PROPUESTA DE PERFILES DE PROYECTOS DE GESTIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ

MIRSLEYN SANJUÁN ROJAS
JOHNNY ANDRÉS SERRANO GUERRERO

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LOS RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
BOGOTÁ D.C., 2020

PROPUESTA DE PERFILES DE PROYECTOS DE GESTIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ

MIRSLEYN SANJUÁN ROJAS
JOHNNY ANDRÉS SERRANO GUERRERO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Especialista en Gerencia de Recursos Naturales

Director
ALEJANDRO COPETE PERDOMO

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LOS RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
BOGOTÁ D.C., 2020

Bogotá D.C, 2020

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

"Las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas"

Artículo 117 del Acuerdo 029 de 1998 del Consejo Superior Universitario.

NOTA DE ACEPTACION

Firma del director

ALEJANDRO COPETE PERDOMO

Bogotá, D.C., 2020

Índice

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2. JUSTIFICACIÓN	8
3. OBJETIVOS	10
3.1 Objetivo general	10
3.2 Objetivos específicos	10
4. MARCO DE REFERENCIA	11
4.1 Antecedentes	11
4.2 Marco geográfico	13
4.3 Marco histórico	15
4.4 Conceptos básicos	17
4.5 Aspectos generales	21
4.6 Marco legal	22
5. METODOLOGÍA	28
5.1. Identificación de áreas dadas sus condiciones bióticas, abióticas y socioculturales	28
5.1.1 Población	28
5.1.2 Muestra	28
5.1.3 Diseño de variables / indicadores	29
5.1.4 Recolección de la información	29
5.2. Propuestas de elementos para la formulación de proyectos de gestión	37
6. RESULTADOS	39
6.1. Identificación de áreas dadas sus condiciones bióticas, abióticas y socioculturales	39
6.1.1 Cuestionario de percepción de la comunidad y las entidades públicas	71
6.2. Propuestas de elementos para la formulación de proyectos de gestión	76
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
9. BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	102
Anexo 1	102
Anexo 2	106
Anexo 3	109

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Marco constitucional colombiano 24

Tabla 2. Marco legal general Decreto 1076 del 26 de mayo del 2015 "Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" 25

Tabla 3. Estructura de los perfiles de proyecto para la prevención de incendios forestales 38

Tabla 4. Modificación de la equivalencia de tipo, duración y carga de combustibles por coberturas de la tierra 41

Tabla 5. Adaptación de los criterios de categoría y calificación de amenaza por tipo de combustible 42

Tabla 6. Adaptación de los criterios de categoría y calificación de amenaza por duración de combustible 43

Tabla 7. Adaptación de los criterios de categoría y calificación de amenaza por carga de combustible (biomasa) 43

Tabla 8. Áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por tipo de combustible 46

Tabla 9. Áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por duración de combustible 48

Tabla 10. Áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por carga total (biomasa) de combustible 50

Tabla 11. Áreas por nivel de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales 52

Tabla 12. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por precipitación 54

Tabla 13. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por temperatura 54

Tabla 14. Áreas por nivel de amenaza por precipitación 56

Tabla 15. Áreas por nivel de amenaza por temperatura 58

Tabla 16. Categorización factor de amenaza por pendiente 59

Tabla 17. Áreas por nivel de amenaza por pendientes 61

Tabla 18. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por frecuencia de incendios 62

Tabla 19. Áreas por nivel de amenaza frecuencia de incendios 64

Tabla 20. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por accesibilidad 65

Tabla 21. Áreas por nivel de amenaza por accesibilidad 67

Tabla 22. Adaptación de la categorización del factor de amenaza 68

Tabla 23. Áreas por nivel de amenaza total para incendios 70

Tabla 24. Resumen de los costos periódicos de los proyectos 85

Lista de figuras

Pág.

Figura 1. Localización general de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. 14

Figura 2. Gráfico de estadísticas de incendios forestales año 2010 en Colombia. 17

Figura 3. Equivalencia de tipo de combustibles por coberturas de la tierra. 31

Figura 4. Criterios de categoría y calificación de amenaza por tipo de combustibles 31

Figura 5. Equivalencia de la duración de combustibles por coberturas de la tierra. 32

Figura 6. Criterios de categoría y calificación de amenaza por duración de combustibles 32

Figura 7. Criterios de categoría y calificación de amenaza por carga de combustibles 33

Figura 8. Criterios de categoría y calificación de amenaza por duración de combustibles. 33

Figura 9. Criterios de amenaza y calificación por rango de temperatura 34

Figura 10. Criterios de amenaza y calificación por rango de precipitación 34

Figura 11. Criterios de amenaza y calificación por rango de pendiente 35

Figura 12. Criterios de amenaza y calificación por accesibilidad. 36

Figura 13. Componentes para la determinación de la amenaza por incendios forestales 40

Figura 14. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios por tipo de combustible 45

Figura 15. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por tipo de combustible 46

Figura 16. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios por duración de combustible 47

Figura 17. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por duración de combustible 48

Figura 18. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios por carga total (biomasa) de combustible. 49

Figura 19. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por carga total (biomasa) de combustible 50

Figura 20. Mapa de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales 52

Figura 21. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales 53

Figura 22. Mapa de amenaza por precipitación 55

Figura 23. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por precipitación 56

Figura 24. Mapa de amenaza por temperatura 57

Figura 25. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por temperatura 58

Figura 26. Mapa de amenaza por relieve (pendiente) 60

Figura 27. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por pendientes 61

Figura 28. Mapa de amenaza por frecuencia de incendios 63

Figura 29. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por frecuencia de incendios 65

Figura 30. Mapa de amenaza por accesibilidad 66

Figura 31. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por accesibilidad 67

Figura 32. Mapa de amenaza total para incendios 69

Figura 33. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza total por incendios 71

Figura 34. Consolidado de preguntas a la comunidad 73

Figura 35. Tiempo de residencia en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá 73

Figura 36. Tipo de reacción de la comunidad ante la ocurrencia de incendios 74

Figura 37. Tiempo de atención de instituciones frente a incendios forestales 74

Figura 38. Consolidado de preguntas a profesionales 76

Figura 39. Resumen de la formulación de perfiles de proyectos 77

RESUMEN

La presente investigación permitió formular perfiles de proyectos de gestión para la prevención en zonas de amenaza a incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. El área de estudio conforma una de las grandes cadenas montañosas del sistema orográfico y parte de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital, se consolida como un corredor ecológico que facilita la conexión con los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Cruz Verde – Sumapaz. La reserva posee una extensión aproximada de 13.142,11 hectáreas (desde los 2650 hasta los 3600 m.s.n.m.), siendo así mismo, una barrera geográfica de la Sabana de Bogotá y sus municipios circundantes.

Para la formulación de los perfiles de proyectos de prevención, primero se empleó la metodología del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM "*Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000",* en donde se halló las áreas más propensas por amenaza a incendios forestales, partiendo del análisis del factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios, resultante de la suma de los factores de tipo, duración y carga de combustibles, el factor climático (precipitación – temperatura), el factor relieve (pendientes), el factor histórico (frecuencia de incendios) y el factor accesibilidad (vías de acceso). Además se realizaron unas encuestas y entrevistas para conocer el punto de vista de la población que pueden ser afectadas por este evento y el grado de percepción de peligrosidad al encontrarse cerca a zonas con amenaza a incendios forestales. Por último, una vez identificadas las áreas y las condiciones socioculturales de la sociedad civil, se diseñaron los proyectos enfocados en la participación comunitaria, la educación y la restauración ambiental de las zonas afectadas.

La variable de amenaza evaluada muestra que la zona de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá se encuentra categorizada con una amenaza "alta" con un porcentaje de 71,79 del área y "muy alta" con un valor de 15,55%, evidenciándose que estas categorías coinciden con las categorías superiores ("muy alta" y "alta") de pendientes, factor histórico, temperatura y precipitación. Adicionalmente, las zonas de amenaza "moderada"

posee un 12,18% concentrándose en el centro de la reserva y las categorías “muy baja” y “baja” acumulan solo un 0,58% del área total, agrupándose en pequeños relictos localizados en la vereda San José del municipio de Choachí. De conformidad a las encuestas y entrevistas realizadas, se concluyó que la mayoría de los entrevistados han presenciado más de un incendio forestal cerca de su vivienda y saben cómo actuar ante esta amenaza, así mismo, manifiestan que los incendios son provocados en su mayoría por actividades antrópicas, los cuales se han podido georreferenciar en las localidades de San Cristóbal, Usme y Chapinero.

Una vez cuantificados e interpretados los factores de la amenaza con la información obtenida de las encuestas y entrevistas, se evidenció las coberturas vegetales y ecosistemas más afectados por los incendios forestales, lo que permitió formular proyectos de participación comunitaria, prevención de incendios forestales (restauración ambiental) y educación ambiental, considerando la intervención social como el factor más importante para la prevención de incendios, ya que en su mayoría son provocados por actividades antrópicas, lo que permite un cambio de perspectiva de la comunidad y transformar sus hábitos culturales y normas de convivencia no solo con la sociedad sino también con el medio ambiente. Es así que los proyectos de gestión de prevención expuestos anteriormente, están orientados en la participación y educación comunitaria, los cuales son de carácter estratégicos al transformar la actitud social y cultural por medio de un cambio de valores encaminados a la prevención, a la racionalidad de la cultura del fuego y generar conciencia sobre la responsabilidad de actuar mutuamente en la prevención, control y extinción de los incendios forestales.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son un fenómeno altamente destructivo para los ecosistemas y cuyos efectos no se limitan únicamente a la vegetación, sino que afectan también de manera muy importante los sistemas bióticos, abióticos y antrópicos (Martin, Martínez, y Pérez, 2002). Cuando los incendios forestales ocurren la consecuencia inmediata es la pérdida de la calidad paisajística, debido a la destrucción o desaparición de la cubierta vegetal. Se estima que el 95% de los incendios forestales son producidos por actividades de origen antrópico, facilitando la colonización de especies exóticas, causando alteraciones en el equilibrio ecológico de los procesos resilentes de las zonas afectadas, haciendo menos fértiles los suelos y más susceptibles a procesos de lixiviación (Guerrero Sánchez, 2019). Así mismo Carrasco y Núñez (2019) enfatizan en la importancia de conocer y entender las causas y efectos de los incendios forestales, ya que no solo representan una amenaza para los atributos del paisaje (estructura, composición y función) sino también para la vida humana, permitiendo de este modo el establecimiento de medidas para adoptar la prevención y mitigación de dicho evento.

En la ciudad de Bogotá D.C. el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER, es la entidad encargada de ejecutar, orientar y coordinar acciones para la reducción del riesgo de desastres, el manejo de emergencias y la adaptación al cambio climático, su principal objetivo es identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo para minimizar los incidentes y accidentes. Por ello es fundamental mejorar las estrategias de evaluación y manejo de la amenaza a incendios forestales en el marco de los impactos socioeconómicos que genera este fenómeno y que se ven reflejados en los crecientes costos de manejo de incendios (Wei, Rideout, y Hall, 2011).

Por otra parte, en el marco del fenómeno del cambio climático que implica incrementos de temperatura que se asocian al aumento de incendios forestales, en conjunto a la falta de conciencia ecológica frente a las áreas naturales, los incendios forestales pueden llegar a representar un efecto devastador sobre grandes extensiones de tierra. De tal manera que se hace prioritario dar mayor importancia a la temática de la prevención de incendios forestales

enfocado a disminuir la probabilidad de ocurrencia de estos, al lograr estrategias para mejorar la gestión y participación de las comunidades que están más propensas a igniciones.

El procedimiento implementado para la ejecución de esta investigación consistió en la recolección de información y su tratamiento por medio de herramientas de información geográfica, ya que actualmente, las herramientas satelitales son el medio más preciso y confiables de adquisición de información orográfica, climática y del atributo ecosistémico de estructura. A través de la implementación de las herramientas del Sistemas de Información Geográfica facilita la gestión y tratamiento de datos de manera eficiente para determinar la amenaza, aclarando que la estimación de dicha amenaza parte de las variables establecidas por el protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1: 100.000 elaborado por el IDEAM. Así mismo, contar con la experiencia y conocimiento que posee la comunidad aledaña como las entidades públicas.

Este proyecto se desarrolló a partir de la gestión de la información geográfica obligatoria, exigida por el protocolo del IDEAM anteriormente mencionado, lo que permitió dar paso a la ponderización de variables para reducir errores y obtener el mapa de amenazas, es de mencionar que se realizaron ajustes al protocolo del IDEAM, en cuanto a escala de trabajo, la exclusión y la adición de ciertas tipologías de cobertura vegetal de acuerdo a las características del área de estudio.

Al consolidarse la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá como un corredor ecológico que facilita la conexión con los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Cruz Verde – Sumapaz, el objeto del presente estudio consistió en evaluar las condiciones bióticas y abióticas presentes en el área, de modo que se pueda analizar y evaluar los niveles de amenaza a incendios forestales que presentan las coberturas vegetales del área protegida con el fin de diseñar proyectos de gestión para la prevención de incendios forestales como un proceso sistemático que tiene una finalidad social orientada a la comunidad, ya que se busca generar de la concientización colectiva por el cuidado de la reserva.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área de estudio Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá - (RFPBOB) conforma una de las grandes cadenas montañosas del sistema orográfico y parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) del Distrito Capital, se consolida como un corredor ecológico que facilita la conexión con los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Cruz Verde – Sumapaz. La reserva posee una extensión aproximada de 13.142,11 hectáreas, elevándose desde los 2650 hasta los 3600 m.s.n.m., comprendiendo áreas rurales de las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fé, San Cristóbal y Usme, así mismo, colinda con los municipios de Chipaque, Ubaque, Choachí, La Calera, Sopó y Chía; siendo así, una barrera geográfica de la Sabana de Bogotá y sus municipios circundantes (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, 2016). En cuanto a sus características bioclimáticas más relevantes, se destaca que esta zona se ve influenciada por la convergencia intertropical, por este motivo presenta oscilaciones en precipitación y temperatura a lo largo del área de reserva, que varían de acuerdo al comportamiento de clima, ya sea bimodal y monomodal en rangos que van desde 1.000 y los 1.500 mm en el sector oriental, y en el sector sur - norte se registran valores más bajos con precipitaciones medias anuales de 480 a 1000 mm. Por su parte, la temperatura oscila entre 8 a 12°C en sus zonas más altas y de 14°C en las más bajas; clasificando al área de estudio en cinco unidades climáticas; Páramo bajo semihúmedo (PBsh), Páramo bajo húmedo (PBH), Frío semiárido (Fsa), Frío semihúmedo (Fsh) y Frío húmedo (FH) según la metodología propuesta por Caldas – Lang (Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2014; Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, 2016)

Desde este punto de vista Cortés, Van der Hammen y Rangel (1999) y Torres (2017), afirman que los bosques montañosos del norte de los Andes están en inminente peligro de desaparición, especialmente los de la cordillera oriental colombiana. Así mismo sugieren que la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá es un área de gran importancia ecosistemática, permitiendo la regulación de las condiciones climáticas, la recarga de acuíferos y alberga una de las mayores reservas en fauna y flora, considerada como un corredor ecológico a pesar de haber perdido casi la totalidad de la vegetación boscosa

primaria, encontrándose solamente pequeños relictos de bosques secundarios que han sufrido afectaciones de tipo antrópico.

De acuerdo al Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá del año 2016, la zona de reserva cuenta con un estudio donde se presenta el estado del área protegida, planteando objetivos de conservación, régimen de usos y propone estrategias para su gestión y manejo. En el componente diagnóstico del documento se evidencia un capítulo de "Riesgos y Amenazas" haciendo referencia a las tres amenazas más importantes para el proceso de zonificación, siendo: (I) amenaza por procesos de remoción en masa activos o latentes, (II) amenaza sísmica regional y local y (III) amenazas por incendios forestales, este último, registra una categoría alta de ocurrencia de tan solo el 27% en toda la reserva, es decir, con una probabilidad baja de ocurrir. Por ello, en el instrumento de planificación del plan de manejo, presenta un solo programa orientado a ello, titulado "Gestión de riesgos por incendios forestales", donde no se proponen medidas de prevención para las zonas de mayor susceptibilidad de ocurrencia de incendios forestales (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, 2016).

Este tipo de siniestro en su mayoría, es de origen antropogénico y su ocurrencia genera un grave peligro al ser humano y a la biodiversidad, debido a la variabilidad de las estructuras del paisaje como a las diferentes respuestas de la vegetación sobre los incendios forestales. Estos impactos están directamente relacionados con la intensidad, recurrencia y duración del incendio forestal provocando la pérdida de vegetación, fauna, degradación del suelo y contaminación del aire y fuentes hídricas, que altera la composición, estructura y función del ecosistema (Sarmiento, A., Galán, F., Mesa, C., Castaño, E., Delgado, C., y Ariza, F. (2002); Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2011); y González Ulibarry, (2017)). Es así, que los incendios forestales sobre las áreas protegidas del territorio tienen un impacto temporal que va desde el momento de la combustión hasta varios períodos posterior al mismo, ya que no solo afecta a los ecosistemas de las zonas boscosas y suelos forestales, sino también a los ecosistemas contiguos, de los que se destaca las zonas urbanas, la red de transporte, las líneas de alta tensión y áreas agrícolas, así mismo como a la sociedad civil que habita dentro y fuera del área de la reserva (Yves, 2009). Esta afectación limita la

perpetuidad de las especies, clasificadas de acuerdo al grado de amenaza de extinción en las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), en las que se destacan de las especies florísticas *Aragoa cupressina* y *Gaultheria lanígera*, las dos en estado vulnerable (VU), *Passiflora adulterina* en la categoría críticamente amenazado (CR) y la orquídea *Odontoglossum luteopurpureum* adoptada por la capital como la flor insigne. Por su parte, en especies faunísticas se encuentran el anfibio *Hyloxalus edwardsi* en estado críticamente amenazado (CR), los reptiles *Anolis heterodermus* y *Anadia bogotensis* en categoría vulnerable (VU) y el mamífero *Leopardus tigrinus* en estado vulnerable (VU) (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR (2007); Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR (2012) y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR (2016)),

Es por ello que, los incendios forestales intervienen en la conectividad del paisaje y facilitan la presencia de relictos, la estocasticidad demográfica, la endogamia entre las poblaciones que reduce la tasa de natalidad e incrementa la tasa de extinción (Canet, 2007), reduciendo las coberturas boscosas y disipando el área de hábitats naturales (Kattan y Valderrama, 2006), generando un desequilibrio ecológico en las distintas variables físicas y bióticas producto de la intervención antrópica en las unidades paisajísticas, desfavoreciendo la continuidad del ecosistema y la integridad del paisaje (Díaz, 2006).

Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo formula las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las áreas que por sus condiciones bióticas y abióticas presentan amenaza a incendios forestales, así mismo que percepción tiene la comunidad que habitan en ellas? ¿Qué proyectos de gestión como mecanismo para la prevención de incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá se pueden formular?

2. JUSTIFICACIÓN

Según Díaz García (2014), comprende el riesgo como una condición real presente e intangible que incrementa a través del tiempo, constituyéndose dinámico en situaciones de desastre o emergencia de acuerdo a los daños y pérdidas ambientales, económicas y sociales; e infiere al riesgo como la evidencia concreta que permite identificar una problemática mayor. Así mismo el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2011), señala que entre los riesgos recurrentes que sufren los entornos naturales y urbanos, los incendios son los más propensos a ocurrir. Este tipo de siniestro pone en peligro la vida humana, afectando gravemente las coberturas de la tierra y las especies de fauna, ocasionando la pérdida de biodiversidad, erosión de suelos, procesos de desertificación, disminución del recurso hídrico, colmatación de embalses e inundaciones, entre otros. Por otro lado de acuerdo con Vallecillo Rodríguez (2009), los incendios forestales como procesos ecológicos tienen un carácter natural que rige la heterogeneidad de las condiciones paisajísticas, siendo fundamental sobre la dinámica del ecosistema y por tanto la distribución de las especies, hecho que contribuye a la disponibilidad de hábitats para especies invasoras y exóticas. Por lo que se hace necesario desarrollar medidas de gestión y conservación de especies nativas y autóctonas, donde se mantenga el carácter dinámico y heterogéneo del mosaico de los hábitats afectadas por el disturbio.

Así mismo Torres Castro (2017), sugiere que la formulación y ejecución de instrumentos de planeación ambiental territorial buscan un mejor aprovechamiento de los recursos de las áreas protegidas, brindando herramientas para la formulación de estrategias que conlleve a la conservación y protección de muestras representativas de áreas naturales. A su vez evidencia que la problemática de los Cerros Orientales de Bogotá parte de las diferentes formas de ocupación y superposición territorial que agudizan los conflictos sociales, económicos, políticos, culturales y ambientales, de modo que se crean limitaciones que interfieren en las estrategias de preservación y restauración de la zona, por tanto, requiere integrar las comunidades con los procesos de conservación. Desde este punto de vista el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (2002), sugiere que las políticas de gestión de prevención y control de incendios forestales deben ser evaluadas

periódicamente en cuanto a pertinencia, vigencia y eficiencia de manera que permita y facilite la mejora continua y la búsqueda de instrumentos legales articulados a la prevención y control de los incendios, especialmente los relacionados a las políticas agrarias y ambientales. Así mismo Prado (2014), refiere que los sistemas de evaluación de peligros son herramientas imprescindibles para la planificación de actividades en la prevención de incendios, estos se utilizan como indicadores para determinar áreas donde es necesario efectuar reducción de la biomasa combustible, es decir de la flora pirogénica, y establecer el momento adecuado para realizarlo, así mismo funciona para designar los recursos antes, durante y en el desarrollo de los incendios forestales; y comprobar la eficiencia de las medidas preventivas y técnicas de supresión utilizadas.

Por otra parte los esfuerzos dirigidos a la recuperación de los atributos ecológicos se enmarcan en el conocimiento del riesgo, de modo que asegure la integridad del paisaje a través de; primero la priorización de áreas que permitan mejorar la conectividad entre los remanentes y relictos existentes de las zonas que se encuentran degradadas y segundo la identificación de las coberturas vegetales susceptibles que son de interés estratégico de prevención y control de incendios para las autoridades ambientales y entes territoriales (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo a Desastres - UNGRD, 2015).

Por tal motivo, la presente investigación realiza un aporte tipo metodológico y de conocimiento, dado que se desarrolla con el fin de formular proyectos de gestión orientados a la prevención de incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, gracias a la identificación de las zonas susceptibles a incendios, por medio del uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de modo que al ocurrir este tipo de eventos las afectaciones al ecosistema sean menores, dado al manejo integral del fuego y a las acciones preventivas formuladas para la recuperación de cobertura vegetal y la concientización de la sociedad civil.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Proponer elementos para la formulación de perfiles de proyectos de gestión para la prevención de incendios forestales a partir de la identificación de áreas que por sus condiciones bióticas, abióticas y socioculturales son propensas a este evento en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar por medio de la metodología del IDEAM (2011) las áreas que por sus condiciones bióticas y abióticas presentan amenazas a incendios forestales, así como conocer la percepción y conocimiento de la población a través de un cuestionario de preguntas.
- Formular elementos para la elaboración de proyectos de gestión como mecanismo para la prevención de incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.

4. MARCO DE REFERENCIA

En este apartado del trabajo se presenta lo relacionado con antecedentes relacionados al objeto de investigación, el marco geográfico, el cual define el área de estudio, los conceptos básicos, donde se abordan los términos más empleados para el desarrollo del proyecto, los marcos histórico y teórico, que señala las memorias de los incendios forestales en Colombia y los estudios relacionado para prevenir, control y mitigar estos eventos, y por último el marco legal que abarca la gestión y actividades orientadas a la prevención y control de los incendios forestales en la normatividad colombiana.

4.1 Antecedentes

Las áreas forestales están identificadas y definidas en el artículo 202 del Código de Recursos Naturales (CRN) modificado por el artículo 203 de la Ley 1450 de 2011, precepto en el cual se clasifican como productoras y protectoras. Con respecto a las áreas forestales protectoras, el CRN las define como aquellas que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. Aquí prevalece el efecto protector y sólo se permite la obtención de frutos secundarios del bosque. En el artículo 47 del Código Nacional de Recursos Naturales se establece la facultad de las autoridades ambientales para declarar reservada, parcial o totalmente, una fracción determinada o la totalidad de los recursos naturales renovables de una región o zona situada dentro de su jurisdicción.

El CRN en su artículo 206 define las reservas forestales y establece su finalidad, de la siguiente manera: "*Artículo 206. Se denomina área de reserva forestal la zona de propiedad pública o privada reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales productoras, protectoras o productoras – protectoras".*

La reserva forestal protectora Bosque Oriental de Bogotá fue declarada por la Junta Directiva del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente –INDERENA, conforme al alinderamiento establecido en el artículo 1º del Acuerdo 30 del 30 de septiembre

de 1976, y según la facultad que le atribuía en tal sentido el artículo 38 (literal b) del Decreto - Ley 133 de 1976. Dicho acuerdo fue publicado en el Diario Oficial en la edición No. 34.777 del 3 de mayo de 1977.

Este acto administrativo fue aprobado mediante la Resolución Ejecutiva No. 76 del 30 de marzo de 1977, expedida por el Presidente de la Republica y el Ministro de Agricultura, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 5º del Decreto Nacional 877 de 1976, conforme al cual, las declaratorias de reservas forestales debían ser aprobadas mediante resolución ejecutiva expedida por el Gobierno Nacional.

Los fundamentos de hecho a partir de los cuales se declararon los Cerros Orientales de Bogotá como zona de reserva forestal protectora se encuentran contenidos en el Acuerdo 30 de 1976, y fueron los siguientes:

1. Que la vegetación de las montañas situadas alrededor de la Sabana de Bogotá debe ser protegida para conservar su efecto regulador de la cantidad y calidad de las aguas que son utilizadas por los habitantes de ella.
2. Que el paisaje constituido por dichas montañas merece protección por su contribución al bienestar físico y espiritual de los habitantes de Bogotá y municipios aledaños.

Asimismo, el Ministerio estableció los parámetros de ordenamiento y manejo ambiental para la franja de adecuación, que deben ser incorporados en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. De igual modo, señaló las determinantes que deben ser acatadas por el Distrito en la formulación de los planes zonales de las áreas excluidas de la reserva, pues se pretende garantizar la compatibilidad de su ordenamiento con los objetivos ambientales de la reserva De otra parte, para el área que conservó su condición de reserva, la Resolución 463 de 2005 estableció la zonificación ambiental, definiendo 4 zonas: Conservación, rehabilitación ecológica, recuperación paisajística y recuperación ambiental.

A la luz de lo establecido en la Resolución 463 de 2005, la reserva es un territorio rico en valores ecológicos y paisajísticos, bajo condiciones biofísicas y socioeconómicas complejas,

que poseen diversidad de especies de flora y de fauna, que soportan la consolidación de distintos ecosistemas, como son páramos, subpáramos y bosques. De hecho, se advierte que los cerros orientales constituyen un importante territorio que aporta servicios ambientales estratégicos para la ciudad, la Sabana de Bogotá y la región, entre los cuales se pueden destacar: su contribución como el principal regulador acuífero de la Sabana de Bogotá asegurando su calidad, cantidad y disponibilidad; su contribución a la regulación del clima, a la depuración del aire del oriente de la ciudad, a la protección de los suelos y a la estabilización de diferentes geoformas. Igualmente, la reserva forestal protectora es el principal referente paisajístico de la capital, por su calidad escénica, dominancia visual y por los valores intrínsecos (naturales) y los adquiridos (históricos y culturales), así como la oferta ambiental para la recreación y la educación.

4.2 Marco geográfico

El área de estudio reserva forestal protectora Bosque Oriental de Bogotá, cuenta con una extensión de acuerdo con la cartografía de la Resolución 463 de 2005 aproximada de 13.142,11 ha y se eleva desde los 2650 hasta los 3600 m.s.n.m. es una cadena de montañas localizada en el costado oriental del casco urbano bogotano e incluye zonas rurales de las localidades de Usme, San Cristóbal, Santa Fe, Chapinero y Usaquén.

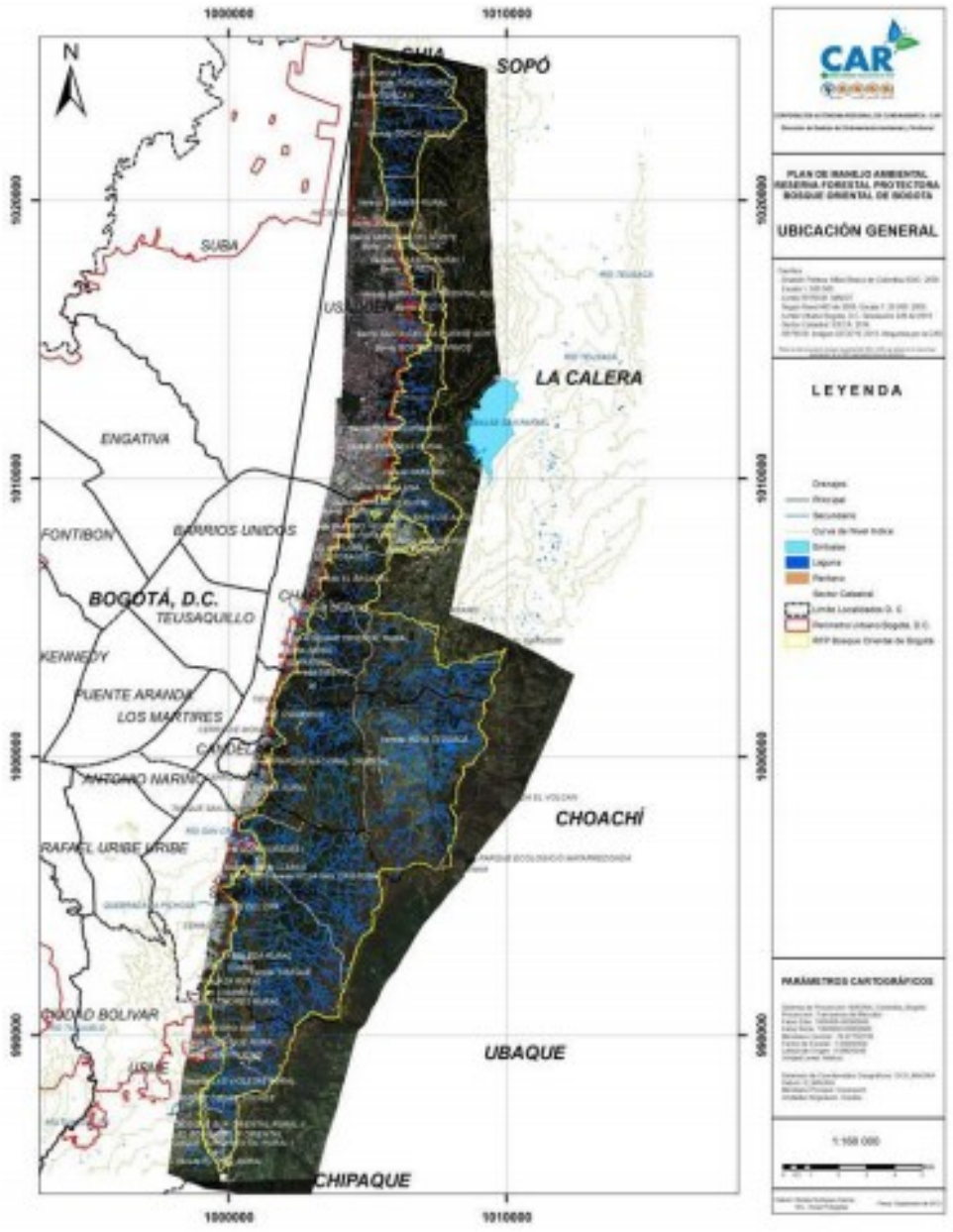
Localidad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Usaquén	2547,7	19,39
Chapinero	2424,80	18,45
Santa Fe	3766,52	28,66
San Cristóbal	3091,78	23,53
Usme	1311,30	9,98
Total	**13142,11**	**100**

Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, 2016.

La reserva cumple la función de ser una barrera geográfica de la Sabana de Bogotá, colindando con los municipios de Chía, Sopó, La Calera, Choachí, Ubaque y Chipaque. En su interior existen 27 veredas catastrales, las cuales son: Torca I, Torca II rural, Tibabita rural, Tibabita rural I, Barrancas oriental rural, Páramo, Páramo II rural, Páramo III rural, Páramo II, Páramo I, Páramo I rural, El Bagazal, Ingemar Oriental rural, Hoya Teusacá, Siberia, Parque Nacional Oriental, Hoya San Cristóbal, Tibaque, La Arboleda rural,

Chiguaza rural, Ciudad Londres rural, Tihuaque rural, Las Violetas rural, El Porvenir de los Soches, Bosque Sur Oriental rural I, Bosque Sur Oriental rural II y El Uval rural. De igual forma, dentro de la reserva se localizan cinco asentamientos informales que son: Bosque Sur Oriental, Lomitas, La Capilla, Altos de Serrezuela y Mirador del Norte.

Figura 1. Localización general de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.



Fuente: Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, 2016.

4.3 Marco histórico

Los incendios forestales a través de la historia han sido un fenómeno cuyos impactos no siempre son negativos, se consolidan como problemática cuando su ocurrencia sobrepasa la resiliencia del ecosistema alterando irreversiblemente los procesos naturales base para la producción de bienes y servicios ambientales, y el hecho de considerar los incendios de la cobertura vegetal como fenómenos de origen natural, junto con la idea de que la conservación de ecosistemas constituyen una pérdida de oportunidad de desarrollo frente a otras opciones como la ganadería y la agricultura, han promovido el incremento de los incendios forestales a partir de los años setenta.

Los incendios causados por el ser humano están presentes en todos los ecosistemas vegetales del mundo causando daños incalculables, a nivel global se pierden entre 10 a 15 millones de hectáreas de bosques en regiones boreales y templadas, y de 20 a 40 millones en bosques tropicales anualmente. En los últimos 30 años los incendios derivados de la tala sostenida de bosques de ecosistema tropical, la actividad agrícola y la reconversión de cultivos en grandes extensiones de superficie, han elevado la deforestación a una tasa anual promedio de 11,2 millones de hectáreas, lo que equivale a 20 hectáreas por minuto (Castillo, Pedernera y Peña, 2003).

Desde este punto de vista a lo largo de los años, se han desarrollado múltiples sistemas que permiten evaluar el riesgo de incendios forestales a partir de factores como la ocurrencia, comportamiento y efecto de los mismos, en donde los sistemas que evalúan la posibilidad de la existencia de una fuente de ignición, son denominados sistemas de evaluación de riesgos de incendios, mientras los que se encargan de evaluar además del riesgo, la probabilidad de inicio de fuego, características del comportamiento del fuego en caso de presentarse, así como daños que causaría y obstáculos que presentaría a la hora de controlarlo, son denominados sistemas de evaluación del peligro de incendios (Dentoni y Muñoz, 2010).

Estados Unidos y Canadá fueron los pioneros en el desarrollo de los índices de peligros de incendios forestales basados en datos meteorológicos los cuales fueron realizados en el Servicio Forestal (EEUU) y la Estación Forestal Experimental de Petawawa (Ontario,

Canadá), posteriormente otros países como Australia, Rusia, Suecia, España y Portugal modificaron y generaron sus propios índices de peligro a partir de la segunda mitad del siglo XX (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2004).

En Colombia la gestión del riesgo comienza a partir de 1986 tras la tragedia de Armero, es cuando las entidades estatales encargadas del tema hondan sobre la problemática de incendios forestales, y fue hasta el año 2003 donde el IDEAM en conjunto con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial diseñan el formato único de captura de datos en eventos de incendios forestales que permitiera organizar mejor el tema, para poder gestionar de la mejor forma posible la información (Prado 2014).

De acuerdo a lo anterior, el IDEAM (2002-2011) en apoyo con otras entidades comenzó a llevar registros de los eventos de incendios forestales por departamento en todo el país, permitiendo realizar análisis estadísticos desde el año 2002, dichos análisis se manejan a nivel anual para conocer aquellos departamentos que enfrentan la mayor cantidad y frecuencia de incendios forestales a nivel nacional. Así se reporta que Cundinamarca es el cuarto departamento con mayor cantidad de incendios registrados no supera los 300 eventos y las 10000 hectáreas afectadas y esto se puede evidenciar en la figura 2, que corresponde al reporte de estadísticas del año 2010:

Figura 2. Gráfico de estadísticas de incendios forestales año 2010 en Colombia



Fuente: IDEAM, 2010.

4.4 Conceptos básicos

En el presente apartado se mencionan los términos más representativos y empleados durante el desarrollo del trabajo, con el fin de orientar su conceptualización que involucra el desarrollo, la construcción y la orientación de ideas que han sido obtenidas a partir del conocimiento y la práctica.

