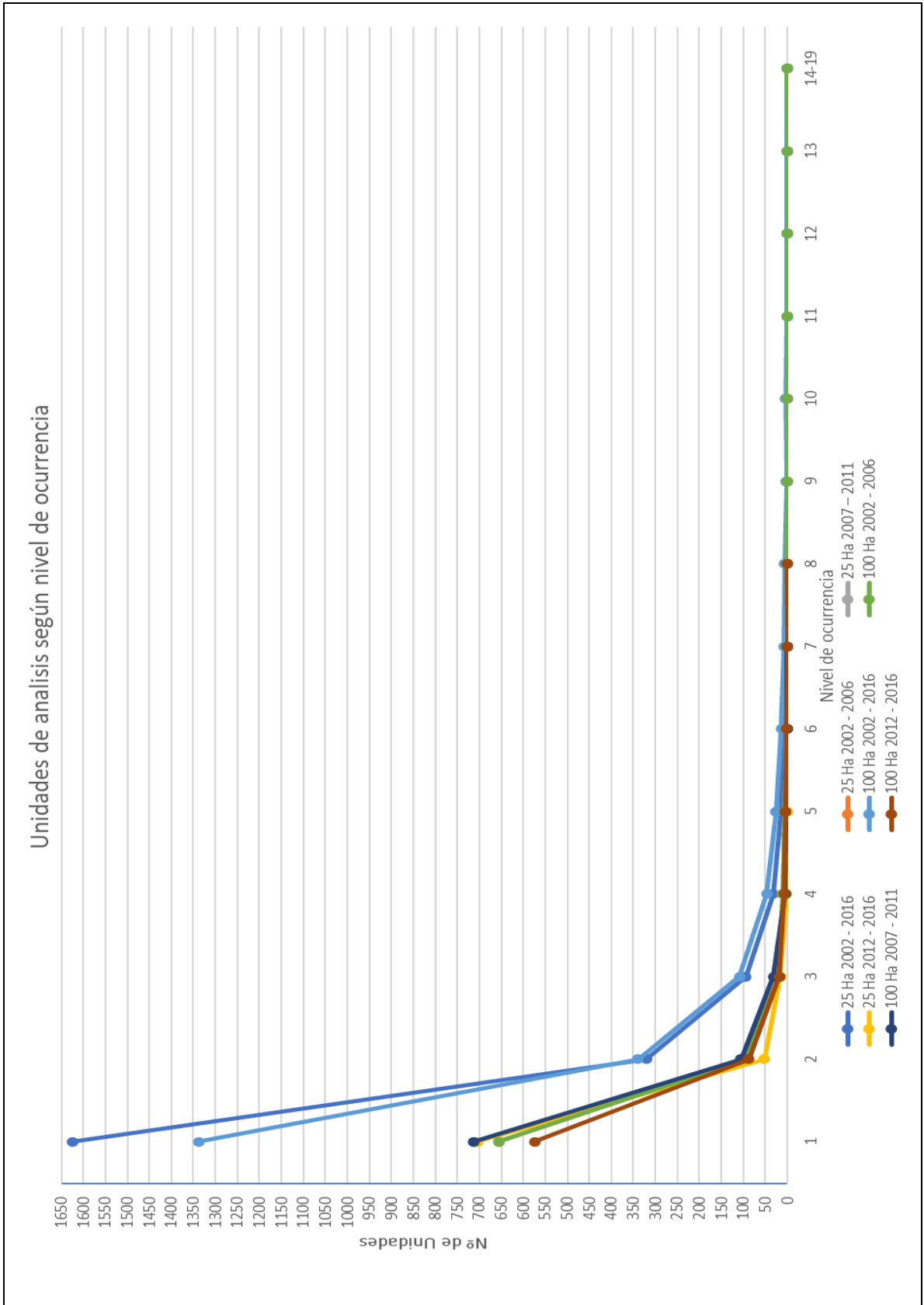


Figura 5. Unidades de análisis según ocurrencia

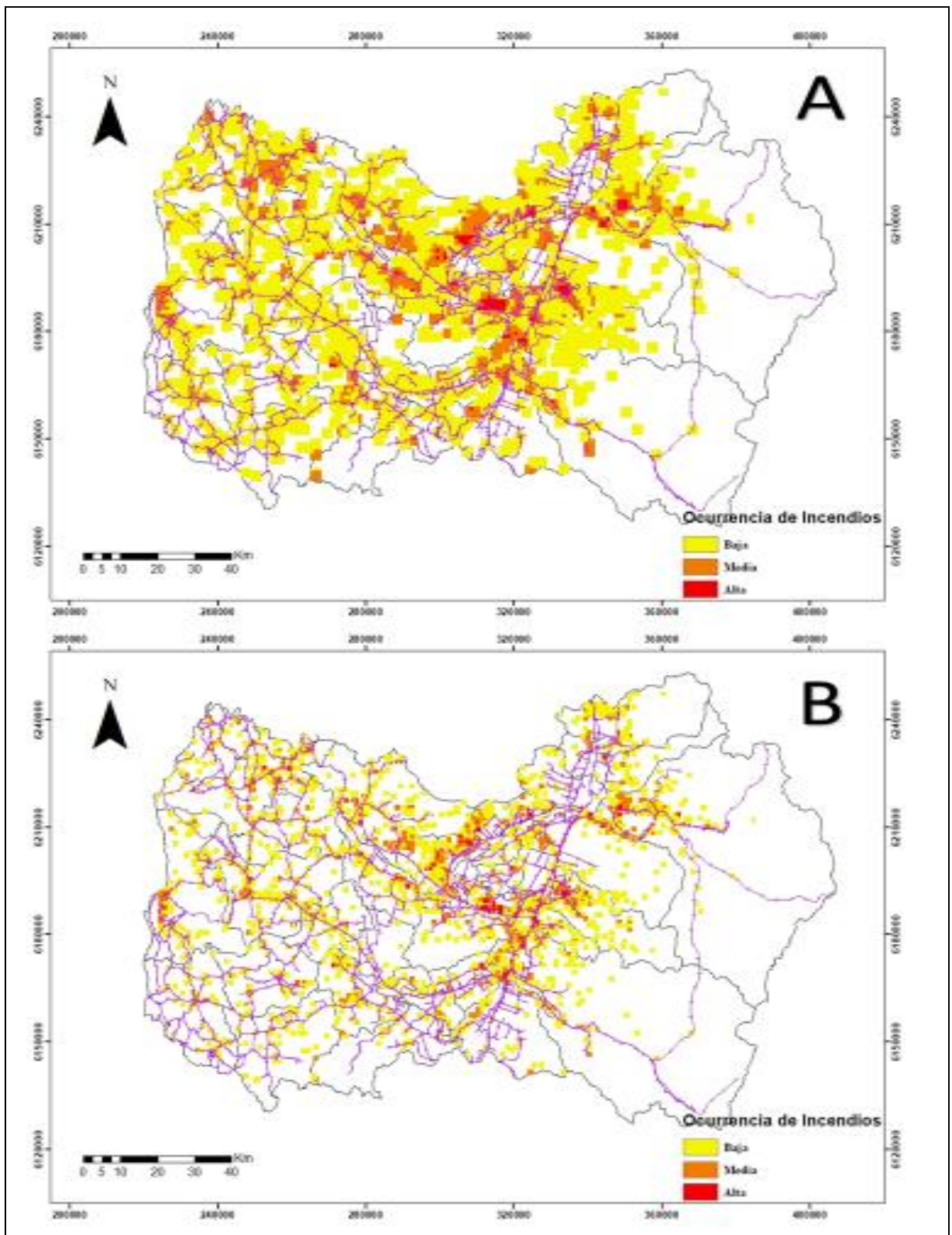


Figura 6. Visualización de las zonas críticas de ocurrencia. Período 2002 – 2016. A pixel de 100 ha; B pixel de 25 ha.

En el quinquenio 2002 - 2006 se presentan focos críticos en las comunas de Litueche, Graneros, Machalí, El Olivar , Rengo, San Fernando, Malloa, San Vicente, Las Cabras Peumo y Pichidegua. Visualmente la agrupación de datos cada 100 ha se presenta más claramente.

Para el quinquenio 2007 – 2011 se observa una mayor dispersión de zonas críticas, las comunas que contienen alguna de estas son: San Francisco de Mostazal, Codegua Litueche, Navidad, Las Cabras, Rancagua, Machalí, Doñihue, El Olivar, Requinoa, Pichilemu, Coinco, Marchigue, La Estrella, Pichidehua, Peumo, Malloa, Pumanque, San Fernando, Paredones, Placilla, Chimbarongo y Chépica, destacando las comunas de San Vicente, Coltauco y Rengo. Al igual que en el quinquenio anterior se aprecian mejor las zonas de ocurrencia en la agrupación cada 100 ha.

En el quinquenio 2012 – 2016 se observa que las zonas críticas se encuentran dispersas. Las comunas involucradas son: Santa Cruz, San Vicente, San Fernando, Requinoa, Rengo, Rancagua, Quinta de Tilcoco, Pumanque, Placilla, Pichilemu, Pichidegua, Peumo, Peralillo, Paredones, Palmilla, El Olivar, Navidad, Nancagua, San Francisco de Mostazal, Marchihue, Malloa, Machalí, Lolol, Litueche, Las Cabras, La Estrella, Graneros, Doñihue, Coltauco, Coinco, Codegua, Chimbarongo y Chépica. Las unidades de agrupación de 100 ha nuevamente presentan más claramente las zonas críticas.

Para el período completo, las unidades de agrupación de 100 ha presentan la mayor claridad en la visualización de las zonas críticas. Se destacan zonas claramente críticas como las encontradas en la comuna de Coltauco, San Vicente, San Fernando, Litueche, Peumo, Machalí y Rengo.

En términos generales entre todos los quinquenios se observa que las zonas críticas clasificadas como de alta ocurrencia, se encuentran asociadas a algún camino. Además, al contrastar la información de las zonas críticas de ocurrencia con el uso de suelo obtenido de la actualización del año 2013 del Catastro Nacional de Bosque Nativo, elaborado por CONAF, se aprecia una mayor cantidad de zonas críticas de alta ocurrencia en lugares que presentan una interfaz entre praderas y matorrales con bosque nativo o praderas y matorrales con terrenos agrícolas. De esto se desprende que en los terrenos con presencia de praderas y matorrales presentan una mayor densidad de incendios forestales, lo que se explica ya que un fuego se inicia más fácilmente con un combustible seco, abundante y ligero, como los pastizales secos presentes en verano en las zonas de praderas y matorrales.

Debido a que las unidades de agrupación de 100 ha presentaron más claridad en la visualización de las zonas críticas tanto para el período completo, como también en cada quinquenio, además de no representar cambios significativos en los datos, fue esta agrupación la utilizada para la totalidad de los análisis posteriores.

A continuación, se presentan las superficies de las zonas de ocurrencia, clasificadas en baja media y alta, por comuna y por quinquenio. Detalle en Apéndice I

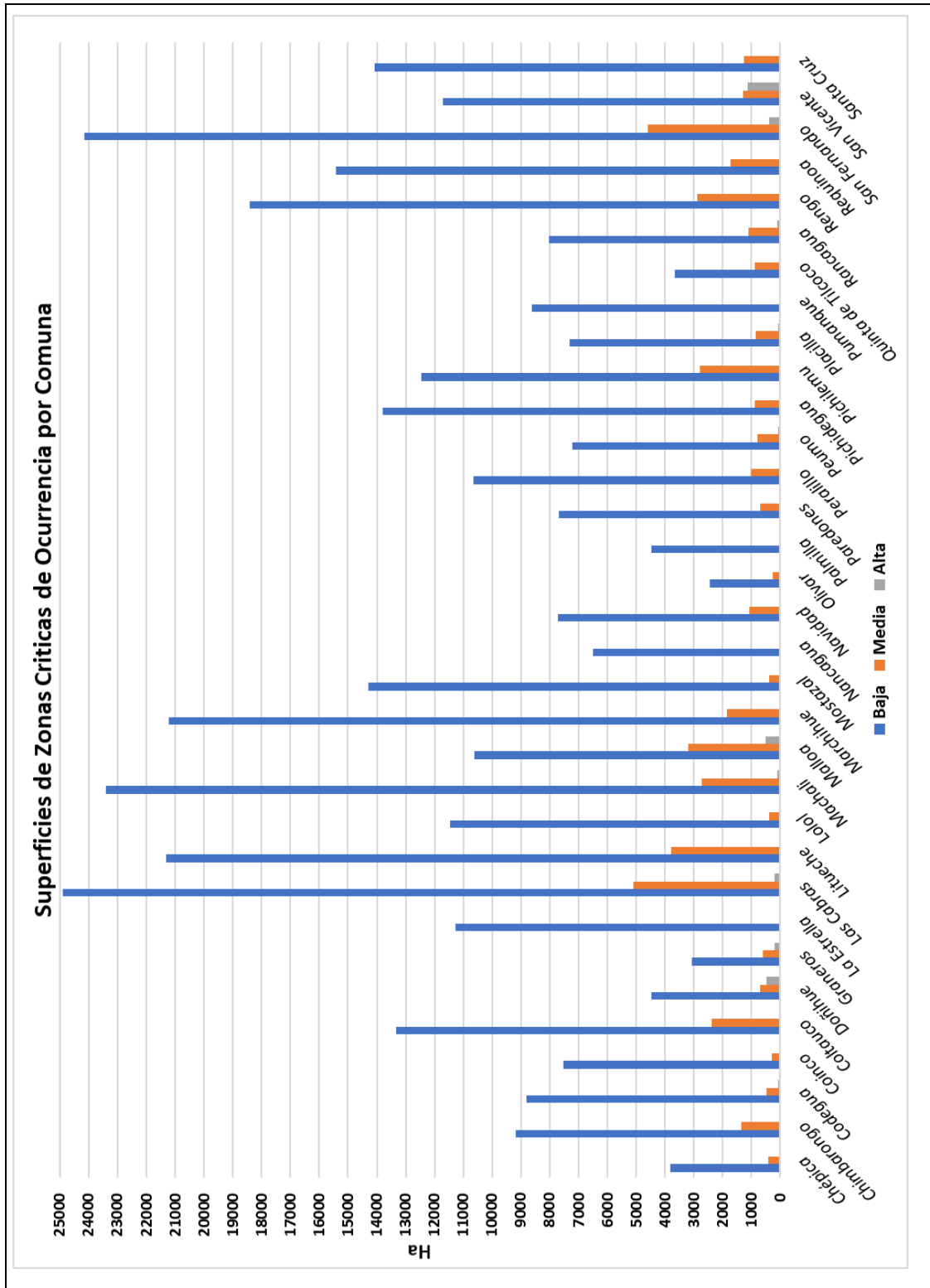


Figura 7. Gráfico de superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2002 – 2006

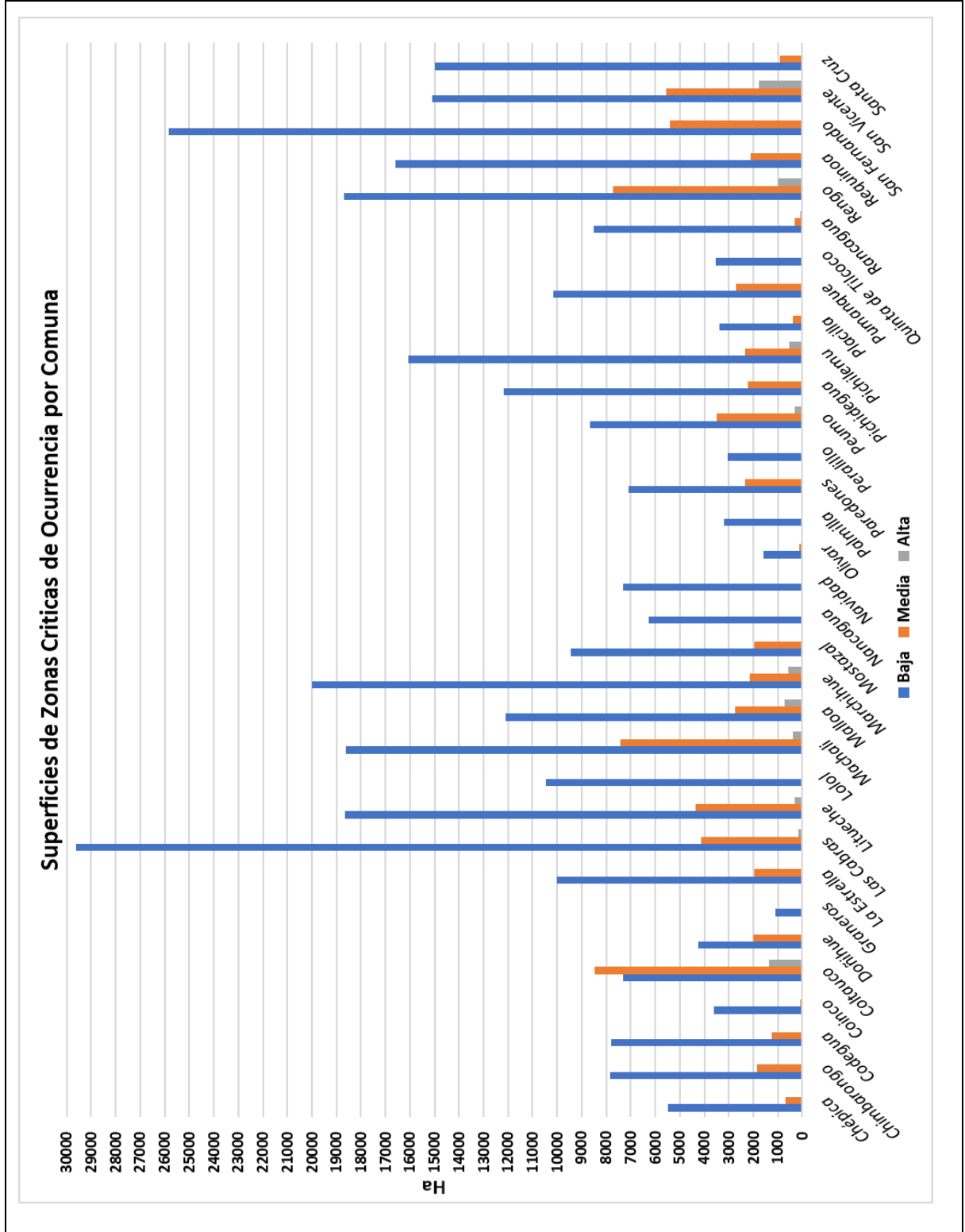


Figura 8. Gráfico de superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2007 – 2011.

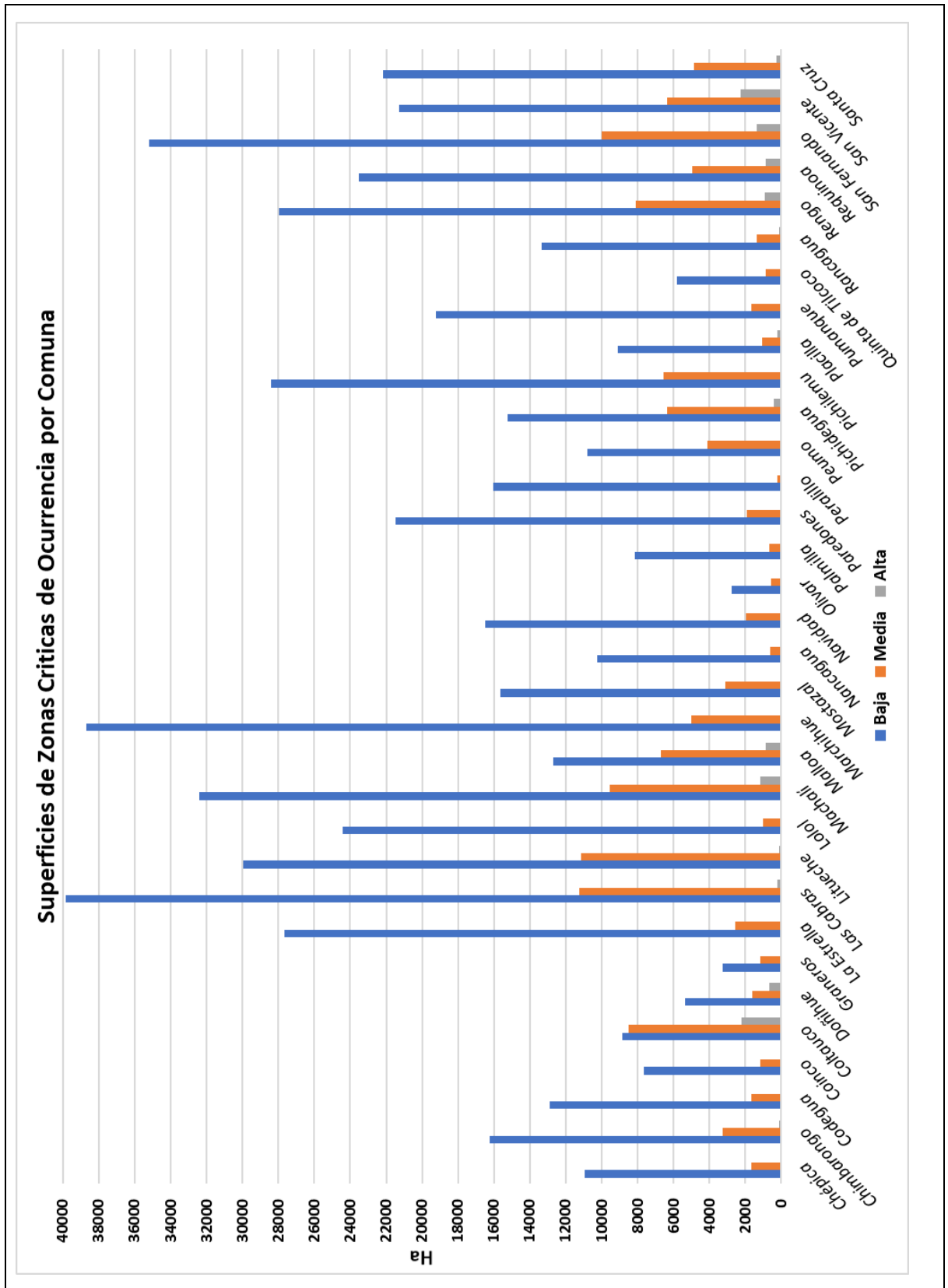


Figura 10. Gráfico de superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para la totalidad del período de estudio.

En el quinquenio 2002 – 2006, las 5 comunas con mayor superficie de zonas críticas de ocurrencia en orden descendente son: Las Cabras, San Fernando, Machalí, Litueche y Marchihue. A su vez las comunas con mayor superficie de alta ocurrencia son: San Vicente, Malloa, Doñihue, San Fernando y Graneros. Cabe destacar que todas las comunas mencionadas presentan algún grado de ruralidad con economías basadas en algún grado en actividades agrícolas. Desde el punto de vista del número de habitantes en cada comuna, se observa que en general los lugares con mayor superficie de zonas críticas están dentro de comunas con alta población, tendencia que se rompe por las comunas de Litueche, Marchihue y Malloa, en las que las causas de poseer alta superficie de zonas críticas dentro de su territorio pueden ser explicadas por factores como vocación productiva o la cantidad de terrenos con vegetación susceptible a prenderse.

Para el quinquenio 2007 – 2011, las comunas con mayor superficie de zonas críticas de ocurrencia en orden descendente son: Las cabras, San Fernando, Rengo, Machalí y Litueche. Mientras que las comunas con mayor superficie de alta ocurrencia son: San Vicente, Coltauco, Rengo, Malloa y Marchihue. Al igual que en el quinquenio anterior todas las comunas nombradas presentan economías basadas en algún grado a actividades silvoagropecuarias. Desde el punto de vista del número de habitantes en las comunas, se da una tendencia general a presentar mayor superficie de zonas críticas de ocurrencia mientras más habitantes posea la comuna. Al igual que en el quinquenio anterior las comunas de Marchihue, Litueche y Malloa rompen la tendencia

En el Quinquenio 2012 – 2016 las comunas con mayor superficie de zonas de ocurrencia en orden descendente son: Las Cabras, Litueche, Marchihue, Machalí y San Fernando. Las comunas con mayor superficie de alta ocurrencia son: Requinoa, Peumo, Pichidegua, Machalí y Coltauco. En Este quinquenio se repite la tendencia de los otros dos presentando comunas con actividades económicas basadas en alguna medida en actividades silvoagropecuarias. En el análisis por cantidad de persona también se repite la tendencia anterior, la que esta vez se rompe por las comunas de Peumo, Litueche y Marchihue.

Para todo el período de estudio las comunas con más superficie de zonas críticas de ocurrencia son: Las cabras, San Fernando, Marchihue, Machalí y Litueche. Las comunas con mayor superficie de alta ocurrencia son: San Vicente, Coltauco, san Fernando, Machalí y Rengo. Las tendencias de actividad productiva y número de habitantes se vuelven a repetir para el período completo de estudio como era de esperarse.

Se puede observar que, si bien las comunas no son exactamente las mismas entre los quinquenios y la totalidad del período, hay algunas como San Fernando, Las Cabras, Machalí y Litueche que están siempre en las comunas con más superficie de zonas de ocurrencia.

Para las zonas de alta ocurrencia, las comunas de San Vicente, Coltauco y san Fernando son las que más se repiten entre los quinquenios y la totalidad del período de estudio. A modo complementario se elaboró un índice entre la superficie de zonas críticas presentes en una comuna con la superficie de la comuna.

3.2.2 Caracterización de las Zonas de Ocurrencia y sus Sectores Críticos.

Se dividieron las zonas de ocurrencia en base al tránsito de personas, para esto se basó el análisis en los centros poblados y en los caminos principales pavimentados de la región.

A continuación, se presenta un cuadro con el número de incendios por quinquenio y para la totalidad del período de estudios de acuerdo a la división hecha.

Transito / Ocurrencia	2002 - 2006	2007 - 2011	2012 - 2016	2002 - 2016
Bajo Transito	396	466	337	1.199
Alto transito	618	607	536	1.761

Cuadro 3. Ocurrencia de incendios forestales, según tránsito de personas.

Se puede observar que los sectores con un alto tránsito de personas presentan más ocurrencia de incendios forestales, de la totalidad de los incendios producidos en promedio en cada quinquenio y en la totalidad del período de estudio la mayor parte de los incendios corresponde a zonas de alto tránsito, lo que deja en evidencia la alta correlación entre el tránsito de personas y las zonas pobladas con la ocurrencia de incendios forestales.

En el quinquenio 2002 – 2006 los sectores críticos con un alto tránsito de personas corresponden a un 61% del total; En el Quinquenio 2007 – 2011 los sectores críticos de alto tránsito de personas poseen un porcentaje de 57%. En el quinquenio 2012 – 2016 los sectores críticos con alto tránsito de persona corresponden a un 61% muy similar a los dos quinquenios anteriores; Para la totalidad del período de estudio los sectores críticos con un alto tránsito de personas corresponden al 59% del total. A continuación, se exponen mapas que muestran de manera gráfica la relación de ocurrencia entre zonas definidas de alto tránsito y zonas de bajo tránsito.

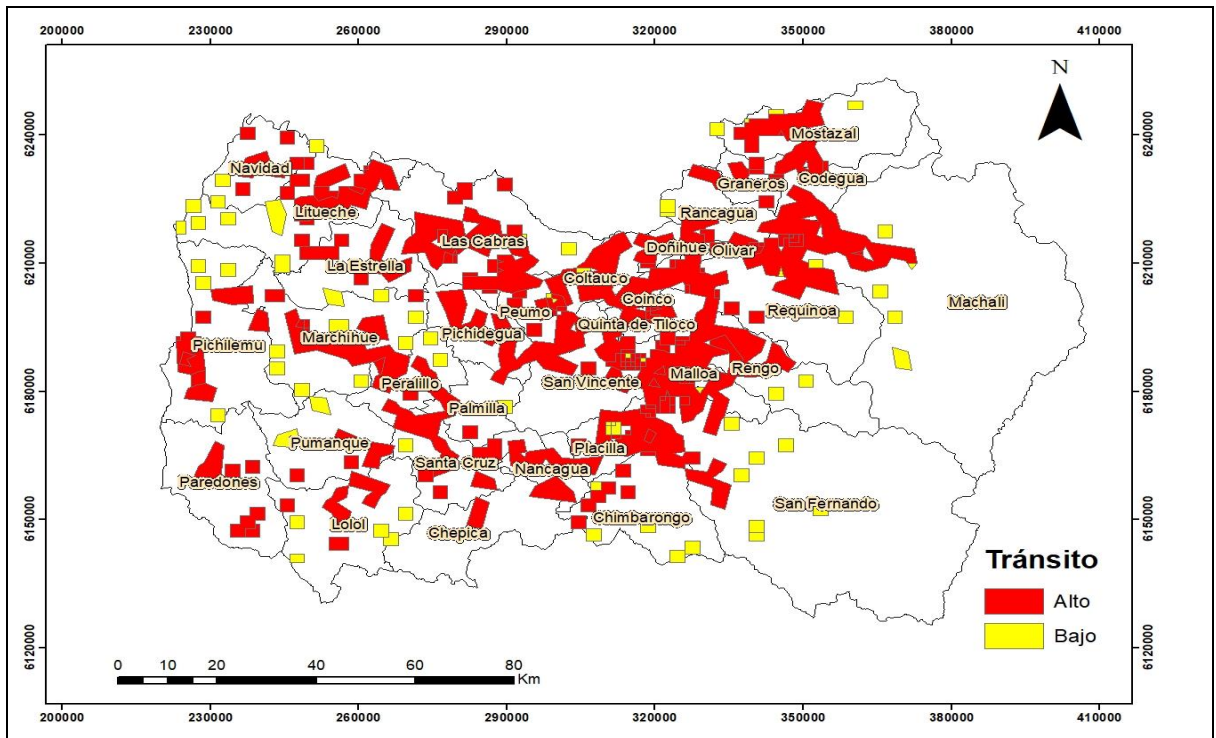


Figura 11. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para el Quinquenio 2002 - 2006.