Incendios forestales. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (2006), adopta la definición del Dama de Bogotá, hoy Secretaría de Ambiente, la cual dice que un incendio forestal es todo aquel fuego que tiende a propagarse sin control y sin límites preestablecidos y a su paso va consumiendo todo tipo de material vegetal ya sea vivo o muerto que se encuentra en áreas rurales con aptitud forestal o que preste algún servicio ambiental, considerándose además, que a un incendio forestal se le llama cuando afecta más de 0,5 hectáreas. Adicionalmente el CONIF y el MAVDT, mencionan que a los incendios forestales se les considera disturbios ya que a pesar de ser considerados fenómenos naturales, su régimen de ocurrencia ha sido

alterado por el ser humano por lo que se han convertido en fenómenos lesivos para los ecosistemas en donde se presentan y para los servicios ambientales que estos ofrecen. En un sentido más explícito, los incendios forestales se clasifican dependiendo el sector de material vegetal que afecten, así encontramos 4 clases que son: incendios forestales superficiales (consumen el estrato herbáceo y hojarasca), los incendios de copa o dosel (consumen las copas de los arboles), incendios subterráneos (que afectan las raíces) y los mixtos (son una combinación de dos o más clases de las anteriores descritas).

Riesgo, amenaza y vulnerabilidad. De acuerdo con el IDEAM (2011), el riesgo a incendios de la cobertura vegetal, corresponde a toda probabilidad que se presenta en un territorio particular durante un lapso de tiempo definido ya sea de origen natural o antrópico, que por cuya acción de evento adverso se relacione con la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos provocando consecuencias económicas, sociales o ambientales. El riesgo se postula como el resultado de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos que lo modifican es decir, el total de pérdidas esperadas y consecuencias en un área determinada.

De igual manera el protocolo de zonificación del riesgo a incendios de la cobertura vegetal resalta la importancia de la cobertura vegetal como factor de riesgo que hace parte tanto de la amenaza, ya que es la carga de combustible, como de la vulnerabilidad en tanto es afectada por la ocurrencia de un incendio. Por su parte la amenaza, es considerada como todo peligro latente donde existe la posibilidad de manifestación de un fenómeno particular (incendio forestal) ya sea de origen natural o antrópico, generando efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente. Es decir un factor de riesgo sobre un elemento o grupo de elementos expuestos (vegetación), que se expresa como la probabilidad de que un evento (incendio) se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico con un tiempo definido. Por último, la vulnerabilidad es la predisposición de un elemento a ser afectado, a sufrir daño y de encontrar dificultad de recuperarse. Básicamente esta es la probabilidad de afectación física, económica, política o social que tiene una comunidad o un grupo de elementos determinado, de sufrir efectos negativos en el caso de presentarse un fenómeno peligroso ya sea de origen natural o antrópico. La vulnerabilidad

ante un incendio de la cobertura vegetal, se entiende a partir de la población, los valores de protección de infraestructuras e instalaciones, las actividades económicas, el patrimonio natural, histórico y cultural y la acción institucional además de algunos aspectos territoriales y ecosistémicos (IDEAM, 2011).

Ecosistemas. El ecosistema es una unidad relativamente homogénea, es un sistema abierto y complejo constituida por elementos geofísicos como suelo, clima, agua y elementos bióticos como flora y fauna, en la cual ocurren diversos procesos ecológicos (Bennet, 2004, Rudas *et al.,* 2007), fundamentales para la estabilidad y regulación climática, hidrológica, energética, biodiversidad y a su vez provee bienes y servicios para el hombre incorporándolo como elemento transformador (Rudas *et al.,* 2006).

Áreas protegidas. Un área protegida es un espacio geográficamente definido, regulado y con administración propia que se establece con el fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). El manejo efectivo de las áreas protegidas dependerá del grado de conocimiento y complejidad de los ecosistemas que estas contienen (Kathy, John, Graham y Jim, 1982), así mismo Izurieta (1997), afirma que la efectividad del manejo es el conjunto de aptitudes, capacidad y competencias particulares que permiten cumplir con satisfacción la función por la cual fue creada el área protegida. De igual forma las acciones de carácter político, legal, administrativo, de investigación, de planificación, de protección, coordinación, promoción, interpretación y educación darán como resultado un mejor aprovechamiento de los recursos del área protegida (Cifuentes, 1983). La dinámica de las áreas protegidas se debe establecer no solo desde un punto de vista normativo ya que este se maneja bajo conceptos basados exclusivamente en acciones dirigidas a la prohibición, descartando las diversas realidades que se presentan en las mismas por el hecho de ser prestadoras de servicios ambientales, por ello en el manejo de zonas protegidas se cuenta con el factor social, promoviendo de esta forma el desarrollo de nuevas y mejores técnicas de conservación y manejo de los recursos dentro y fuera de las áreas protegidas (Díaz, 2006). Según Sánchez (2006), las áreas protegidas deben ser vistas y apreciadas como parte integral del uso de la tierra, cumpliendo así una amplia gama de funciones y beneficios a nivel global, nacional y local.

Teledetección. La teledetección espacial es la técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, al mismo tiempo es la ciencia que permite obtener fotografías aéreas que dan soporte a la generación de geoinformación producto de sensores, los cuales proveen información geomorfológica como tamaño y forma, con fin de analizar la información captada se basa en patrones básicos como: (I) Fuente de energía: hace referencia al flujo de energía detectado por el sensor, (II) Cubierta terrestre: que se refiere a las distintas formaciones vegetales, cuerpos de agua y construcciones humanas, (III) sistema sensor: se refiere al sensor y a la plataforma cuya función es captar la energía, codificarla, grabarla y enviarla, (IV) Sistema de recepción-comercialización: se refiere a la recepción de la información la cual es corregida y grabada en un formato apropiado para la distribución, (V) Intérprete: se refiere a la persona encargada del análisis de las imágenes quien la convierte en información temática y cuantitativa, (VI) Usuario final: se refiere a la persona encargada del análisis del documento quien lo interpreta y busca soluciones al problema de estudio (Chuvieco, 1995, Mullo, 2001).

Sistemas de Información Geográfica (SIG). Un sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de hardware, software, datos geográficos y personal capacitado organizados para capturar, manejar, manipular, almacenar, consultar, transformar, analizar, modalizar y presentar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica. Puerta, Rengifo y Bravo (2011), mencionan que los SIG proveen información real acerca de una región, se instauran como la herramienta más usada al momento de construcción de mapas de coberturas, procesos de ordenación de cuencas, entre otros, permitiendo la separación de información en distintas capas temáticas y almacenarlas de manera independiente (Acuña, 2010). Por otro lado, Mullo (2001) plantea que los SIG en el tratamiento de la geoinformación, permiten realizar varios procesos como transferir información, codificar y digitalizar unidades del paisaje por medio de la geomorfología, geología, usos del suelo y coberturas, facilitando la representación cartográfica de la realidad de acuerdo a escalas específicas según el detalle de análisis que se obtener.

4.5 Aspectos generales

Zúñiga, Cisneros, Pompa, Rodríguez y Pérez (2017) señalan que un análisis espacial permite evaluar las causas, consecuencias, tendencias y distribución de los incendios forestales de modo que es posible evaluar el fenómeno observado su colocación territorial, favoreciendo la gestión a la prevención por medio de herramientas de análisis espacial diseñadas para establecer e identificar patrones o puntos calientes. Por su parte Pla, Duane y Brotons (2017) en su estudio "Potencial de las imágenes UAV como datos de verdad terreno para la clasificación de la severidad de quema de imágenes Landsat: aproximaciones a un producto útil para la gestión post incendio", resalta que la gestión de áreas naturales desde el punto de vista del seguimiento de la biodiversidad y el monitoreo de la estructura forestal representa una ventaja en la implementación de imágenes satelitales en estudios espacio-temporales de modo que potencializa el uso de plataformas SIG debido a la reducción de costos en relación al espacio muestreado. Por otro lado Chuvieco (2009) menciona que la tecnología de la teledetección es una herramienta muy útil en la gestión de incendios forestales ya que permite la determinación del riesgo donde se estudian el peligro, la probabilidad y la vulnerabilidad, siendo el papel fundamental de la teledetección estimar las variables críticas involucradas a la hora de iniciarse la ignición y la propagación del fuego. Así mismo permite la detección de incendios activos a través de sensores infrarrojos, facilitando las respectivas acciones correctivas sobre estos con el fin de evitar que continúen su propagación y afectación a un área mayor.

Chuvieco y Pettinari (2015), afirman que la elaboración de mapas de combustibles a partir de condiciones ambientales estándar de los distintos perfiles de la vegetación, permite realizar una estimación o cálculo de los potenciales de incendio. Por otra parte Bisquert, Sánchez, Caselles, Paz-Andrade y Legido (2010) en su estudio "Los índices de vegetación como indicadores del riesgo de incendio con imágenes del sensor TERRA-MODIS" concluyen que los índices: EVI, GEMI, SAVI, se ajustan bien de acuerdo a la relación variación temporal de los índices con la probabilidad de ocurrencia de incendios. A su vez Zambrano, Pérez, Esteve, Hingant y Zambrano (2017) afirman que el uso de herramientas de software y los avances tecnológicos permiten una mejor ejecución en los procesos de gestión

ante la emergencia y desastre relacionados a grandes incendios forestales, de modo que mejora considerablemente la reacción de respuesta efectiva, permite una mejor preparación a los brigadistas así como obtener y distribuir la información requerida, en el momento requerido.

4.6 Marco legal

En la década de los 70's en Colombia surgen las políticas ambientales por medio del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente el cual enfatiza que la administración debe reglamentar todas las consideraciones que se necesitan en la temática de prevención y control de incendios forestales, así como la recuperación de aquellas áreas de bosques que han sido afectadas por los mismos. De igual forma la promulgación de la Constitución Política de 1991 da inclusión a principios de protección y conservación del ámbito ambiental, elevando la biodiversidad a la categoría de norma constitucional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

El Congreso de la República en 1988 emite la Ley 46 la primera ley que busca vincular la gestión del riesgo en Colombia a través de la creación del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres y la Presidencia de la República (1989) establece el decreto ley 919, que complementa la ley 46, porque regula las acciones del mismo a través de la adopción del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres.

En el año 1993 con la ley 99 se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), permitiendo la estructuración institucional para la administración de la política ambiental de Colombia abordando la temática ambiental desde distintos aspectos concernientes a conservación de biodiversidad, de zonas de recarga acuífera e hídrica, la protección del paisaje como patrimonio común y la prevención de desastres como interés colectivo, así como las medidas de obligatorio cumplimiento que se deben tomar para prevenir y/o mitigar los efectos de la ocurrencia de estos. (Sarmiento et al., 2006).

En el año 1994 se define la Política Ambiental Nacional "El salto social hacia el desarrollo humano sostenible", la cual estableció cuatro objetivos específicos: (I) gestión ambiental, (II) fomento de la cultura del desarrollo, (III) aumento de la calidad de vida y (IV) promover la producción más limpia. Para el mismo año, Colombia ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) firmado en la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en 1992, por la cual se responsabiliza de incorporar las políticas de uso sostenible de los bienes y servicios ambientales y la conservación de la biodiversidad (Romero, Cabrera y Ortiz, 2008). Para la ejecución de dicha política se planteó el Plan de Acción Nacional de Biodiversidad (PANB) como el instrumento de desarrollo e implementación de las diferentes actividades, acompañado por las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, las autoridades ambientales de grandes centros urbanos y las entidades territoriales de los departamentos y municipios (Ferreira y Fandiño, 1998).

La Presidencia de la República en el 2011 expide el decreto 4147 del cual surge la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) como entidad descentralizada de la rama ejecutiva adscrita al departamento administrativo de la presidencia, con personería jurídica, autonomía administrativa, financiera y patrimonio propio, cuyos objetivos serían la implementación de la gestión del riesgo de desastres en Colombia y la Coordinación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, aún vigente desde el decreto ley 919 de 1989.

En el año 2012, dado el compromiso del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) se ajustó la formulación del Plan de Acción contemplando los lineamientos establecidos en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (Sarmiento et al., 2006). Así mismo el Congreso de la Republica expide la ley 1551 del 2012 la cual instaura dentro de los principios rectores de la administración municipal el tema de la promoción de la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, así como también estipula funciones para los municipios tales como: la planificación de su territorio en materia de desarrollo económico, social y ambiental y el abanderar los procesos de manejo adecuado de recursos naturales y del medio ambiente. En este mismo año, surge la ley 1523, la cual deroga la ley 46 de 1988 y el decreto ley 919

de 1989, para adoptar la política nacional de gestión del riesgo de desastres y establece el Sistema de Gestión del Riesgo de Desastres, en donde específica que la gestión del riesgo es responsabilidad de todos los colombianos, ya sea autoridades o habitantes comunes del territorio, por lo que las entidades, independiente de su naturaleza, deben desarrollar y ejecutar todos los procesos de gestión del riesgo que tengan relación exclusiva con conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, de acuerdo a sus competencias, ámbito de actuación y jurisdicción como componentes esenciales del SNGRD, mientras los habitantes del territorio nacional deben actuar con precaución, solidaridad y autoprotección, en lo personal, con sus bienes y siempre acatando lo estipulado por las autoridades competentes en el tema. Además, la ley 1523 faculta a todas las autoridades a nivel nacional, departamental y municipal para que involucren de manera relevante todas las acciones que contribuyan a la prevención de incendios forestales, en sus planes de gestión del riesgo (Congreso de la República, 2012).

Tabla 1. Marco constitucional colombiano

MARCO CONSTITUCIONAL	
Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Artículo 80	Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.
Artículo 313	Corresponde a los concejos: **9.** Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio.

Tabla 2. Marco legal general Decreto 1076 del 26 de mayo del 2015 "Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

MARCO LEGAL	
NORMA	**Concepto o articulo**
Ley 23 de 1973 Por el cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.	**Artículo 1** Esta ley tiene por objeto prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.
Decreto Ley 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	**Artículo 2** Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto: **a.** Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad (…) **Artículo 47** Sin perjuicio de derechos legítimamente adquiridos por terceros o de las normas especiales de este Código, podrá declararse reservada una porción determinada o la totalidad de recursos naturales renovables de una región o zona cuando sea necesario para organizar o facilitar la prestación de un servicio público, adelantar programas de restauración, conservación o preservación de esos recursos y del ambiente (…). **Artículo 206** Se denomina área de reserva forestal la zona de propiedad pública o privada reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o mantenimiento y utilización racional de áreas forestales productoras, protectoras o productoras-protectoras.

	Artículo 308 Es área de manejo especial la que se delimita para administración, manejo y protección del ambiente y de los recursos naturales renovables. **Artículo 309** La creación de las áreas de manejo especial deberá tener objetos determinados y fundarse en estudios ecológicos y económico-sociales.
Decreto 1608 de 1978 Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente en materia de fauna silvestre y reglamenta por tanto las actividades que se relacionan con este recurso y con sus productos.	**Articulo 3** En conformidad con este estatuto regula: **1.** La preservación, protección, conservación, restauración y fomento de la fauna silvestre a través de: **a)** El establecimiento de reservas y de áreas de manejo para la conservación, investigación y propagación de la fauna silvestre.
Ley 99 de 1993 Se crea el Ministerio del Medio Ambiente. Se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	**Artículo 1** Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: **2.** La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. **10.** La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones. **Artículo 5** Funciones del Ministerio. Corresponde al Ministerio del Medio Ambiente: **2.** Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales (…).

	Artículo 31 Las Corporaciones Autónomas Regionales ejercerán las siguientes funciones: **6.** Celebrar contratos y convenios con las entidades territoriales, otras entidades públicas y privadas y con las entidades sin ánimo de lucro cuyo objeto sea la defensa y protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables (…).
Ley 388 de 1997 Ordenamiento territorial municipal y distrital y planes de ordenamiento territorial.	**Artículo 30** *Clases de suelo.* Los planes de ordenamiento territorial clasificarán el territorio de los municipios y distritos en suelo urbano, rural y de expansión urbana. Al interior de estas clases podrán establecerse las categorías de suburbano y de protección (…) **Artículo 35** *Suelo de protección.* Constituido por las zonas y áreas de terreno localizados dentro de cualquiera de las clases que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales (…) tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.
Documento Conpes 3680 de 2010	Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
Decreto 2372 de 2010 Reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales	**Artículo 12.** *Las reservas forestales protectoras.* Espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales (…).

5. METODOLOGÍA

A continuación se considera y define la metodología propuesta para el desarrollo de esta investigación, basándose en la aplicación de manera ordenada y sistemática de técnicas y procedimientos, que le otorgada al presente trabajo la validez y el rigor científico en los resultados. Por ello, el presente trabajo de grado se enmarca en los diferentes tipos de investigación desarrollados por Hidalgo (como se citó en Tam, Vera y Oliveros, 2008), los cuales se clasifican en cuatro criterios: (I) propósito de la investigación, (II) medios utilizados para la obtención de datos, (III) nivel del conocimiento y (IV) aplicación de la investigación.

5.1. Identificación de áreas dadas sus condiciones bióticas, abióticas y socioculturales

Para el desarrollo del primer objetivo se enmarca de acuerdo al propósito; la investigación es aplicada partiendo de una situación que requiere ser intervenida con el fin de buscar soluciones enmarcadas en conceptos teóricos y acciones que busquen resolver la problemática (Universidad de la Sabana, s.f). Así mismo para la obtención de datos, la investigación es de campo; conforme a la Universidad Pedagógica y Experimental Libertador (2006) hace referencia a éste como un enfoque del análisis sistemático, que describe e interpreta los factores del problema haciendo uso de métodos característicos de recolección de datos de forma directa.

5.1.1 Población

La presente investigación orienta su estudio a la totalidad de las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y sus respectivas categorías que conforman el SINAP como son; el Sistema de Parque Nacionales Naturales, las Reservas Forestales Protectoras, los Parque Nacionales Regionales, los Distritos de Manejo Integrado, los Distritos de Conservación de Suelos, las Áreas de Recreación y las Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

5.1.2 Muestra

En el desarrollo del presente trabajo de grado se toma como muestra representativa el área natural destinada a la conservación "Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá", la cual fue declarada mediante el artículo 1º del Acuerdo 30 de 1976 emanado del

INDERENA y aprobado por la Resolución No. 076 de 1977 del Ministerio de Agricultura, ubicado Bogotá D.C., Colombia.

5.1.3 Diseño de variables / indicadores

Las variables dependientes e independientes están dadas acorde a los factores a evaluar en cuanto al *"Protocolo para la realización de la zonificación de riesgos a incendios"* del IDEAM*;* desde este punto de vista; las variables independientes pertenecen al factor climático (precipitación – temperatura), vegetación presente en la zona de estudio, relieve, accesibilidad al área, dado que permite un análisis de la información de las variables en tiempo real con mayor cobertura espacial y temporal, así como la opinión de la comunidad que habita dentro o cerca del área de estudio y como la opinión de expertos en el tema . Por lo anterior, la variable dependiente pertenece el factor frecuencia de incendios, así como su duración y extensión.