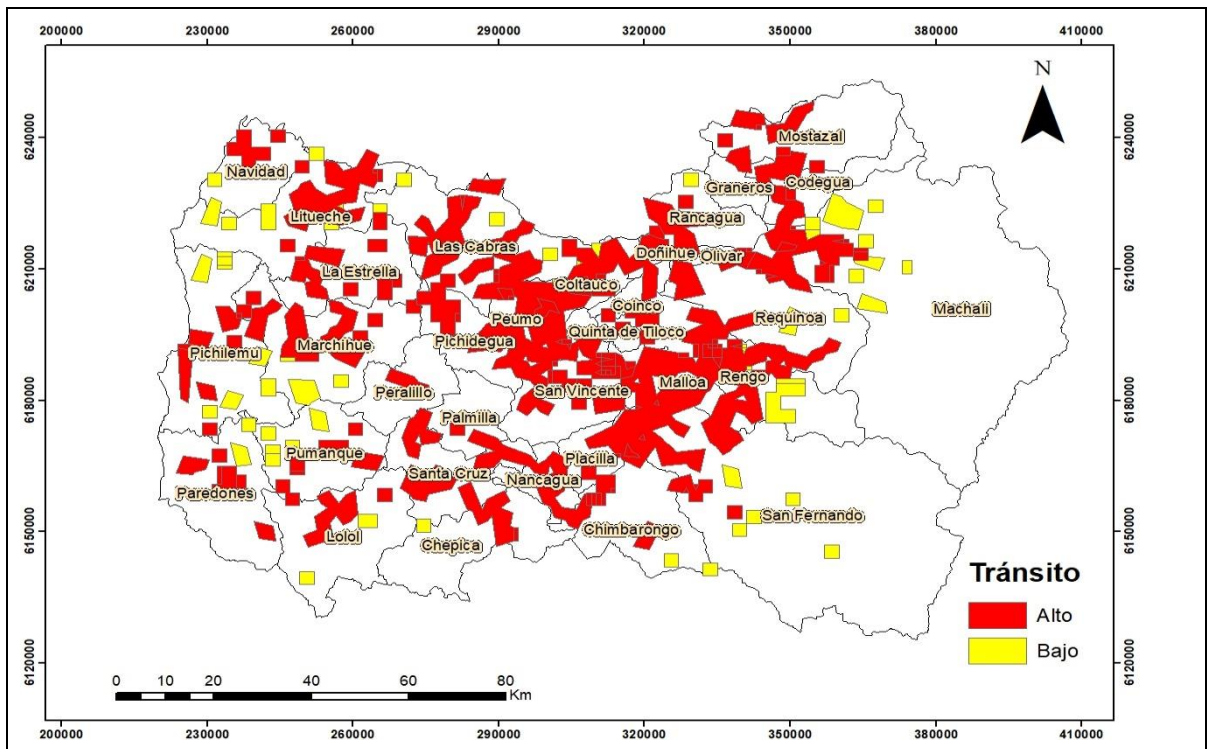


Figura 12. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para el Quinquenio 2007 - 2011

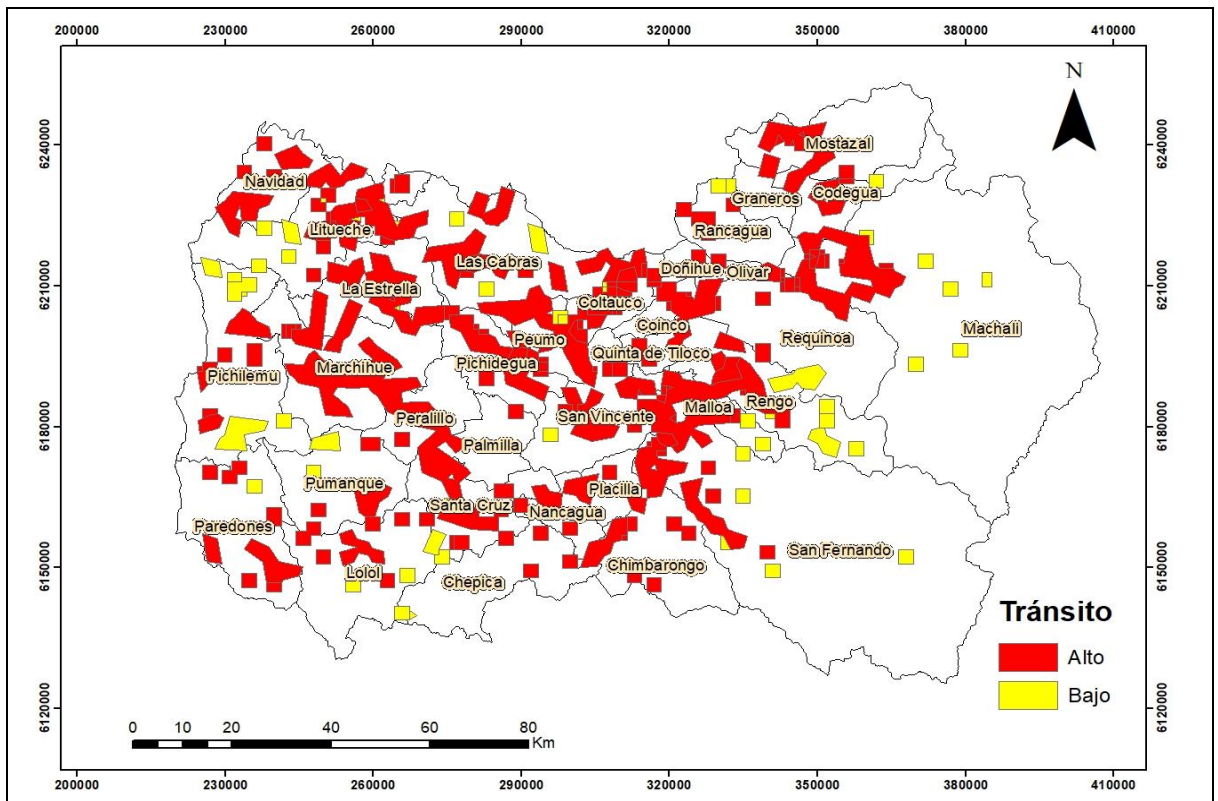


Figura 13. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para el Quinquenio 2012 – 2016.

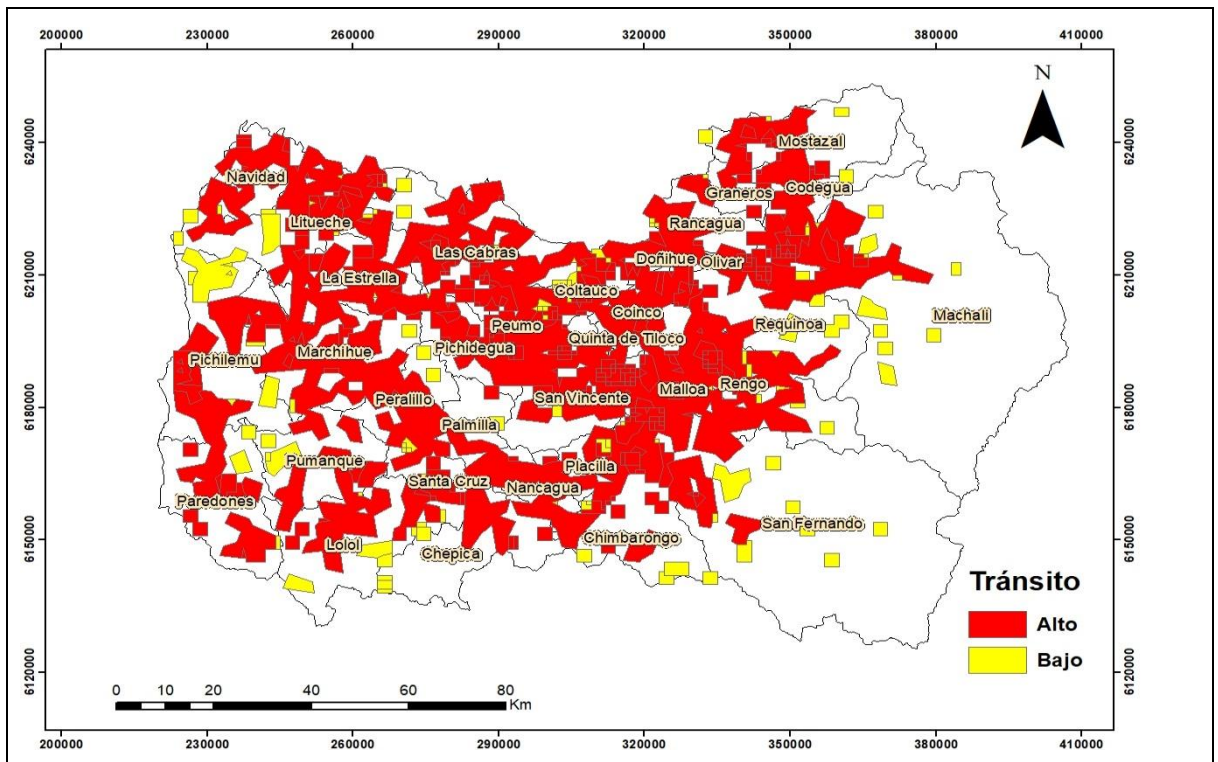


Figura 14. División de zonas de ocurrencia según el tránsito de personas, para la totalidad del período de estudio (2002 – 2016).

3.2.3 Análisis de los sectores Críticos de ocurrencia.

Se procedió a separar en cada zona crítica de ocurrencia en sectores críticos, para cada quinquenio, utilizando como criterio: la localización, tamaño, forma y distribución de los sectores críticos, además de las tendencias generadas a partir de la influencia de la red caminos presente.

Para cada quinquenio se calcularon las unidades de análisis presentes en cada uno de los 8 sectores críticos, la distribución porcentual de las unidades de análisis de cada sector con respecto al total y la densidad de incendios calculada como el número de incendios presentes en cada sector crítico para cada año del quinquenio en estudio.

En el cuadro 4, se presenta un resumen de los datos calculados para los tres quinquenios y para la totalidad del período de estudio.

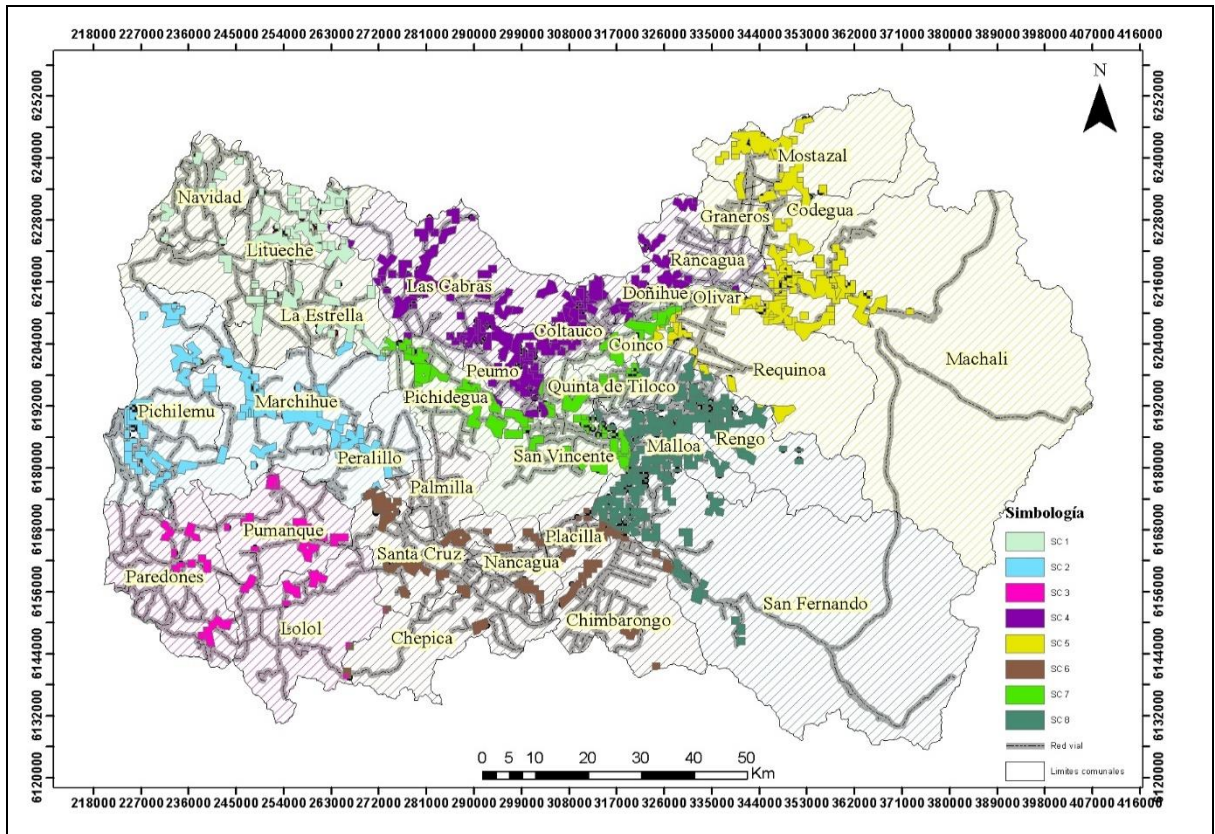


Figura 15. Visualización general de los Sectores Críticos de Ocurrencia.

Período	Sector de Ocurrencia	Unidades de Análisis	Porcentaje	Nº de Incendios	Densidad (Nº inc/ha/año)
2002-2006	1,0	18,0	4,4	23,0	4,6
	2,0	65,0	15,9	56,0	11,2
	3,0	3,0	0,7	4,0	0,8
	4,0	74,0	18,1	95,0	19,0
	5,0	43,0	10,5	81,0	16,2
	6,0	32,0	7,8	62,0	12,4
	7,0	60,0	14,7	110,0	22,0
	8,0	113,0	27,7	173,0	34,6
	TOTAL	408,0	100,0	604,0	
2007-2011	1,0	48,0	7,1	46,0	9,2
	2,0	49,0	7,3	48,0	9,6
	3,0	22,0	3,3	23,0	4,6
	4,0	199,0	29,6	286,0	57,2
	5,0	102,0	15,2	104,0	20,8
	6,0	13,0	1,9	28,0	5,6
	7,0	62,0	9,2	139,0	27,8
	8,0	177,0	26,3	217,0	43,4
	TOTAL	672,0	100,0	891,0	
2012-2016	1,0	48,0	9,5	40,0	8,0
	2,0	87,0	17,2	61,0	12,2
	3,0	12,0	2,4	12,0	2,4
	4,0	82,0	16,2	121,0	24,2
	5,0	110,0	21,8	100,0	20,0
	6,0	60,0	11,9	55,0	11,0
	7,0	64,0	12,7	86,0	17,2
	8,0	42,0	8,3	67,0	13,4
	TOTAL	505,0	100,0	542,0	
2002-2016	1,0	238,0	11,1	332,0	22,1
	2,0	273,0	12,7	302,0	20,1
	3,0	107,0	5,0	108,0	7,2
	4,0	425,0	19,8	958,0	63,9
	5,0	340,0	15,8	454,0	30,3
	6,0	177,0	8,2	347,0	23,1
	7,0	229,0	10,7	641,0	42,7
	8,0	359,0	16,7	834,0	55,6
	TOTAL	2148,0	100,0	3976,0	

Cuadro 4. Antecedentes de los Sectores Críticos. Quinquenio 2002 – 2006.

A continuación, se presenta un análisis dividido por sectores críticos de ocurrencia, considerando las diferencias dentro de este en los distintos quinquenios y para la totalidad del período de estudio.

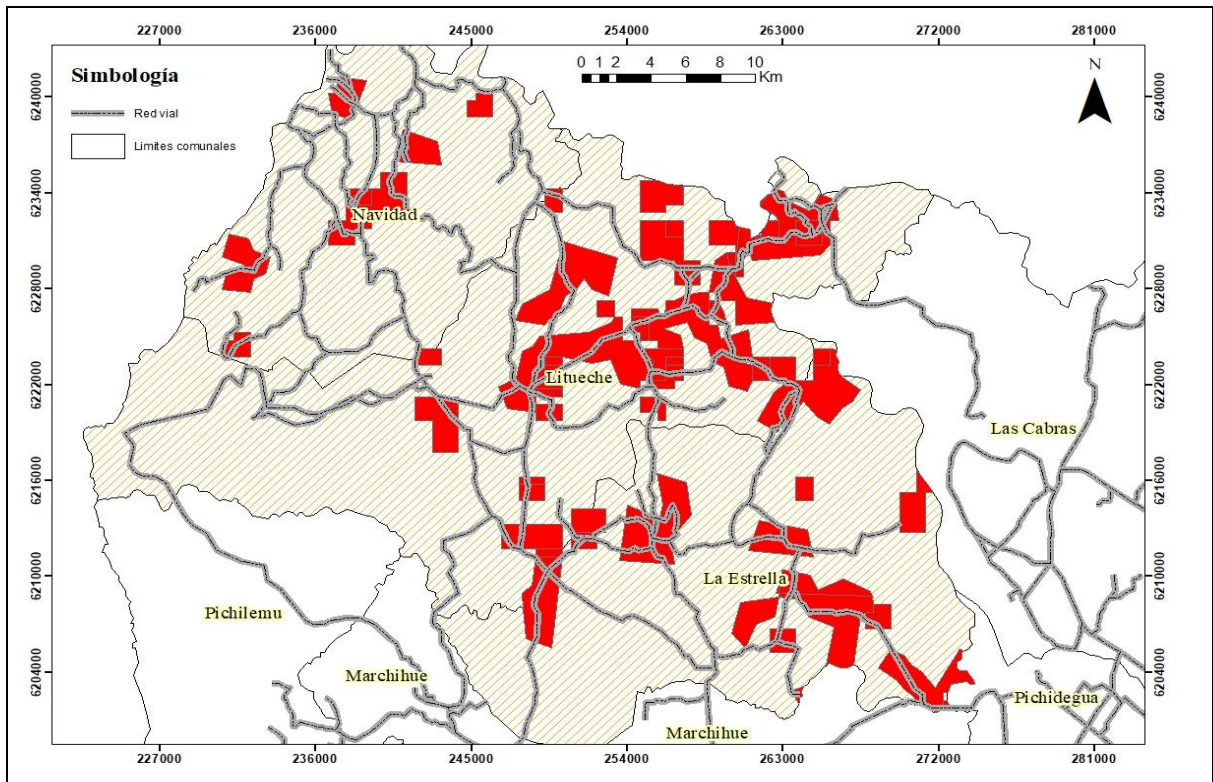


Figura 16. Visualización del Sector Crítico 1. Período 2002 – 2016.

El sector crítico uno se encuentra contenido por las comunas de Navidad, La Estrella y Litueche, las tres comunas fuertemente rurales con economías dependientes principalmente del sector agrícola. Al contrastar este sector crítico con el catastro de bosque nativo, se puede observar que los terrenos presentes en el sector corresponden a la ya mencionada asociación pradera y matorral con bosque o con terrenos agrícolas. Las tres comunas presentan baja población por lo que este no se presenta como factor relevante en este sector, sin embargo, se puede apreciar una clara influencia de los caminos que cruzan el sector, lo que puede ser explicado por el flujo de personas que cruzan por estas comunas rumbo a destinos más turísticos rapel o Pichilemu. Este sector se presenta como el cuarto con menor distribución porcentual y el tercero con menor densidad de incendios en base a la totalidad de los datos en todo el período de estudio.

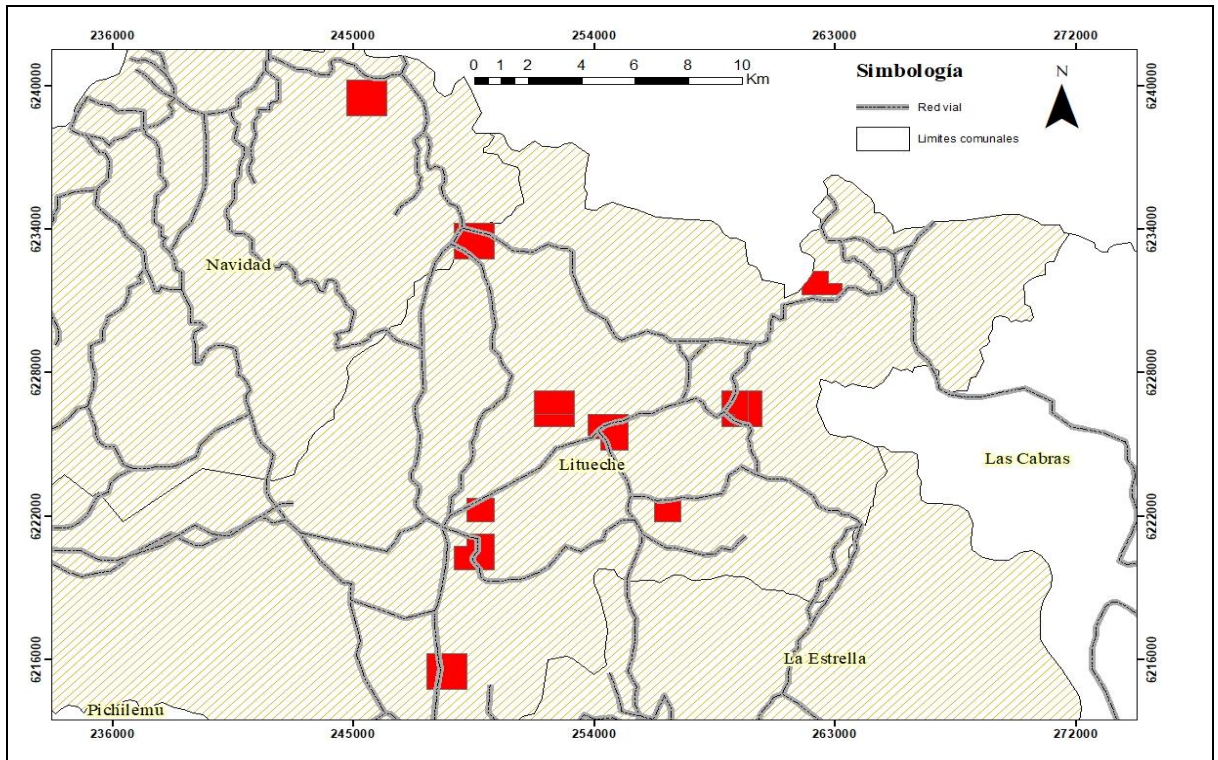


Figura 17. Visualización del Sector Crítico 1. Quinquenio 2002 – 2006.

En el quinquenio 2002 – 2006 este sector crítico se presenta como el segundo con menor superficie y densidad de Incendios. Destaca además que en este quinquenio la comuna de La Estrella no posee superficie clasificada como sector crítico.

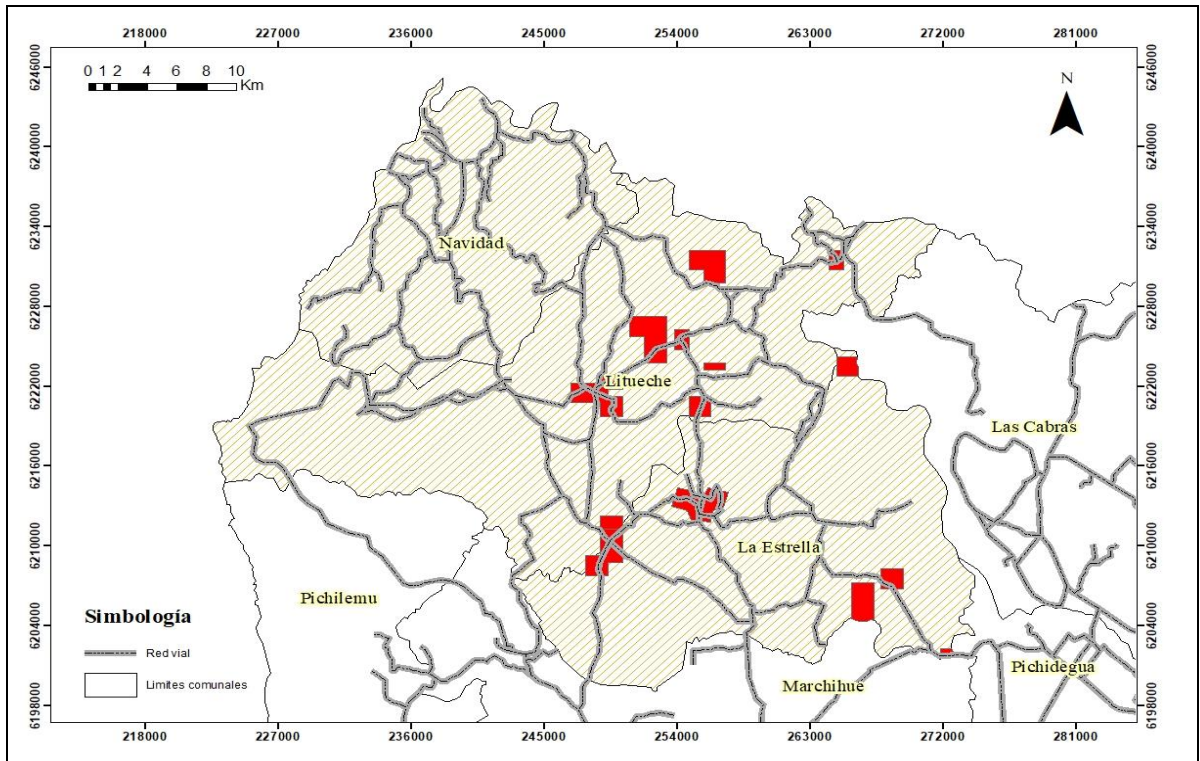


Figura 18. Visualización del Sector Crítico 1. Quinquenio 2007 – 2011.

En el quinquenio 2007 – 2011 los sectores críticos se ven desplazados hacia el sur este de la región, la comuna de Navidad deja de tener superficie en categoría crítica, pero se presenta sectores críticos la comuna de La Estrella. La densidad de incendios disminuye su valor con respecto al quinquenio anterior y la distribución porcentual de unidades de análisis del sector aumenta, aunque sigue estando dentro de los valores más bajos.

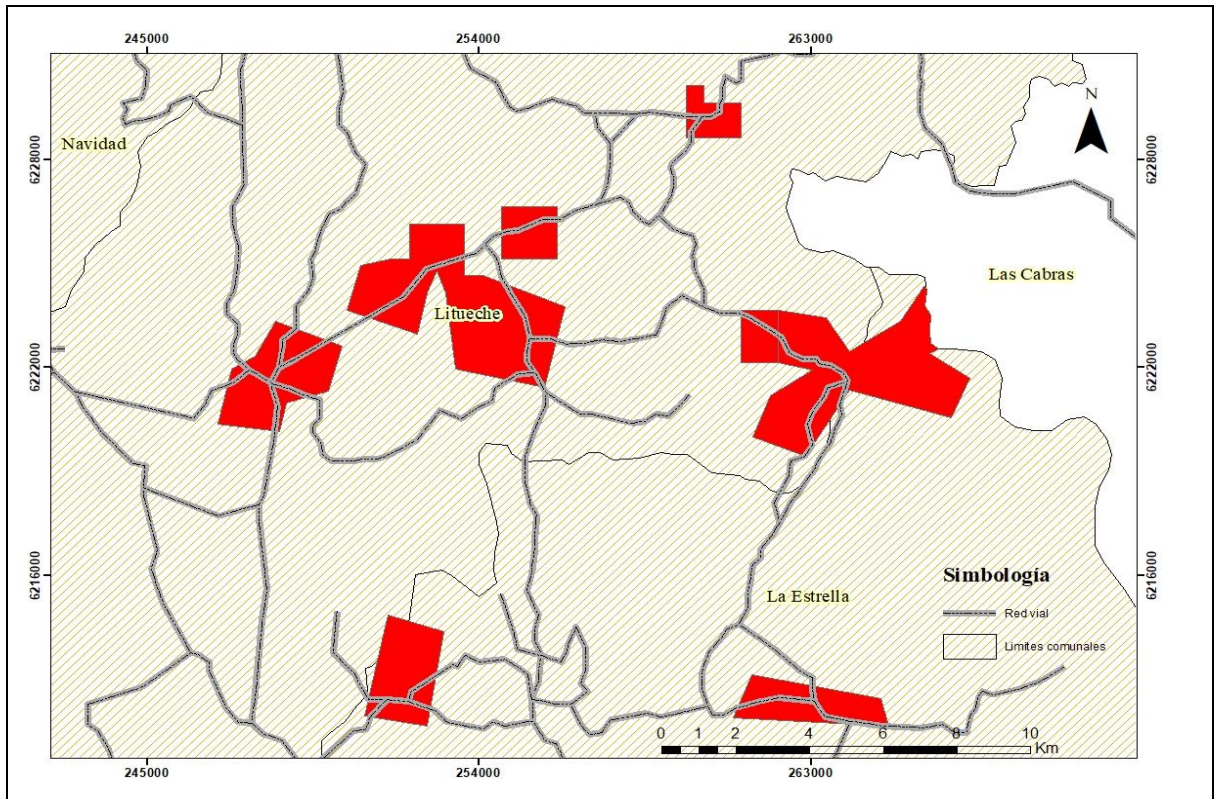


Figura 19. Visualización del Sector Crítico 1. Quinquenio 2012 – 2016.

Para el quinquenio 2012 – 2016, los sectores críticos se mantienen en las comunas de Litueche y La Estrella, la densidad de incendio continúa disminuyendo y la distribución porcentual continúa aumentando.

El sector Crítico dos, se encuentra dentro de las comunas de Pichilemu, Marchihue y Peralillo. Pichilemu es una comuna rural con conectividad media y alto tránsito de turistas en la época de verano, Marchihue es una comuna rural con economía fuertemente dependiente de la agricultura y peralillo, una comuna medianamente rural con actividades económicas ligadas al rubro silvoagropecuario. La red caminera presente muestra una influencia fuerte en la ocurrencia de incendios lo que se encuentra relacionado directamente con el flujo de personas en verano ya mencionado. En este sector crítico, la tendencia de ocurrencia relacionada a la presencia de pradera y matorral no es tan marcada, sin embargo, se puede una fuerte relación entre sectores de plantaciones presentes en la zona, con bosque nativo o terrenos agrícolas. Este sector crítico posee una baja densidad de incendios y un bajo porcentaje de unidades de análisis.

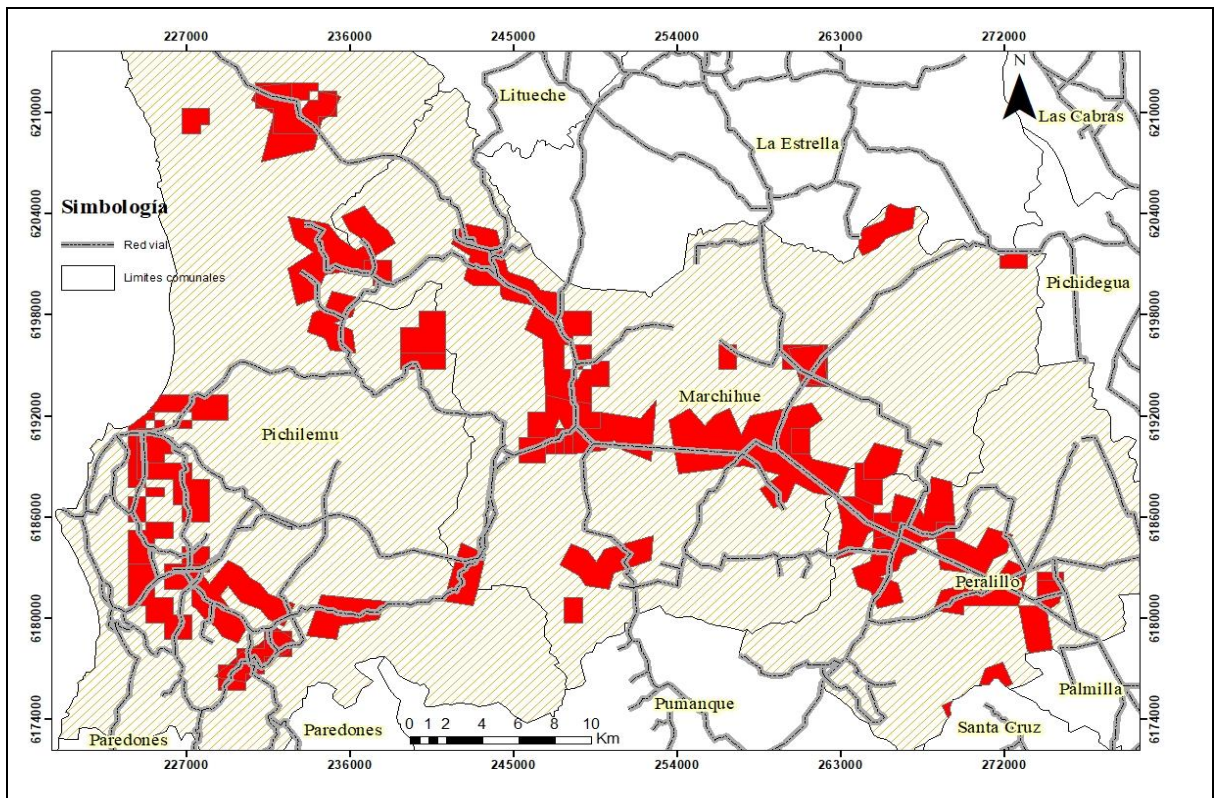


Figura 20. Visualización del Sector Crítico 2. Período 2002 – 2016.