5.1.4 Recolección de la información

La metodología adoptada para el desarrollo de esta investigación se basa en el *"Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000"* del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2011), la cual evalúa de cada uno de los componentes de la amenaza a través de una metodología paramétrica, de enfoque espacial apoyada en el uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG), que se basa en la ponderación y calificación secuencial de los diversos factores generadores de la amenaza.

El reconocimiento de la estructura espacial del área de estudio Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB) se generará a partir de la información disponible de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. Para efectos del desarrollo de esta investigación se ajustará la escala de trabajo a la escala 1:25.000, de acuerdo a lo definido en el artículo 5 del Decreto 1807 del 2014. A partir de la cartografía base disponible requerida para el desarrollo del protocolo especificada en la ficha 2 (Ver anexo 1).

Normalización y ponderación:

Acorde al protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, se requiere de un proceso de normalización y ponderación de cada una de las variables en función a su importancia en la explicación de la ocurrencia de incendios, llevando a cabo la reclasificación y asignación de categorías de vulnerabilidad, amenaza o riesgo respectivamente mediante la lógica difusa (Fuzzy)

$$Factor\ normalizador = \frac{(x - \mathrm{Min})}{(Max - Min)}$$

Donde:

X: Es el valor que adquiere puntualmente en el espacio el factor.

Min: Valor mínimo del factor en toda el área de estudio.

Max: Valor máximo presentado por el factor en toda el área de estudio.

Así mismo las variables y factores una vez normalizados, se agruparán en cinco rangos acorde a la frecuencia de distribución, en el cual el tamaño de cada rango estará dado a partir de la amplitud de los valores generados mediante la siguiente ecuación:

$$Amplitud\ del\ rango = \frac{(Max1 - Min1)}{n}$$

Donde:

Min1 = Valor mínimo normalizado del factor en toda el área de estudio
Max1 = Valor máximo normalizado presentado por el factor en toda el área de estudio
N = Número de rangos.
Dónde: 1) Muy bajo, 2) Bajo, 3) Moderado, 4) Alto, 5) Muy alto.

Evaluación de amenaza

Para la evaluación de la amenaza se tiene en cuenta cinco factores: (I) Factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios, (II) Factor climático; precipitación – temperatura, (III) Factor relieve; pendientes, (IV) Factor histórico; frecuencia de incendios y (V) Factor accesibilidad.

(I) Factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios:

La clasificación y posterior calificación de la susceptibilidad de la vegetación como factor fundamental de la amenaza a incendios forestales; se realizará a partir de la información obtenida del análisis de la condición pirogénica de la vegetación, basado en el modelo de combustibles desarrollado por Páramo (2007). Para ello se lleva a cabo una calificación de los factores de mayor relevancia que caracterizan la condición pirogénica y que tienen una alta importancia en el establecimiento de la susceptibilidad. De acuerdo a los criterios establecidos en las siguientes figuras.

Figura 3. Equivalencia de tipo de combustibles por coberturas de la tierra.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Árbustos
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.1.4. Bosque de galeria y ripario	Árboles
3.1.1. Bosque denso	Árboles
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.2.2. Arbustal	Arbustos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas
2.4.1. Mosaico de cultivos	Hierbas
2.3.3. Pastos enmalezados	Pastos
2.3.1. Pastos limpios	Pastos
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
3.2.1. Herbazal	Hierbas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Fuente: IDEAM, 2011.

Figura 4. Criterios de categoría y calificación de amenaza por tipo de combustibles.

Tipo de combustibles	Categoría de Amenaza	Calificación
No combustibles	Muy Baja	1
Áreas urbanas	Muy Baja	1
Árboles	Baja	2
Árboles y arbustos	Moderada	3
Arbustos	Alta	4
Hierbas	Alta	4
Pastos/hierbas	Muy Alta	5
Pastos	Muy Alta	5

Fuente: IDEAM, 2011.

Duración de combustibles:

La generación de la clasificación de la duración de combustible se realizará a partir de la interpretación de los tipos de cobertura, de acuerdo a las coberturas predominantes según la

duración de los combustibles como se muestra en los siguientes cuadros. Para cubrimiento nacional los cuadros de reclasificación se presentan en las figuras 5 y 6.

Figura 5. Equivalencia de la duración de combustibles por coberturas de la tierra.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	10 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.1.4. Bosque de galeria y ripario	100 horas
3.1.1. Bosque denso	100 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.2.2. Arbustal	100 horas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
2.4.1. Mosaico de cultivos	10 horas
2.3.3. Pastos enmalezados	1 hora
2.3.1. Pastos limpios	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
3.2.1. Herbazal	10 horas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Fuente: IDEAM, 2011.

Figura 6. Criterios de categoría y calificación de amenaza por duración de combustibles.

Duración de combustibles	Categoría de Amenaza	Calificación
No combustibles	Muy Baja	1
Áreas urbanas	Muy Baja	1
100 horas (Predominio de árboles)	Baja	2
10 horas (Predominio de arbustos y hierbas)	Moderada	3
1 hora (Predominio de pastos)	Alta	4

Fuente: IDEAM, 2011.

Carga de combustibles:

Para conocer la clasificación de las coberturas vegetales a partir de la carga de combustibles y la información específica que se tenga sobre la carga de biomasa de estas (expresada en

toneladas por hectárea), como se muestra en los siguientes cuadros. Para cubrimiento nacional los cuadros de reclasificación se presentan en las figuras siguientes.

Figura 7. Criterios de categoría y calificación de amenaza por carga de combustibles.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	CARGA TOTAL (BIOMASA) DE COMBUSTIBLES
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Moderada (50-100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.4. Bosque de galeria y ripario	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.1. Bosque denso	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.2.2. Arbustal	Muy alta (más de 100 ton/ha)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.1. Mosaico de cultivos	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.3. Pastos enmalezados	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.1. Pastos limpios	Baja (1-50 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
3.2.1. Herbazal	Baja (1-50 ton/ha)
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

Fuente: IDEAM, 2011.

Figura 8. Criterios de categoría y calificación de amenaza por duración de combustibles.

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha)	MUY BAJA	1
Baja (1-50 Ton/Ha)	BAJA	2
Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	MODERADA	3
Muy Alta (más de 100 Ton/Ha)	ALTA	4

Fuente: IDEAM, 2011.

Por último, se empleará el álgebra de mapas para realizar el cálculo de susceptibilidad de la vegetación a incendios a partir de las calificaciones de los mapas de tipo, duración y carga de combustibles.

El cálculo se realizará por medio de la siguiente fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM: $SUSC = CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct)$

Donde:

SUSC = Susceptibilidad de la vegetación a incendios
CAL (tc) = Calificación por tipo de combustibles
CAL (dc) = Calificación por duración de combustibles
CAL (ct) = Calificación por carga total de combustibles

Los valores obtenidos se someterán a normalización y ponderación de acuerdo a las formulas especificadas anteriormente (ver normalización y ponderación).

(II) Factor climático:

La precipitación media anual y la temperatura media anual, se generará a partir de la información climática de los últimos 10 años de las estaciones meteorológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) basados en el catálogo de estaciones activas mediante el proceso de isoyetas e isotermas por el método geoestadístico de interpolación Splining (Cahuana y Yugar, 2009, Mastropietro, 1996). Y se reclasificarán de acuerdo a los criterios especificados en el protocolo expuestos en las siguientes figuras.

Figura 9. Criterios de amenaza y calificación por rango de temperatura.

Temperatura media multianual (°C)	Categoría de Amenaza	Calificación
Nival (<1.5)	Muy Baja	1
Extremadamente frío (1.5 – 6)	Muy Baja	1
Muy frío (6 – 12)	Moderada	2
Frío (12 – 18)	Moderada	3
Templado (18 – 24)	Alta	4
Cálido (>24)	Muy Alta	5

Fuente: IDEAM, 2011.

Figura 10. Criterios de amenaza y calificación por rango de precipitación.

Precipitación media multianual (mm)	Categoría de Amenaza	Calificación
Árido (0 – 500)	Muy Baja	1
Pluvial (>7000)	Muy Baja	1
Muy Húmedo (3000 – 7000)	Moderada	2
Húmedo (2000 – 3000)	Moderada	3
Seco (1000 – 2000)	Alta	4
Muy Seco (500 – 1000)	Muy Alta	5

Fuente: IDEAM, 2011.

(III) Factor relieve:

La evaluación de amenaza por relieve o pendientes se realizará a partir de la generación del respectivo mapa de pendientes mediante el procesamiento de un Modelo Digital de Elevación (DEM). Las pendientes generadas se clasificaron de acuerdo a los criterios especificados en la figura 11.

Figura 11. Criterios de amenaza y calificación por rango de pendiente.

Pendiente media (%)	Categoría de Amenaza	Calificación
0 – 7 %	Muy Baja	1
7 – 12 %	Baja	1
12 – 25 %	Moderada	2
25 – 75 %	Alta	3
>75%	Muy Alta	4

Fuente: IDEAM, 2011.

(IV) Factor histórico:

Se gestionará la información histórica referente a los partes de incendios ocurridos en el área de estudio durante un periodo de tiempo de 10 años, se realiza el análisis a través del índice de frecuencia de incendios forestales, el cual refleja la frecuencia de eventos, referido al área; aplicando la relación que se muestran a continuación:

$$Fi = \frac{1}{a} \sum_{1}^{a} ni$$

Donde:
Fi: Frecuencia de incendios.
a: Número de años.
ni: Número de incendios cada año.

Posteriormente, se procederá a interpolar los datos de frecuencia de incendios, para luego normalizar los valores obtenidos y ponderar de acuerdo a las fórmulas de normalización y ponderación anteriormente especificadas (ver normalización y ponderación).

(V) Factor accesibilidad:

La determinación de la evaluación de amenaza por accesibilidad se realizará a partir de la generación de Buffers cada 500 metros acorde al mapa de vías primarias y secundarias. Una vez los Buffers sean generados se procederá a asignarles la respectiva categoría de amenaza y calificación de acuerdo a los criterios especificados en la siguiente figura.

Figura 12. Criterios de amenaza y calificación por accesibilidad.

Distancia a la vía (Grosor del buffer en m)	Categoría de Amenaza	Calificación
Más de 2000	Muy Baja	1
1500 – 2000	Baja	1
1000 – 1500	Moderada	2
500 – 1000	Alta	3
0 – 500	Muy Alta	4

Fuente: IDEAM, 2011.

Amenaza

Para el cálculo de la amenaza, se emplearán las calificaciones del factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios, el factor climático; precipitación – temperatura, el factor relieve - pendientes, el factor histórico (frecuencia de incendios) y el factor accesibilidad. Dichas calificaciones se multiplicarán por un factor determinado y se sumarán de acuerdo a lo estipulado en la siguiente fórmula propuesta por el protocolo del IDEAM:

Amenaza = (Susceptibilidad de la vegetación x 0,17) + (Precipitación x 0,25) + (Temperatura x 0,25) + (Pendientes x 0,03) + (Frecuencia x 0,05) + (Accesibilidad x 0,03)

Los valores obtenidos del cálculo de amenaza total, serán normalizados y ponderados de acuerdo a las fórmulas especificadas anteriormente (ver normalización y ponderación).

Por otra parte, teniendo en cuenta el aspecto biótico y abiótico del entorno del área y una vez identificadas las zonas propensas a incendios forestales, se estudiará la relación humano-naturaleza con el fin de identificar las posibles interacciones de la comunidad con la generación de incendios forestales. Siendo necesario realizar una encuesta que permita conocer el punto de vista de la población propensa a ser afectada por este evento, las posibles actividades que pueden desencadenar un incendio; sino también el grado de percepción de peligrosidad de afectación al encontrarse cerca de las zonas con mayor amenaza a incendios forestales. Así mismo llevar a cabo entrevistas a profesionales de diferentes entidades con responsabilidad sobre la protección de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de

Bogotá y expertos en el tema, con el fin de concretar mecanismos que facilite una pronta respuesta ante este evento (Ver anexos 2 y 3).

5.2. Propuestas de elementos para la formulación de proyectos de gestión

Para el desarrollo del segundo objetivo se enmarca según el alcance del proyecto, el nivel de conocimiento es exploratorio; ya que permite una aproximación al objeto de estudio de la investigación, aplicando diferentes técnicas y constituyéndose como fuente de información para futuras investigaciones (Grajales, 2002). Por último, acorde con la aplicación de la investigación se toma un enfoque descriptivo, ya que describe las características utilizando criterios sistemáticos y aportes de información verídica a través mediciones cuantitativas (Sabino, 1992).

Respecto a los mecanismos para la prevención de incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, se basará en la metodología *"Plan Nacional de Prevención Control de Incendios Forestales y Restauración de áreas Afectadas*" y el *"Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales afectadas por Incendios Forestales"* propuestos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de los años 2002 y 2007 respectivamente; que permitirá diseñar proyectos de gestión como un proceso sistemático que tiene la finalidad de alcanzar propósitos u objetivos encaminados al incremento de la conectividad estructural y funcional del paisaje, mejorando la posibilidad de supervivencia de la biodiversidad a través del aumento de la calidad de los hábitats, de la cobertura nativa y que puedan representar una oportunidad de conservación y resistencia ante futuros incendios. En la siguiente tabla se detalla la estructura de los perfiles de proyecto.

Tabla 3. Estructura de los perfiles de proyecto para la prevención de incendios forestales

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Título o código del programa	Identificación del programa para la prevención de incendios forestales.
Objetivo del programa	Precisa la finalidad con la que se pretende desarrollar la actividad.
Metas	Cuantificación de los objetivos propuestos y de esta forma medir el cumplimiento del programa.
Población	Establece la comunidad que se beneficia con la ejecución de dichos programas.
Actividades a desarrollar	Describe las actividades para ejercer la prevención contra incendios.
Presupuesto	Estima los costos necesarios para la ejecución del programa.
Fuente de financiación	Establece cuales son las fuentes de financiamiento que permita la ejecución del programa.
Cronograma	Define el tiempo requerido para la ejecución del programa.
Indicadores	Establece una medida cuantificativa de cumplimiento de los objetivos.

Fuente: Los autores, 2020.

6. RESULTADOS

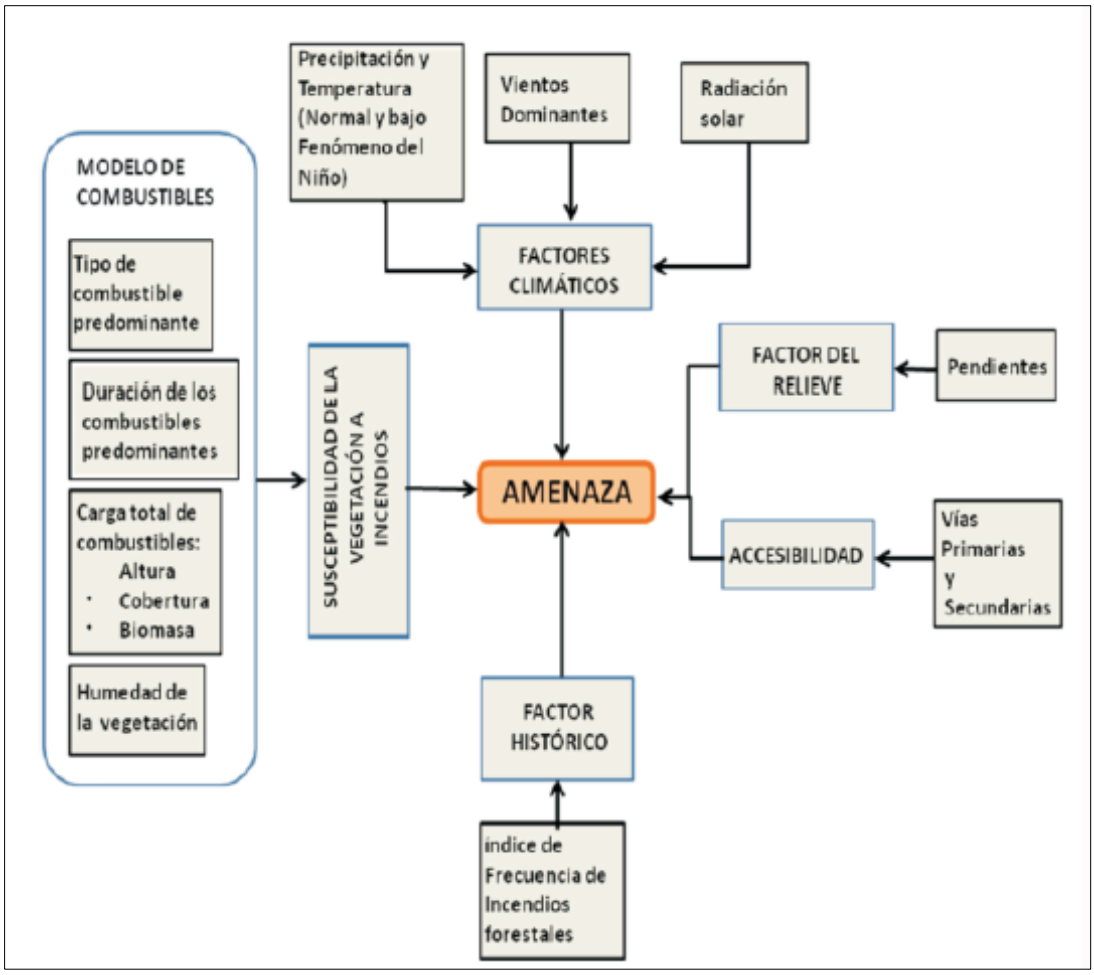
En el presente capitulo se presenta los resultados obtenidos a partir de información primaria y secundaria obtenida en campo y de entidades públicas, el cual se desarrolla para cada uno de los objetivos propuestos.

6.1. Identificación de áreas dadas sus condiciones bióticas, abióticas y socioculturales

A partir de la metodología del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM "*Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000"* y con base en la información disponible de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER, la Infraestructura Integrada de Datos Espaciales para el Distrito Capital - IDECA y la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial Bomberos de Bogotá – UAECOB, se generó la cartografía base de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB), dado que la información suministrada se encuentra en formato shapefile, lo que supone un valor agregado a la hora de efectuar operaciones dentro del Sistema de Información Geográfica (SIG). Lo que permitió identificar las áreas más propensas que por sus condiciones bióticas y abióticas presentan mayor amenaza a incendios forestales, acorde a los cinco factores utilizados para la evaluación de la amenaza de zonas propensas a incendios forestales descritas en el protocolo, el cual se clasifican en: (I) Factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios, (II) Factor climático; precipitación – temperatura, (III) Factor relieve; pendientes, (IV) Factor histórico; frecuencia de incendios y (V) Factor accesibilidad.