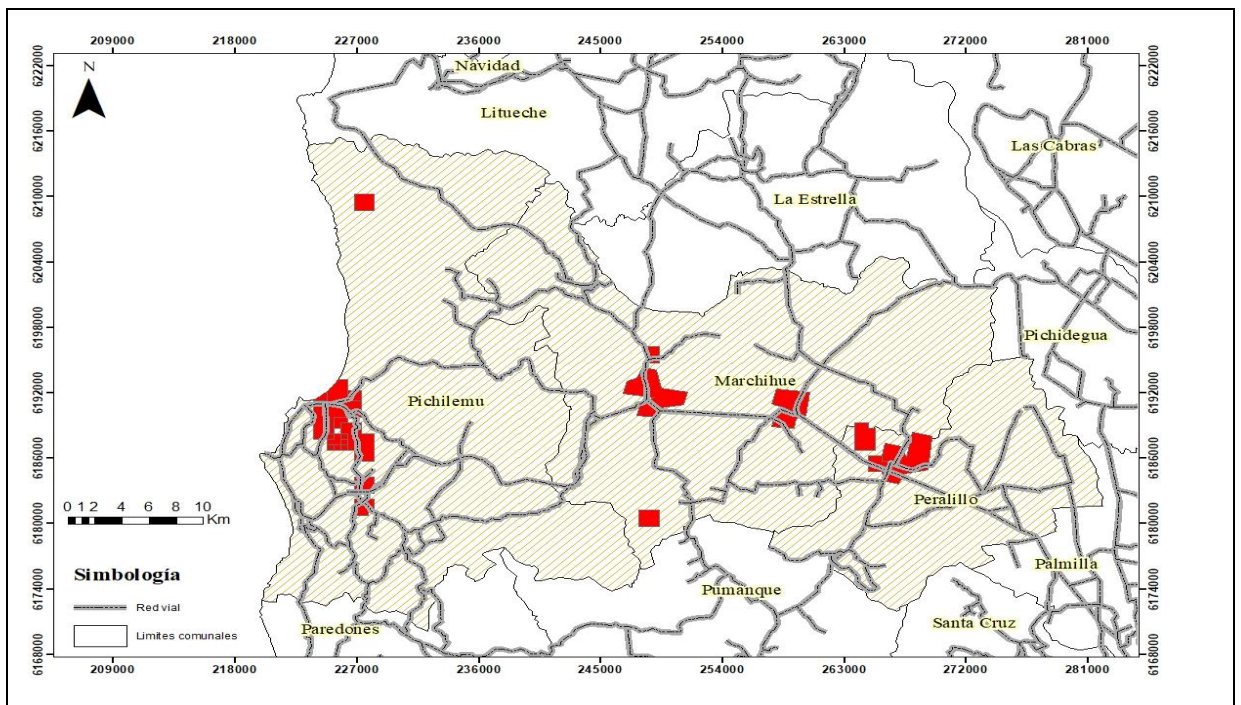


Figura 21. Visualización del Sector Crítico 2. Quinquenio 2002 – 2006.

En el quinquenio 2002 – 2006 el sector crítico presenta un 16% de distribución porcentual de las unidades de análisis totales y una densidad de las más bajas del período. En este quinquenio si se observa la asociación de uso de suelo pradera y matorral con bosque o cultivo agrícola, la cual no presenta una influencia tan clara para la totalidad del período.

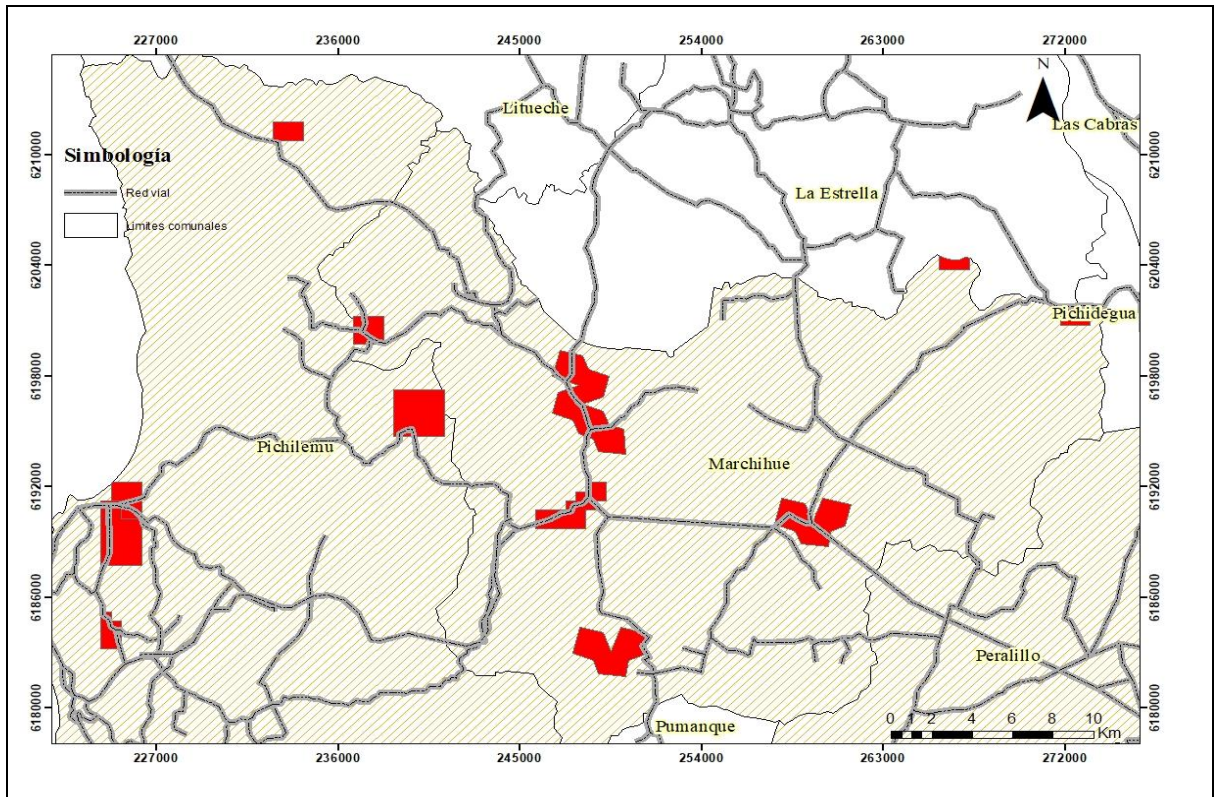


Figura 22. Visualización del Sector Crítico 2. Quinquenio 2007 – 2011.

Para el quinquenio 2007 – 2011 se observa una disminución en las unidades de análisis, viéndose aún más marcada la influencia de la red caminera y en la densidad de incendios con respecto al quinquenio anterior. La asociación pradera matorral con bosque o terreno agrícola sigue viéndose relevante en este quinquenio.

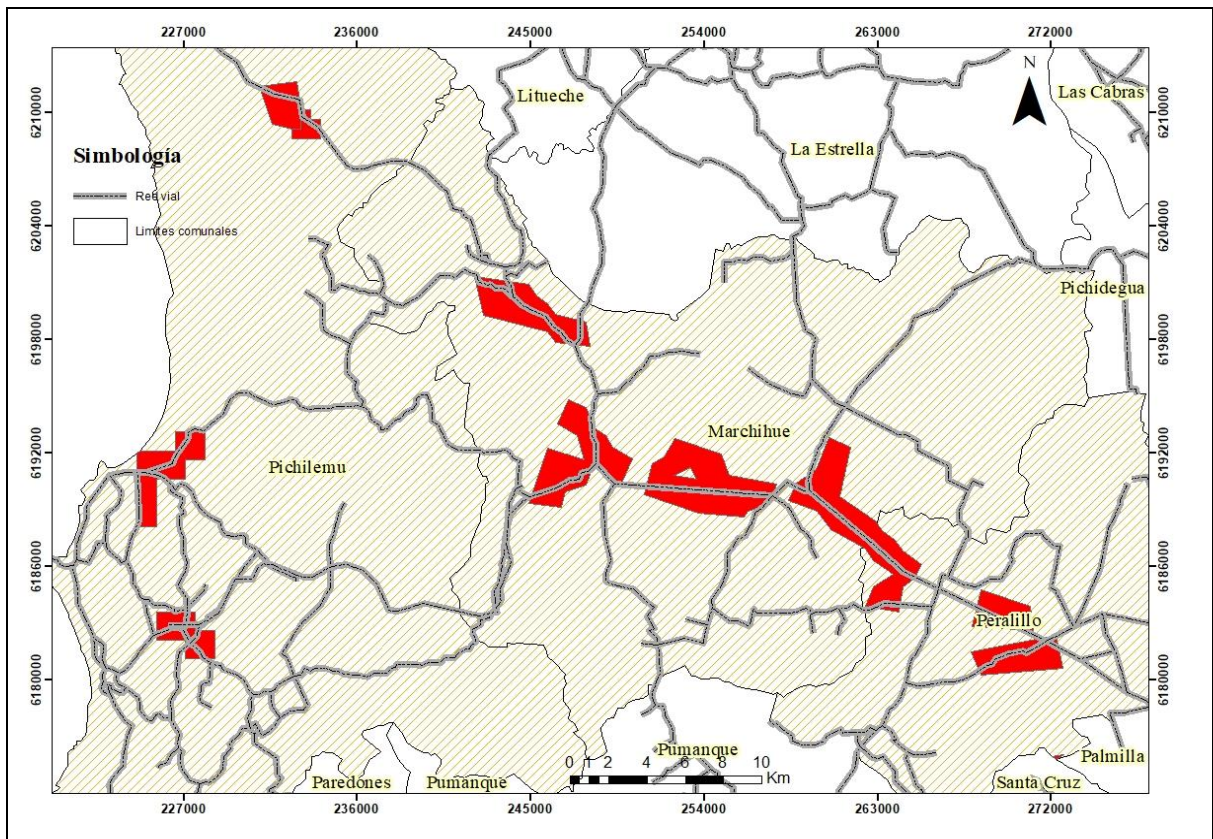


Figura 23. Visualización del Sector Crítico 2. Quinquenio 2012 – 2016.

Para el quinquenio 2012 – 2016, la densidad de incendios continúa disminuyendo con respecto a los quinquenios anteriores, mientras que las unidades de análisis aumentaron, aunque no sobrepasan a las del primer quinquenio. Aunque la asociación pradera matorral con bosque o terreno agrícola sigue siendo considerable, en este quinquenio los sectores críticos se asocian en gran medida a zonas con plantaciones, que en algunos casos colindan con zonas de bosque nativo.

El sector crítico tres está contenido en las comunas de Paredones, Pumanque y Lolol, todas ellas fuertemente rurales con economías dependientes principalmente del sector agrícola, destaca la presencia de la localidad de Bucalemu como sector de afluencia de turistas en verano en la comuna de Paredones, como también la presencia de viñedos en la comuna de Lolol y Pumanque. Todos los antecedentes presentados aumentan el tránsito de vehículos en el sector, por lo que se puede observar una fuerte influencia de la red vial presente. Desde el punto de vista del uso de suelo en el sector se puede observar la influencia de las praderas y matorrales en la ocurrencia de incendios que posteriormente se expanden a zonas de plantaciones y terrenos de uso agrícola como viñedos. Este sector crítico es el que presenta menos unidades de análisis y densidad de incendios forestales.

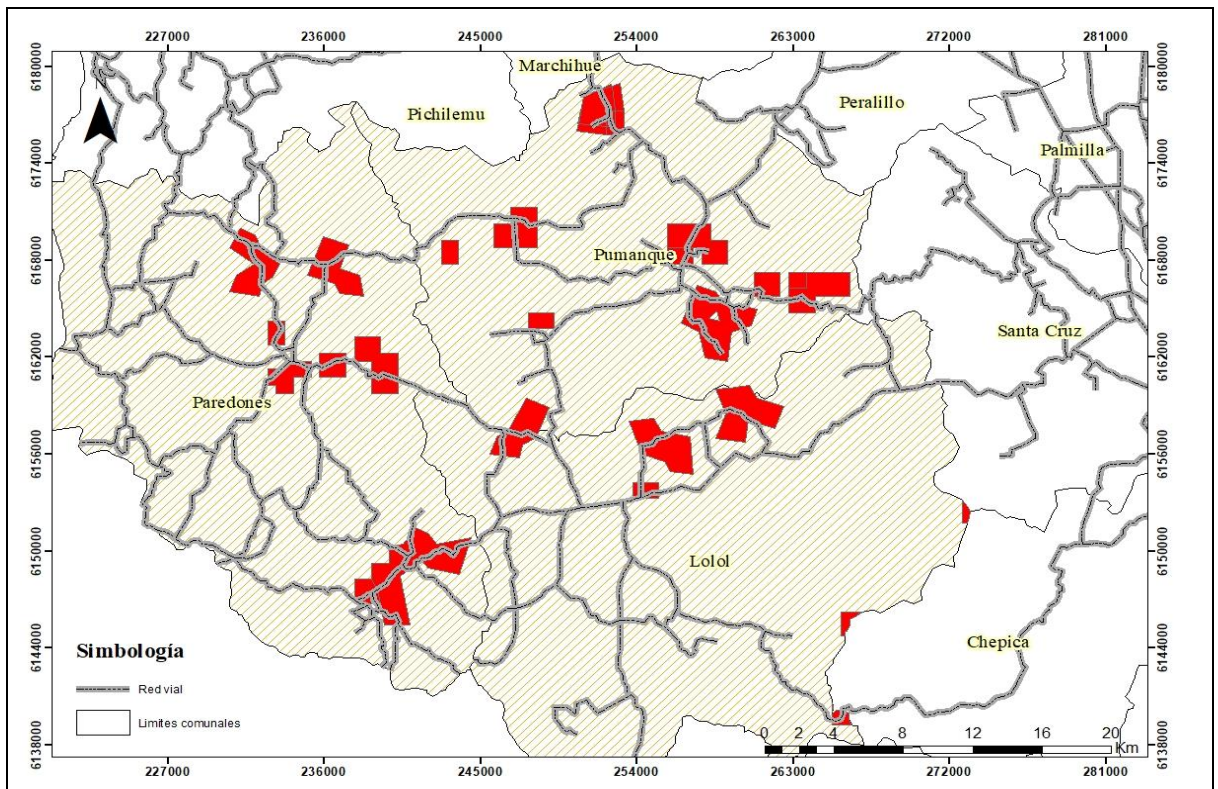


Figura 24. Visualización del Sector Crítico 3. Período 2002 – 2016.

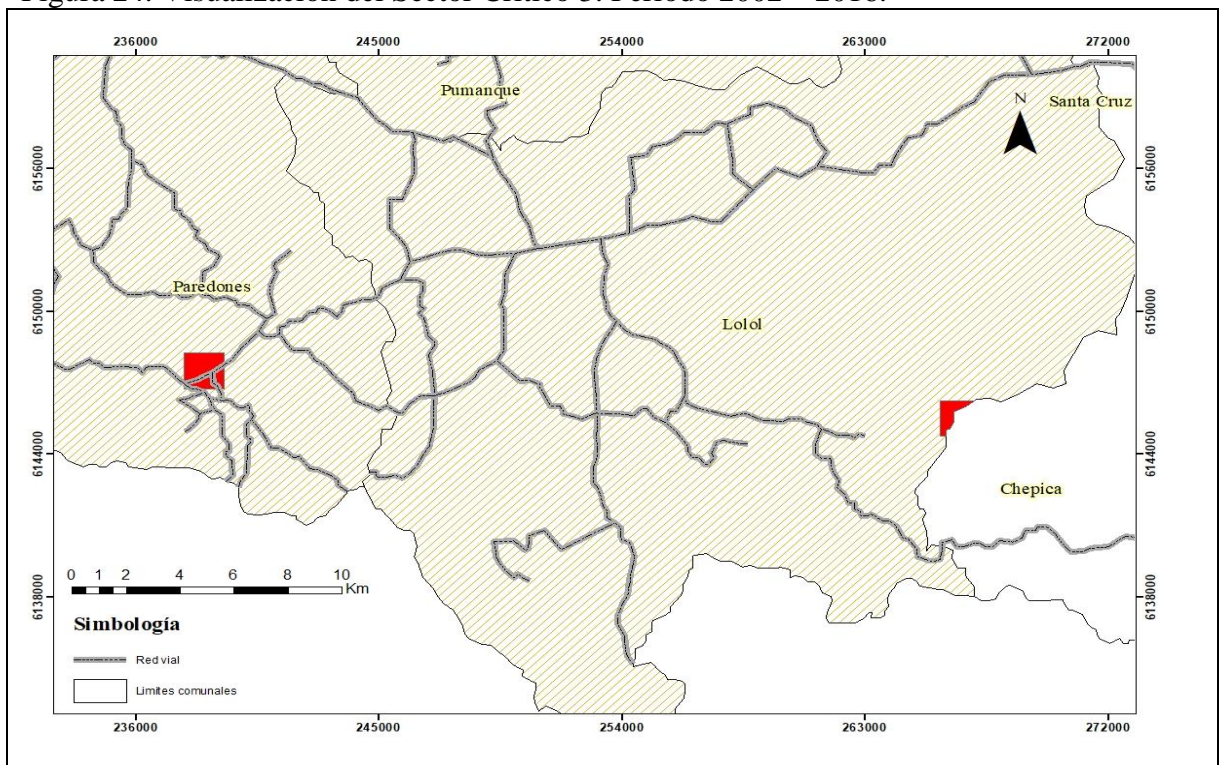


Figura 25. Visualización del Sector Crítico 3. Quinquenio 2002 – 2006.

El período 2002 – 2006 no presenta sectores críticos de ocurrencia en la comuna de Pumanque, La ubicación del sector se ve fuertemente influenciada por praderas y matorrales, en conjunto a plantaciones o viñedos.

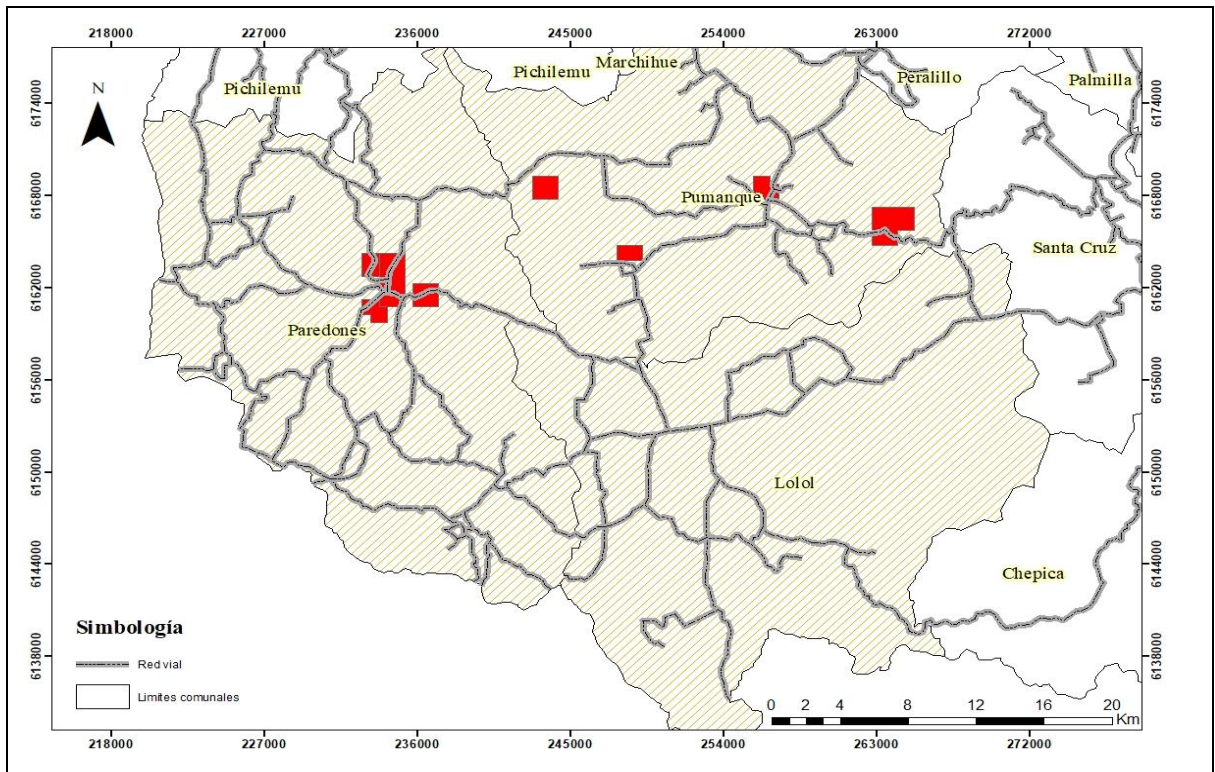


Figura 26. Visualización del Sector Crítico 3. Quinquenio 2007 – 2011.

En el quinquenio 2007 – 2011 la distribución porcentual de las unidades de análisis con respecto a los demás sectores críticos aumenta en comparación al quinquenio anterior, pero se mantiene como la más baja. El sector crítico se ve desplazado hacia el norte incorporándose a la comuna de Pumanque pero saliendo del área de la comuna de Lolol. En la mayoría de los casos la ubicación del sector crítico se encuentra asociada a uso de suelo pradera y matorral, con usos contiguos de plantaciones, bosque nativo y/o terrenos de uso agrícola, se aprecia también una parte del sector crítico fuertemente influenciada por terrenos de uso agrícola.

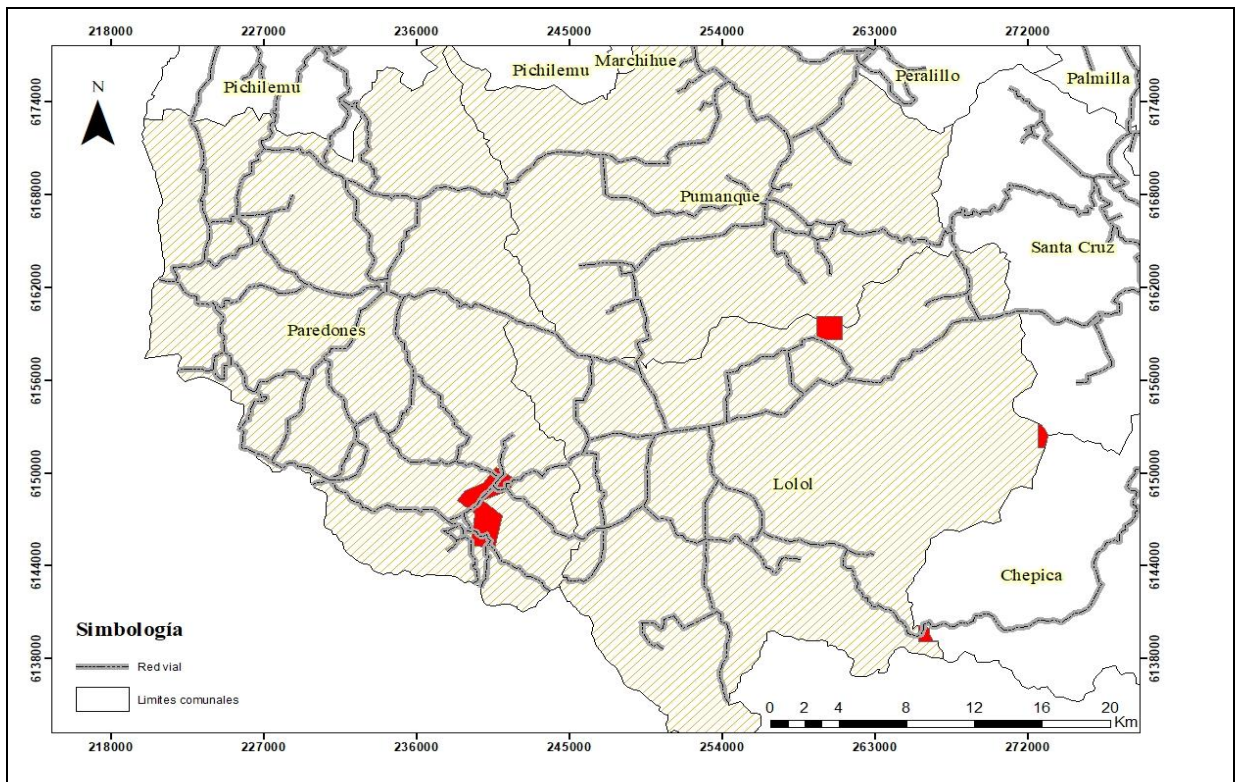


Figura 27. Visualización del Sector Crítico 3. Quinquenio 2012 – 2016.

En el quinquenio 2012 – 2016, el sector crítico vuelve a moverse hacia el sur abarcando desde la interfaz de las comunas de Pumanque con Lolol a lugares del sector sur de esta última comuna, incluyendo a Paredones. Se puede observar la influencia en la ocurrencia del uso de suelo pradera y matorral y de la red vial presente. La distribución porcentual en unidades de análisis disminuye con respecto al quinquenio anterior al igual que la densidad de incendios.

El sector crítico cuatro se ubica en las comunas de Las Cabras, Peumo, Coltauco, Doñihue y Rancagua. La comuna de Las Cabras es fuertemente rural y su economía se diversifica entre la agricultura y el turismo, además de poseer una alta población. Destaca la presencia del Lago Rapel y la Reserva Nacional Palmas de Cocalán. Las comunas de Peumo y Coltauco son medianamente rurales pero su economía se basa en la agricultura, Doñihue es una comuna ubicada en el interfaz urbano rural, las actividades económicas ligadas al mundo rural disminuyen considerablemente en comparación a las otras comunas, sin embargo, se mantienen actividades de producción hortofrutícola. La comuna de Rancagua es principalmente urbana, su influencia a la ocurrencia de incendios está asociada a la población y el tráfico de personas que genera su presencia como capital regional. Se ve muy marcada la influencia de la red caminera que se asocia al gran tránsito vehicular presente en el sector, generado por la presencia de la capital regional y las zonas de alto valor turístico como lagos, reservas nacionales y vitivinícolas. Se observa la influencia de las praderas y matorrales en la ocurrencia de incendios que terminan expandiéndose a zonas con plantaciones, viñedos o bosque nativo. Es el sector crítico con más unidades de análisis y con mayor densidad de incendios.

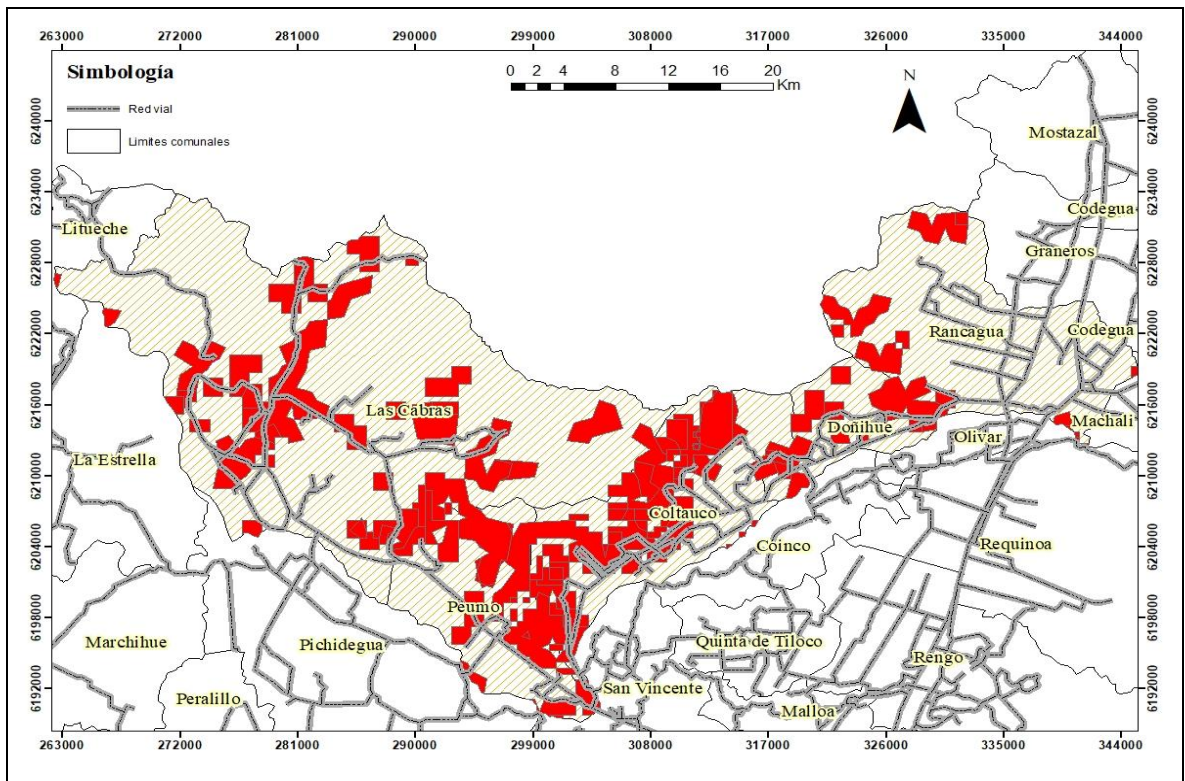


Figura 28. Visualización del Sector Crítico 4. Período 2002 – 2016.

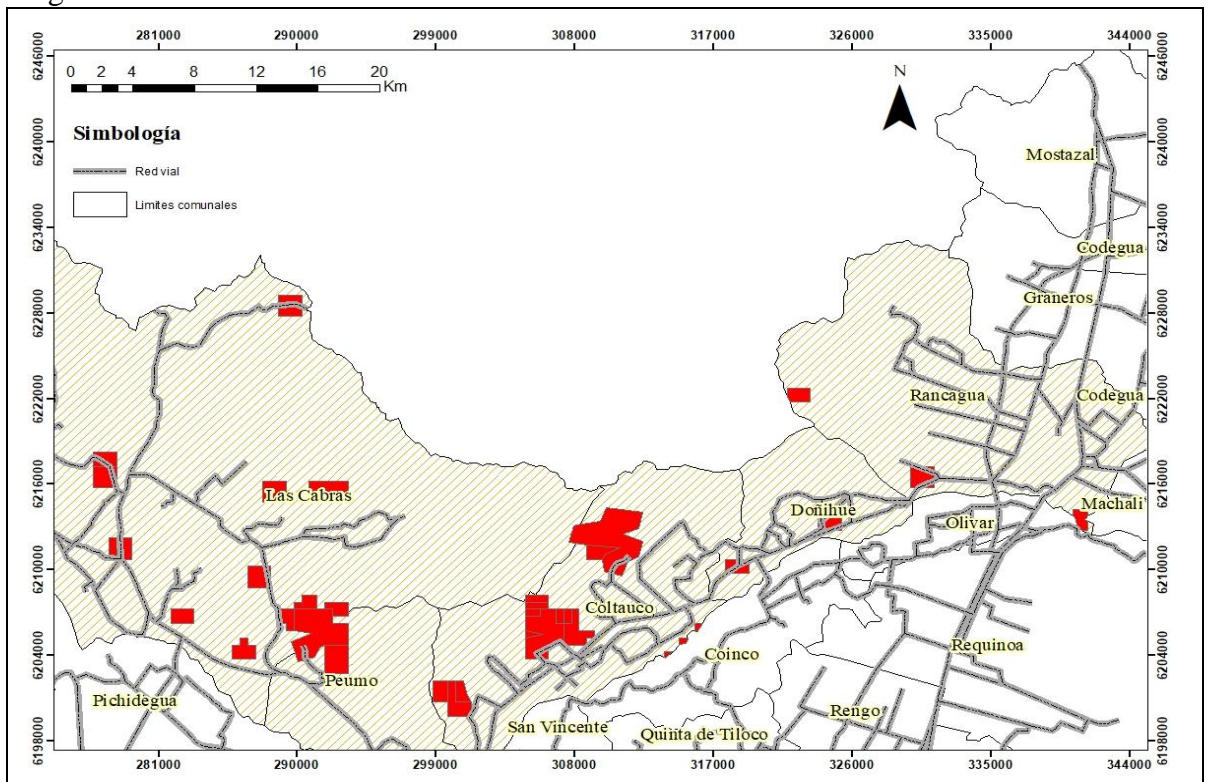


Figura 29. Visualización del Sector Crítico 4. Quinquenio 2002 – 2006.

En el quinquenio 2002 – 2006, los usos de suelo pertenecientes a bosque nativo y praderas y matorrales fueron los que más contenían superficie del sector crítico, haciéndose fuerte la influencia de este último uso mencionado. Se puede observar también la influencia del tránsito de personas y del turismo en la zona, ubicando superficie del sector crítico muy ligada a caminos y a zonas de inter turístico como bosques o el lago Rapel. En este quinquenio el sector crítico presenta la segunda densidad más alta de incendios y la segunda distribución porcentual más alta de unidades de análisis.

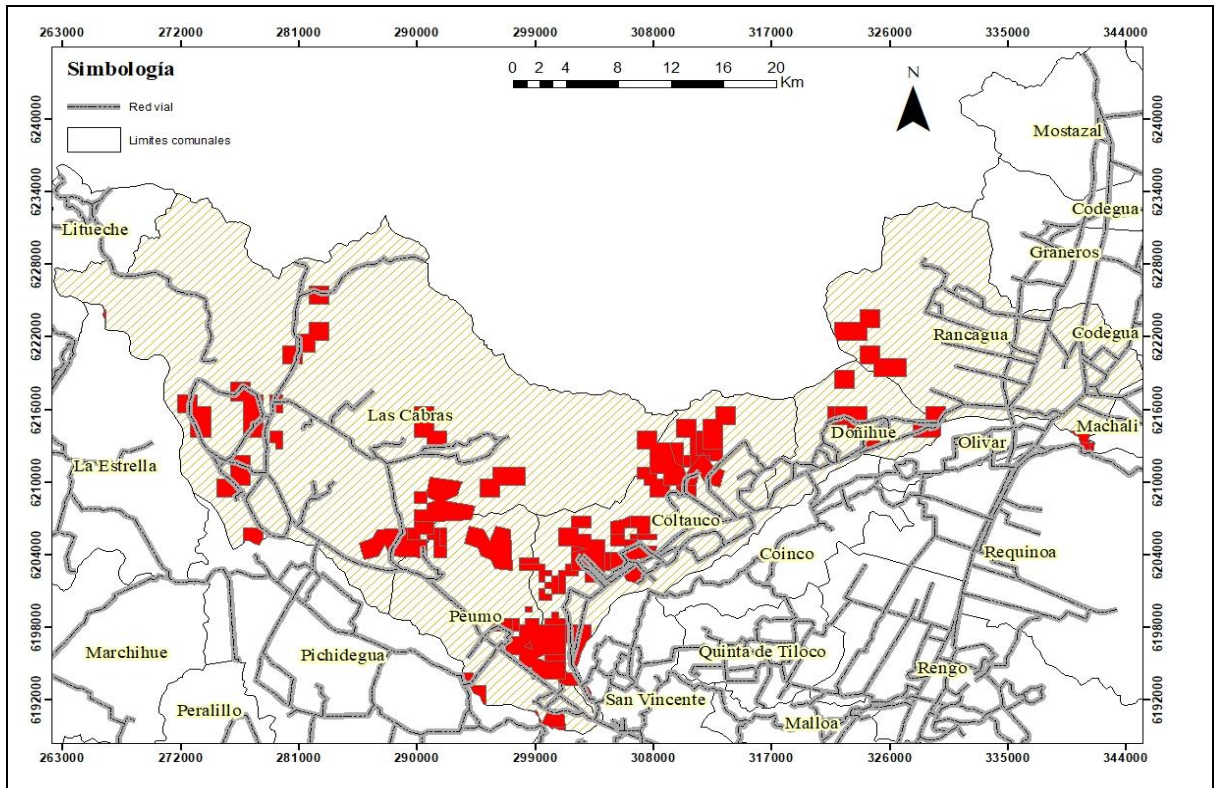


Figura 30. Visualización del Sector Crítico 4. Quinquenio 2007 – 2011.

En el quinquenio 2007 – 2011 la superficie del sector crítico se expande, haciéndose presente la influencia de las viñas, ya sea como material combustible o aumento en el tránsito de personas por el turismo asociado y un aumento en la influencia del Lago Rapel. En este quinquenio la densidad de incendios y cantidad de unidades de análisis en el sector aumentan, ubicándose en el primer lugar de ambas variables.

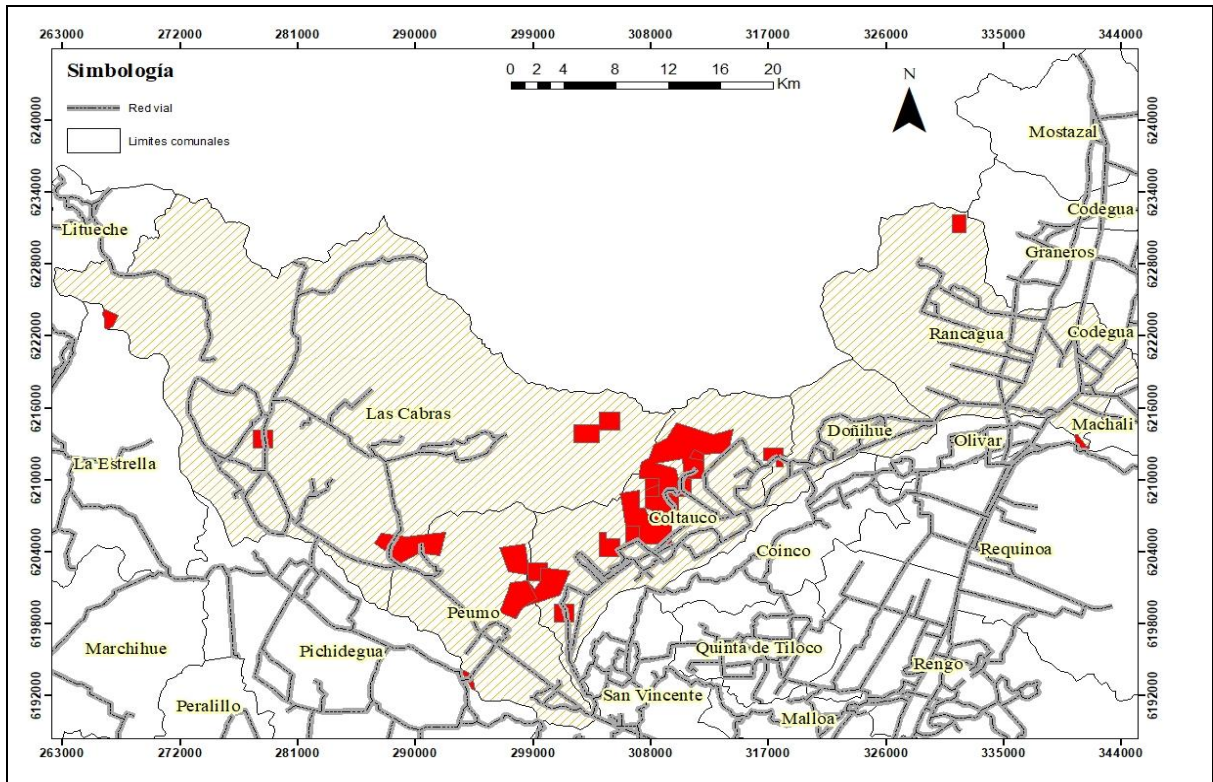


Figura 31. Visualización del Sector Crítico 4. Quinquenio 2012 – 2016.

En el quinquenio 2012 – 2016, la superficie del sector crítico disminuye, concentrándose principalmente en lugares con praderas matorrales, bosques nativos y viñedos y perdiendo representatividad en el sector del lago rapel. Las unidades de análisis y la densidad de incendios disminuyen en este quinquenio.

El sector crítico cinco se ubica en las comunas de San Francisco de Mostazal, Graneros, Requinoa, Codegua y Machalí. Las comunas de San Francisco de Mostazal y Machalí son comunas de ruralidad intermedia con actividades económicas ligadas al sector silvoagropecuario. Destaca la presencia de plantación de eucaliptus, industrias y la presencia de la mina El Teniente y la alta cantidad de habitantes. La comuna de Graneros se encuentra ubicada en la interfaz urbano rural, con la capital regional, destaca la presencia de industrias y viñedos, además de la densa red caminera presente y su densidad poblacional. Codegua y Requinoa son comunas medianamente rurales con economía basada en la agricultura, esta última presenta un alto número de habitantes. En estas comunas destaca la red caminera, las plantaciones de Eucaliptus y la presencia de viñedos. El sector crítico en general presenta una marcada influencia de la red caminera en la que destaca la presencia de la carretera Panamericana 5 sur. Desde el punto de vista del uso de suelo destaca la influencia de las praderas y matorrales que ubican contiguas a bosque nativo o sectores agrícolas. Es uno de los tres primeros sectores con más unidades de análisis y densidad de incendios forestales.

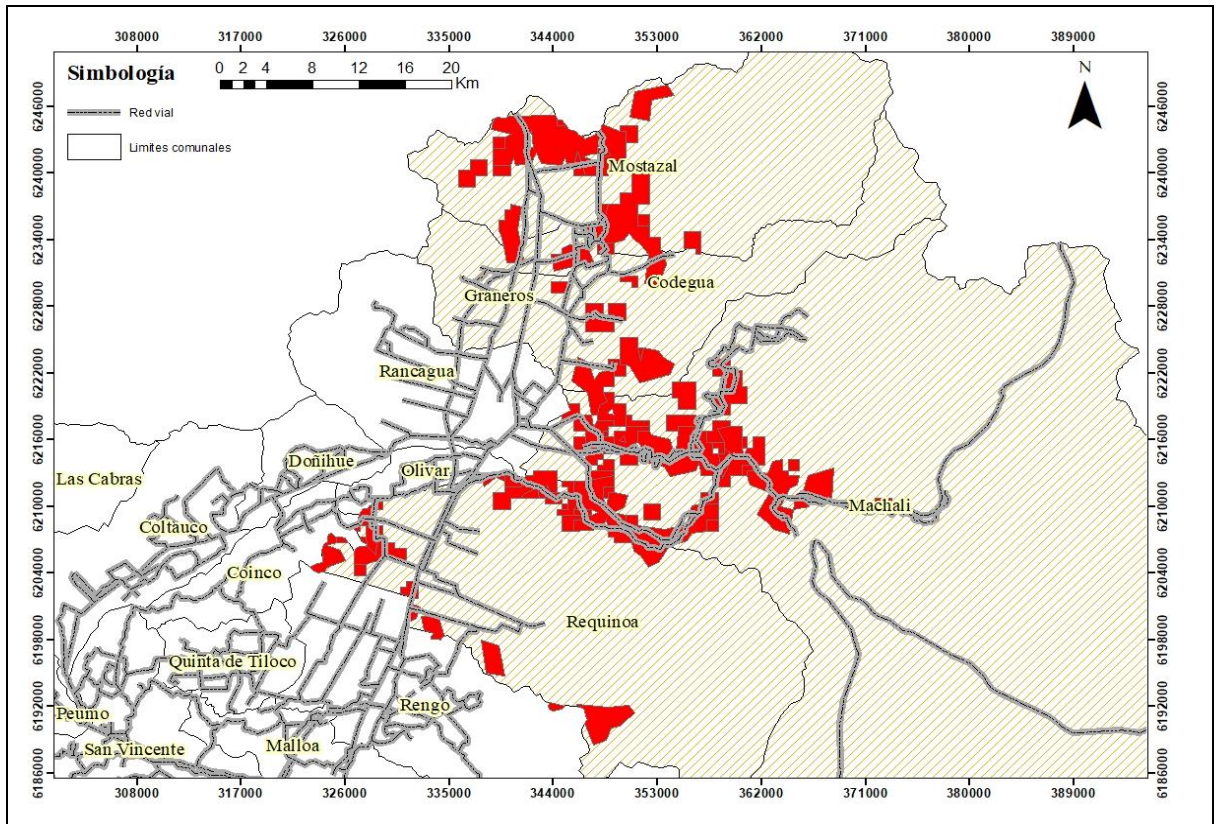


Figura 32. Visualización del Sector Crítico 5. Período 2002 – 2016.

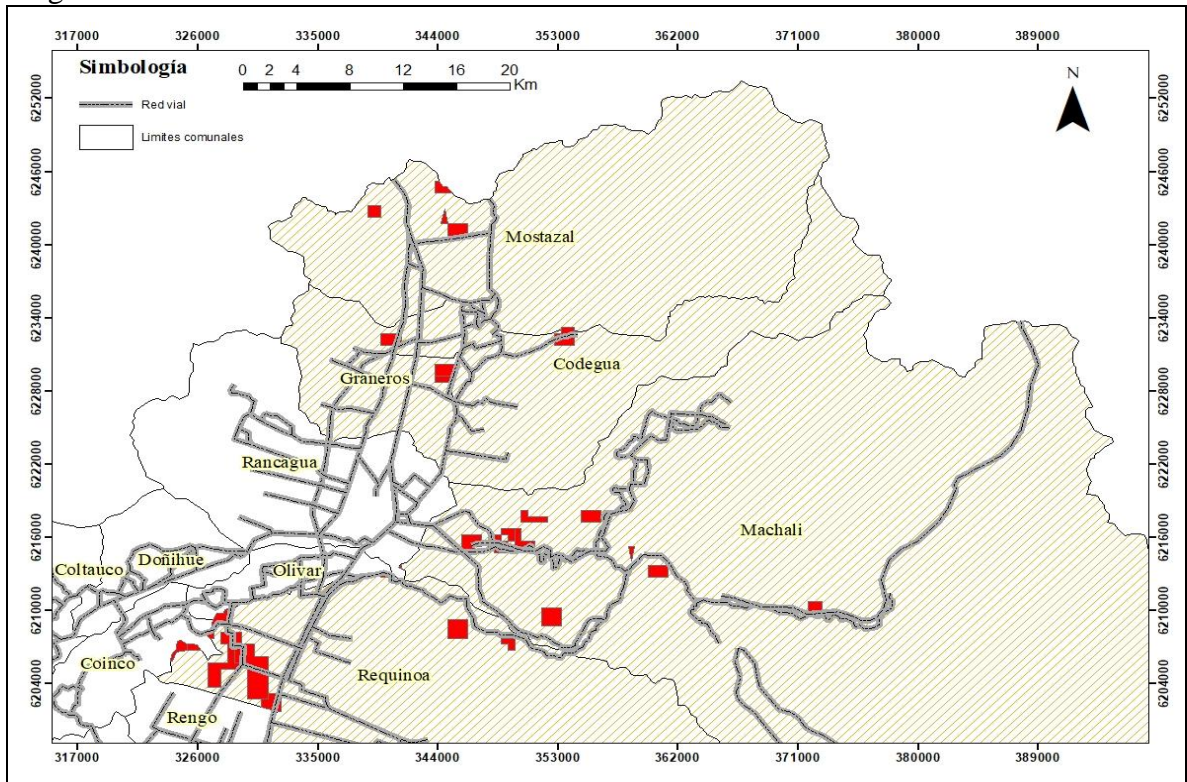


Figura 33. Visualización del Sector Crítico 5. Quinquenio 2002 – 2006.

En el quinquenio 2002 – 2006 el sector crítico se encuentra asociado principalmente a praderas y matorrales contiguos a sectores de bosque o de uso agrícola. Se encuentra en cuarto lugar en cantidad de unidades de análisis y densidad de incendios.

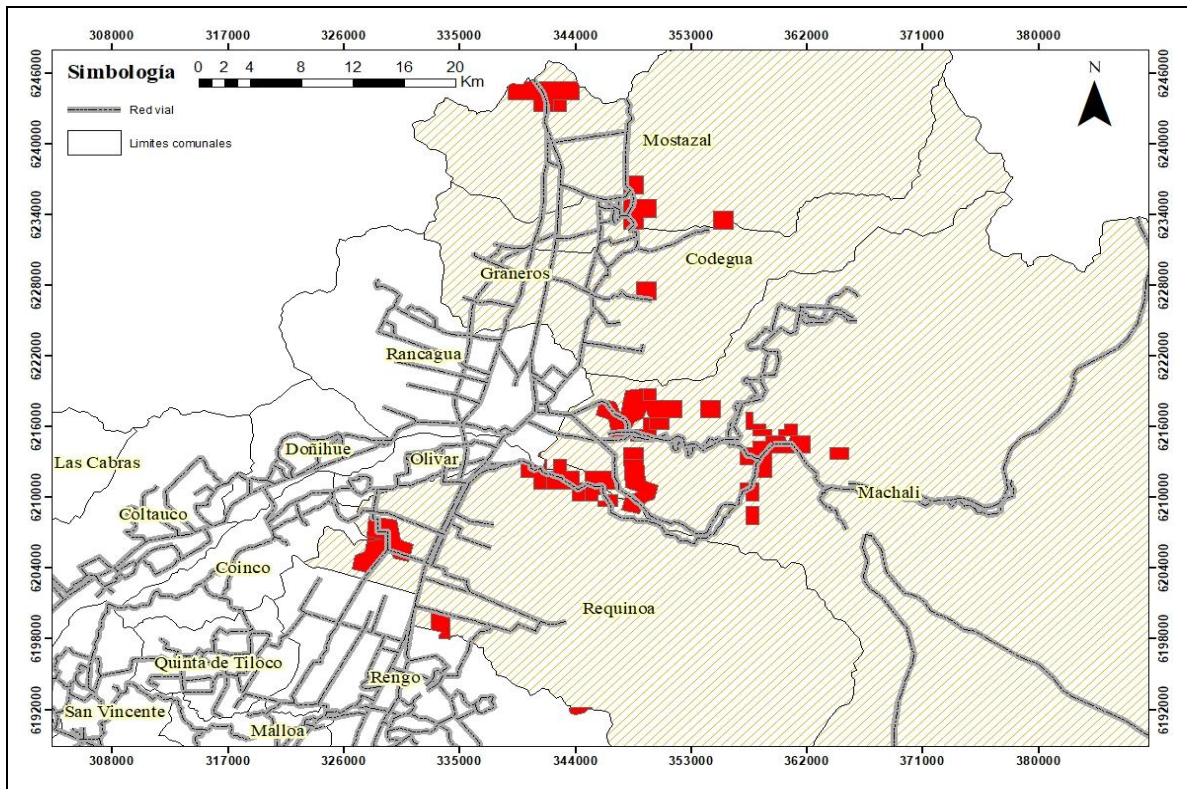


Figura 34. Visualización del Sector Crítico 5. Quinquenio 2007 – 2011.

En el quinquenio 2007 – 2011, las superficies de este sector crítico se encuentran contenidas principalmente en la comuna de Machalí y no tiene presencia en la comuna de Graneros. En este quinquenio el sector crítico disminuye sus unidades de análisis y aumenta la densidad de incendios.

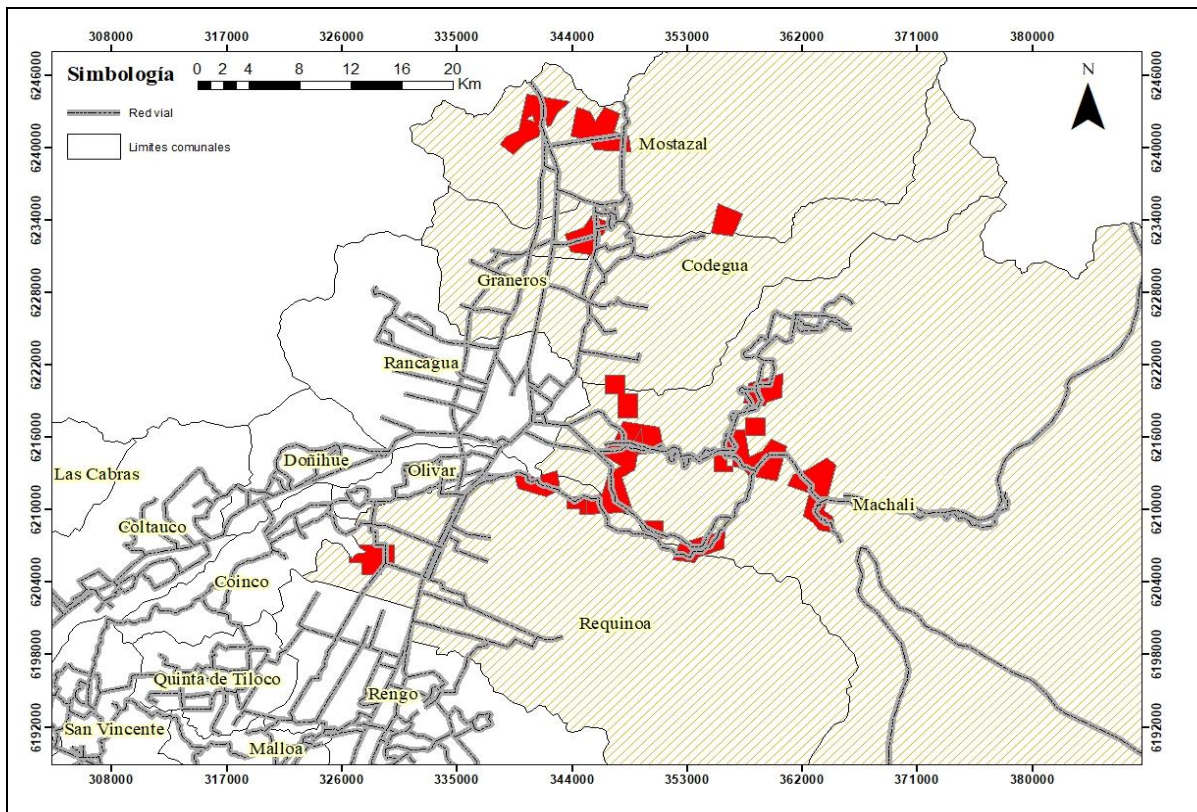


Figura 35. Visualización del Sector Crítico 5. Quinquenio 2012 – 2016.

En el quinquenio 2012 – 2016, el sector crítico aumenta sus unidades de análisis y mantiene su densidad con respecto al quinquenio anterior. El sector crítico sigue concentrando su superficie en la comuna de Machalí y en los mismos usos de suelos del quinquenio anterior.

El sector crítico número seis, se ubica en las comunas de Palmilla, Santa Cruz, Chépica, Nancagua, Placilla y Chimbarongo. Las comunas de Chépica, Palmilla y Placilla son fuertemente rurales y sus economías dependen de la agricultura, en estas destaca la presencia de cultivos anuales y viñedos. La comuna de Santa Cruz es de ruralidad intermedia y vocación productiva silvoagropecuarias, con alta población, en donde destacan las plantaciones de Eucaliptus y los viñedos. Las comunas de Nancagua y Chimbarongo son medianamente rurales y sus economías dependen de la agricultura, esta última presenta una población alta para la región, destacan las plantaciones de pino radiata y Mimbre, además de la presencia de viñedos y de zonas de alto tránsito de personas y turistas ligadas al comercio de mimbre en la ruta 5 sur. En este sector crítico no se observa la influencia preponderante de ningún uso de suelo, se presenta en asociaciones pradera y matorral con bosque nativo, bosque nativo con terrenos de usos agrícolas y plantaciones con bosque nativo y zonas de uso agrícola, destaca además la influencia de densa red caminera con la presencia de la carretera 5 sur y alto tráfico de persona que genera. Es el tercer sector crítico con menos unidades de análisis y densidad de incendios.

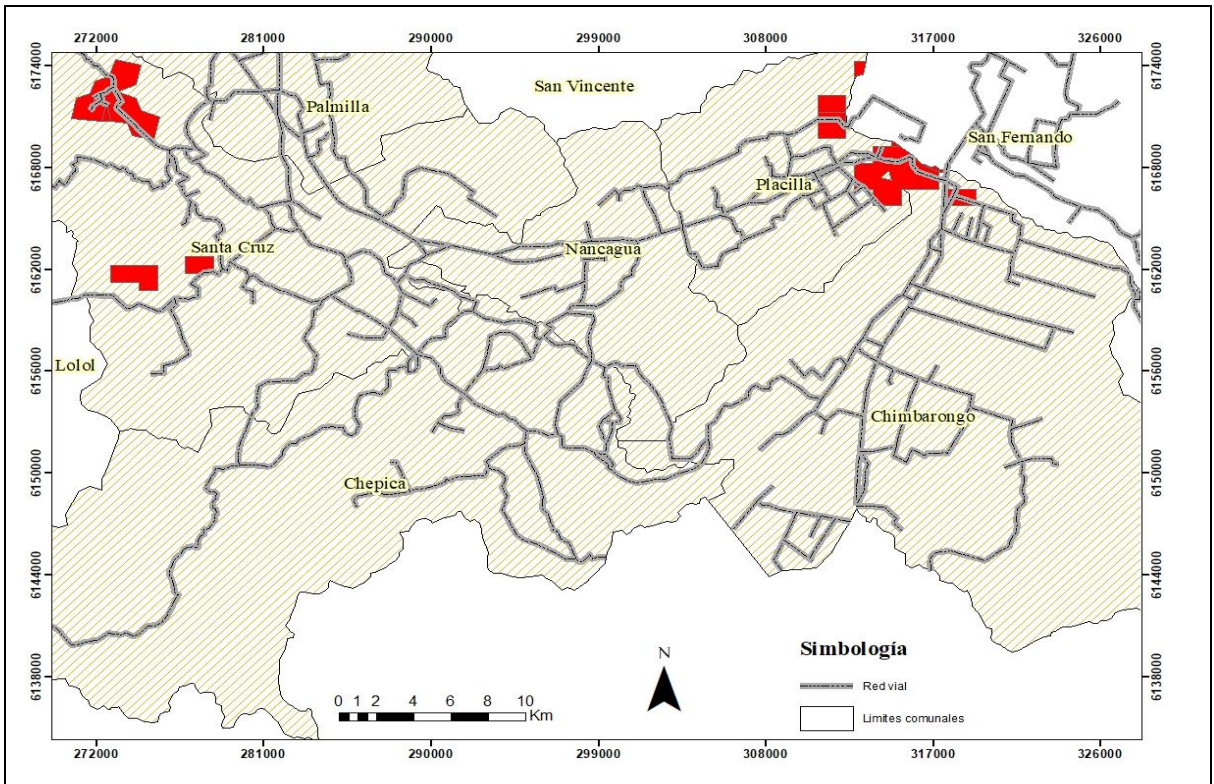


Figura 36. Visualización del Sector Crítico 6. Período 2002 – 2016.

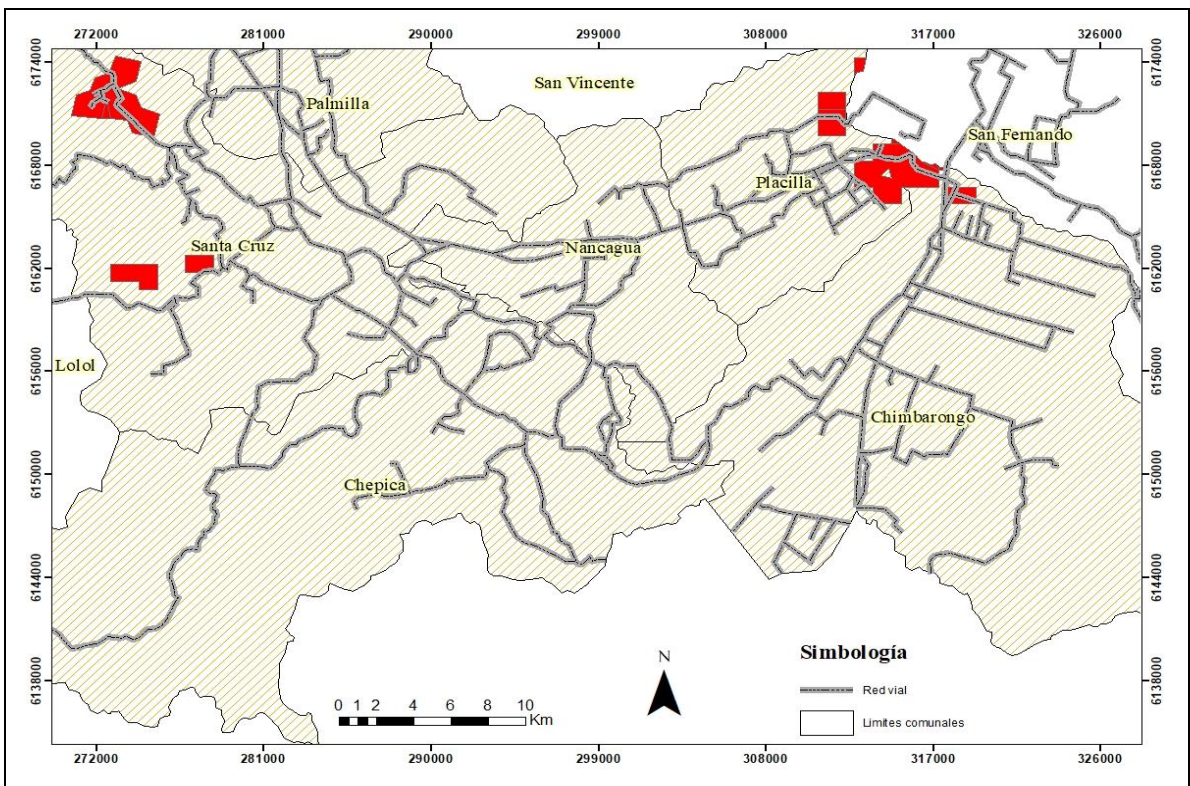


Figura 37. Visualización del Sector Crítico 6. Quinquenio 2002 – 2006.

En el quinquenio 2002 – 2006, el sector crítico se encuentra presente solo en las comunas de Santa Cruz, Placilla y una pequeña parte de Chimbarongo y Chépica. Tanto las unidades de análisis como la densidad de incendios se presentan bajas en este quinquenio.

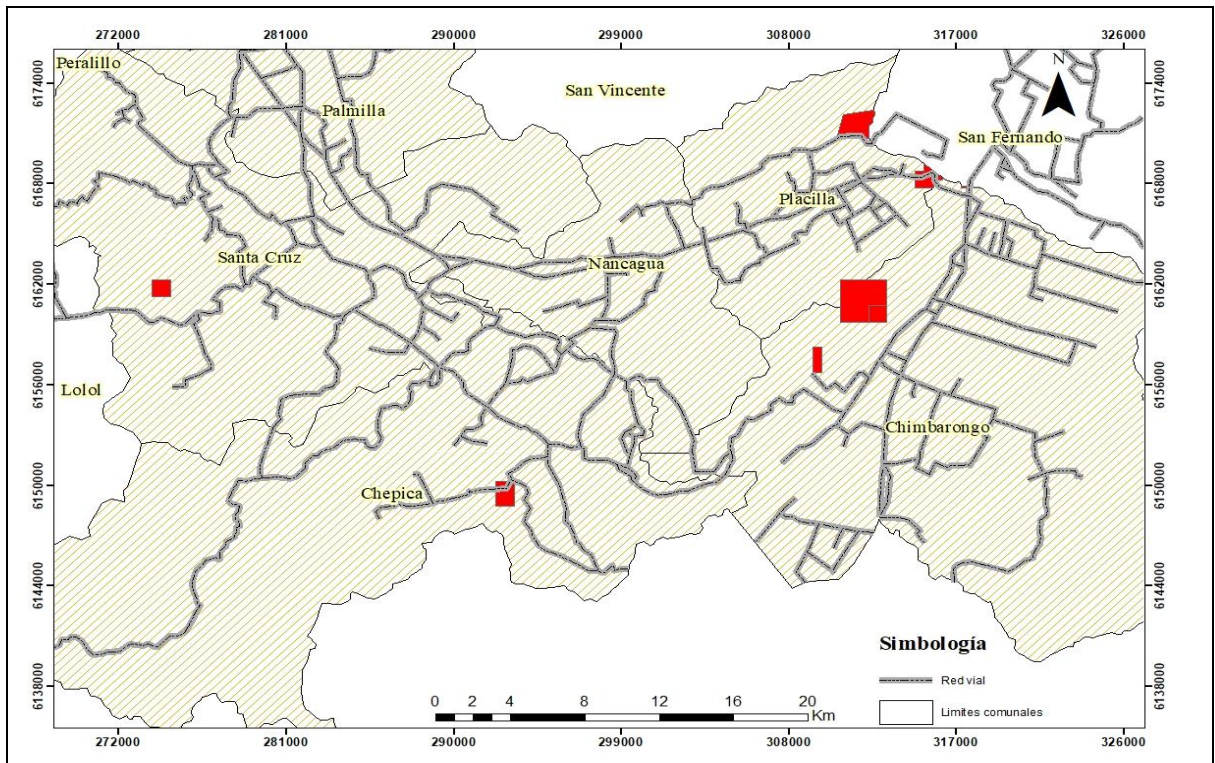


Figura 38. Visualización del Sector Crítico 6. Quinquenio 2007 – 2011.