En la figura 13 se presentan los factores que forma parte de cada uno de los componentes para la zonificación de la amenaza a incendios de la cobertura vegetal.

Figura 13. Componentes para la determinación de la amenaza por incendios forestales



Fuente: IDEAM, 2011.

El resultado principal de este proceso fue la realización del mapa de zonificación de amenaza a incendios de la cobertura vegetal, estos mapas constituyen un elemento de análisis y servirán de apoyo a la planificación y toma de decisiones a nivel regional en lo relativo al manejo y preparación ante la ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal. Así mismo, permite entender el comportamiento de los distintos componentes que influyen en la generación de la amenaza a incendios de la cobertura vegetal, de manera que se puedan tomar medidas preventivas y educativas que contribuyan a disminuir dichas amenazas, especialmente en áreas donde se presentan los niveles de riesgo más altos.

A continuación, se especifica los componentes de cada factor de la amenaza que permitió realizar la evaluación a partir de la zonificación y calificación de los factores propios del área

de estudio, los cuales le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios.

(I) Factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios

Se realizó a partir del mapa de coberturas vegetales obtenido a través de los insumos de la CAR, su importancia radica en que permite evaluar la condición pirogénica del área de estudio de acuerdo a los distintos tipos de cobertura vegetal identificados en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Siendo este el principal insumo para el desarrollo de los mapas de susceptibilidad de la vegetación y sus factores de: tipo de combustible, duración de combustibles y carga de combustibles.

Por ello, una vez revisadas el tipo de cobertura señalada por Páramo en la metodología "*Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000"* en relación con las unidades de vegetación identificadas por la CAR en el mapa de coberturas vegetales de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, se encontraron diferencias, siendo necesario la inclusión de otros tipos de coberturas vegetales definidos por la Corine Land Cover para Colombia para el área de estudio en mención. Así mismo se modificaron los criterios de categoría y calificación de amenaza por tipo, duración y carga de combustibles y se obtuvo como resultado la representación gráfica del factor de susceptibilidad de vegetación a incendios de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.

Tabla 4. Modificación de la equivalencia de tipo, duración y carga de combustibles por coberturas de la tierra.

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE PREDOMINANTE	CARGA TOTAL (BIOMASA) DE COMBUSTIBLES
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	No combustibles	No combustibles	No combustibles
1.1.3. Vivienda rural dispersa	No combustibles	No combustibles	No combustibles
1.2.1. Zonas industriales y comerciales	No combustibles	No combustibles	No combustibles
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	No combustibles	No combustibles	No combustibles
1.2.4. Aeropuertos	No combustibles	No combustibles	No combustibles
1.2.5. Obras hidráulicas	No combustibles	No combustibles	No combustibles
1.3.1. Zonas de extracción minera	No combustibles	No combustibles	No combustibles

1.4.2. Instalaciones recreativas	**No combustibles**	**No combustibles**	**No combustibles**
2.1.5. Tubérculos	**Hierbas**	**10 horas**	**Baja (1-50 ton/ha)**
2.2.4. Cultivos agroforestales	**Hierbas**	**10 horas**	**Baja (1-50 ton/ha)**
2.3.1. Pastos limpios	Pastos	1 hora	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.2. Pastos Arbolados	**Pastos**	**1 hora**	**Baja (1-50 ton/ha)**
2.3.3. Pastos enmalezados	Pastos	1 hora	Baja (1-50 ton/ha)
2.4.1. Mosaico de cultivos	Hierbas	10 horas	Baja (1-50 ton/ha)
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas	1 hora	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas	1 hora	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas	1 hora	Moderada (50-100 ton/ha)
3.1.1. Bosque denso	Árboles	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Árboles	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.5. Plantación forestal	**Árboles**	**100 horas**	**Muy alta (más de 100 ton/ha)**
3.2.1. Herbazal	Hierbas	10 horas	Baja (1-50 ton/ha)
3.2.2. Arbustal	Arbustos	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	**Árboles y arbustos**	**10 horas**	**Baja (1-50 ton/ha)**
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles	No combustibles	No combustibles
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	**No combustibles**	**No combustibles**	**No combustibles**
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles	No combustibles	No combustibles
5.1.1. Ríos (50 m)	**No combustibles**	**No combustibles**	**No combustibles**
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles	No combustibles	No combustibles

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

Tabla 5. Adaptación de los criterios de categoría y calificación de amenaza por tipo de combustible

TIPO DE COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1
Árboles	BAJA	2
Árboles y arbustos	MODERADA	3
Arbustos	ALTA	4
Hierbas	ALTA	4
Pastos / hierbas	MUY ALTA	5
Pastos	MUY ALTA	5

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

Tabla 6. Adaptación de los criterios de categoría y calificación de amenaza por duración de combustible

DURACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1
100 horas (Predominio de árboles)	BAJA	2
10 horas (Predominio de arbustos e hierbas)	MODERADA	3
1 hora (Predominio de pastos)	ALTA	4

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

Tabla 7. Adaptación de los criterios de categoría y calificación de amenaza por carga de combustible (biomasa)

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha)	MUY BAJA	1
Baja (1-50 Ton/Ha)	BAJA	2
Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	MODERADA	3
Muy alta (más de 100 Ton/Ha)	ALTA	4

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

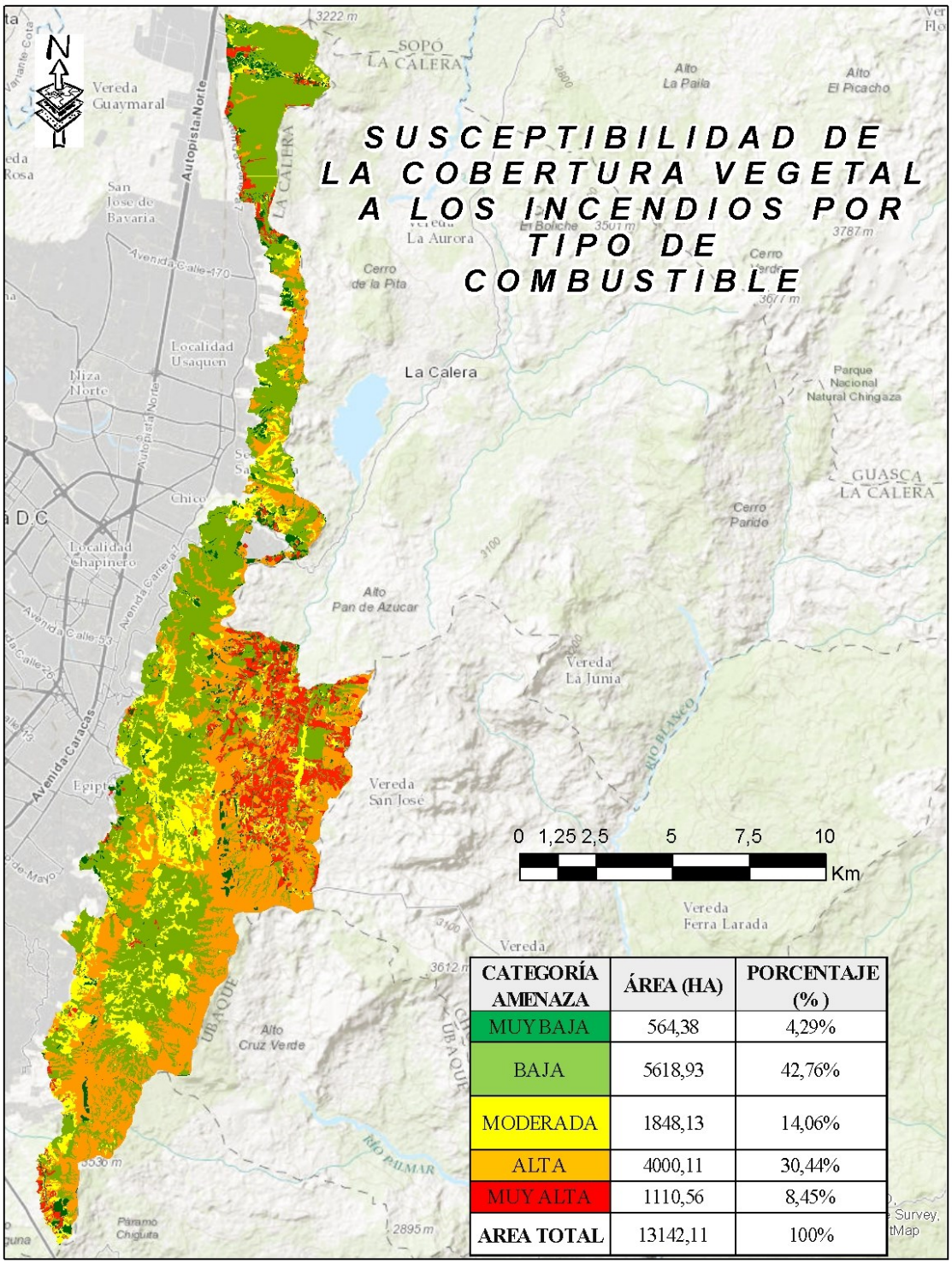
Como se observa en la tabla anterior, las coberturas vegetales como: 1.1.2. Tejido urbano discontinuo, 1.1.3. Vivienda rural dispersa, 1.2.1. Zonas industriales y comerciales, 1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, 1.2.4. Aeropuertos, 1.2.5. Obras hidráulicas, 1.3.1. Zonas de extracción minera, 1.4.2. Instalaciones recreativas, 2.1.5. Tubérculos, 2.2.4. Cultivos agroforestales, 2.3.2. Pastos Arbolados, 3.1.5. Plantación forestal, 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición, 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas y 5.1.1. Ríos (50 m); fueron incluidas en la evaluación debido a que la metodología Corine Land Cover permite la jerarquización homogénea de las cubiertas vegetales, basadas en sus características fisonómicas de altura y densidad, las coberturas incluidas para la realización de esta investigación reciben el mismo tratamiento que las coberturas descritas por Páramo en la metodología del IDEAM.

Por lo anterior, en el componente de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales se generaron cuatro mapas, los cuales muestran los diferentes niveles de susceptibilidad de

los tipos de coberturas presentes en el área protegida, como se mencionó anteriormente, esta susceptibilidad está asociada al tipo de combustible, su carga y su duración.

En relación al tipo de combustible (ver figura 14) las coberturas que presentan los grados de susceptibilidad “muy alta” y “alta” son los arbustos, las hierbas y los pastos pues son coberturas de fácil ignición y por tanto de rápida propagación del fuego, lo que las hace muy susceptibles a sufrir incendios, el 8,45% y el 30,44% del área protegida se encuentra en estos niveles de amenaza. Las coberturas con menor susceptibilidad “muy baja” y “baja” son los territorios artificializados y bosques, pues para que se inicie un fuego en estas coberturas se necesita de gran cantidad de energía, ya que el componente predominante es la infraestructura y la madera, estas coberturas ocupan el 4,29% y el 42,76% del total de la reserva forestal (ver figura 15 y tabla 8).

Figura 14. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios por tipo de combustible



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	564,38	4,29%
BAJA	5618,93	42,76%
MODERADA	1848,13	14,06%
ALTA	4000,11	30,44%
MUY ALTA	1110,56	8,45%
AREA TOTAL	13142,11	100%

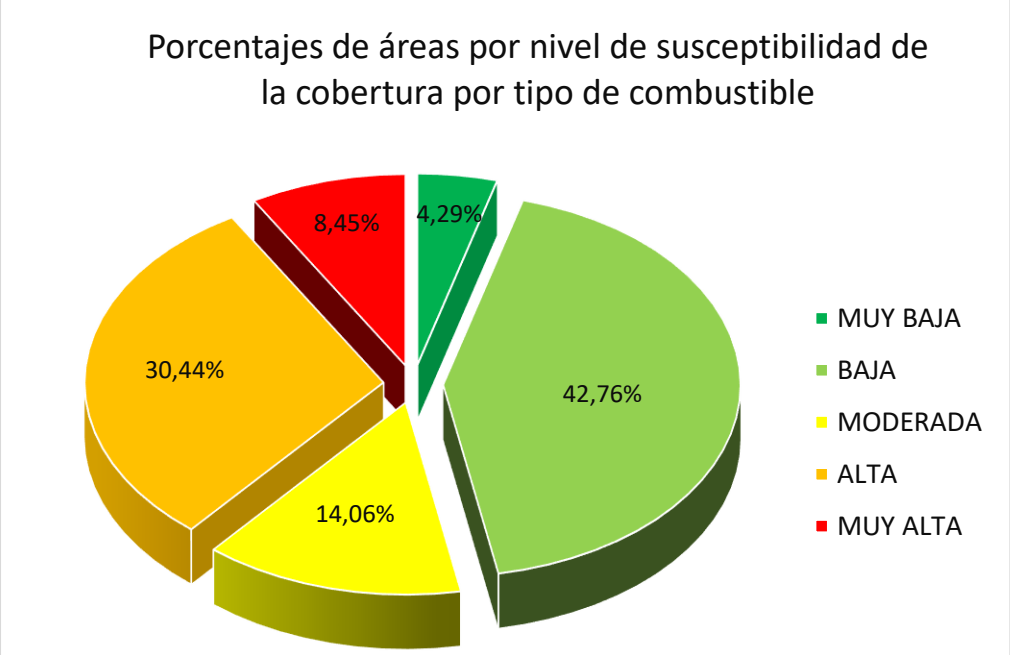
Fuente: los autores, 2020.

Tabla 8. Áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por tipo de combustible

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	564,38	4,29%
BAJA	5618,93	42,76%
MODERADA	1848,13	14,06%
ALTA	4000,11	30,44%
MUY ALTA	1110,56	8,45%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 15. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por tipo de combustible

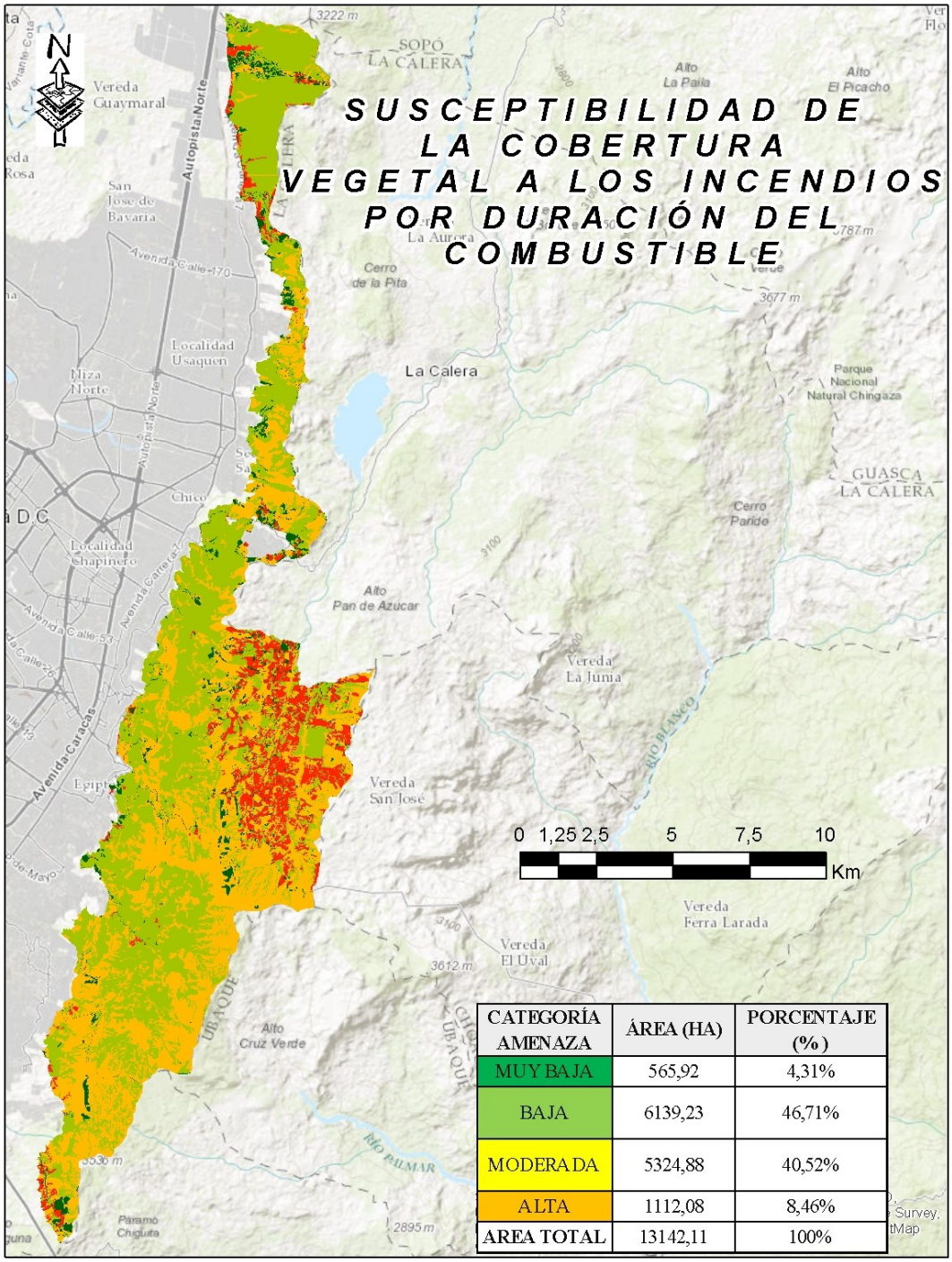


Fuente: los autores, 2020.

En relación a la duración del combustible (ver figura 16), las coberturas que presentan el mayor grado a susceptibilidad son las correspondientes a “baja” y “moderada” pertenecientes según el tipo de coberturas a: árboles, arbustos y hierbas. Esto debido a que las coberturas boscosas al presentar mayor biomasa permiten una duración mayor del fuego durante la combustión, hecho que permite alcanzar temperaturas muy altas. Estas formaciones vegetales

se encuentran presente en el área de estudio en un 46,71% y 40,52%, respectivamente (ver figura 17 y tabla 9).