En el quinquenio 2007 – 2011, el sector crítico presenta una disminución en las unidades de análisis y densidad de incendios con respecto al quinquenio anterior, llegando a ser el sector con menos unidades de análisis en el quinquenio. La superficie del sector crítico sigue concentrándose en las mismas comunas.

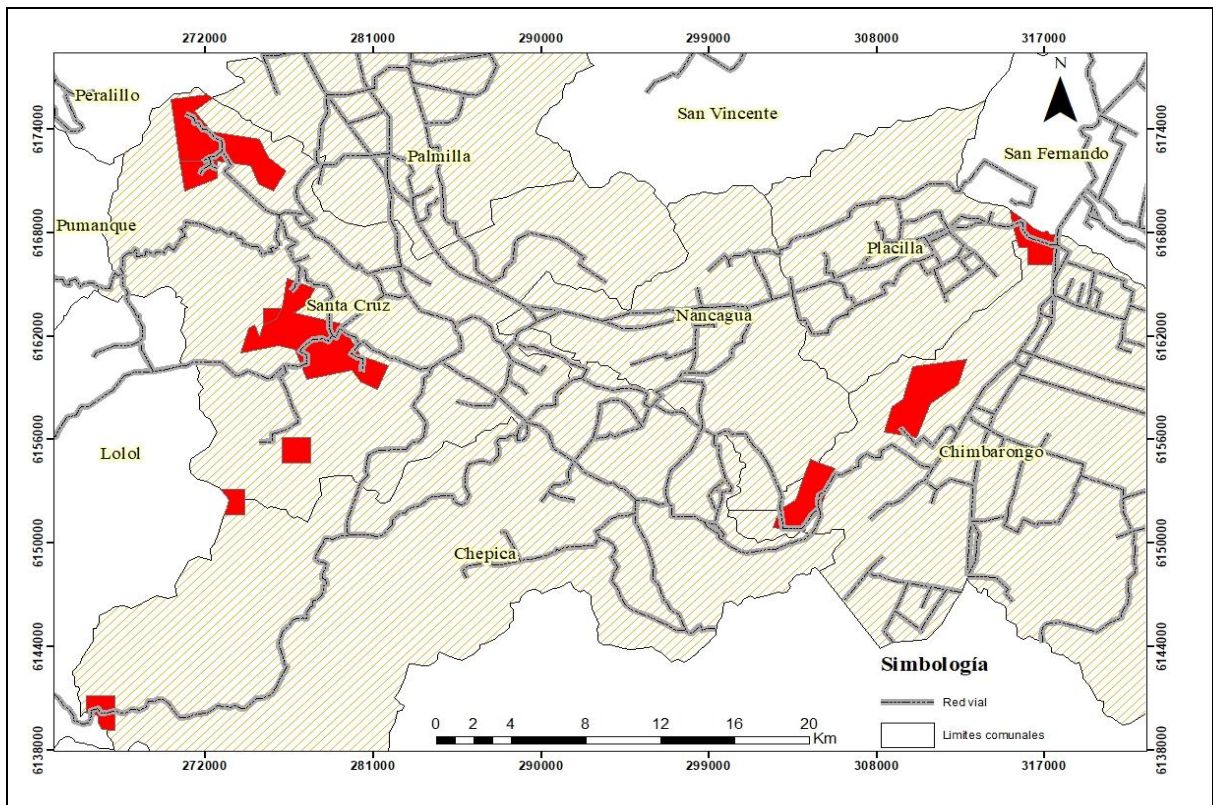


Figura 39. Visualización del Sector Crítico 6. Quinquenio 2012 – 2016.

Para el Quinquenio 2012 -2016, el sector crítico solo se concentra en las comunas de Santa Cruz, Chépica y Chimbarongo, sin embargo, presenta un aumento en las unidades de análisis y en la densidad de incendios.

El sector crítico siete, se encuentra en las comunas de Pichidegua, San Vicente, Quinta de Tilcoco, Coinco y El Olivar. Pichidegua es una comuna fuertemente rural con economía dependiente de la agricultura, destacando la producción hortofrutícola. Coinco es una comuna con vocación productiva silvoagropecuaria y ruralidad intermedia. Destaca desde el punto de vista del tránsito de vehículos la presencia industrial de la Compañía de Cervecerías Unidas (CCU). Quienes extraen de esta comuna el agua mineral que comercializan. Quinta de Tilcoco y San Vicente, son comunas medianamente rurales con economías dependientes de la agricultura, en esta última destaca el número de habitantes. El Olivar es una comuna ubicada en la interfaz urbano rural con la capital Regional Rancagua, la actividad económica está relacionada a la producción hortofrutícola. El sector crítico se asocia principalmente a usos de suelo de pradera y matorral, extendiéndose a zonas de uso agrícola o bosque nativo. El sector crítico es el tercero con menos unidades de análisis, pero el tercero con más densidad de incendios.

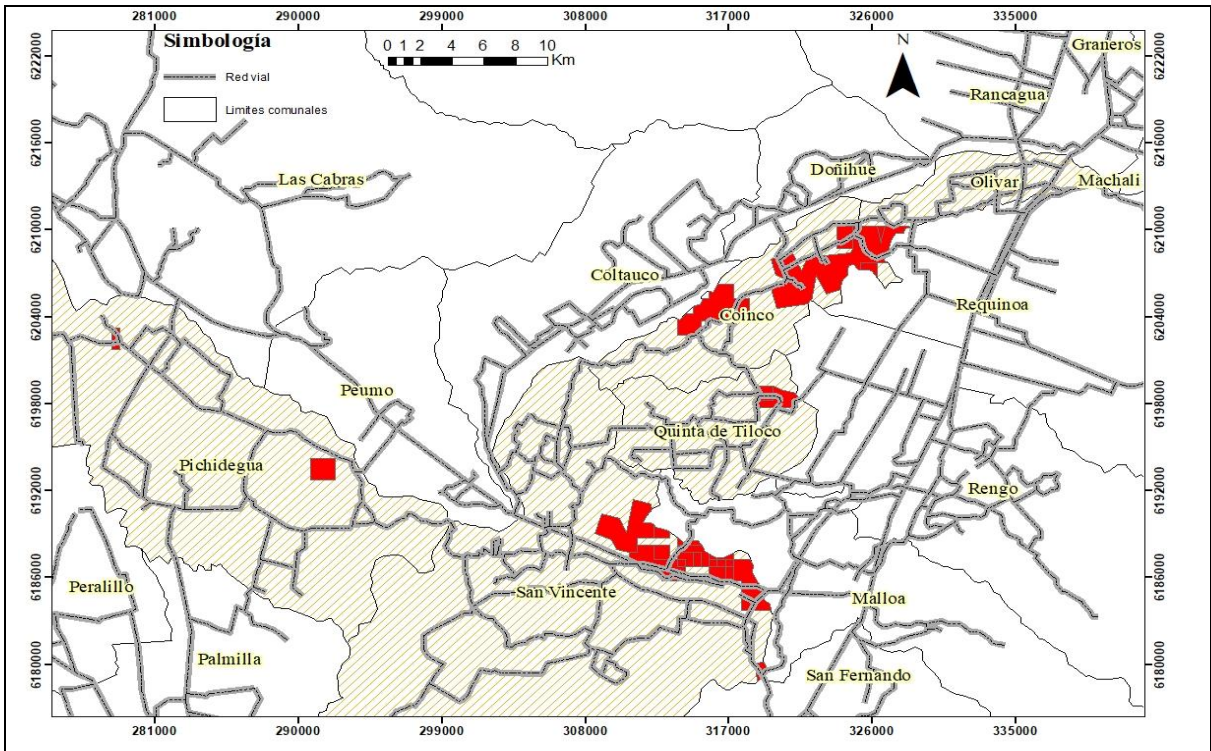


Figura 40. Visualización del Sector Crítico 7. Período 2002 – 2016.

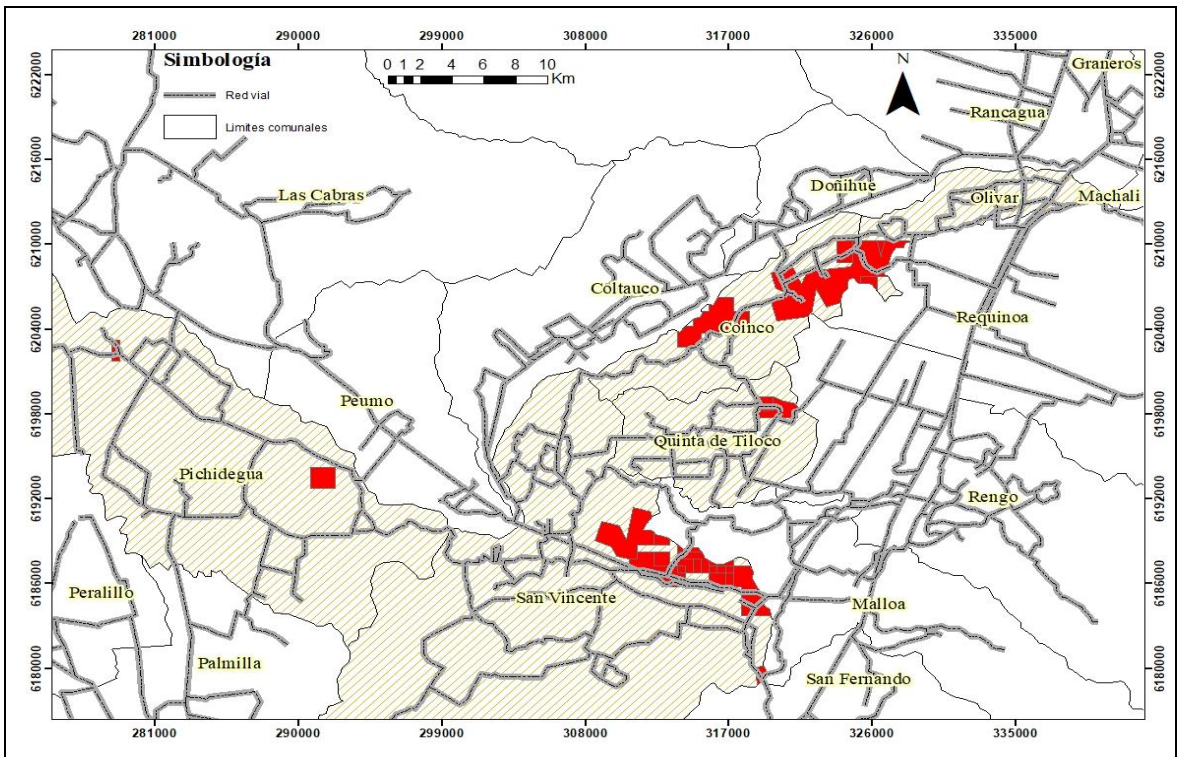


Figura 41. Visualización del Sector Crítico 7. Quinquenio 2002 – 2006.

En el quinquenio 2002 – 2006, el sector presenta mayor cantidad de unidades de análisis, pero aproximadamente la mitad de la densidad de incendios, en comparación a la totalidad del período.

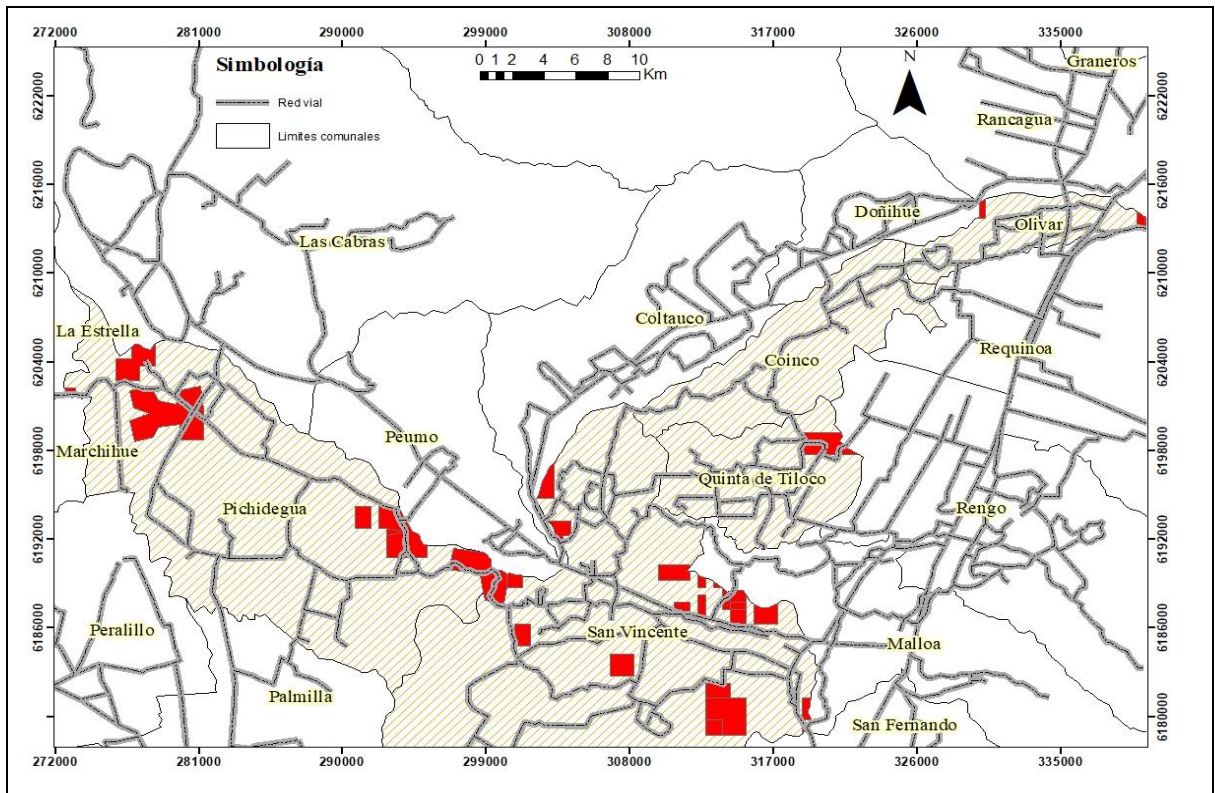


Figura 42. Visualización del Sector Crítico 7. Quinquenio 2007 – 2011.

En el quinquenio 2007 – 2011 la densidad de incendios y las unidades de análisis presentan pequeños aumentos en relación al quinquenio anterior. En este quinquenio el sector crítico no incluye a la comuna de Coínco.

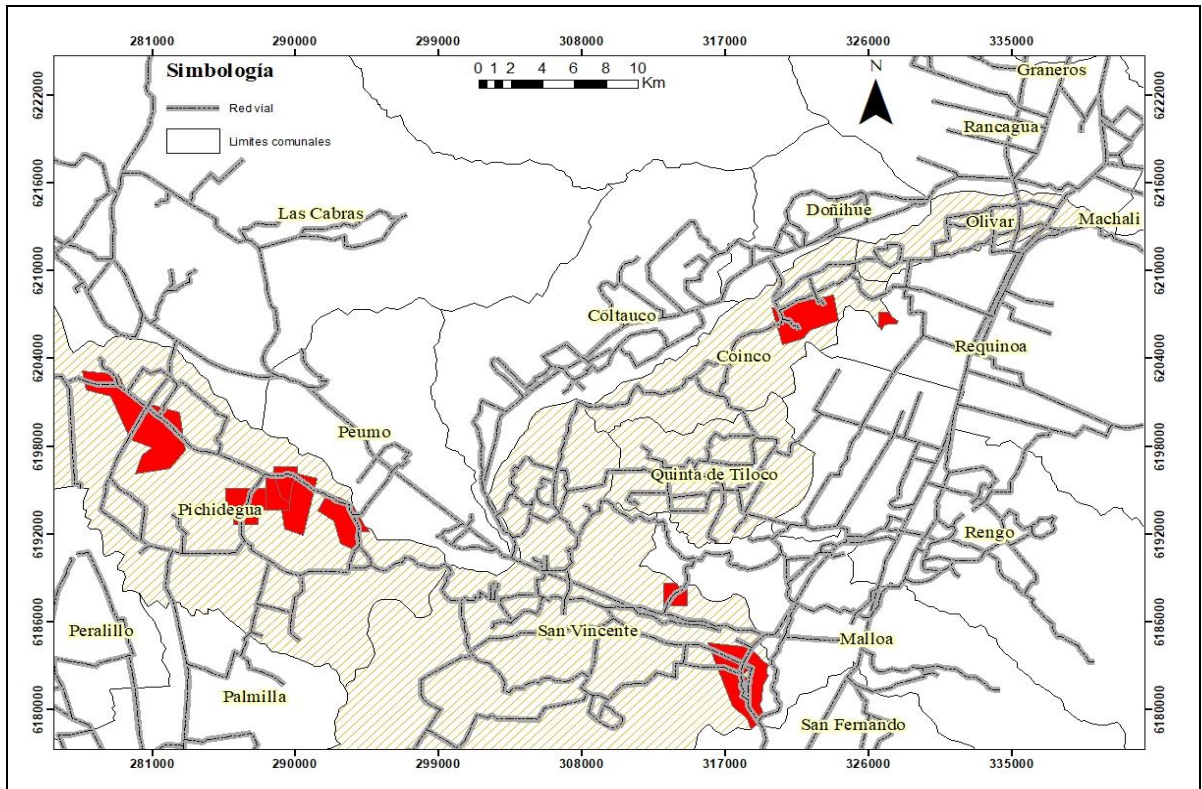


Figura 43. Visualización del Sector Crítico 7. Quinquenio 2012 – 2016.

El quinquenio 2012 – 2016, el sector crítico no incluye a la comuna de Quinta de Tilco, y solo una pequeña superficie de este está contenida en la comuna de El Oliviar. Las unidades de análisis aumentan y la densidad de incendios disminuye con respecto al quinquenio anterior.

El sector crítico ocho, está contenido en las comunas de Rengo, Malloa y San Fernando. Rengo y San Fernando son comunas silvoagropecuarias de ruralidad intermedia, ambas destacan por poseer una alta población y alta influencia de la red caminera, en donde destaca la presencia de la carretera 5 sur. Rengo destaca en la producción hortofrutícola, la producción de vinos y el turismo asociado a esta. En San Fernando destaca la producción silvoagropecuarias, vitivinícolas y mineras. Malloa es una comuna medianamente rural con economía dependiente de la agricultura, en esta destaca la presencia de la ruta 5 sur. Este sector crítico se asocia a usos de suelo agrícolas, praderas y matorrales y bosque nativo. Es el segundo sector con más unidades de análisis y con más densidad de incendios.

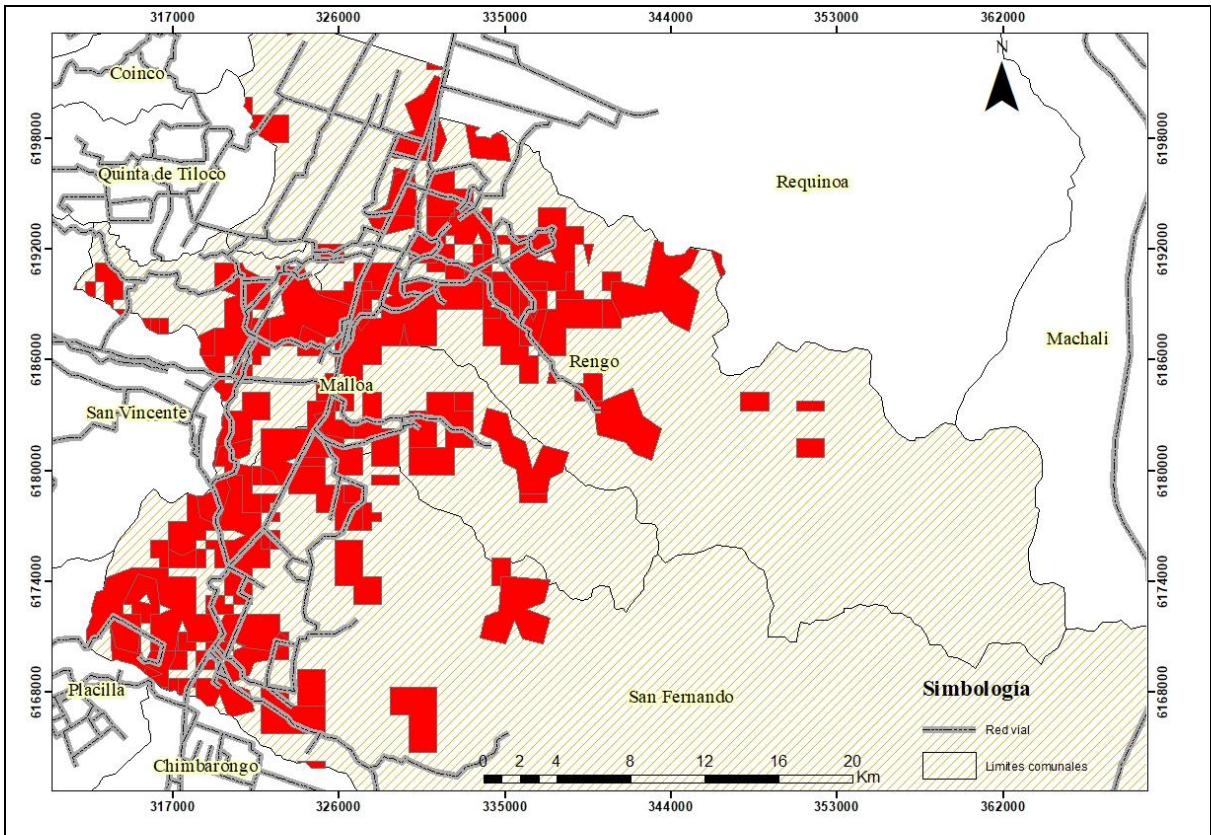


Figura 44. Visualización del Sector Crítico 8. Período 2002 – 2016.

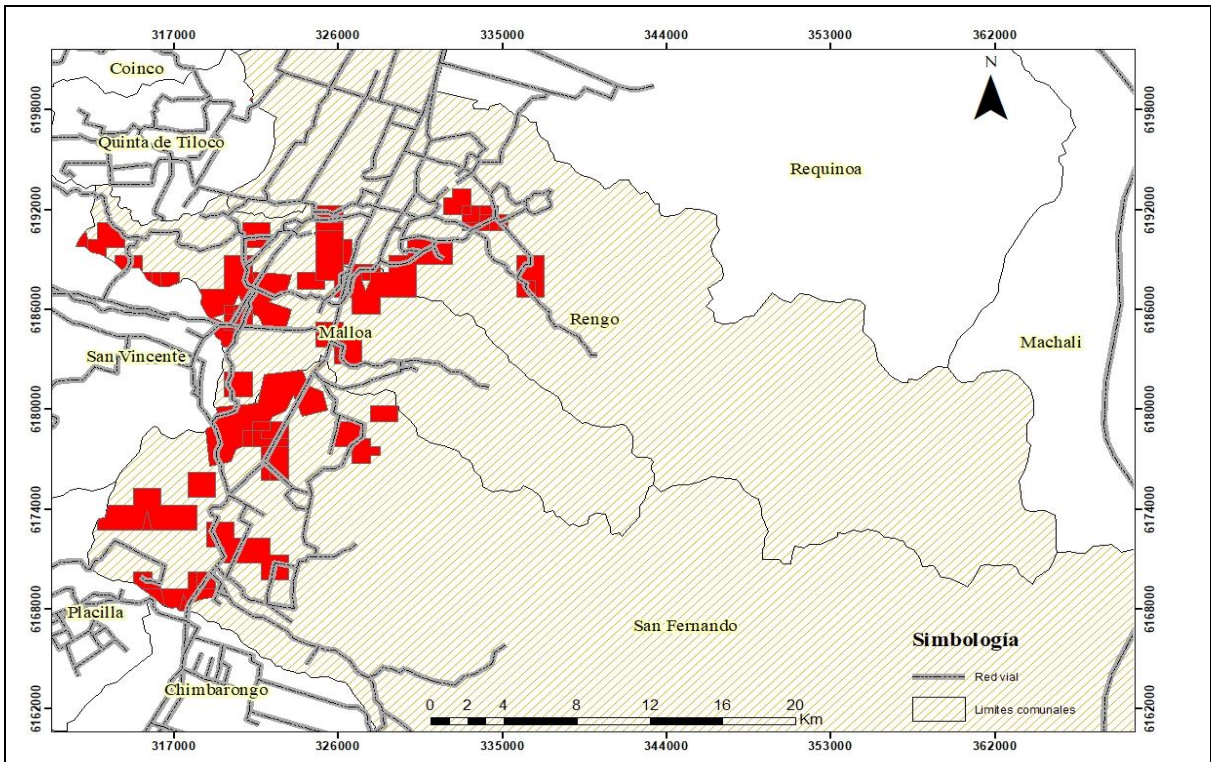


Figura 45. Visualización del Sector Crítico 8. Quinquenio 2002 – 2006.

En el quinquenio 2002 – 2006, el sector crítico se encuentra asociado principalmente a usos de suelo agrícola, en donde se aprecia la influencia de la red de caminos presente. En este quinquenio el sector crítico es el que más unidades de análisis y densidad de incendios posee.

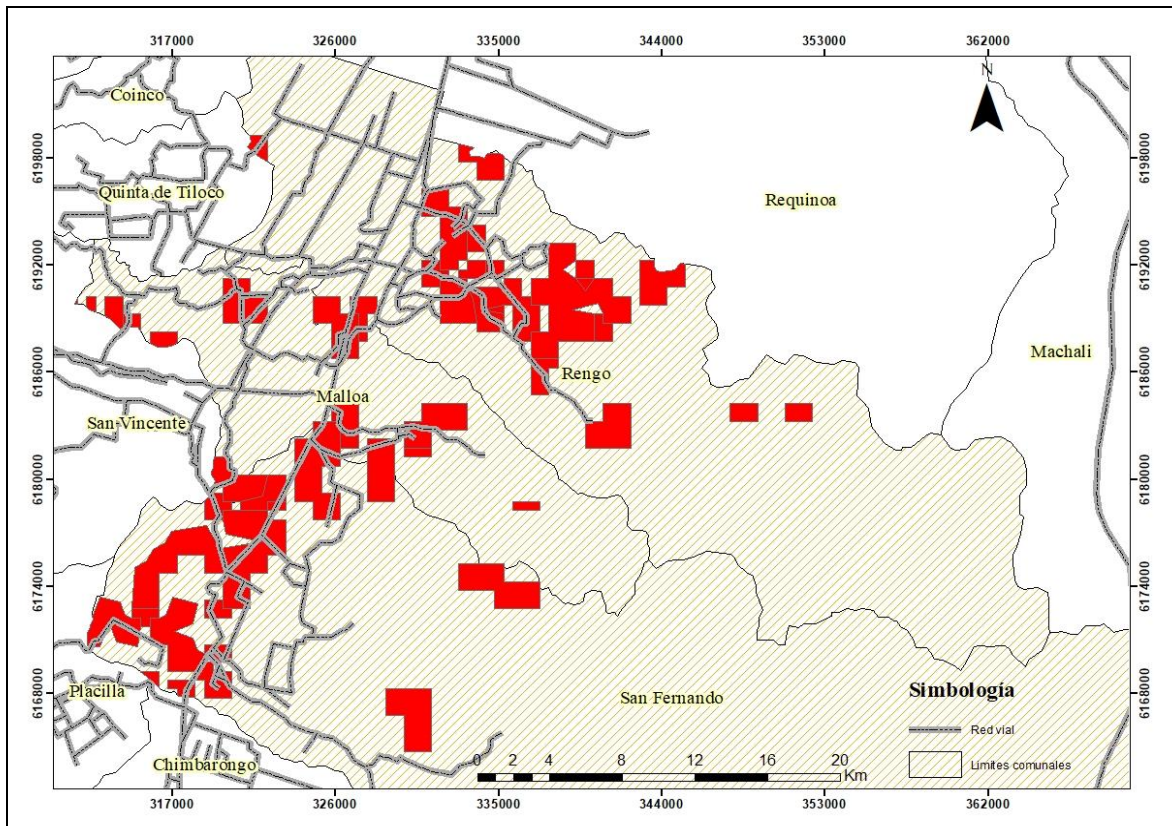


Figura 46. Visualización del Sector Crítico 8. Quinquenio 2007 – 2011.

En el quinquenio 2007 – 2011, el sector crítico no presenta variaciones significativas en la cantidad de unidades de análisis, pero sufre un aumento en la densidad de incendios. En este quinquenio los sectores críticos se concentran aún más en las zonas de uso agrícola.

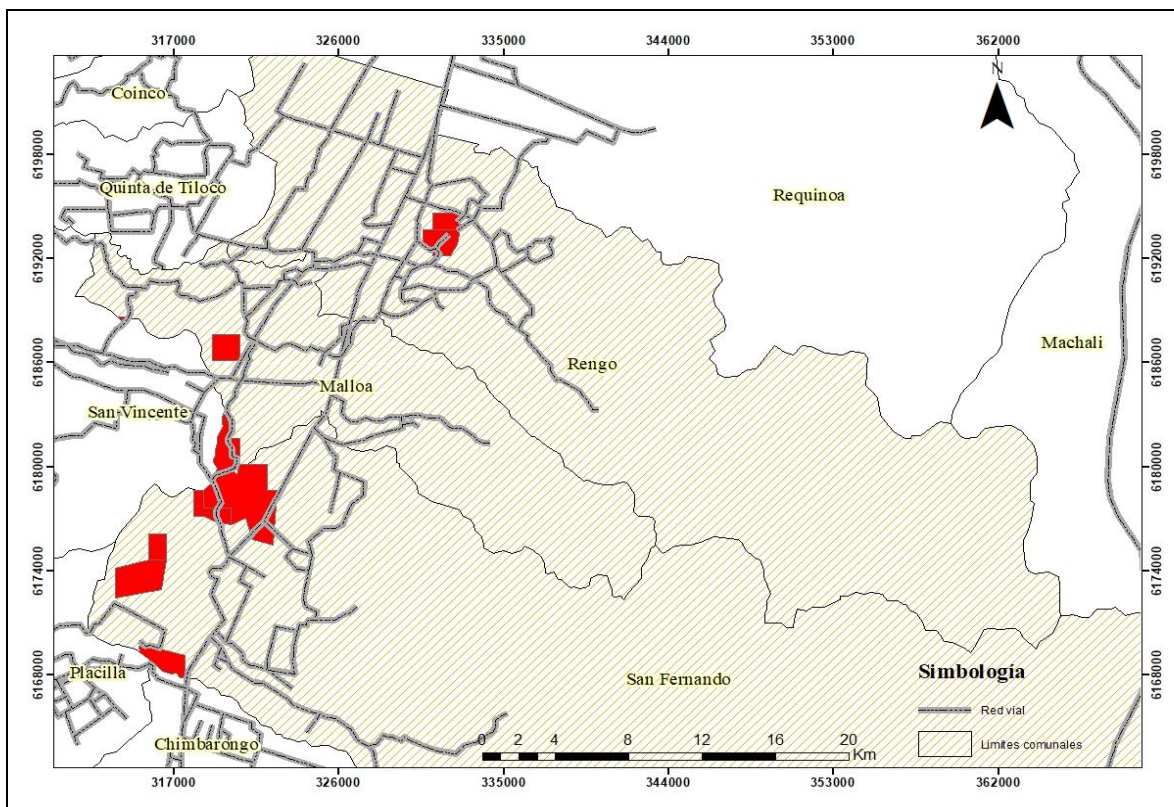


Figura 47. Visualización del Sector Crítico 8. Quinquenio 2012 – 2016.

En el quinquenio 2012 – 2016, el sector crítico sufre una disminución considerable en las unidades de análisis y densidad de incendios, con respecto al quinquenio anterior. El sector crítico se asocia a usos de suelo agrícolas, de bosque nativo y praderas y matorrales.

3.3 Análisis de la causalidad de incendios forestales.

Se realizó un análisis comparativo a cerca de las causas que originaron los incendios forestales, desde los puntos de vista espacial y cronológico a nivel de quinquenios y para todo el período de estudio, con el objetivo de entender la dinámica de la causalidad en la Región.

3.3.1 Análisis espacial de la causalidad

Para la realización de este análisis, se estudió la ocurrencia según sus causas generales para la totalidad del período de estudio y para cada quinquenio, a nivel regional y de zonas de ocurrencia.

El análisis reveló que la mayor proporción de ocurrencia en la Región para la totalidad del período de estudio correspondió a la causa de Tránsito de Personas y Vehículos (49.83%), seguida por Incendios Intencionales (13.18%) y Faenas Agrícolas y Pecuarias (10.3%). Los

Incendios de Causa Desconocida, corresponden a un 4.31% del total. A continuación, se exponen en detalle estos antecedentes.

Causa	N° Incendios	%
Tránsito de Personas y Vehículos	1.475	49,8
Incendios Intencionales	390	13,9
Faenas Agrícolas y Pecuarias	305	10,3
Actividades Recreativas	199	6,7
Otras Actividades	147	4,9
Quema de Desechos	130	4,4
Incendios de Causa Desconocida	93	3,1
Faenas Forestales	83	2,80
Accidentes Eléctricos	80	2,70
Confección y/o Extracción Productos Secundarios del Bosque	27	0,91
Actividades Extinción Incendios Forestales	20	0,68
Operaciones en Vías Férreas	6	0,20
Incendios Naturales	5	0,17
Total	3.039	100

Cuadro 5. Distribución General de la Causalidad para el Total de la Zona de Estudio y el Total del Período de Estudio.

Para el primer quinquenio en análisis se puede observar que las causas más conflictivas son: Tránsito de Personas y vehículos (38.6%), Incendios Intencionales (14.9%) y Actividades Recreativas (10.3%); Por el contrario, las causas menos conflictivas son: Operaciones en vías férreas (0.2%), Incendios Naturales (0.4%) y Actividades de Extinción de Incendios Forestales (1.1%). En este quinquenio asoman las causas de tránsito de Personas y Vehículos como claves en materia de incendios forestales, debido a su elevada ocurrencia que esta presenta. Cabe destacar que la causa de Actividades de Extinción de Incendios Forestales, hace referencia a incendios que se originan por accidentes ocurridos con aeronaves, helicópteros o vehículos motorizados, que se encontraban realizando labores de combate de incendios; accidentes en campamentos forestales montados para labores de combate de incendios y rebrotes de incendios anteriores.

Para el Quinquenio Comprendido entre los Años 2007 - 2011 las causas más con mayor ocurrencia son: Tránsito de Personas y Vehículos (47.43%), Incendios Intencionales (15.94%) y Faenas Agrícolas y Pecuarias (13.79%); Las causas menos conflictivas de este quinquenio son: Incendios naturales (0.09%), Operaciones en vías férreas (0.19%) y Actividades de Extinción de Incendios Forestales (0.28%). En este quinquenio, destaca la ausencia como causa relevante las Actividades recreativas, las que fueron sustituidas por Faenas Agrícolas y Pecuarias.

Para el último quinquenio en estudio las causas más conflictivas son: Tránsito de Personas y Vehículos (66%), Faenas Agrícolas y Pecuarias (9.39%) e Incendios Intencionales (7.79%); Mientras que las causas menos conflictivas son: Incendios Naturales (0%),

Operaciones en Vías Férreas (0.23%) y Confección y/o Extracción de Productos Secundarios del Bosque (0.46%).

Cabe destacar la necesidad de crear conciencia en la población al observar que los Incendios Intencionales son una de las causas más conflictiva en la región, generando gran ocurrencia. A continuación, se presenta un cuadro resumen que contiene la información descrita.

Causa	2002 - 2006		2007 - 2011		2012 - 2016	
	N° Incendios	%	N° Incendios	%	N° Incendios	%
Accidentes Eléctricos	12	1.1	30	2,7	38	4,3
Actividades Extinción Incendios Forestales	11	1.1	3	1	6	0,7
Actividades Recreativas	105	10.3	63	5,8	31	3,6
Confección y/o Extracción Productos Secundarios del Bosque	17	1.7	6	0,6	4	0,5
Faenas Agrícolas y Pecuarias	75	7.4	148	13,7	82	9,4
Faenas Forestales	39	3.9	28	2,6	16	1.8
Incendios de Causa Desconocida	67	6,6	18	1,7	8	0.9
Incendios Intencionales	151	14.9	171	15,8	68	7,8
Incendios Naturales	4	0.4	1	0,1	0	0,0
Operaciones en Vías Férreas	2	0.2	2	0,2	2	0,2
Otras Actividades	88	8.7	43	3.9	16	1,8
Quema de Desechos	52	5.1	52	4,7	26	3.0
Tránsito de Personas y Vehículos.	391	38.6	508	47,2	576	66.0
Total	1.014	100	1.073	100	873	100

Cuadro 6. Distribución Porcentual de la Causalidad para los Distintos Quinquenios.

A continuación, se realiza una comparación entre los valores regionales de ocurrencia y los valores para el promedio de las zonas de ocurrencia, para cada quinquenio y para la totalidad del período de estudio.

Causa	2002 - 2016		2002 - 2006		2007 - 2011		2012 - 2016	
	Reg	Zo	Reg	Zo	Reg	Zo	Reg	Zo
Accidentes eléctricos	2,70	2,17	1.18	0,85	2,8	1,73	4,35	1,79
Actividades extinción incendios forestales	0,68	0,74	1.08	0,85	0,28	0,47	0,69	0,89
Actividades recreativas	6,72	6,60	10.36	9,81	5,87	6,44	3,55	2,68
Confección y/o extracción productos secundarios del bosque	0,91	0,90	1.68	2,13	0,56	0,31	0,46	0,45
Faenas agrícolas y pecuarias	10,30	9,06	7.40	6,61	13,79	11,77	9,39	5,15
Faenas Forestales	2,80	2,42	3.85	3,20	2,61	1,73	1.83	1,12
Incendios de Causa Desconocida	3,14	2,99	6,61	6,61	1,68	2,20	0.92	0,67
Incendios Intencionales	13,18	14,27	14.89	17,48	15,94	18,21	7,79	7,38
Incendios Naturales	0,17	0,08	0.39	0,43	0,09	0,00	0	0,00
Operaciones en Vías Férreas	0,20	0,21	0.20	0,21	0,19	0,31	0,23	0,00
Otras Actividades	4,97	4,80	8,68	7,04	4.01	2,67	1,83	1,34
Quema de Desechos	4,39	4,39	5.13	4,69	4,85	4,55	2,98	2,91
Tránsito de Personas y Vehículos	49,83	51,37	38.56	40,09	47,34	49,61	65.98	75,62
Total	2,70	2,17	100	100	100	100	100	100

Cuadro 7. Distribución Porcentual de la Causalidad para el Total Regional y el Promedio de las Zonas de Ocurrencia.

Se observa una concordancia entre los máximos y los mínimos valores regionales y de los sectores críticos de ocurrencia, siendo la causa más conflictiva el Tránsito de Personas y Vehículos y la menos conflictiva Operaciones en Vías Férreas, esto asumiendo como nula la importancia de los Incendios Naturales.

A continuación, se presenta el análisis de distribución espacial desde el punto de vista de los sectores de ocurrencia tanto para la totalidad del período como también para cada quinquenio.

Se puede observar en el gráfico presente a continuación, que en el quinquenio 2002 – 2006, la causa Tránsito de Personas y Vehículos es la más conflictiva en el quinquenio, lo que denota la fuerte influencia de la red caminera y la población en los incendios. En el sector crítico tres, destaca que posee como únicas causas de incendios las Faenas Agrícolas y Pecuarias y las Faenas Forestales, este sector se encuentra en las comunas de Lolol y Paredones, ambas rurales con vocaciones productivas agrícolas y baja población, lo que explica en parte el que solo tenga dos causas asociada a los incendios. En los sectores críticos cinco y seis, destaca que la causa más representativa es Incendios Intencionales. En los sectores críticos uno y cinco destaca la causa Otras Actividades, si bien no es posible saber a qué otra actividad se asocia, se infiere que se debe al hábito de fumar.

En el quinquenio 2007 – 2011, se observa que al igual que en el quinquenio anterior la causa Tránsito de Personas y Vehículos es la más conflictiva en todos los sectores. Cabe destacar que en los sectores cinco y seis la representatividad de los Incendios Intencionales cae considerablemente, sin embargo, empieza a cobrar relevancia en los sectores tres y cuatro. En sectores con vocaciones productivas agrícolas como el uno y el ocho, los incendios por la causa de Faenas Agrícolas y Pecuarias poseen una alta representatividad. Cabe destacar también, la aparición en el sector crítico número tres de la causa Accidentes Eléctricos.

Para el Quinquenio 2012 – 2016 la causa más conflictiva sigue siendo Tránsito de Personas y Vehículos, seguida de Incendios Intencionales, sin embargo, esta última causa tuvo una disminución porcentual en su distribución respecto a los quinquenios anteriores. La causa menos conflictiva es operaciones en vías férreas, destacando la ausencia de Incendios Naturales. El sector crítico número tres presenta una distribución porcentual pareja entre Tránsito de Personas y Vehículos, Accidentes Eléctricos e Incendios Intencionales. En este punto se debe destacar la presencia de la causa de Accidentes Eléctricos, haciendo referencia a lo ocurrido en la región y más específicamente en esta zona, el verano del año 2017, en donde por negligencias en el mantenimiento del tendido eléctrico principalmente, se originó una de las catástrofes más grandes que el país ha experimentado.

Para la totalidad del período de estudio la causa con más ocurrencia dentro de todos los sectores críticos de ocurrencia es Tránsito de Personas y Vehículos, lo que no hace más que comprobar la fuerte influencia de la red vial y los centros poblados en la ocurrencia de incendios. La causa que le sigue es Incendios Intencionales, explicar el porqué de la gran representatividad de esta causa es complejo, sin embargo, resulta fundamental enriquecer las campañas de prevención y sensibilización de la población. Los incendios originados por Faenas Agrícolas y Pecuarias, lo que no debe parecer extraño en una región que en su mayoría basa su economía en la agricultura. La causa Quema de desechos, no aparece como una muy representativa en ningún quinquenio, ni en ningún análisis, sin embargo, su presencia es constante, por lo que debe ser considerada para aumentar la fiscalización y seguridad en este tipo de faenas. Se destaca la causa de Accidentes Eléctricos, que comenzó a ganar representatividad en el sector crítico tres, en donde como ya se ha mencionado, se produjo uno de los peores incendios vividos por el país el año 2017.

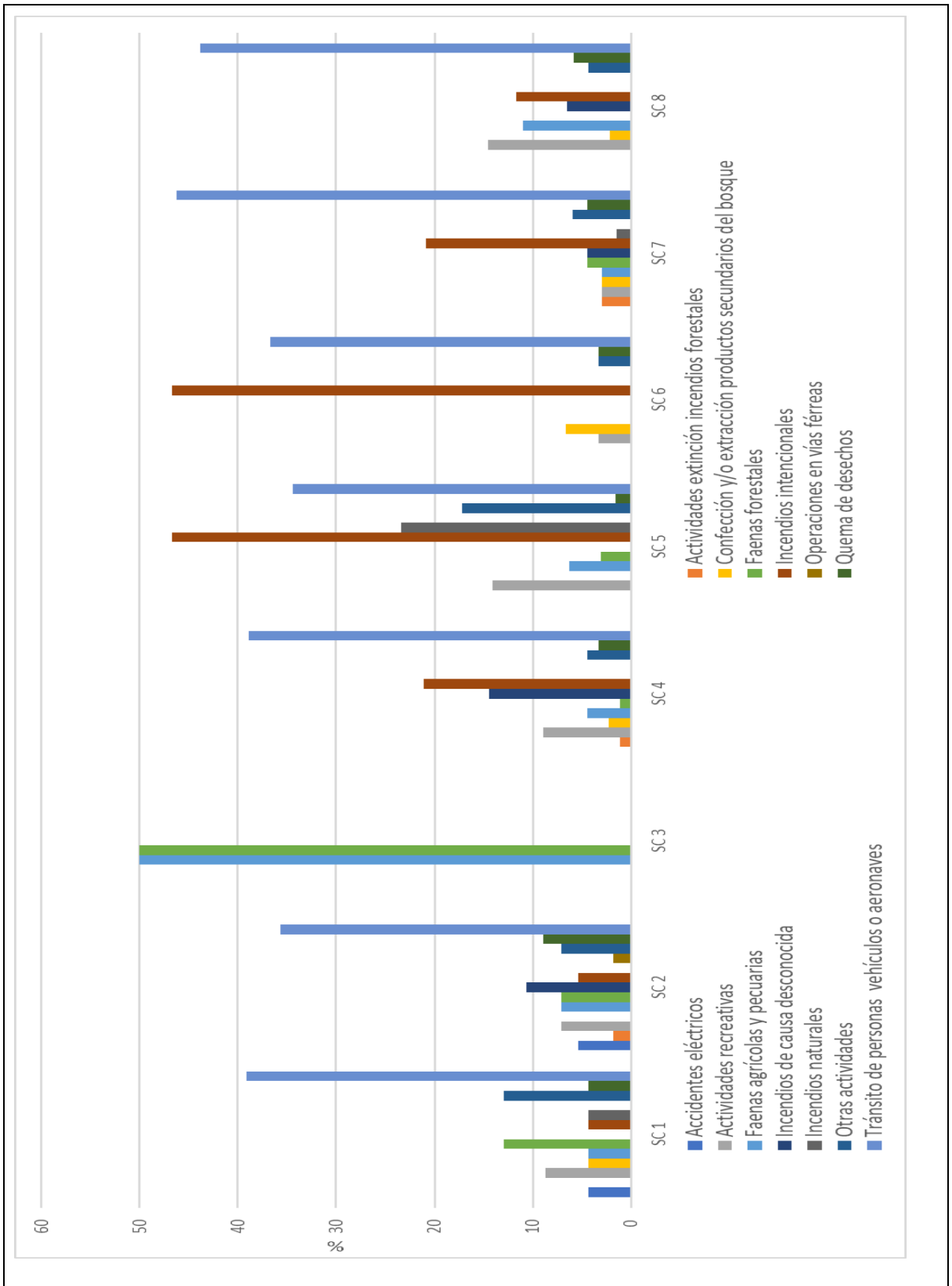


Figura 48. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Quinquenio 2002 - 2006

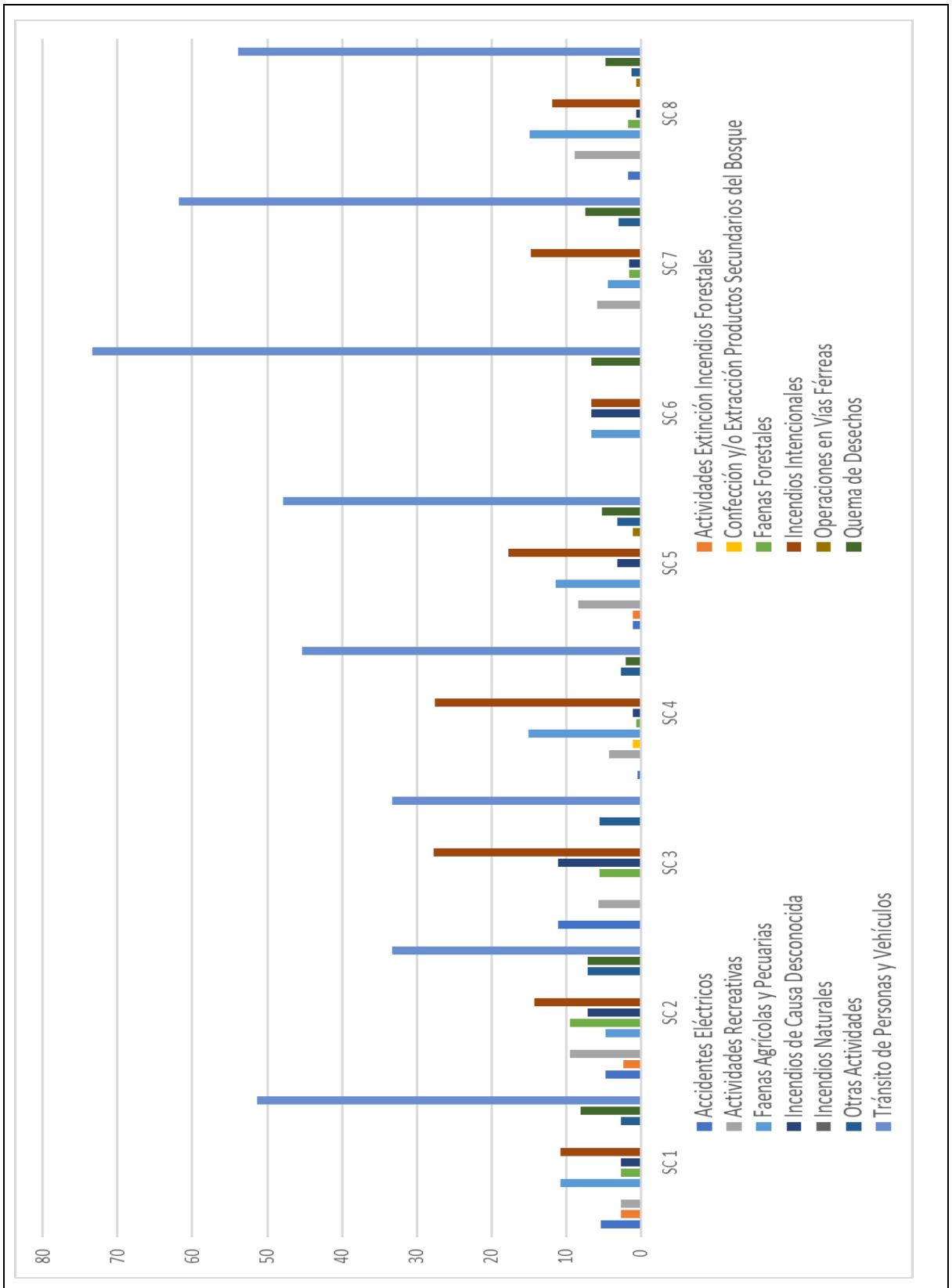


Figura 49. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Quinquenio 2007 - 2011

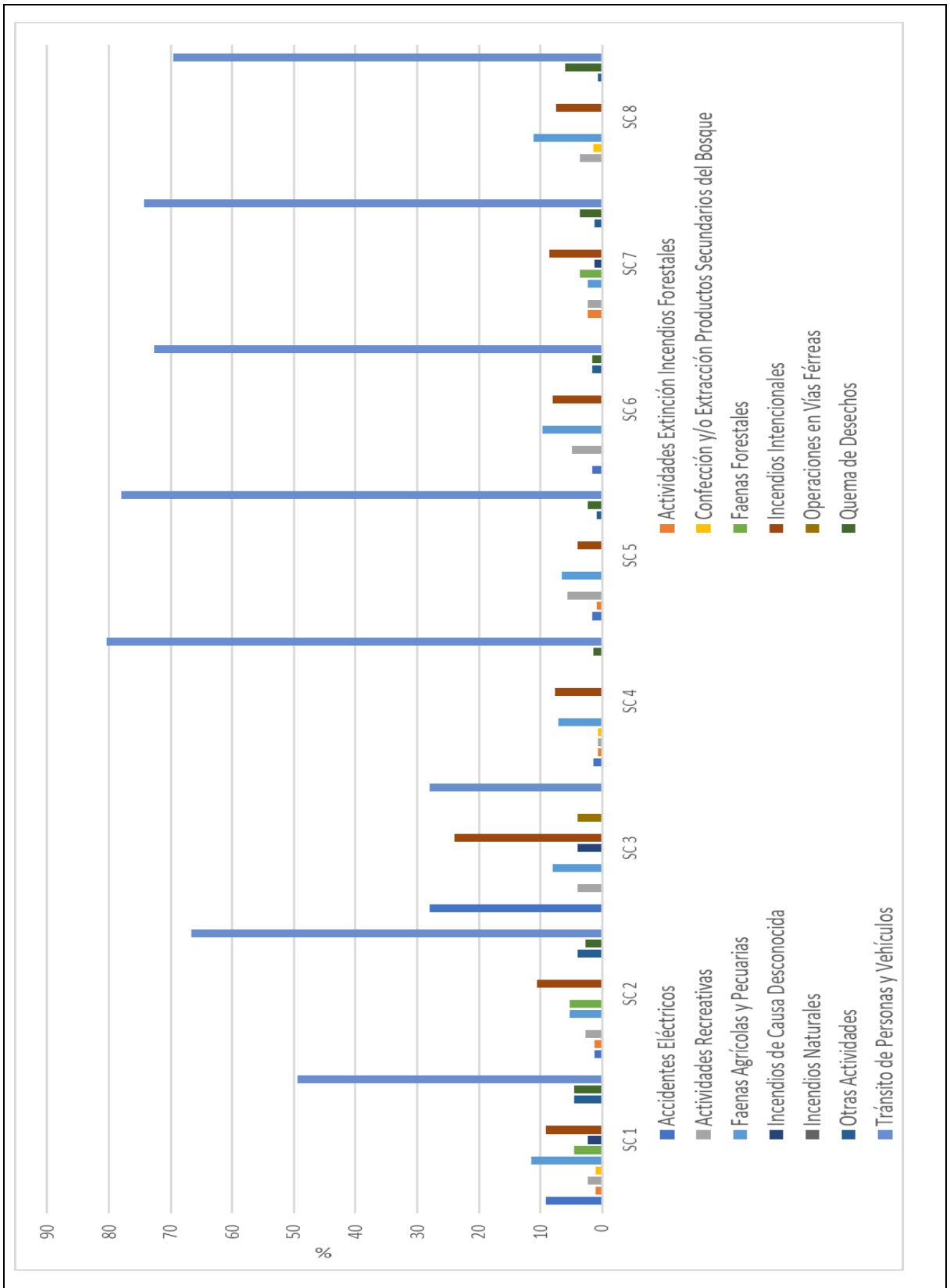


Figura 50. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Quinquenio 2012 – 2016.

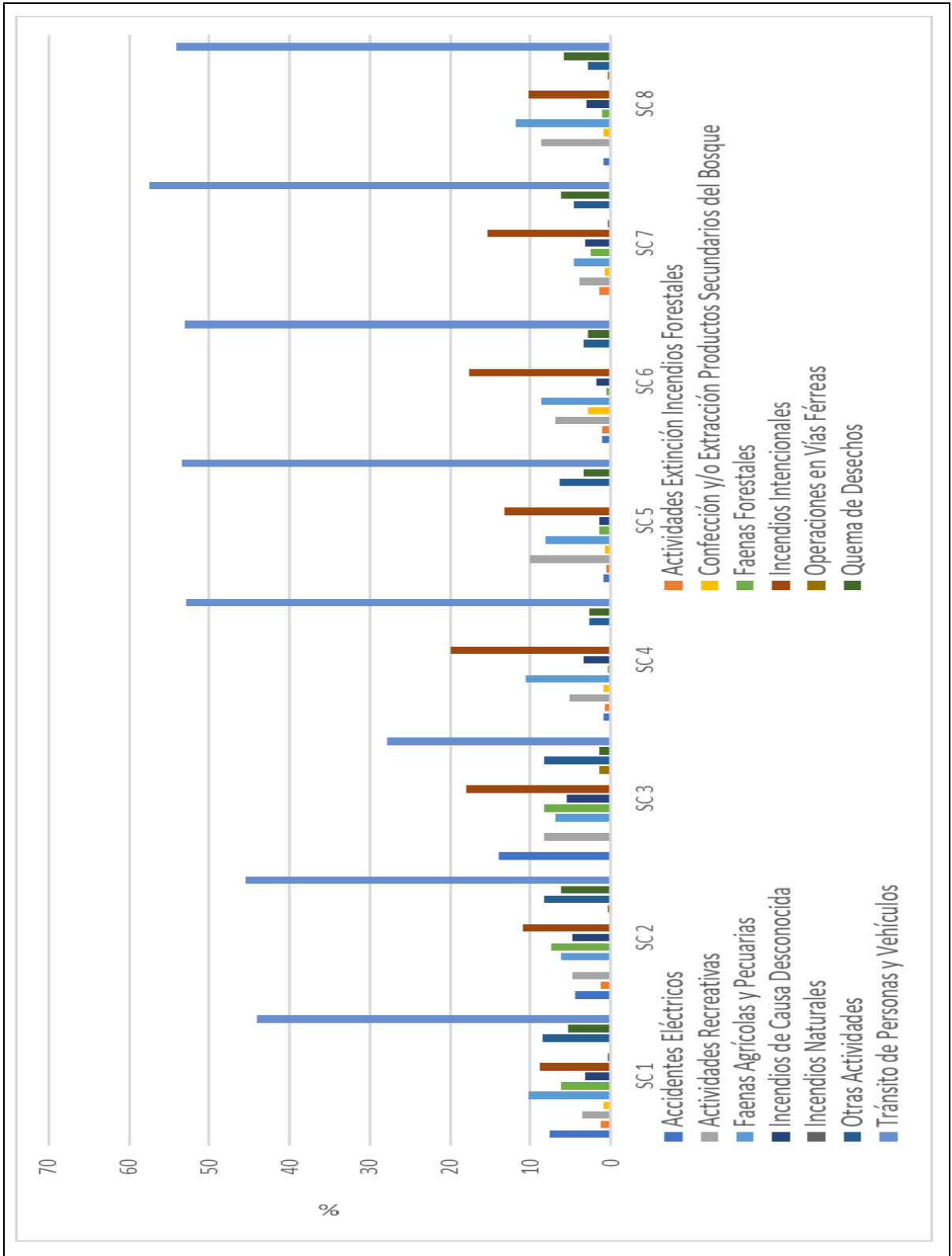


Figura 51. Distribución porcentual de las causas en cada sector crítico de ocurrencia. Período 2002 - 2016.

3.3.2 Análisis Cronológico de la Causalidad de Incendios Forestales.

En el siguiente análisis se estudia la evolución en el tiempo de las causas de incendios forestales. Con el fin de identificar aquellas causas que van en aumento y es necesario trabajar, como también aquellas que van en disminución, y saber que campañas han tenido éxito.

A) Accidentes Eléctricos

Si bien esta causa no presenta un comportamiento marcado, se puede ver una tendencia al alza, esto puede deberse a un aumento de la población, en conjunto con la ausencia de educación ambiental y escasos requerimientos legales para la prevención de incendios forestales, lo que generaría más accidentes por descuidos o bien negligencia de empresas de energía. Este último punto cobra vital relevancia, ya que estas negligencias, sumado a la ausencia de actividades de silvicultura preventiva, terminan por originar grandes incendios, a modo de ejemplo cabe recordar los últimos grandes incendios forestales ocurridos la pasada temporada 2016 – 2017, atribuibles presuntamente a esta causa.

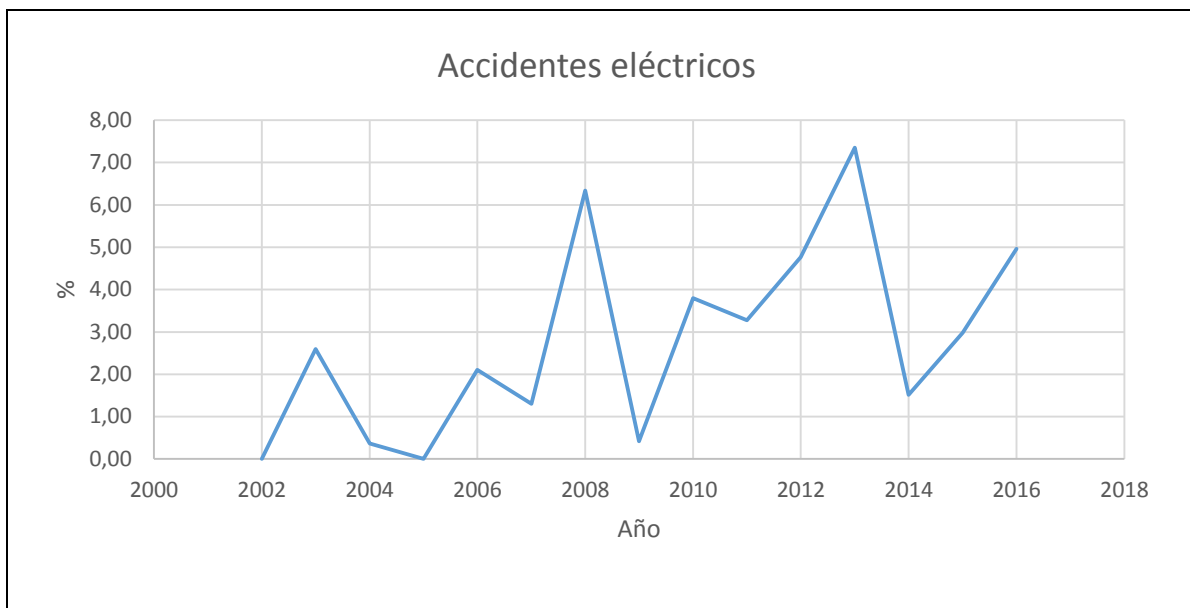


Figura 52. Tendencia Cronológica de la Causa Accidentes Eléctricos.

B) Actividades de Extinción de Incendios Forestales

En esta causa, aunque no se observa ninguna tendencia marcada se puede ver que tiende a aparecer con baja distribución en la mayoría de los años y a desaparecer en otros. Es de las menos conflictivas en la Región en el período de estudio. Se puede observar que la causa tuvo sus puntos más altos en los años 2003 y 2014, aunque si representatividad es baja.



Figura 53. Tendencia Cronológica de la Causa Actividades de Extinción de Incendios Forestales.

C) Actividades Recreativas

En esta causa se observa una tendencia a la disminución a lo largo de los años. En el año 2002 tuvo un 25,64% de distribución en la región para el período de estudio y en el año 2014 baja hasta un 0%. A partir del año 2014 y hasta el 2016 se observa un aumento en la causa, aunque su representatividad se mantiene baja. Estos datos indican éxito en las campañas de sensibilización y prevención, desde el punto de vista del comportamiento de la población dentro de las áreas destinadas a recreación. Cabe destacar que en esta causa no se consideran los incendios que se originan en el trayecto a las áreas de recreación.



Figura 54. Tendencia Cronológica de la Causa Actividades de Extinción de Actividades Recreativas.

D) Confección y/o Extracción de Productos Secundarios de Bosque

Esta causa es una de las menos representativas para la región en el período de estudios. Presenta una importante disminución a partir del año 2002 en el que encontramos su mayor distribución porcentual. Desde el año 2003 hasta el año 2016 puede observarse un comportamiento cíclico con años en los que la causa no está presente, esto puede deberse a la periodicidad o la disminución de algunas faenas de extracción de productos secundarios del bosque, como por ejemplo la confección de carbón en esta región.



Figura 55. Tendencia Cronológica de la Causa Confección y/o Extracción de Productos Secundarios del Bosque.