Figura 16. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios por duración de combustible



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	565,92	4,31%
BAJA	6139,23	46,71%
MODERADA	5324,88	40,52%
ALTA	1112,08	8,46%
AREA TOTAL	13142,11	100%

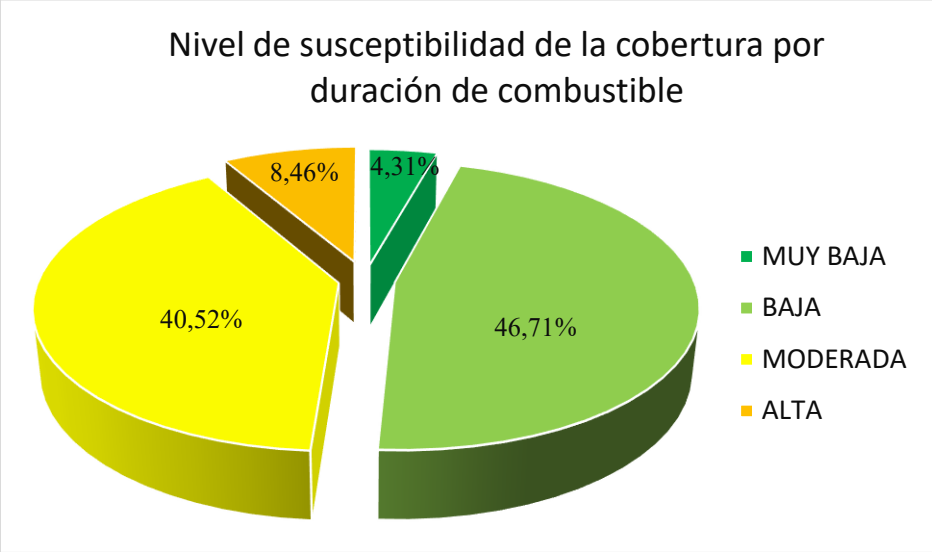
Fuente: los autores, 2020.

Tabla 9. Áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por duración de combustible

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	565,92	4,31%
BAJA	6139,23	46,71%
MODERADA	5324,88	40,52%
ALTA	1112,08	8,46%
AREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 17. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por duración de combustible

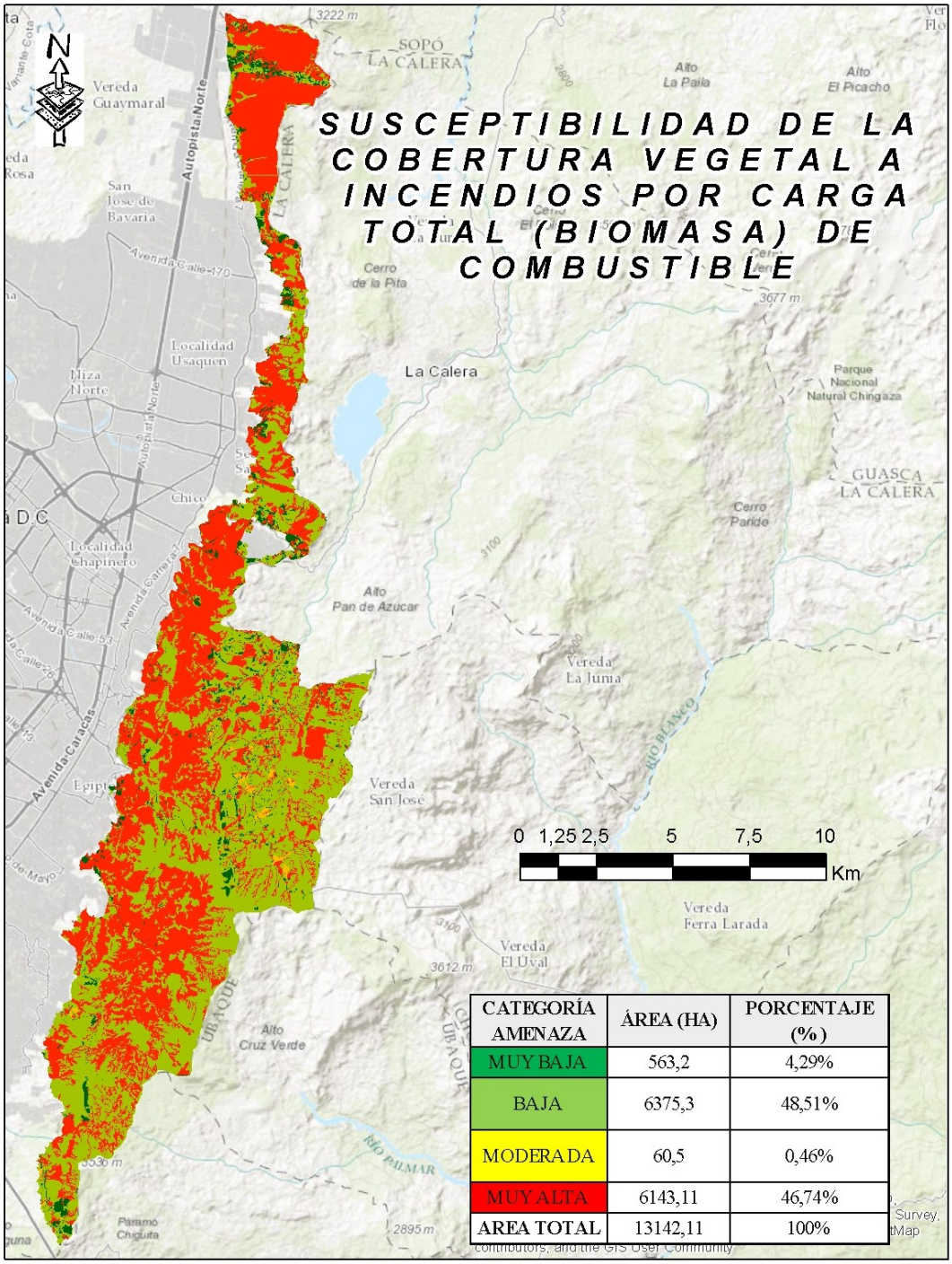


Fuente: los autores, 2020.

En cuanto al factor de carga del combustible (ver figura 18), la cobertura que presenta mayor susceptibilidad son los arbustales (arbustos) y bosques (árboles) con calificación “muy alta”, ya que esta cobertura contiene gran cantidad de biomasa leñosa (combustibles pesados), lo que las hace muy susceptible por el factor duración del combustible pues tiene una mayor cantidad de biomasa, y pueden alcanzar altas temperatura y fuerza de las llamas. Este riesgo ocupa un 46,74% del área protegido (ver figura 19 y tabla 10). Las coberturas con menor susceptibilidad por carga de combustible son los pastos, hierbas y cultivos herbáceos, ya que su contenido de biomasa es bajo (combustibles ligeros), por lo que la combustión de este tipo

de cobertura dura menos tiempo y produce menos calor y contaminantes al aire, en la reserva forestal este tipo de cobertura ocupa un 48,51% del área ubicándose en la categoría “baja”.

Figura 18. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios por carga total (biomasa) de combustible.



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	563,2	4,29%
BAJA	6375,3	48,51%
MODERADA	60,5	0,46%
MUY ALTA	6143,11	46,74%
AREA TOTAL	13142,11	100%

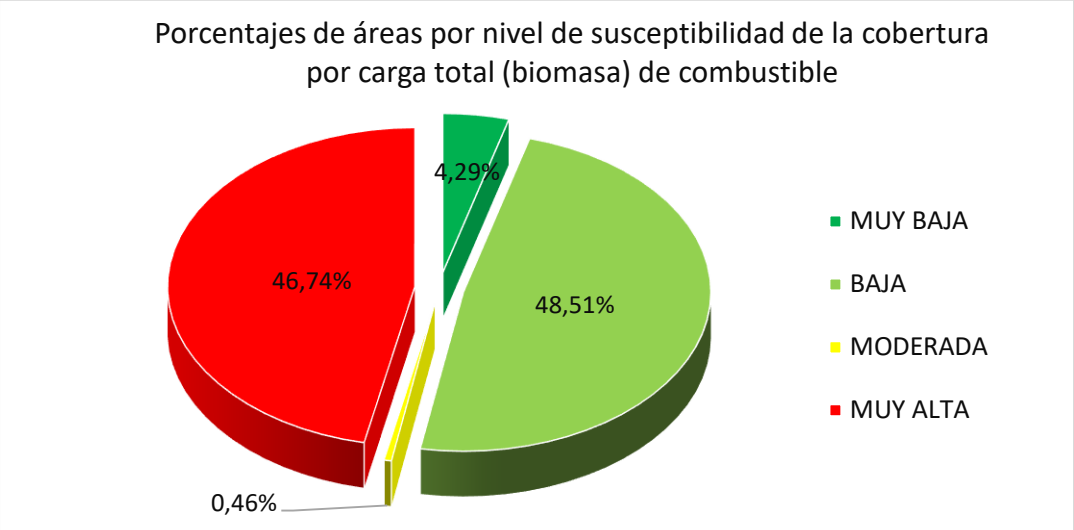
Fuente: los autores, 2020.

Tabla 10. Áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por carga total (biomasa) de combustible

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	563,2	4,29%
BAJA	6375,3	48,51%
MODERADA	60,5	0,46%
MUY ALTA	6143,11	46,74%
AREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 19. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la cobertura por carga total (biomasa) de combustible



Fuente: los autores, 2020.

Una vez obtenidos los mapas de tipo, duración y carga de combustibles con sus respectivas categorías de amenaza y calificación de acuerdo a los criterios establecidos en el protocolo del IDEAM, se procedió a realizar mediante algebra de mapas, la suma del producto entre cada uno de ellos, mediante la fórmula: SUSC= CAL (tc) + CAL (dc) + CAL (ct)

Donde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)

CAL (tc): Calificación por tipo de combustible - CAL (dc): Calificación de la duración de los combustibles - CAL (ct): Calificación de la carga total de combustibles.

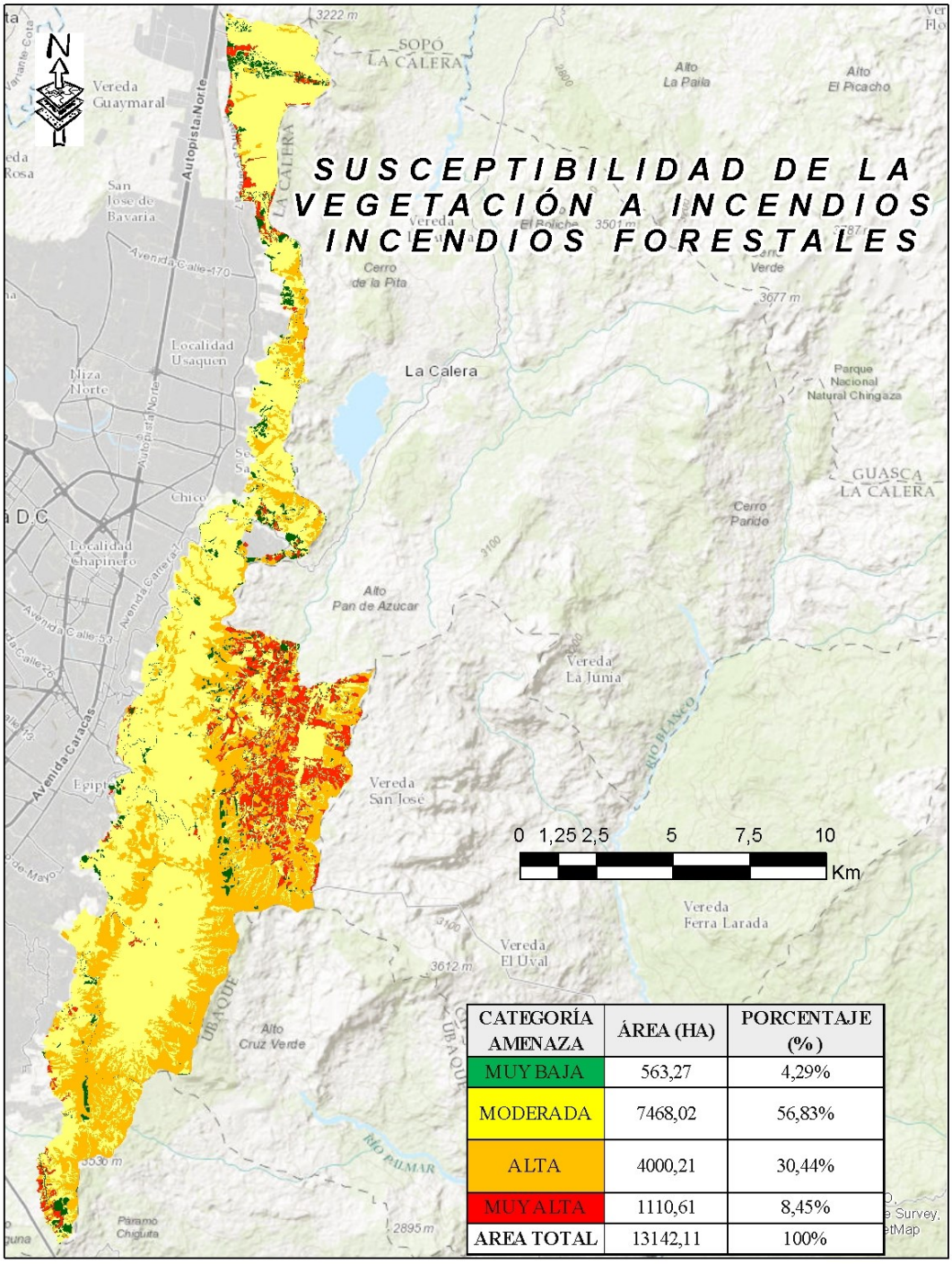
Así el producto obtenido, se ponderó a partir de la determinación de 5 rangos, todos con una amplitud equitativa de 0,2 según la metodología de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2014), cuyo resultado obtenido se dividió en 5 rangos de frecuencia, los cuales se clasificaron, calificaron y categorizaron, cuya variación a la susceptibilidad está entre muy baja (rango menor) a susceptibilidad muy alta (rango mayor). El mapa resultante, corresponde a la evaluación de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios, que se puede visualizar en la figura 20.

La combinación de estos tres factores (tipo, duración y carga de combustible) permitió establecer la susceptibilidad total de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y permitió realizar una aproximación, tanto a la facilidad con que puede iniciarse un incendio en un sitio determinado, como los recursos que pueden llegar a necesitarse y el tiempo de duración del evento; de manera que, se puedan optimizar los recursos en las zonas con mayor susceptibilidad de la vegetación a sufrir incendios en la cobertura vegetal.

Para el mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales se generaron 4 categorías de amenaza: “muy baja”, “moderada”, “alta” y “muy alta”, teniendo en cuenta que los datos de la categoría “baja” fueron valores no representativos para su análisis, lo cual se agrupó en la categoría “muy baja” por sus características similares. Por ello, acorde al mapa de susceptibilidad de la vegetación las áreas de amenaza “moderada” con un valor de 7468,02 has, seguido de las áreas con categoría “alta” que representan un total de 4000,21 has, la categoría “muy alta” con un área de 1110,61 has y por último áreas en la categoría “Muy baja” con un total de 563,27 has. Se puede apreciar en el mapa, que la susceptibilidad de la reserva a incendios es “alta” principalmente al suroriente y “moderada” a lo largo. Lo anterior, se debe a la presencia marcada de coberturas vegetales de tipo de combustibles como árboles, arbustos e hierbas. Es así que de acuerdo al mapa de susceptibilidad de la zona, esta

presenta en su mayoría una susceptibilidad a incendios forestales representativa, ya que el 87,27% del territorio que comprende la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá se encuentra en las categorías "alta" y "moderada" (30,44% y 56,83%), respectivamente, (ver figura 21 y tabla 11).

Figura 20. Mapa de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	563,27	4,29%
MODERADA	7468,02	56,83%
ALTA	4000,21	30,44%
MUY ALTA	1110,61	8,45%
AREA TOTAL	13142,11	100%

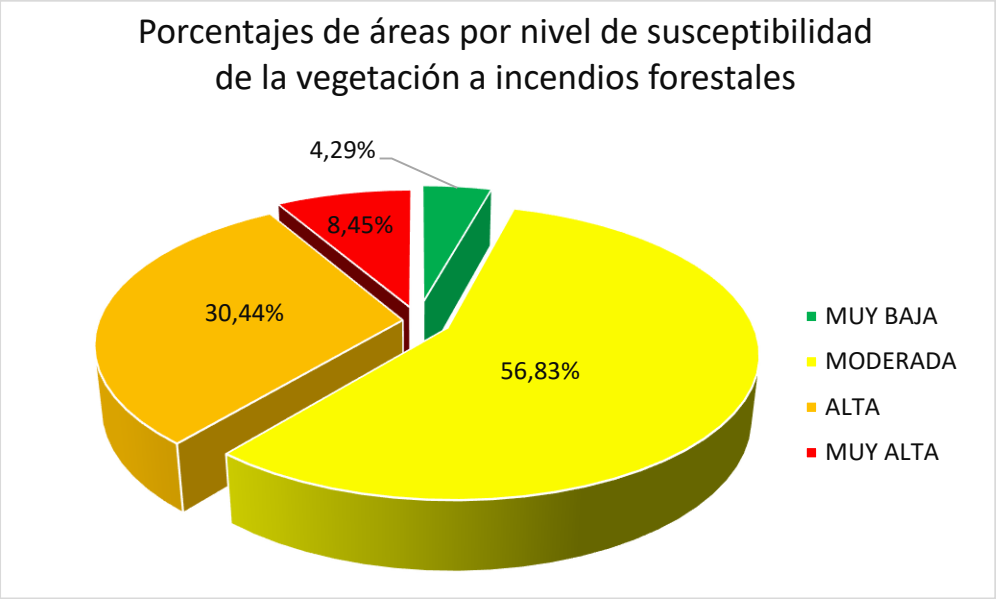
Fuente: los autores, 2020.

Tabla 11. Áreas por nivel de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	563,27	4,29%
MODERADA	7468,02	56,83%
ALTA	4000,21	30,44%
MUY ALTA	1110,61	8,45%
AREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 21. Porcentajes de áreas por nivel de susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales



Fuente: los autores, 2020.

(II) Factor climático; precipitación – temperatura

El factor climático se llevó a cabo a través de la información proporcionada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM comprendida en un lapso de 10 años que corresponde a los anales 2007 al 2017 de las variables de temperatura y precipitación con un promedio multianual de datos, clasificándolos teniendo en cuentas las

características climáticas de los ecosistemas colombianos, como se observan en las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por precipitación

Precipitación media anual (mm)	Calificación precipitación	Categoría de amenaza
> 7000	1	Muy baja
3000 – 7000	2	Baja
2000 – 3000	3	Moderada
1000 – 2000	4	Alta
0 – 1000	5	Muy alta

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

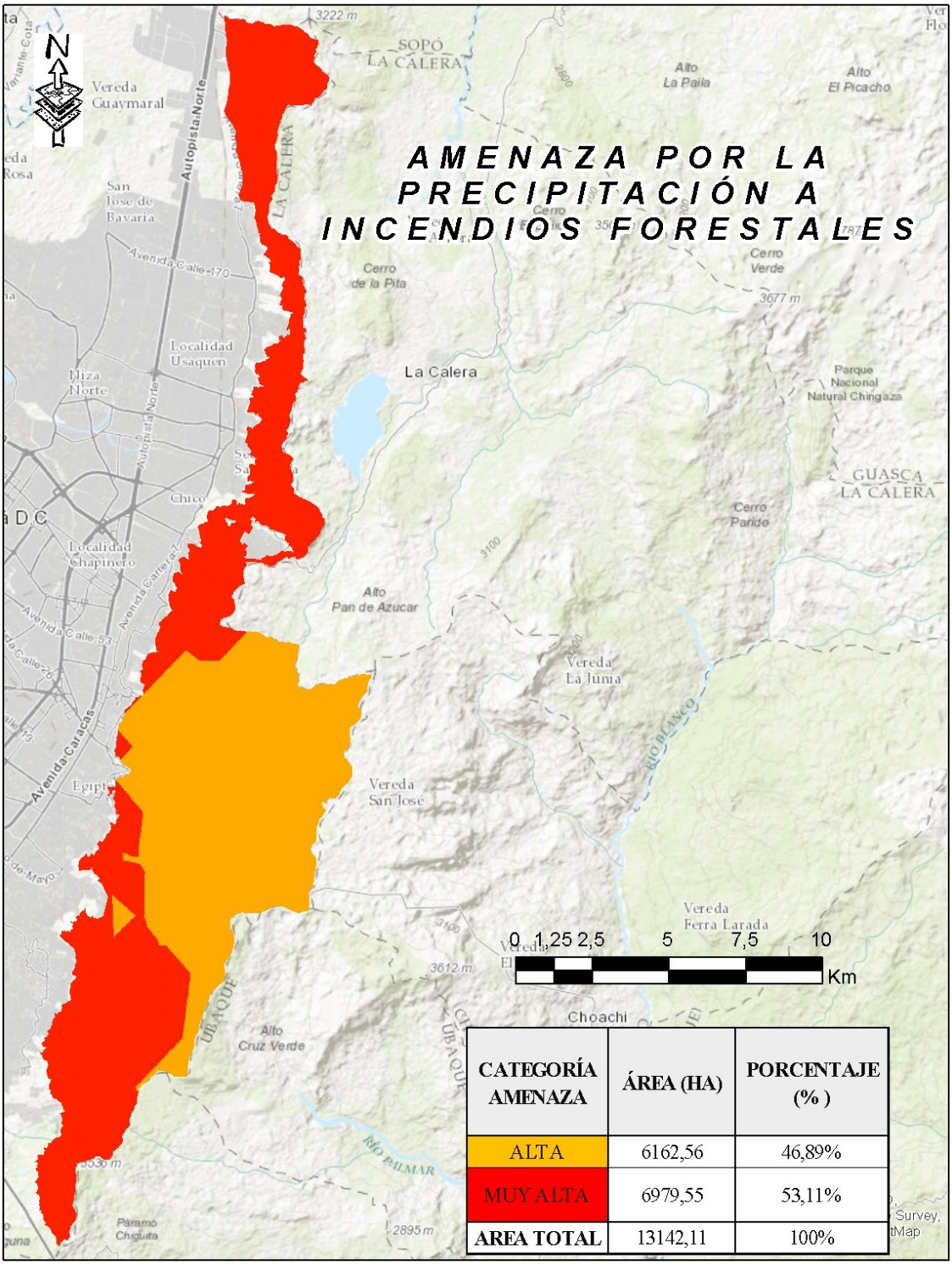
Tabla 13. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por temperatura

Temperatura media anual (mm)	Calificación temperatura	Categoría de amenaza
< 6º	1	Muy baja
6º - 12º	2	Baja
12º - 18º	3	Moderada
18º - 24º	4	Alta
> 24º	5	Muy alta

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

La amenaza por precipitación (ver figura 22) es otro factor determinante del riesgo a incendios de la cobertura vegetal, por ello, para el área de estudio dada a las bajas precipitaciones que abarca de los 0 – 1000 y 1000 – 2000, el territorio presenta amenazas “muy alta” y “alta” a la ocurrencia de un incendio de la cobertura vegetal con un porcentaje de 46,89 y 53,11 del área de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (ver figura 23 y tabla 14).

Figura 22. Mapa de amenaza por precipitación



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
ALTA	6162,56	46,89%
MUY ALTA	6979,55	53,11%
AREA TOTAL	13142,11	100%

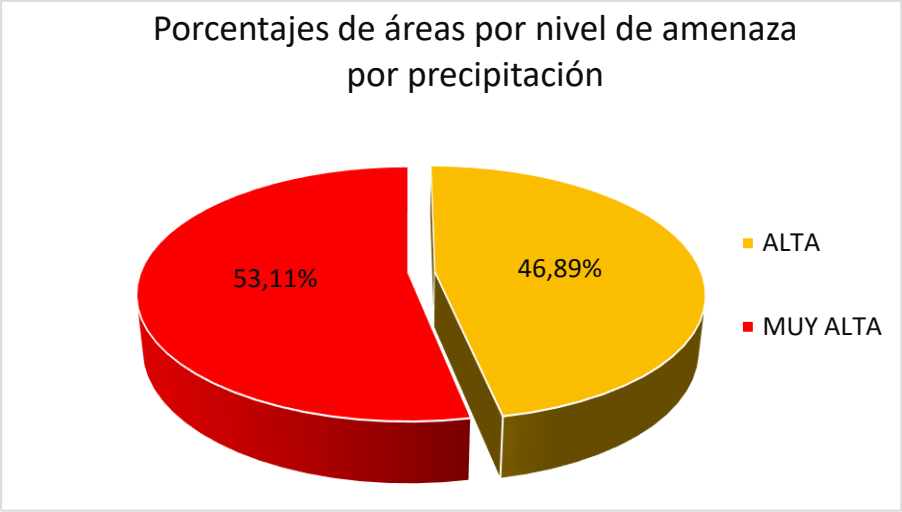
Fuente: los autores, 2020.

Tabla 14. Áreas por nivel de amenaza por precipitación

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
ALTA	6162,56	46,89%
MUY ALTA	6979,55	53,11%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 23. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por precipitación

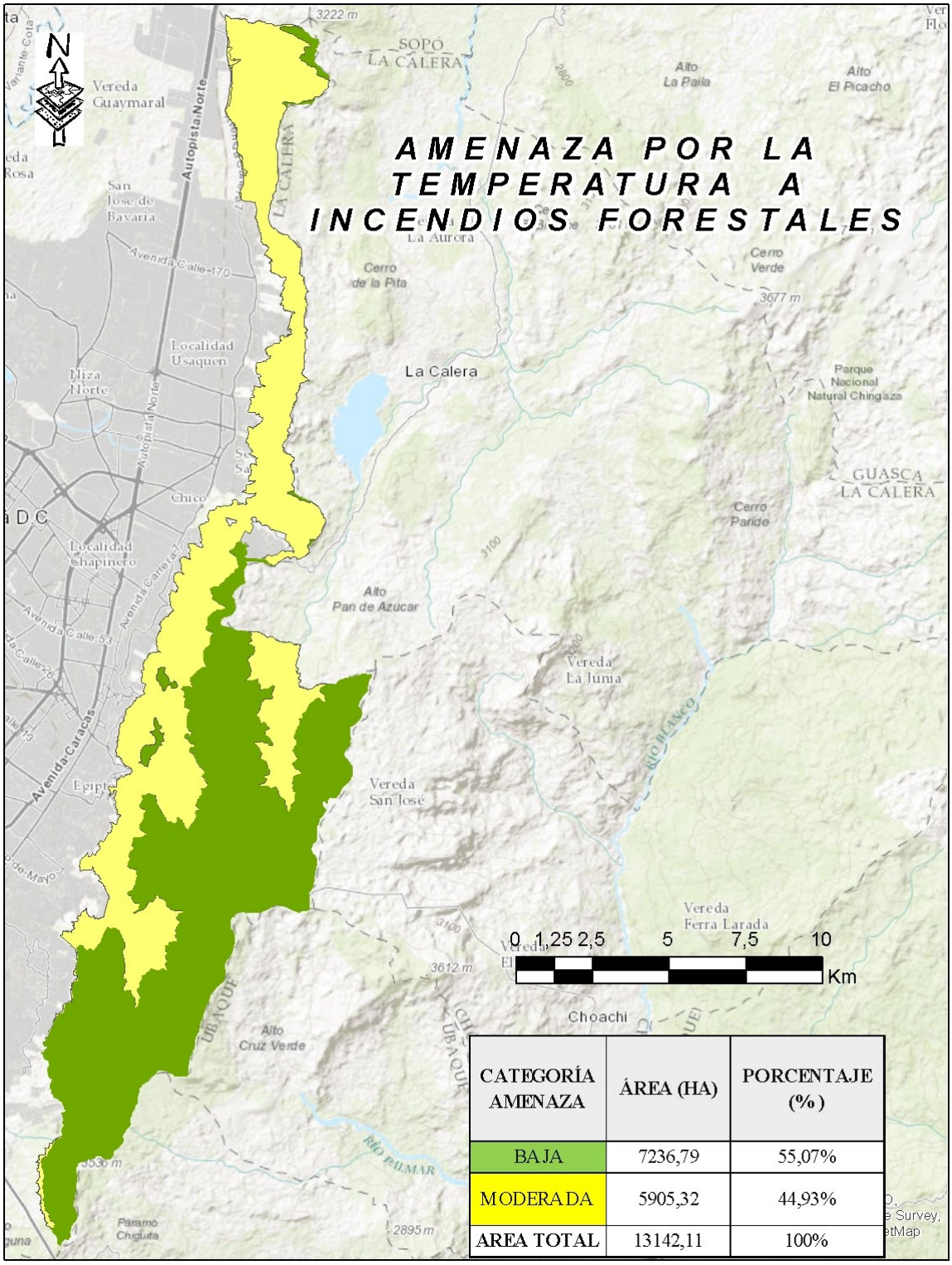


Fuente: los autores, 2020.

Por otra parte, el factor temperatura (ver figura 24) influye en el contenido de humedad de la vegetación y la aparición de corrientes de aire que se elevan desde los suelos calientes. Estos eventos se potencializan en los meses de verano, especialmente al mediodía y primeras horas de la tarde.

En este sentido el 55,07% de la zona de estudio se encuentra en la categoría “baja” con una temperatura que oscila entre 6° a 12°C, así como a una temperatura entre 12° a 18°C que abarca el 44,93% restante del área se localiza en “moderada” (ver figura 25 y tabla 15).

Figura 24. Mapa de amenaza por temperatura



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
BAJA	7236,79	55,07%
MODERADA	5905,32	44,93%
AREA TOTAL	13142,11	100%

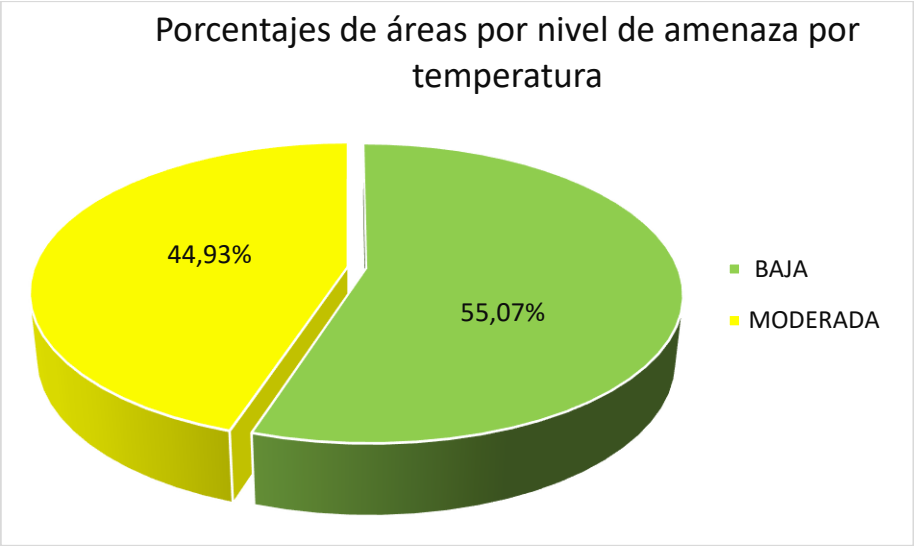
Fuente: los autores, 2020.

Tabla 15. Áreas por nivel de amenaza por temperatura

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
BAJA	7236,79	55,07%
MODERADA	5905,32	44,93%
AREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 25. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por temperatura



Fuente: los autores, 2020.

(III) Factor relieve; pendientes

Para la realización del mapa de amenaza por relieve o pendientes se tomó como base el insumo entregado por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER, por ello, para el cálculo de la amenaza por pendiente parte de la clasificación topográfica de las pendientes, la cual se presenta en la tabla 18 y, se califica de acuerdo con la facilidad con que se propaga un incendio por este factor, teniendo en cuenta que a mayor pendiente se favorece la continuidad de las coberturas y por consiguiente se aumenta la facilidad con que el fuego se propaga dentro de la cobertura.

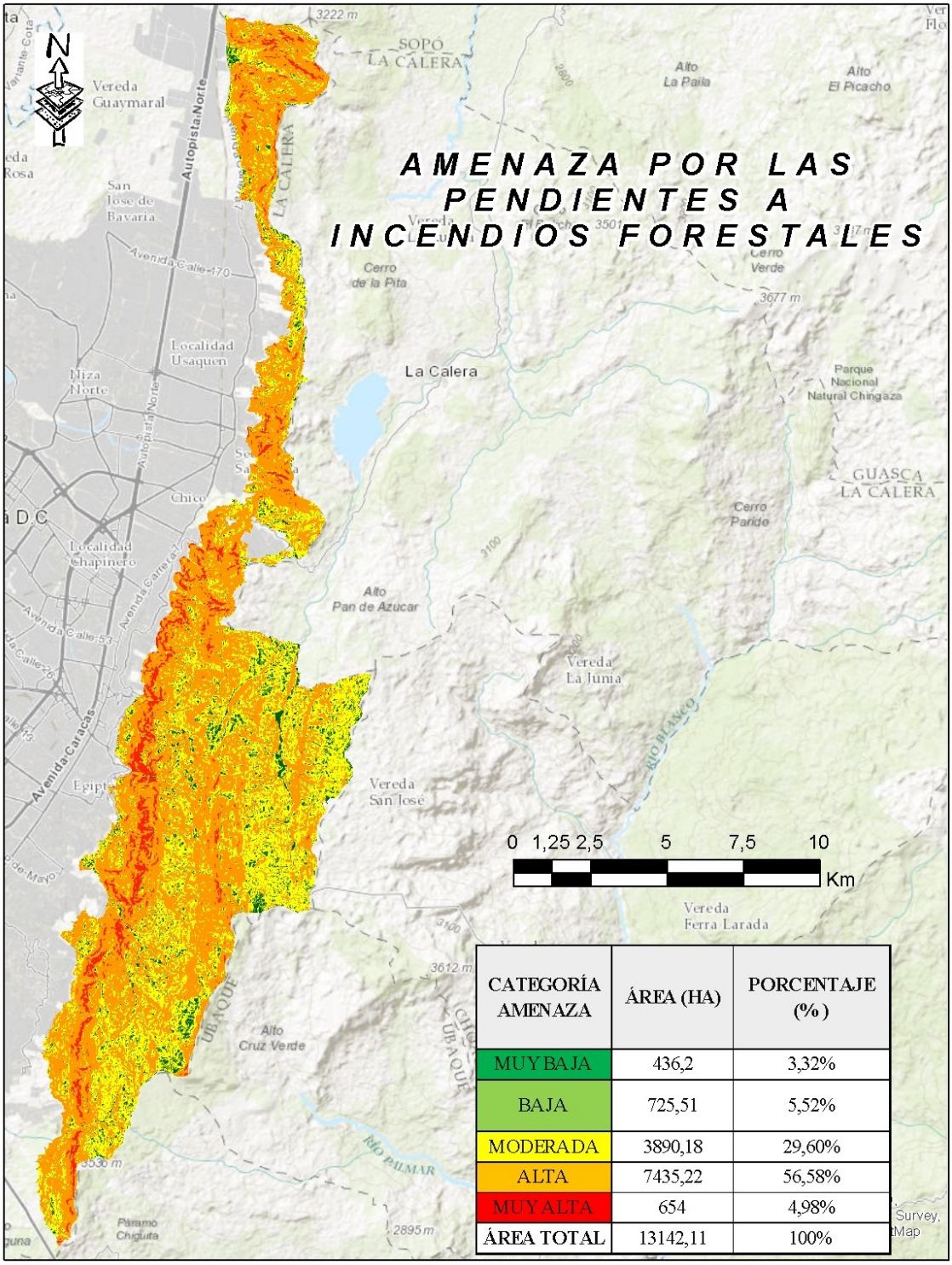
Tabla 16. Categorización factor de amenaza por pendiente

CLASIFIACIÓN DE PENDIENES (%)	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA DE AMENAZA
0 – 7	1	MUY BAJA
7 -12	2	BAJA
12 – 25	3	MODERADA
25 – 75	4	ALTA
> 75	5	MUY ALTA

Fuente: IDEAM, 2011.

El factor de amenaza por pendiente (ver figura 26) representa una gran importancia, pues influye en varios factores que condicionan el comportamiento del fuego, uno de ellos la continuidad vertical de los combustibles que aumenta con la pendiente, así como favorece la cercanía de los combustibles a las llamas. Para la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá los mayores niveles de amenaza por pendientes se presentan a lo largo de la reserva presentando valores de "alta" con un porcentaje de 56,58, seguido por la categoría "moderada" con un 29,60% del área total (ver figura 27 y tabla 17).