E) Faenas Agrícolas y Pecuarias

Esta causa es la tercera más conflictiva de la región para el período de estudio, presenta un comportamiento cíclico, donde un año sube su distribución porcentual y al siguiente la baja. Entre los años 2005 y 2008 la causa mantuvo un constante incremento alcanzando una distribución porcentual de 24,39%. Este comportamiento puede deberse a la periodicidad de las faenas, aunque esta hipótesis debe ser confirmada. Esta causa resulta relevante en la región y no es de extrañar que sea una de las que más posea ocurrencia asociada, debido a la fuerte actividad agropecuaria presente.

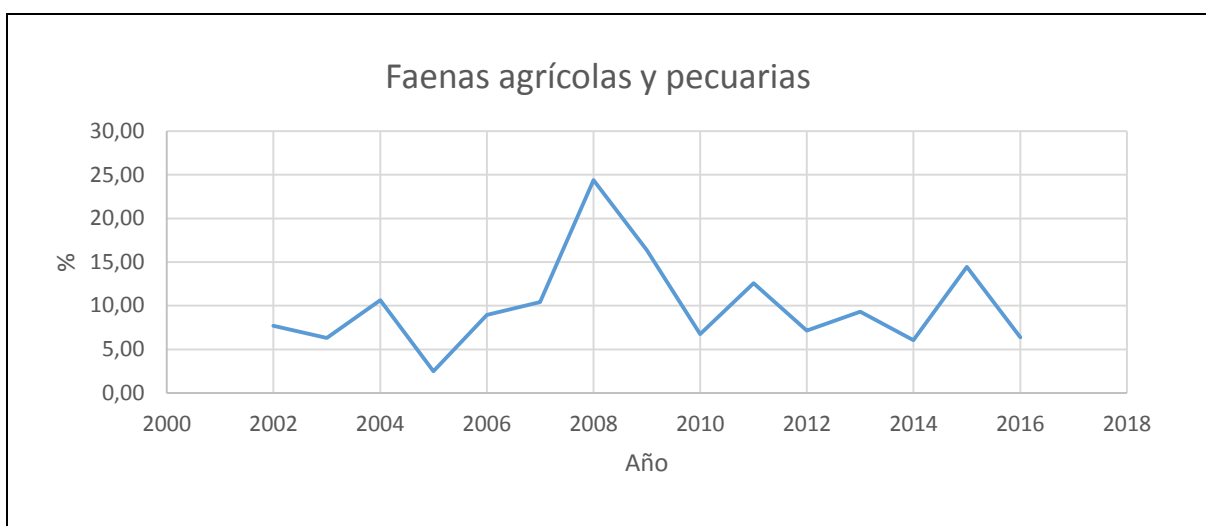


Figura 56. Tendencia Cronológica de la Causa Faenas Agrícolas y Pecuarias.

F) Faenas Forestales

Esta causa presenta un comportamiento cíclico, se pueden distinguir dos puntos de mayor distribución porcentual para el período de estudio, el primero el año 2003 con 5,19% y el segundo el año 2006 con un 5,79%. El comportamiento podría explicarse por la periodicidad de las intervenciones y faenas forestales, dentro de los predios, como por ejemplo la extracción de leña de espino. Cabe destacar que la región presenta plantaciones de Pino y de Eucaliptus, muchas de ellas manejadas por pequeños y medianos propietarios, por lo que se podría esperar que esta causa tuviera una mayor distribución porcentual.

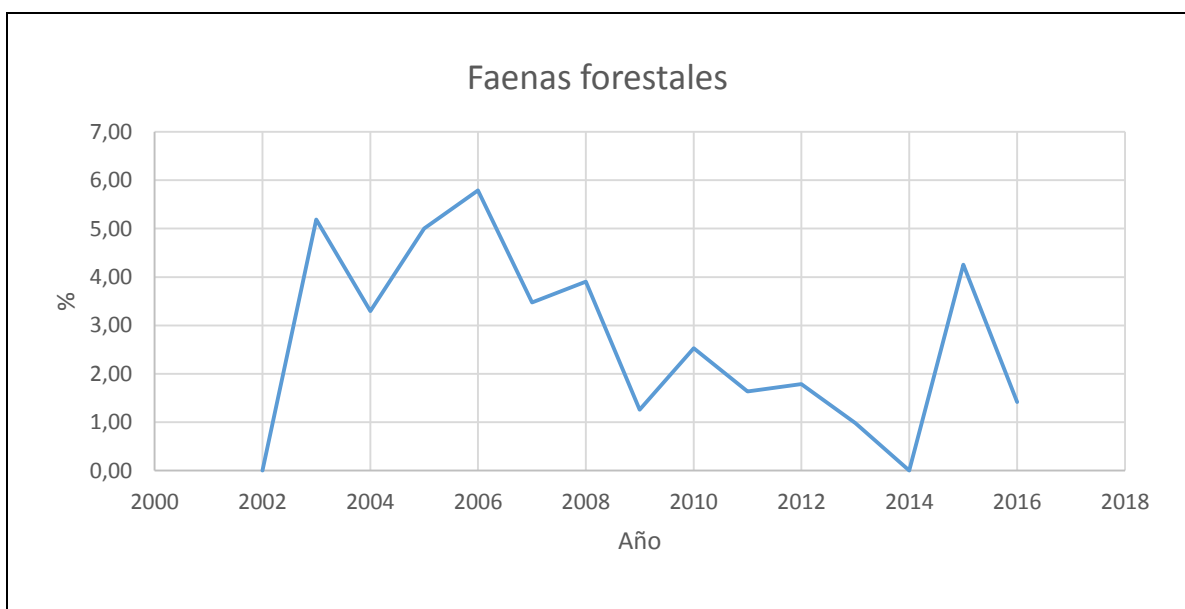


Figura 57. Tendencia Cronológica de la Causa Faenas Forestales.

G) Incendios de Causa desconocida

Esta causa muestra una tendencia general a la baja, pasa por períodos de alza en su distribución porcentual y períodos de baja, el mayor valor se presentó el año 2005 con un 10%. A partir del año 2010 y hasta el año 2016 esta causa presenta una tendencia constante a la baja, pasando por un segundo pick, aunque bastante más bajo, en el año 2009 con una distribución porcentual de 4,6%. Por la naturaleza de esta causa resulta difícil evaluar su comportamiento con el análisis hecho, sin embargo, la disminución porcentual que presenta puede atribuirse a mejoras en los servicios de peritaje forestal.

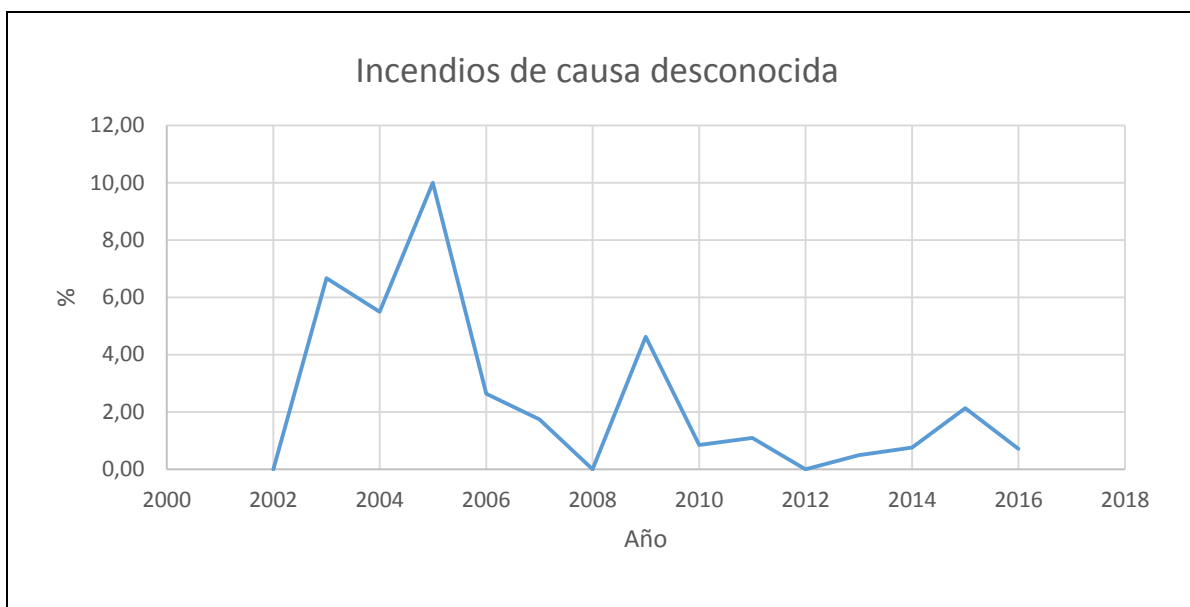


Figura 58. Tendencia Cronológica de la Causa Incendios de causa Desconocida.

H) Incendios Intencionales

Esta es la segunda causa con mayor distribución porcentual para la región en el período de estudio. Presentó entre los años 2004 y 2009 su mayor distribución porcentual, mientras que entre los años 2011 y 2014 la menor. Desde el año 2014 presenta una marcada y fuerte tendencia al alza hasta el año 2016. Variadas pueden ser las razones que lleven a una persona a provocar un incendio, desde juegos de niños o piromanía hasta cobros de seguros fraudulentos o cambios en el uso de suelo. La importante distribución porcentual de esta causa es alarmante, se deben aumentar los esfuerzos para concientizar a las personas, así como también la rigurosidad en la silvicultura preventiva y las sanciones a quienes resulten responsables por los siniestros. Además de esto se debe prohibir el cambio en el uso de suelo después de un incendio forestal. Resulta urgente un cambio en las políticas y la legislación forestal.



Figura 59. Tendencia Cronológica de la Causa Incendios de Causa Desconocida.

I) Incendios Naturales

Esta es la causa con menor distribución porcentual para la región en el período de estudio. Los puntos más altos de la causa no llegan al 1%, siendo despreciable su influencia en la ocurrencia, además es común encontrarse con años en los que ningún incendio se origina de manera natural como el 2006 y 2007.

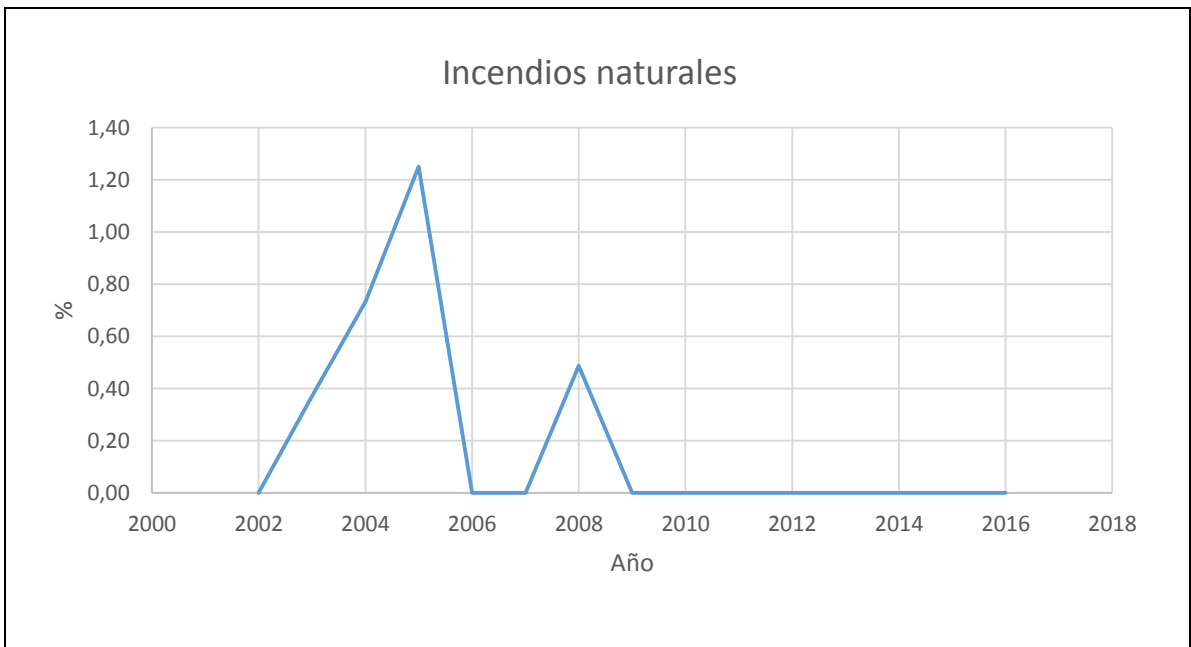


Figura 60. Tendencia Cronológica de la Causa Incendios Naturales.

J) Operaciones en Vías Férreas

Esta es la segunda causa menos conflictiva en la región para el período de estudio. Presenta un comportamiento cíclico, aunque su distribución porcentual respecto al total de las causas es insignificante, no llegando en sus años pick al 1%. De todas formas, este comportamiento podría ser explicado por la periodicidad en las operaciones en la Vías.



Figura 61. Tendencia Cronológica de la Causa Operaciones en Vías Férreas.

K) Otras Actividades

Esta causa presenta un comportamiento cíclico con una marcada tendencia a la baja pasando de 10,26% de distribución en la región para el año 2002 a un 0% en el año 2014. El punto más conflictivo se encuentra en el año 2005 con 11,25%. Cabe destacar que por otras actividades se consideran incendios asociados al hábito de fumar, la instalación de torres o construcciones mayores, explosiones o faenas mineras.



Figura 62 Tendencia Cronológica de la causa Otras Actividades.

L) Quema de desechos.

Esta causa presenta una tendencia a la baja con comportamiento cíclico, en el transcurso del período de estudio, tiene su punto más alto el año 2002 con 7,69% y el más bajo el año 2014 con 1,52%. aunque su distribución porcentual no es de las más altas, ya vimos que es una causa constantemente presente en los sectores críticos de ocurrencia y en la región en general, siendo la quema de desechos una actividad que se realiza con frecuencia.



Figura 63 Tendencia Cronológica de la causa Quema de Desechos.

M) Tránsito de Personas Vehículos o Aeronaves.

Esta es la causa más conflictiva en la región para el período de estudio, presenta una tendencia constante al alza, alcanzando su mayor distribución porcentual el año 2014 con un 86,36%, de participación para esta causa. A partir de dicho año y hasta el año 2016 la causa comenzó a descender, es de esperarse que esta disminución se convierta en un comportamiento constante a lo largo de los años. El hecho de que esta sea la causa más conflictiva, es atribuible a la red vial y el número de habitantes, es común encontrarse con comunas de baja red vial y habitantes, pero por ubicarse de camino a un sector turístico o gran carretera, generan un gran tránsito de vehículos. Queda en evidencia la necesidad de concientizar y educar a las personas en temas de incendios forestales y fomentar una cultura vial responsable.

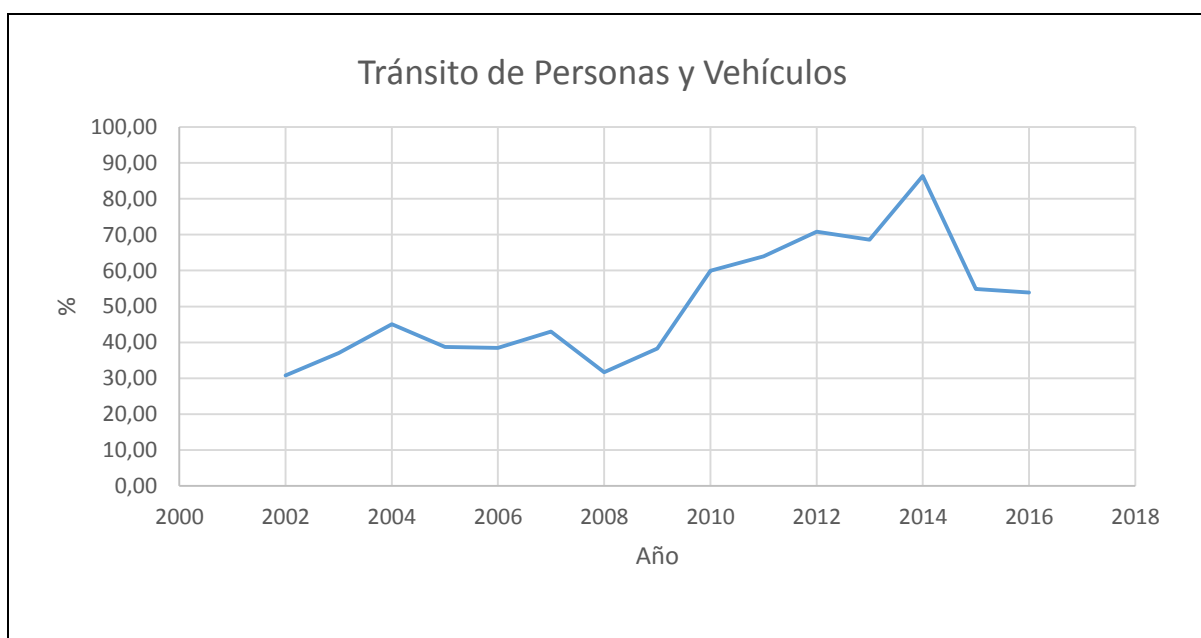


Figura 64. Tendencia Cronológica de la causa Tránsito de Personas y Vehículos.

3.4 Recomendaciones para la prevención

Con base en el análisis realizado en la presente memoria de título, se procede a mencionar medidas de prevención aplicables a la Región. Las cuales fueron divididas en medidas asociadas a la sensibilización de la población, enfocadas en la disminución del riesgo y medias asociadas a la silvicultura preventiva, enfocadas en la disminución del peligro.

Para determinar qué medidas de prevención tomar, se consideraron las causas que originan los incendios forestales en esta región, además se consideró el uso de suelo y la cobertura vegetal presente. Para que un incendio forestal se inicie además de otros factores como las condiciones climáticas, se requiere de un combustible fino y muerto, que, en presencia de una fuente de calor, pierda rápidamente su contenido de humedad y combustione, luego de que las llamas se inician en este tipo de combustible, se propagan por otras coberturas vegetales como terrenos agrícolas o forestales (Ortega 2017). En esta región se puede encontrar mucho terreno con presencia de pastizales, que se secan en verano por estrategia fisiológica y pasan a ser el combustible fino y muerto necesario para iniciar un incendio forestal.

3.4.1 Silvicultura Preventiva.

La silvicultura preventiva se entiende como el manejo de la vegetación, de tal forma que permita modificar la estructura del combustible y de esta manera satisfacer los objetivos de prevención de incendios forestales (CONAF, 2006).

Construcción de cortafuegos: como cortafuego se entiende el dejar fajas desprovistas de vegetación y fajas de vegetación podada con la finalidad de cortar la continuidad del combustible e intentar frenar el avance del fuego. La construcción del cortafuego se propone hacer según las recomendaciones del manual de medidas prediales para la prevención de CONAF.

Manejo de residuos de manejo o explotación: En terrenos o sectores planos se recomienda apilar los desechos en franjas, entre las líneas de plantación, perpendiculares al viento predominante, procurando dejar un espacio entre el apilado y la base de los árboles. Mientras que, en terrenos o sectores con pendientes, se recomienda apilar los desechos en forma perpendicular a la pendiente, dejándolo distribuido entre las líneas de plantación, de tal manera que rompa la continuidad cada cierto tramo.

Prevención bajo tendidos eléctricos: Se entiende como la acción de despejar la vegetación bajo el tendido eléctrico, en franjas de un ancho tal que las ramas de los arboles no rocen los cables, considerando el movimiento que tienen por la acción del viento, con la finalidad de prevenir la ocurrencia de incendios por chispas o desperfectos.

Quema de desechos: Las quemas de desechos, deberán realizarse de acuerdo a las recomendaciones de CONAF y deberán estar adscritas a su calendario de quemas y

evaluadas el mismo día de acuerdo a las condiciones climáticas. Quedando prohibida la quema en otras fechas.

Medidas en predio agrícolas: en predios agrícolas se recomienda también establecer una red de cortafuegos, especialmente en aquellos que presenten viñedos o que limiten con zonas de vegetación susceptible a prenderse.

Medidas de protección en la interfaz urbana rural: en estas zonas se recomienda establecer anillos preventivos, buscando despejar la vegetación en torno a los centros poblados. Además, se recomienda limpiar los techos de las casas, establecer jardines con especies ignífugas y realizar mantención a las llaves de agua y grifos.

3.4.2 Sensibilización.

Se entiende como sensibilización, aquellas medidas que buscan lograr un cambio en el comportamiento de la población, asiendo entender a esta el valor de los recursos naturales y la importancia de cuidarlos (JULIO, 2012). El cambio en el comportamiento se busca lograr mediante campañas de educación y difusión

Visitas a establecimientos educacionales: se recomienda realizar campañas de educación y concientización, enfocadas a niños, en el interior de los establecimientos educacionales, las que incluyan visitas de Forestín y equipo de CONAF, con la finalidad de generar conciencia acerca del grave daño provocado por los incendios forestales y la importancia de acatar las medidas de prevención.

Charlas y Organización ciudadana: Se recomienda realizar campañas de educación y difusión en juntas de vecinos, centros deportivos, centros de madres, etc. Estas campañas deben estar enfocadas a capacitar y organizar a la comunidad en materia de prevención de incendios forestales y la importancia de acatarlas. Además, tienen la función de intentar normar el comportamiento de la población en una situación de incendio forestal. Resulta muy recomendable el organizar y capacitar a la población en forma de plan cuadrante para que estos sirvan de ayuda en la prevención y en el combate de los incendios, tomando como modelo el plan de manejo de incendios “Firewise” del servicio forestal del California en Estados Unidos.

Capacitación: Se recomienda realizar visitas a terreno, a los predios agrícolas y forestales, para informar y capacitar a los trabajadores y dueños de predios en materia de prevención de incendios forestales, enfocadas a la implementación de las medidas antes descritas.

Folletería: Se recomienda hacer entrega de folletería dirigida a conductores, en peajes, servicentros o lugares de gran atractivo turístico. Esta folletería debe enfocarse en concientizar acerca de la importancia que tienen los conductores y peatones en la ocurrencia de incendio, esto aludiendo a que la causa con más ocurrencia de incendios forestales asociada es “Tránsito de Personas y Vehículos”.

Campañas en medios masivos de comunicación: Se recomienda entregar información que ayude a concientizar a la población acerca de los incendios forestales y la importancia de su prevención. Estas campañas se recomiendan sean realizadas por periódicos y radios locales.

Campañas a turistas: Se recomienda realizar campañas de educación en terreno por parte de Forestín y miembros de CONAF, en playas, lagos o centros de alto interés turístico. Principalmente en la época estival.

Señalética: Se recomienda la instalación de señalética alusiva a la gravedad de los incendios forestales y la importancia de su prevención, esta señalética se recomienda instalarla en los principales caminos de todas las comunas de cada sector crítico y reforzarla cada año en la temporada estival, en las rutas que conecten con atractivos turísticos y dentro de estos.

Penas Legales: Una de las causas más relevantes de incendios forestales en la región es la de “Incendios Intencionales”, por lo que se recomienda aumentar los esfuerzos en los peritajes para encontrar a los responsables y endurecer las penas actuales para quienes provoquen siniestros.

A continuación, se presenta un cuadro con las recomendaciones descritas y los sectores críticos en las que deberían ser aplicadas con más fuerza.

Sector Crítico/ Medida de prevención	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5	Sc6	Sc7	Sc8
Cortafuegos	x	x	x				x	x
Manejo de Residuos	x	x	x				x	x
Prevención en Tendidos Eléctricos	x		x					
Quema de Desechos	x						x	x
Medidas a Predios Agrícolas	x	x	x	x	x	x	x	x
Jardines Ignífugos	x	x		x	x			x
Limpia de Techos	x	x		x	x			x
Mantenimiento de llaves	x	x		x	x			x
Cortafuegos Centros poblados	x	x		x	x			x
Vistia a establecimientos educacionales	x	x	x	x	x	x	x	x
Charlas y Organización Ciudadana	x	x	x	x	x	x	x	x
Capacitación	x	x	x	x	x	x	x	x
Folletería	x	x	x	x	x	x	x	x
Campañas en Medios Masivos de Comunicación	x	x	x	x	x	x	x	x
Señalética	x	x	x	x	x	x	x	x

Cuadro 8. Medidas de Prevención asociadas a cada sector Crítico.

4 CONCLUSIONES

Se identificó a la causa “Tránsito de Personas y Vehículos” como la más conflictiva para la totalidad del período de estudio con 1.475 registros y una distribución porcentual del 49,83%. Esta causa es la que más ocurrencia presenta en cada uno de los sectores críticos para prácticamente todos los quinquenios, está asociada fuertemente a la red vial y al número de personas, sin embargo, también afecta en sectores de baja población y de bajo turismo, que se ubican en el trayecto a zonas más turísticas o de más afluencia de personas como las capital regional o grandes ciudades. La sigue “Incendios Intencionales con 390 registros y 13.18% de distribución porcentual. Las razones de esta la gran representatividad de esta causa son difíciles de analizar, ya que no responden a las condiciones locales, sino más bien a problemas conductuales de las personas.

En tercer lugar, se encuentra “Faenas Agrícolas y Pecuarias” con 305 registros y 10,3% de distribución porcentual. Era de esperarse una distribución porcentual elevada de esta causa, debido a que la región casi en su totalidad posee una vocación productiva agrícola y la mayoría de sus comunas presentan algún grado de ruralidad.

Desde el punto de vista de menor conflictividad, se identificó la causa de “Incendios Naturales”, cuya influencia es prácticamente nula y que presenta solo registros y una distribución porcentual de 0,17%. La siguen “Operaciones en Vías Férreas” con 6 registros y una distribución porcentual de 0,2% y “Actividades de Extinción de Incendios Forestales” con 20 registros y una distribución porcentual de 0,68%.

En el primer quinquenio las causas con más ocurrencia son “Tránsito de Personas y Vehículos” e “Incendios Intencionales”, destaca la presencia de “Actividades Recreativas” como causa representativa, la que posteriormente va en descenso. Otra causa importante para este quinquenio son las faenas agrícolas y pecuarias, asociadas directamente a la vocación productiva de la región. En el quinquenio 2007 – 2011, se observa un aumento en las distribuciones porcentuales de las causas “Tránsito de Personas y Vehículos”, “Incendios Intencionales”, y “Faenas Agrícolas y Pecuarias” las que siguen siendo las con más ocurrencia en este quinquenio. Destaca la disminución de la causa “Actividades Recreativas”. En el último quinquenio en estudio la causa “Tránsito de Personas y Vehículos” sigue aumentando su distribución porcentual, sin embargo, los “Incendios Intencionales” y “Faenas Agrícolas y Pecuarias” bajan su representatividad. Cabe destacar el aumento en los incendios por Accidentes Eléctricos.

En esta región se origina una cantidad considerable de incendios de manera intencional. Si bien en los quinquenios en estudio se ve una tendencia de esta causa a la disminución, esto no se refleja en la realidad, en donde se presenta un aumento de esta causa. Este sesgo puede ser ocasionado por la manera en que se organizan las causas específicas dentro de la clasificación de CONAF. Es por esto que se debe seguir enfocando los esfuerzos en educación para que esta causa deje de ser representativa. Sin embargo, los Incendios Intencionales no son la única causa relevante en la región, cabe también destacar las causas de “Tránsito de Personas y Vehículos” y “Faenas Agrícolas y Pecuarias”, las que, debido a

las condiciones locales, negligencias y mala cultura vial, generan también una gran cantidad de incendios.

Con los antecedentes de ocurrencia se construyeron zonas críticas de ocurrencia de incendios forestales. Para el quinquenio 2002 – 2006 las tres comunas con más superficie catalogada como zona crítica son: Las Cabras, San Fernando y Machalí. a su vez, las comunas con menos superficie de zonas críticas en este quinquenio son: Olivar, Graneros y Chépica.

Para el quinquenio 2007 – 2011 las tres comunas con más superficie catalogada como zona crítica son: Las Cabras, San Fernando y Rengo. Las comunas con más superficie catalogada como de alta ocurrencia son: San Vicente, Coltauco y Rengo. Las comunas con menos superficie catalogada como zona crítica son: Graneros, Olivar y Peralillo.

Para el quinquenio 2012 - 2016 las tres comunas con más superficie catalogada como zona crítica son: Las Cabras, Litueche y Marchihue. Las comunas con menos superficie catalogada como zona crítica son: Graneros, Olivar y Palmilla.

Para la totalidad del período de estudio, las tres comunas con más superficie catalogada como zona crítica son: Las Cabras, San Fernando y Marchihue. Mientras que las comunas con menos superficie catalogada como zona crítica son: Olivar, Graneros y Quinta de Tilcoco.

Se identificaron 8 sectores críticos de ocurrencia para la región, de los cuales se desprende que en la mayoría de ellos las causas más frecuentes de ocurrencia de incendios son tránsito de Personas y Vehículos, Incendios Intencionales y Faenas agrícolas y Pecuarias”. Sin embargo, hay sectores donde destacan también otras causas como la “Quema de Desechos”, “Actividades Recreativas” y “Accidentes eléctricos”.

Para el período completo de estudio, los sectores críticos con más ocurrencia de incendios son el cuatro y el ocho, sin embargo, en el primer período encontramos al sector crítico ocho, pero no al cuatro ya que en su lugar se encuentra el sector crítico siete. A partir del quinquenio 2007 – 2011 el sector crítico cuatro aparece hasta el final del período de estudio y el 8 se mantiene, salvo en el quinquenio 2012 -2016 en el que los sectores críticos con más ocurrencia son el 4 y el 5.

En la Región en general las causas de “Tránsito de Personas y Vehículos”, “Incendios Intencionales” y “Faenas Agrícolas y Pecuarias”, son las que más ocurrencia originan, es por esto que resulta necesario orientar las campañas de prevención en la región principalmente a estas causas.

En materia de incendios forestales se puede decir que prácticamente la totalidad de los incendios tienen una causa de origen antrópica, la que incluye en ocasiones el prender fuego solo por diversión, lo que evidencia la falta de conocimiento y entendimiento de la importancia de los bosques y la vegetación, además muestra la necesidad de endurecer las sanciones legales para quienes resulten responsables de estos Hechos. Aquellos incendios que no son intencionales también pueden ser muy evitables, causas como El Tránsito de

Personas, Vehículos o Aeronaves, Actividades Recreativas y Faenas Agrícolas y pecuarias, indican que con mayor conciencia y cuidado en la realización de las actividades, con muestras de cultura tan simples como no arrojar basura o no dejar basura, apagar bien los fuegos creados con intenciones recreativas se podrían evitar gran parte de los incendios forestales que cada año azotan al país y en este caso a la Región del Libertador General Bernardo O`Higgins.

En materia de prevención de incendios forestales, los esfuerzos deben centrarse en los grupos sociales de agricultores, forestadores, peatones, turistas y niños. Ya que estos grupos son los que mayor ocurrencia asociada tienen.

Se debe comenzar por realizar educación específica para cada uno de los grupos. Para los agricultores la educación debe centrarse en las medidas prediales competentes, como la reducción de combustible, la construcción y mantención de cortafuegos y cortacombustibles, uso del fuego y la implementación de cortafuegos verdes en los sectores límites a pastizales y plantaciones. El método propuesto para realizar educación es por medio de charlas y capacitaciones en terreno, además de reforzar la reglamentación en materia de quemas prescritas, mejorando la fiscalización y las sanciones para quienes realicen este tipo de faenas sin permiso.

Para el grupo de forestadores, el panorama es similar al anterior, sin embargo, debe agregarse educación y capacitación en materia de líneas de penetración y eliminación de residuos de faenas forestales. Se propone implementar una reglamentación que obligue a los dueños de plantaciones forestales a tomar las medidas competentes para la prevención de incendios.

Para el grupo de peatones, la educación debe enfocarse en mejorar la cultura de la población al momento de transportarse, esperando cambiar hábitos como el botar basura en la calle o arrojar la colilla de los cigarrillos por la ventana de los vehículos en las carreteras. Para esto una buena forma de realizar campañas sería entregar la información mediante medios masivos de comunicación, en los cursos de manejo y al momento de realizar las pruebas para la obtención de la licencia de conducir, como también en instancias de pago de patentes, permiso de circulación, TAG y/o peajes. Estas medidas debiesen reforzarse en la época estival, ya que en esta ocurre la mayor cantidad de incendios forestales y es en la que se concentra principalmente el flujo de turistas

El grupo social compuesto por los niños es uno de los más importantes, ya que representan la sociedad futura, por lo que si se logra educar a los niños se obtendrá en un futuro ciudadanos más conscientes. La educación debe orientarse principalmente en crear conciencia y enseñar a valorar y cuidar el medio ambiente, enfocándose en las consecuencias que traen consigo los incendios forestales. Para esto se proponen visitas a los colegios e incorporar estos temas a la programación académica.

5 BIBLIOGRAFÍA

CENTRO DE ESTUDIOS DE OPINION CIUDADANA, 2011. Distribución del ingreso por trabajo en la Región de O'Higgins. [En Línea] <http://www.ceoc.cl/pdf/Boletines_Economia/2011/04abr_2011_dist_ingr_ohiggins.pdf>. [Consulta: 12 Marzo 2016]

CENTRO LATINOAMERICANO PARA EL DESARROLLO RURAL. 2009. Comunas Rurales de Chile. Documento de trabajo N°60. Programa Dinámicas Territoriales rurales. 43 p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, 2006. Silvicultura Preventiva. Documento de trabajo N° 452. Departamento de Manejo del Fuego, Santiago. 38 p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, 2012. Manual con medidas para la prevención de incendios forestales. Documento de trabajo N°569. Departamento de Manejo del Fuego, Región O'Higgins. 96 p.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, 2015. Estadísticas resumen nacional número y superficie afectada por incendios forestales 1964 – 2015. [En Línea] <<http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas>>. [Consulta: 10 Diciembre 2015]

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, 2014. Memoria CONAF, Gerencia de Manejo del Fuego. 242 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2007. División político administrativa y censal Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. [en línea] <<http://www.ineohiggins.cl/archivos%5Cfiles%5Cpdf%5CDivisionPoliticoAdministrativa%5Cohiggins.pdf>>. . [Consulta: 02 marzo 2016]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2012. Compendio Estadístico año 2012. [en línea] <http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/compendio_estadistico/compendio_estadistico2012.php> [Consulta: 15 marzo 2016]

JULIO, G. 1992 Dinámica de la causalidad de incendios forestales en Chile. Ciencia e Investigación Forestal. Santiago. Vol. 5, N°1. p.22 – 44.

ORTEGA, M., PAULA, S . 2017. Fuente de ignición y requisitos para la propagación del fuego. Revista Chile Forestal : p. 16 - 18

PEREZ, M. 1997. Análisis de causalidad de incendios forestales en cuatro regiones de Chile. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Santiago. 121 p.

POULAIN, M. 2005. Análisis de la causalidad de incendios forestales en la zona costera de la VII región, como base para futuras estrategias de prevención. Memoria para optar al título de ingeniero forestal. Universidad de Chile. Santiago. 75 p.

SILVA, M. 2008. Decreto Alcaldicio N°667, Aprueba Ordenanza Incendios Forestales. [en línea]

<<http://pichidegua.cl/ordenanzas/Ordenanza%20municipal%20de%20gestion%20ambiental%20prevencion%20de%20incendios%20forestales.pdf>>. [Consulta 04 diciembre 2017]

URZÚA, N., Cáceres, F. 2011. Incendios forestales: principales consecuencias económicas y ambientales en Chile. Revista interamericana de ambiente y turismo 7(1): 18-24.

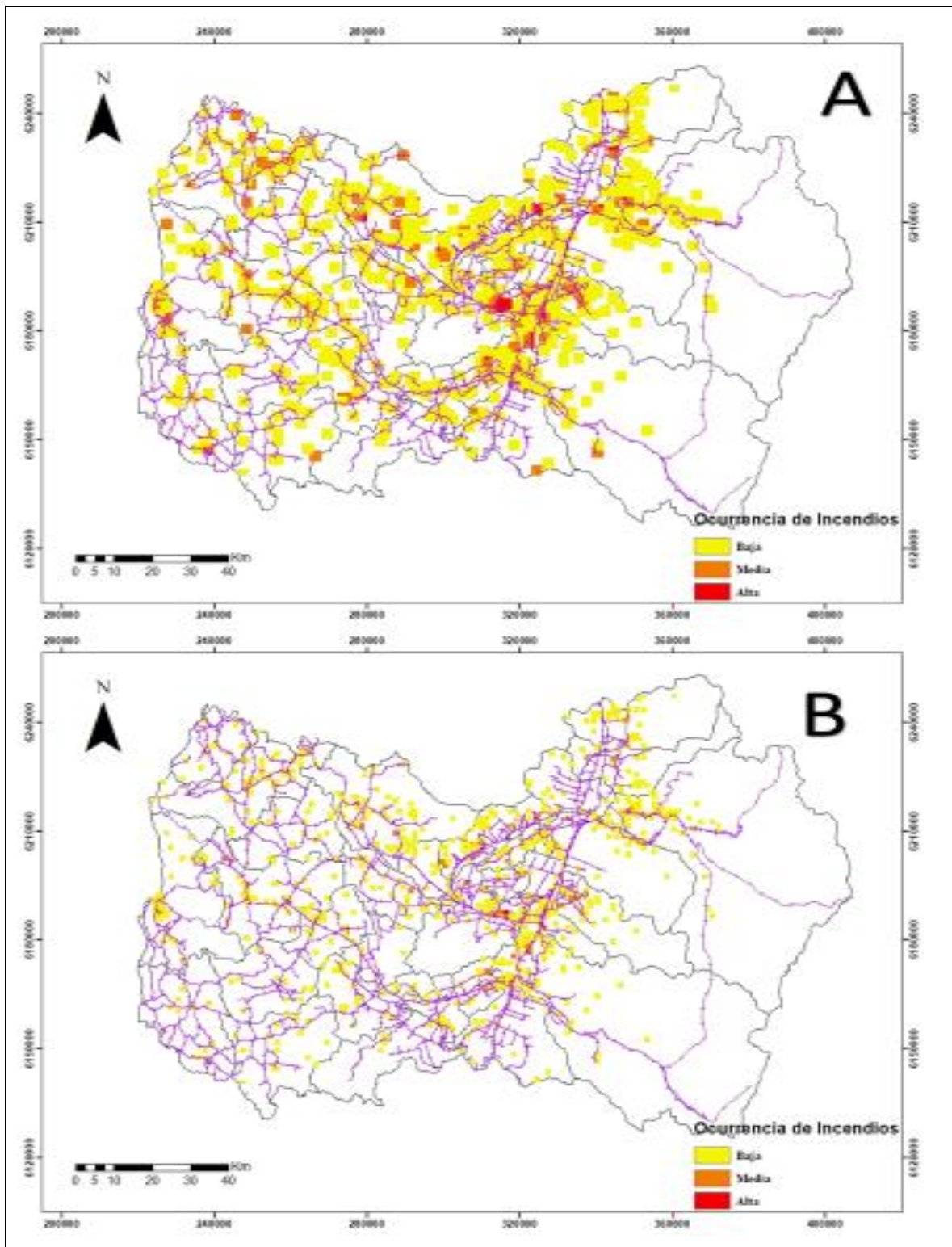
Apéndice I: ocurrencia de incendios, unidades de análisis, zonas críticas e índice de superficies.

Ocurrencia y densidad de incendios forestales por quinquenio y por comuna.

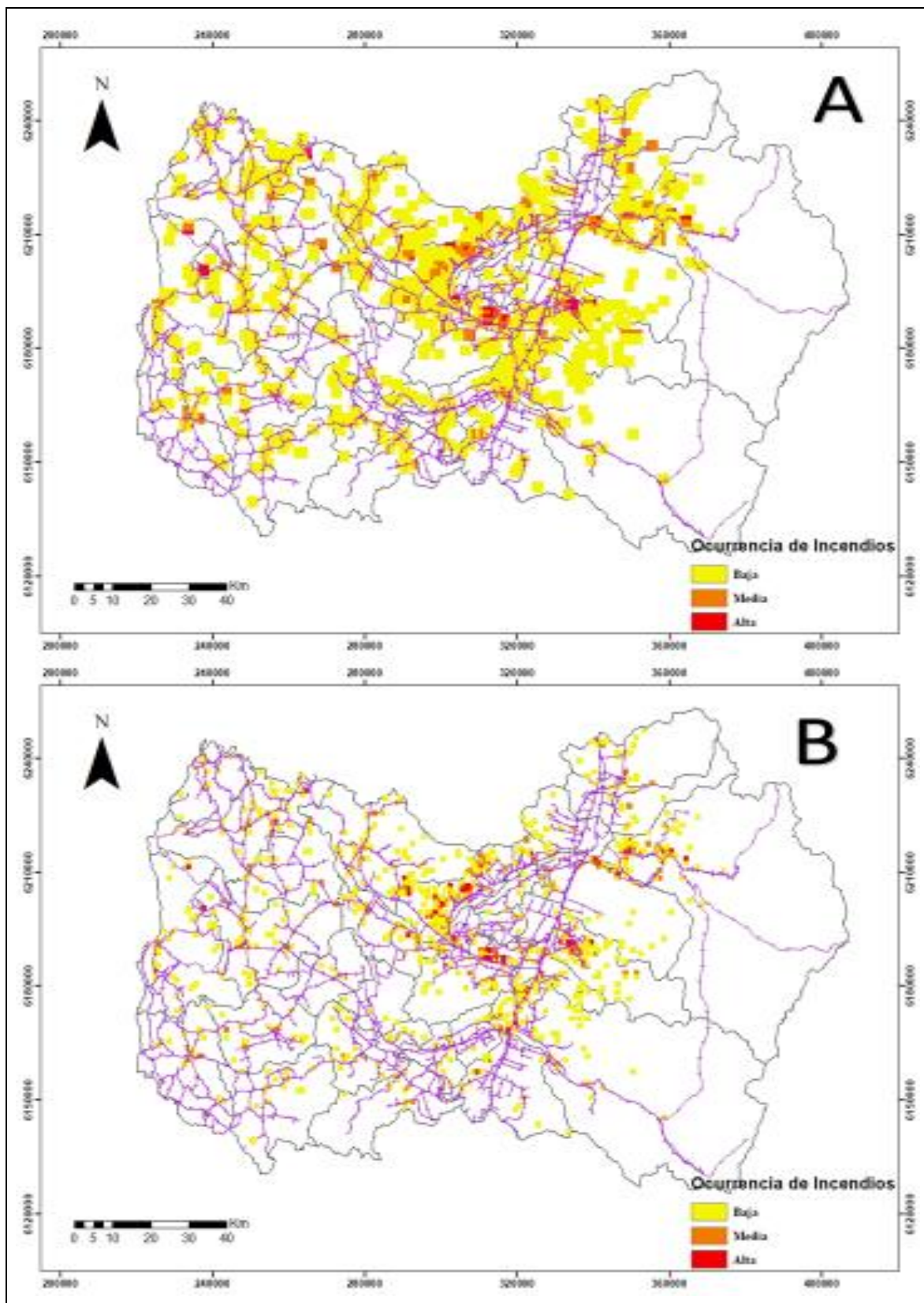
Año / Comuna	Ocurrencia				Densidad			
	2002 - 2006	2007 - 2011	2012 - 2016	Tota 1	2002 - 2006	2007 - 2011	2012 - 2016	Total
Chépica	7	12	7	26	1,4	2,4	1,4	5,2
Chimbarongo	20	20	22	62	4,0	4,0	4,4	12,4
Codegua	16	14	12	42	3,2	2,8	2,4	8,4
Coinco	25	6	9	40	5,0	1,2	1,8	8,0
Coltauco	56	95	74	225	11,2	19,0	14,8	45,0
Donihue	18	16	5	39	3,6	3,2	1,0	7,8
Graneros	10	1	0	11	2,0	0,2	0,0	2,2
La Estrella	15	23	34	72	3,0	4,6	6,8	14,4
Las Cabras	72	73	48	193	14,4	14,6	9,6	38,6
Litueche	62	51	66	179	12,4	10,2	13,2	35,8
Lolol	15	14	14	43	3,0	2,8	2,8	8,6
Machalí	72	80	61	213	14,4	16,0	12,2	42,6
Malloa	67	49	36	152	13,4	9,8	7,2	30,4
Marchihue	40	43	49	132	8,0	8,6	9,8	26,4
Mostazal	39	28	28	95	7,8	5,6	5,6	19,0
Nancagua	15	9	6	30	3,0	1,8	1,2	6,0
Navidad	12	10	13	35	2,4	2,0	2,6	7,0
Olivar	3	3	2	8	0,6	0,6	0,4	1,6
Palmilla	5	4	3	12	1,0	0,8	0,6	2,4
Paredones	11	19	18	48	2,2	3,8	3,6	9,6
Peralillo	22	4	16	42	4,4	0,8	3,2	8,4
Peumo	17	56	19	92	3,4	11,2	3,8	18,4
Pichidegua	26	38	51	115	5,2	7,6	10,2	23,0
Pichilemu	45	43	33	121	9,0	8,6	6,6	24,2
Placilla	19	7	3	29	3,8	1,4	0,6	5,8
Pumanque	11	21	12	44	2,2	4,2	2,4	8,8
Qta de tilcoco	11	5	3	19	2,2	1,0	0,6	3,8
Rancagua	19	18	9	46	3,8	3,6	1,8	9,2
Rengo	56	92	58	206	11,2	18,4	11,6	41,2
Requinoa	43	40	34	117	8,6	8,0	6,8	23,4
Sn Fernando	88	85	54	227	17,6	17,0	10,8	45,4
Sn Vicente	48	70	30	148	9,6	14,0	6,0	29,6
Santa Cruz	29	24	44	97	5,8	4,8	8,8	19,4

Frecuencia de Unidades de Análisis según niveles de ocurrencia por quinquenio

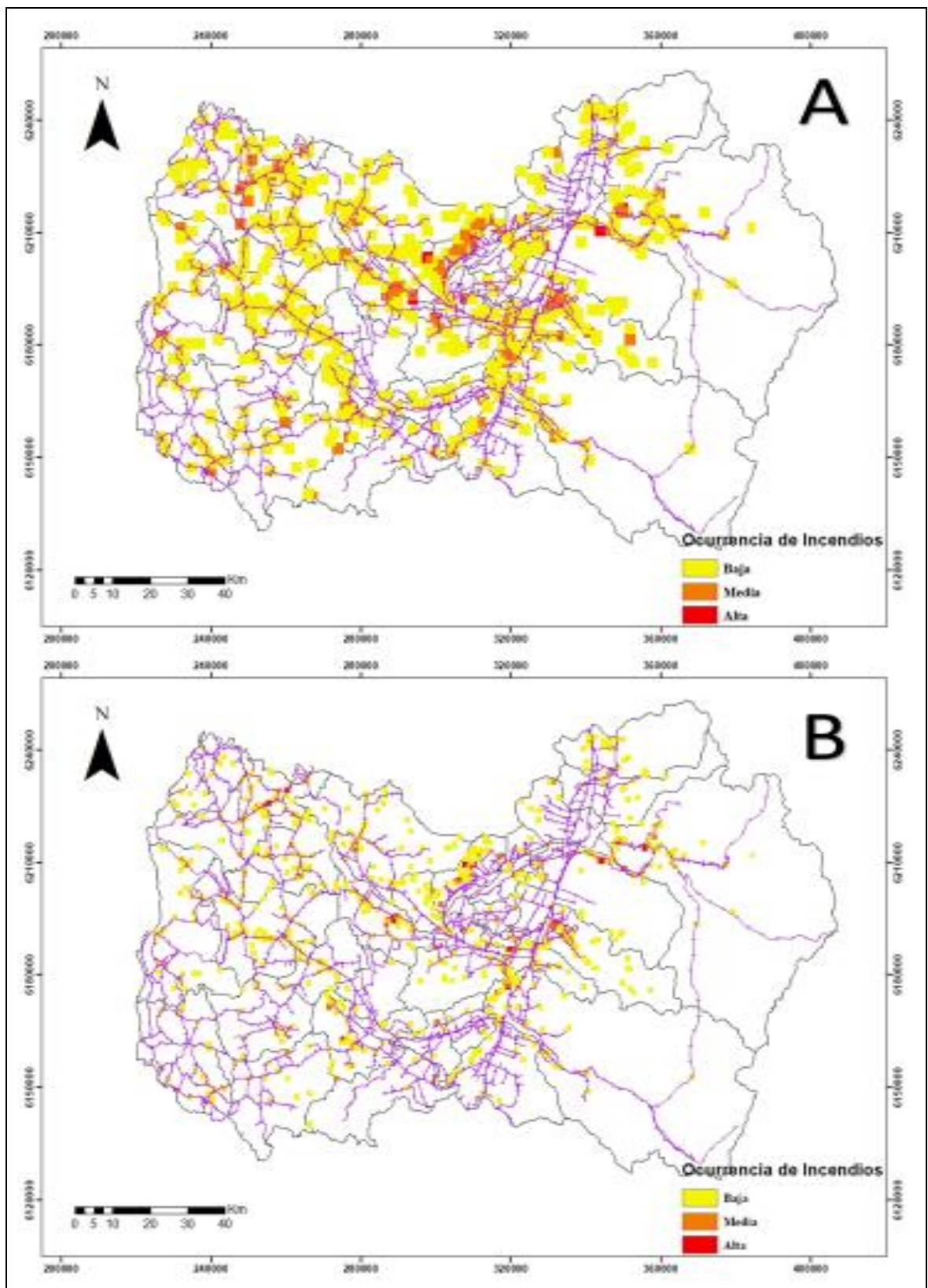
Unidad de Análisis	25 Ha				100 Ha			
	2002 - 2016	2002 - 2006	2007 - 2011	2012 - 2016	2002 - 2016	2002 - 2006	2007 - 2011	2012 - 2016
1	1.624	656	712	705	1.338	656	712	575
2	321	97	106	53	340	97	106	88
3	94	18	32	16	109	18	32	18
4	33	11	5	2	47	11	5	7
5	14	6	4	1	26	6	4	4
6	12	2	1		14	2	1	2
7	6	0	1		7	0	1	0
8	2	1			6	1		1
9	2	0			2	0		
10	2	0			4	0		
11	1	0			1	0		
12	1	0			1	0		
13	1	0			1	0		
14-19	1	1			1	1		



Visualización de las zonas críticas de ocurrencia. Quinquenio 2002 - 2006. A pixel de 100 ha; B pixel de 25 ha



Visualización de las zonas críticas de ocurrencia. Quinquenio 2007 – 2011. A pixel de 100 ha; B pixel de 25 ha



Visualización de las zonas críticas de ocurrencia. Quinquenio 2012 – 2016. A pixel de 100 ha; B pixel de 25 h

Superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2002 – 2006.

Comuna	Suma de Superficies de Z.C (Ha)			Total
	Baja	Media	Alta	
Chépica	3820,5	414,8		4235,3
Chimbarongo	9189,2	1344,9		10534,2
Codegua	8793,7	474,7	84,1	9352,5
Coinco	7537,2	305,7	28,7	7871,6
Coltauco	13315,6	2394,6	28,0	15738,2
Doñihue	4466,8	691,4	470,1	5628,3
Graneros	3063,3	618,5	215,9	3897,7
La Estrella	11264,7			11264,7
Las Cabras	24897,8	5085,9	200,0	30183,7
Litueche	21318,4	3788,1		25106,5
Lolol	11447,5	385,2		11832,7
Machali	23410,0	2731,8	105,6	26247,3
Malloa	10610,1	3197,3	518,0	14325,4
Marchihue	21221,2	1842,7		23064,0
Mostazal	14294,0	376,1		14670,0
Nancagua	6500,0			6500,0
Navidad	7724,9	1073,4		8798,3
Olivar	2436,0	253,2	1,2	2690,4
Palmilla	4471,8			4471,8
Paredones	7673,9	700,0		8373,9
Peralillo	10655,9	1002,1		11658,0
Peumo	7227,9	780,9	72,0	8080,8
Pichidegua	13807,3	900,0		14707,3
Pichilemu	12451,1	2800,0		15251,1
Placilla	7314,6	852,9	64,0	8231,5
Pumanque	8629,3			8629,3
Quinta de Tilcoco	3674,3	893,2		4567,5
Rancagua	8034,1	1092,0	94,5	9220,5
Rengo	18424,2	2877,9		21302,2
Requinoa	15411,5	1737,5		17149,0
San Fernando	24152,2	4583,4	400,0	29135,6
San Vicente	11699,0	1290,9	1150,5	14140,4
Santa Cruz	14071,7	1269,3		15341,0
Total general	373009,8	45758,2	3432,5	422200,5

Superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2007 – 2011.

Comuna	Suma de Superficies de Z.C (Ha)			Total
	Baja	Media	Alta	
Chépica	5462,9	694,5		6157,4
Chimbarongo	7833,4	1845,4	63,6	9742,5
Codegua	7788,5	1249,0		9037,5
Coinco	3601,3	77,9		3679,1
Coltauco	7325,1	8464,3	1375,0	17164,4
Doñihue	4235,1	2001,8		6236,9
Graneros	1100,3			1100,3
La Estrella	10023,7	1965,7		11989,5
Las Cabras	29612,9	4121,9	156,9	33891,6
Litueche	18638,3	4370,4	300,0	23308,6
Lolol	10439,1			10439,1
Machali	18612,8	7415,0	405,6	26433,4
Malloa	12105,1	2734,9	723,0	15563,0
Marchihue	19997,7	2151,2	569,5	22718,3
Mostazal	9451,4	1973,3		11424,7
Nancagua	6271,6			6271,6
Navidad	7297,2			7297,2
Olivar	1591,4	144,3		1735,7
Palmilla	3183,2			3183,2
Paredones	7103,6	2332,2		9435,8
Peralillo	3058,9			3058,9
Peumo	8670,1	3503,0	300,8	12473,9
Pichidegua	12180,2	2232,6		14412,8
Pichilemu	16058,4	2343,4	530,5	18932,3
Placilla	3394,7	378,0		3772,7
Pumanque	10150,4	2700,0		12850,4
Quinta de Tilcoco	3549,4			3549,4
Rancagua	8510,8	313,3	94,5	8918,5
Rengo	18682,5	7719,8	1000,0	27402,4
Requinoa	16601,5	2101,0	68,5	18771,0
San Fernando	25845,0	5420,3	0,4	31265,8
San Vicente	15113,9	5544,9	1767,5	22426,3
Santa Cruz	14987,9	900,0		15887,9
Total general	348478,2	74698,2	7355,7	430532,1

Superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para el quinquenio 2012 – 2016.

Comuna	Suma de Superficies de Z.C (Ha)			Total
	Baja	Media	Alta	
Chépica	3509,2	505,4		4014,5
Chimbarongo	9878,3	700,0		10578,3
Codegua	7502,0	294,5		7796,5
Coinco	2810,9	300,0		3110,9
Coltauco	6377,0	7520,4	57,7	13955,1
Doñihue	3099,2	135,8		3234,9
Graneros	620,3	114,0		734,3
La Estrella	19713,2	367,0		20080,2
Las Cabras	26784,6	762,0		27546,6
Litueche	18227,4	6270,4		24497,8
Lolol	10393,7	731,9		11125,6
Machalí	19216,3	2428,7	100,0	21745,0
Malloa	10683,2	1877,3		12560,5
Marchihue	22915,7	900,0		23815,7
Mostazal	9323,9	1211,4		10535,3
Nancagua	4824,3			4824,3
Navidad	11175,1			11175,1
Olivar	1375,7			1375,7
Palmilla	2257,2			2257,2
Paredones	11569,8	600,0		12169,8
Peralillo	8648,7			8648,7
Peumo	7632,7	694,3	451,8	8778,8
Pichidegua	10825,6	3415,2	290,5	14531,4
Pichilemu	16706,1	1283,9		17990,1
Placilla	3551,8			3551,8
Pumanque	8217,2	302,6		8519,8
Quinta de Tilcoco	2584,1			2584,1
Rancagua	5238,6	343,4		5582,0
Rengo	17212,4	4006,9		21219,2
Requinoa	9783,1	654,1	900,0	11337,2
San Fernando	19067,9	2299,1		21367,0
San Vicente	14811,3	2387,3		17198,6
Santa Cruz	15893,6	1645,0		17538,6
Total general	342429,8	41750,5	1800,0	385980,3

Superficie de zonas críticas de ocurrencia por comuna para la totalidad del período de estudio

Comuna	Suma de Superficies de Z.C (Ha)			Total
	Baja	Media	Alta	
Chépica	10930,6	1657,6		12588,1
Chimbarongo	16216,2	3269,6	147,0	19632,9
Codegua	12896,3	1644,9		14541,1
Coinco	7659,3	1191,1	36,1	8886,4
Coltauco	8857,3	8501,7	2211,5	19570,5
Doñihue	5356,9	1638,8	662,7	7658,5
Graneros	3261,4	1152,4		4413,8
La Estrella	27659,8	2582,4		30242,2
Las Cabras	39862,7	11242,5	200,0	51305,2
Litueche	29977,1	11161,0	132,5	41270,6
Lolol	24420,5	1028,8		25449,3
Machalí	32407,0	9562,9	1150,8	43120,6
Malloa	12681,4	6687,1	845,7	20214,2
Marchihue	38676,2	5014,1		43690,3
Mostazal	15632,9	3091,0		18723,9
Nancagua	10275,1	606,6		10881,6
Navidad	16490,2	1959,0		18449,2
Olivar	2778,7	595,7	1,2	3375,5
Palmilla	8137,9	654,8		8792,7
Paredones	21466,1	1938,7		23404,8
Peralillo	16041,1	236,9		16278,0
Peumo	10779,4	4120,7		14900,1
Pichidegua	15249,8	6354,2	417,9	22022,0
Pichilemu	28434,3	6550,0		34984,3
Placilla	9122,9	1075,8	200,0	10398,7
Pumanque	19242,3	1660,2		20902,5
Quinta de Tilcoco	5793,0	893,2		6686,2
Rancagua	13361,1	1380,8	101,4	14843,3
Rengo	27946,6	8116,6	900,0	36963,1
Requinoa	23528,6	4948,5	891,9	29368,9
San Fernando	35211,0	9984,5	1369,4	46564,9
San Vicente	21297,0	6376,1	2259,2	29932,2
Santa Cruz	22165,2	4851,1	265,6	27281,8
Total general	593815,6	131729,1	11792,9	737337,6

Apéndice II: Causas de ocurrencia de incendios forestales en cada sector crítico de ocurrencia.

Distribución Porcentual de las Causas de Incendios Forestales en los Sectores Críticos para el Quinquenio 2002 – 2006.

Causas	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4	SC 5	SC 6	SC 7	SC 8
Accidentes eléctricos	4,3	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Actividades extinción incendios forestales	0,0	1,8	0,0	1,1	0,0	0,0	3,0	0,0
Actividades recreativas	8,7	7,1	0,0	8,9	14,1	3,3	3,0	14,6
Confección y/o extracción productos secundarios del bosque	4,3	0,0	0,0	2,2	0,0	6,7	3,0	2,2
Faenas agrícolas y pecuarias	4,3	7,1	50,0	4,4	6,3	0,0	3,0	10,9
Faenas forestales	13,0	7,1	50,0	1,1	3,1	0,0	4,5	0,0
Incendios de causa desconocida	0,0	10,7	0,0	14,4	0,0	0,0	4,5	6,6
Incendios intencionales	4,3	5,4	0,0	21,1	46,7	46,7	20,9	11,7
Incendios naturales	4,3	0,0	0,0	0,0	23,4	0,0	1,5	0,0
Operaciones en vías férreas	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otras actividades	13,0	7,1	0,0	4,4	17,2	3,3	6,0	4,4
Quema de desechos	4,3	8,9	0,0	3,3	1,6	3,3	4,5	5,8
Tránsito de personas y vehículos	39,1	35,7	0,0	38,9	34,4	36,7	46,3	43,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Distribución Porcentual de las Causas de Incendios Forestales en los Sectores Críticos para el Quinquenio 2007 – 2011.

Causas	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4	SC 5	SC 6	SC 7	SC 8
Accidentes Eléctricos	5,4	4,8	11,1	0,5	1,0	0,0	0,0	1,8
Actividades Extinción Incendios Forestales	2,7	2,4	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Actividades Recreativas	2,7	9,5	5,6	4,2	8,3	0,0	5,9	8,9
Confección y/o Extracción Productos Secundarios del Bosque	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Faenas Agrícolas y Pecuarias	10,8	4,8	0,0	15,1	11,5	6,7	4,4	14,8
Faenas Forestales	2,7	9,5	5,6	0,5	0,0	0,0	1,5	1,8
Incendios de Causa Desconocida	2,7	7,1	11,1	1,0	3,1	6,7	1,5	0,6
Incendios Intencionales	10,8	14,3	27,8	27,6	17,7	6,7	14,7	11,8
Incendios Naturales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Operaciones en Vías Férreas	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,6
Otras Actividades	2,7	7,1	5,6	2,6	3,1	0,0	2,9	1,2
Quema de Desechos	8,1	7,1	0,0	2,1	5,2	6,7	7,4	4,7
Tránsito de Personas y Vehículos	51,4	33,3	33,3	45,3	47,9	73,3	61,8	53,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Distribución Porcentual de las Causas de Incendios Forestales en los Sectores Críticos para el Quinquenio 2012 – 2016.

Causas	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4	SC 5	SC 6	SC 7	SC 8
Accidentes Eléctricos	9,2	1,3	28,0	1,4	1,6	1,6	0,0	0,0
Actividades Extinción Incendios Forestales	1,1	1,3	0,0	0,7	0,8	0,0	2,4	0,0
Actividades Recreativas	2,3	2,7	4,0	0,7	5,7	4,8	2,4	3,7
Confección y/o Extracción Productos Secundarios del Bosque	1,1	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	1,5
Faenas Agrícolas y Pecuarias	11,5	5,3	8,0	7,0	6,5	9,7	2,4	11,1
Faenas Forestales	4,6	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0
Incendios de Causa Desconocida	2,3	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0
Incendios Intencionales	9,2	10,7	24,0	7,7	4,1	8,1	8,5	7,4
Incendios Naturales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Operaciones en Vías Férreas	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otras Actividades	4,6	4,0	0,0	0,0	0,8	1,6	1,2	0,7
Quema de Desechos	4,6	2,7	0,0	1,4	2,4	1,6	3,7	5,9
Tránsito de Personas y Vehículos	49,4	66,7	28,0	80,3	78,0	72,6	74,4	69,6
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Distribución Porcentual de las Causas de Incendios Forestales en los Sectores Críticos para la totalidad del período de estudio.

Causas	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4	SC 5	SC 6	SC 7	SC 8
Accidentes Eléctricos	7,6	4,4	13,9	0,9	1,0	1,1	0,0	1,0
Actividades Extinción Incendios Forestales	1,3	1,3	0,0	0,7	0,5	1,1	1,4	0,0
Actividades Recreativas	3,6	4,8	8,3	5,2	10,0	6,9	3,8	8,7
Confección y/o Extracción Productos Secundarios del Bosque	0,9	0,0	0,0	0,9	0,7	2,9	0,7	1,0
Faenas Agrícolas y Pecuarias	10,2	6,1	6,9	10,5	8,1	8,6	4,5	11,8
Faenas Forestales	6,2	7,4	8,3	0,4	1,5	0,6	2,4	1,2
Incendios de Causa Desconocida	3,1	4,8	5,6	3,3	1,5	1,7	3,1	3,1
Incendios Intencionales	8,9	10,9	18,1	19,9	13,2	17,7	15,3	10,2
Incendios Naturales	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Operaciones en Vías Férreas	0,0	0,4	1,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4
Otras Actividades	8,4	8,3	8,3	2,6	6,4	3,4	4,5	2,9
Quema de Desechos	5,3	6,1	1,4	2,6	3,4	2,9	6,3	5,8
Tránsito de Personas y Vehículos	44,0	45,4	27,8	53,0	53,4	53,1	57,5	54,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0