Figura 26. Mapa de amenaza por relieve (pendiente)



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	436,2	3,32%
BAJA	725,51	5,52%
MODERADA	3890,18	29,60%
ALTA	7435,22	56,58%
MUY ALTA	654	4,98%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

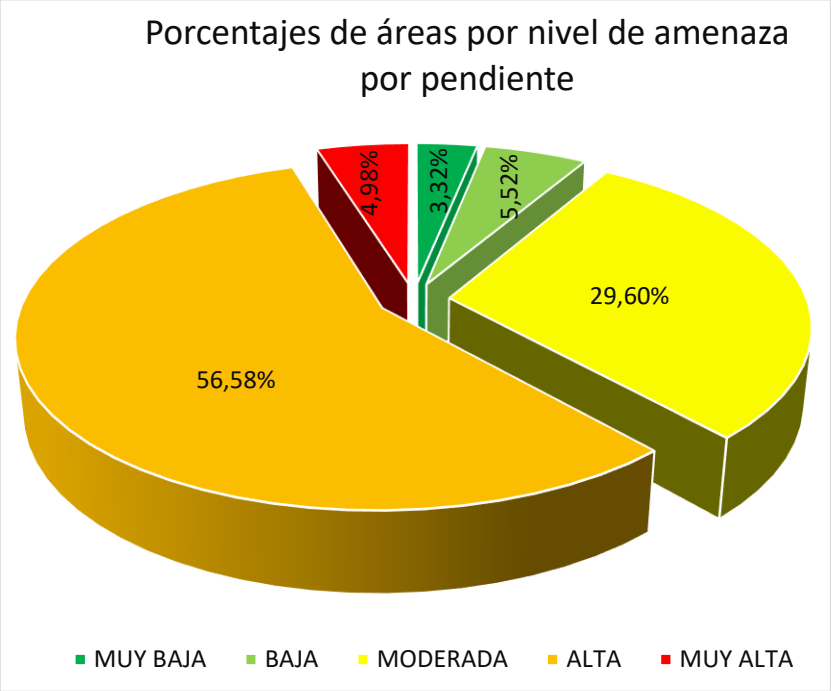
Fuente: Los autores, 2020.

Tabla 17. Áreas por nivel de amenaza por pendientes

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	436,2	3,32%
BAJA	725,51	5,52%
MODERADA	3890,18	29,60%
ALTA	7435,22	56,58%
MUY ALTA	654	4,98%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 27. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por pendientes



Fuente: los autores, 2020.

(IV) Factor histórico; frecuencia de incendios

La información del histórico de incendios forestales, fue obtenido a partir de la consulta realiza a la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial Bomberos de Bogotá – UAECOB, al Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER, e

Infraestructura Integrada de Datos Espaciales para el Distrito Capital – IDECA que comprende los años 1999 al 2016, información suministrada en formato shapefile, el cual se tuvo en cuenta los reportes de incendios forestales que se encontraron a un kilómetro de distancia de los límites de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. A dicha información se realizó la normalización de datos con ayuda de la calculadora de campos, obteniéndose valores en el rango de 0 a 1. La ponderación se desarrolló, a partir de la determinación de 5 rangos, todos con una amplitud de 0,2 y dependiendo de los datos normalizados, se seleccionaban los datos contenidos en cada rango y se les asignaba la respectiva categoría de amenaza y calificación como se observa en la formula, obteniéndose el mapa de amenaza por frecuencia de incendios, como se observa en la figura 28.

$$Fi = \frac{1}{a} \sum_{1}^{a} ni$$

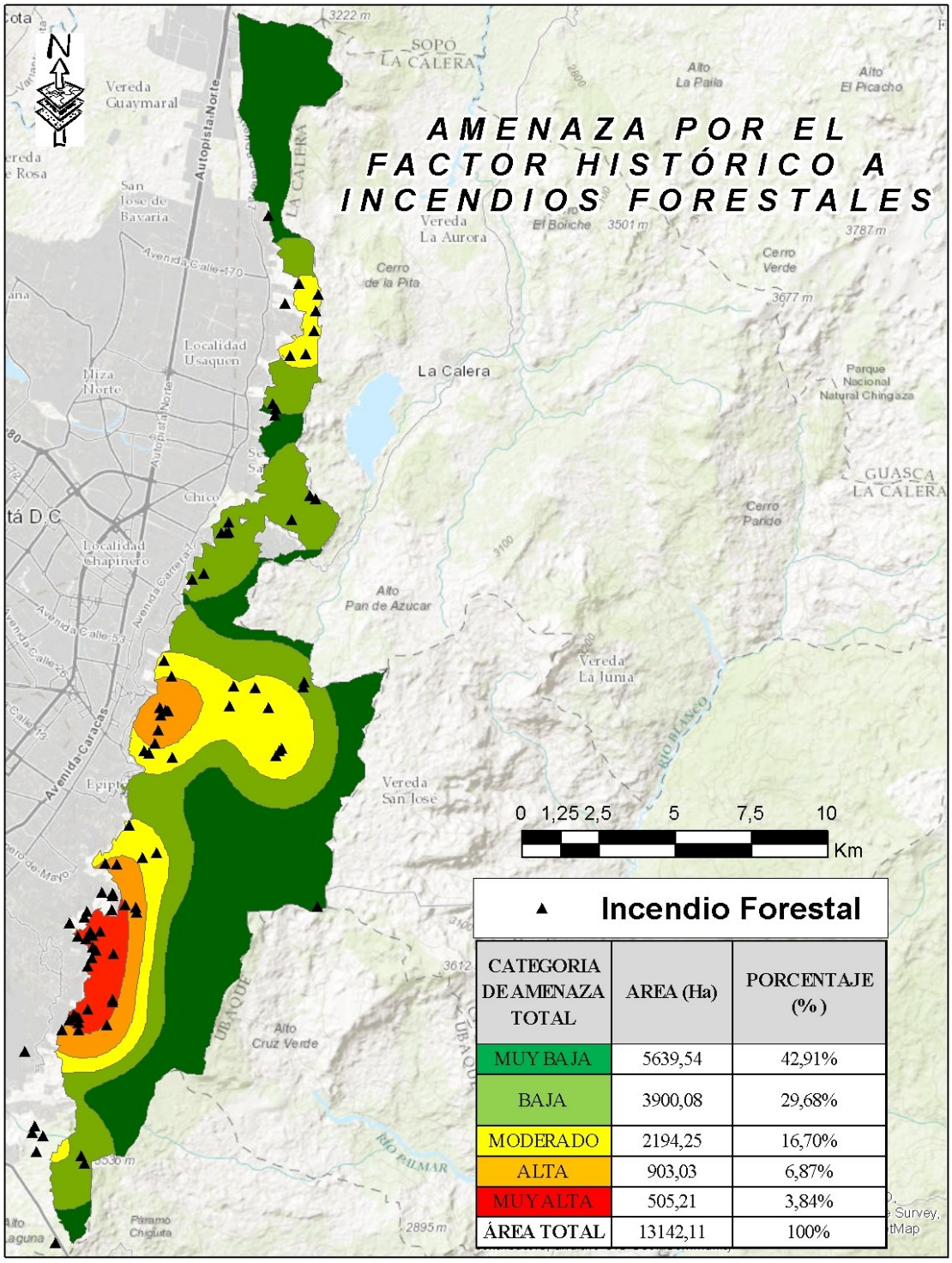
Donde:
Fi: Frecuencia de incendios.
a: Número de años.
ni: Número de incendios cada año.

Tabla 18. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por factor histórico de incendios

Clasificación (incendios por periodo de 18 años)	Calificación temperatura	Categoría de amenaza
0,05 – 0,11	1	Muy baja
0,12 – 0,33	2	Baja
0,34 – 0,50	3	Moderada
0,51 – 0,77	4	Alta
0,78 – 1,05	5	Muy alta

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

Figura 28. Mapa de amenaza por factor histórico de incendios



CATEGORIA DE AMENAZA TOTAL	AREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	5639,54	42,91%
BAJA	3900,08	29,68%
MODERADO	2194,25	16,70%
ALTA	903,03	6,87%
MUY ALTA	505,21	3,84%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Según la amenaza por frecuencia de incendios en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá en los últimos 18 años se ha presentado 77 incendios en la zona, siendo así que, en la categoría "muy baja" se han presentado 3 incendios, en la categoría "baja" 16 de ellos, en la "moderada" con 21 registros, en la "alta" con 16 incendios y por último en la categoría "muy alta" se presentaron 21 igniciones.

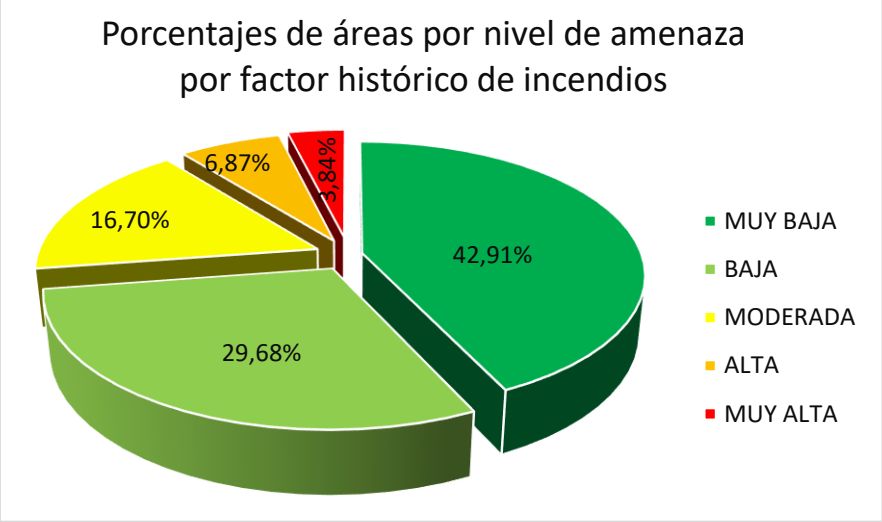
El factor histórico, denota que la categoría "muy baja" posee el 42,91% del área, seguido de "baja" con un 29,68% de la reserva, estas ubicándose en área abiertas sin asentamientos. De igual manera las zonas de amenaza "muy alta" y "alta" con un porcentaje de 3,84 y 6,87 respectivamente; localizándose cerca de asentamientos ilegales, específicamente en las localidades de San Cristóbal y Usme, lo que podría denotar un fuerte asedio sobre esta zona, dadas las actividades antrópicas que se realizan dentro de la reserva (ver figura 29 y tabla 19).

Tabla 19. Áreas por nivel de amenaza por factor histórico de incendios

CATEGORIA DE AMENAZA TOTAL	AREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	5639,54	42,91%
BAJA	3900,08	29,68%
MODERADO	2194,25	16,70%
ALTA	903,03	6,87%
MUY ALTA	505,21	3,84%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 29. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por factor histórico de incendios



Fuente: los autores, 2020.

(V) Factor accesibilidad

El análisis de la accesibilidad se mide con relación a la facilidad con que las personas pueden desplazarse, acceder y establecerse en determinadas zonas del área protegida y por consiguiente iniciar fuegos o establecer actividades en las cuales este sea una práctica común. Esta capacidad de acceso se ve favorecida por la disponibilidad de vías. Para calificar este factor se adaptó el promedio de vías del protocolo del IDEAM, dado que por la geomorfología abrupta que presenta el área protegida este promedio se realizó en unidades de 50 en 50 por las condiciones y características propias de la zona de estudio, como se observa en la tabla 20.

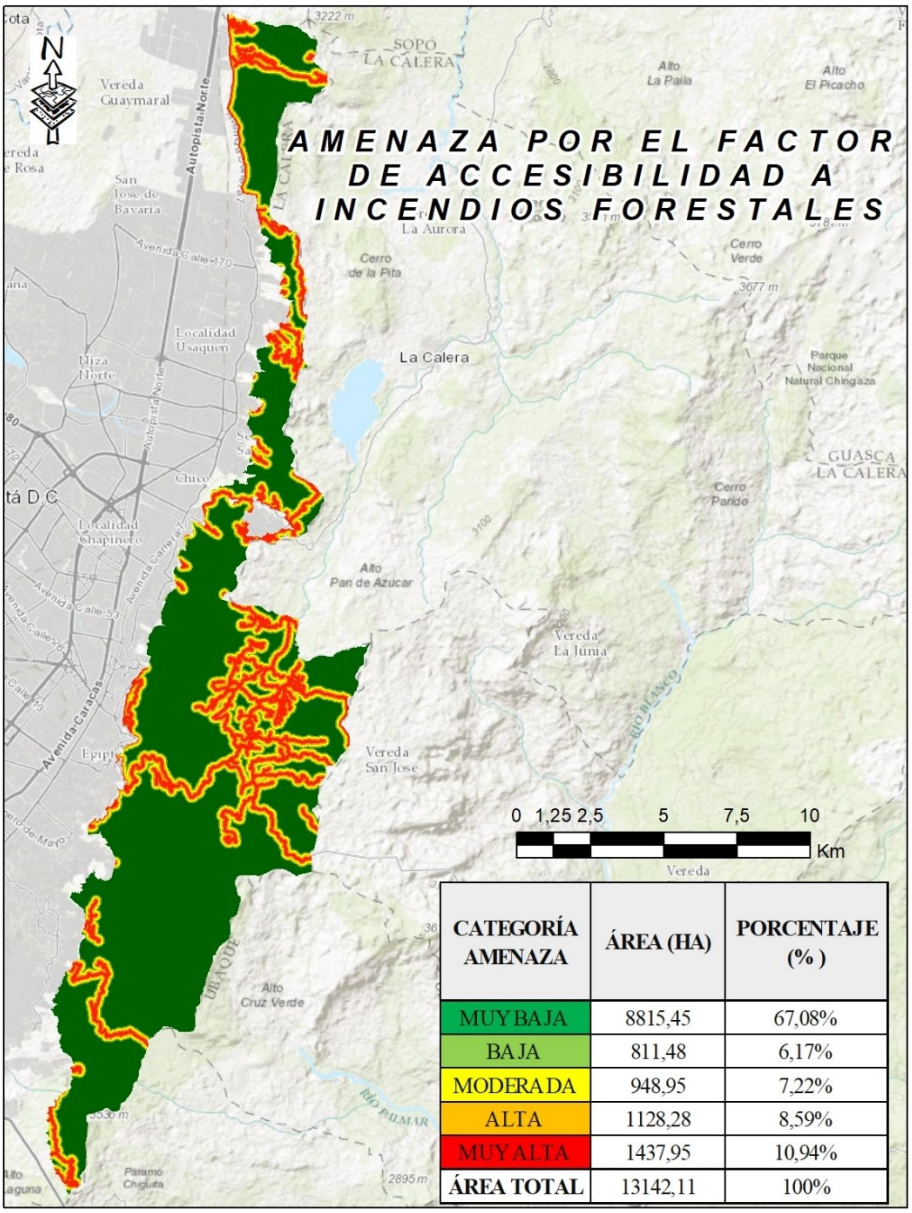
Tabla 20. Adaptación de la categorización del factor de amenaza por accesibilidad

CLASIFIACIÓN DE PENDIENES (%)	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA DE AMENAZA
> 200	1	MUY BAJA
150 – 200	2	BAJA
100 – 150	3	MODERADA
50 – 100	4	ALTA
0 – 50	5	MUY ALTA

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

Cómo se mencionó, la accesibilidad determina la facilidad con que las personas pueden acceder a zonas con cobertura vegetal que presenta diferentes grados de susceptibilidad a la ocurrencia de incendios, en el área de estudio presenta una condición de “muy baja” con un 67,08% del área total, dado que las principales vías que se ubican dentro de la reserva son intermunicipales que permite la conexión vial con los municipios de Choachí, La Calera y Ubaque; así mismo, se presenta la categoría “muy alta” con un porcentaje de 10,94 en el área, debido que al interior de la reserva se ubican asentamientos que cuentan con vías de acceso.

Figura 30. Mapa de amenaza por accesibilidad



CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	8815,45	67,08%
BAJA	811,48	6,17%
MODERADA	948,95	7,22%
ALTA	1128,28	8,59%
MUY ALTA	1437,95	10,94%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

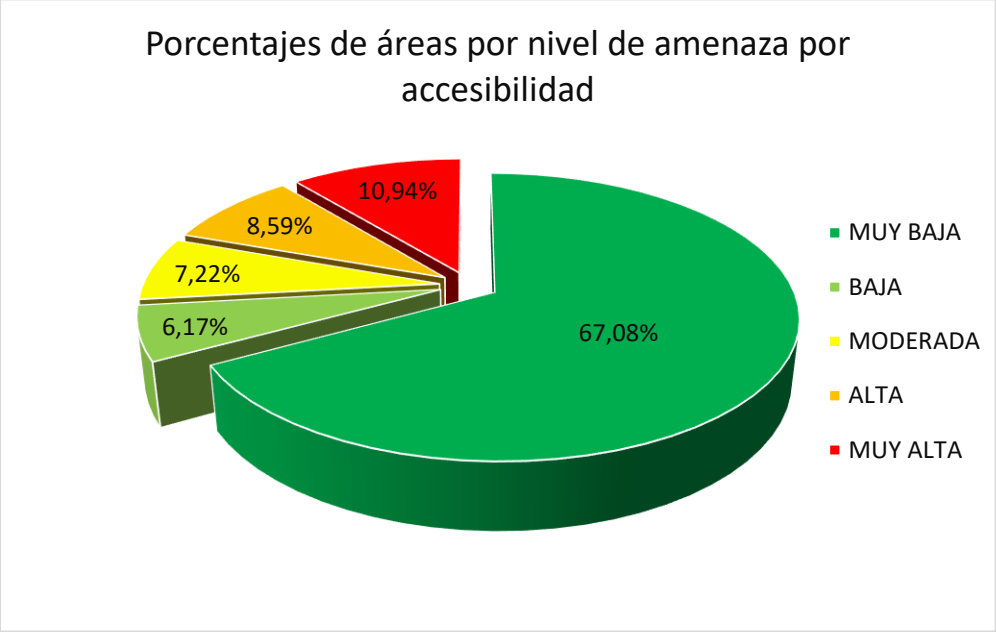
Fuente: los autores, 2020.

Tabla 21. Áreas por nivel de amenaza por accesibilidad

CATEGORÍA AMENAZA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	8815,45	67,08%
BAJA	811,48	6,17%
MODERADA	948,95	7,22%
ALTA	1128,28	8,59%
MUY ALTA	1437,95	10,94%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 31. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza por accesibilidad



Fuente: los autores, 2020.

AMENAZA:

Por último, para el cálculo de la amenaza se empleó las calificaciones del factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios resultante de la suma de los factores de tipo, duración y carga de combustibles, el factor climático (precipitación – temperatura), el factor relieve (pendientes), el factor histórico (frecuencia de incendios) y el factor accesibilidad.

En el protocolo del IDEAM especifica una fórmula para el cálculo de amenaza a partir de la suma de los productos de las calificaciones de cada factor mencionado anteriormente. Así, los factores de amenaza por precipitación y por temperatura tienen mayor representatividad en el cálculo de amenaza total, al ser multiplicadas sus calificaciones por un factor de 0,25, mientras el factor de susceptibilidad de la vegetación al fuego se multiplica por un factor de 0,17, la amenaza por frecuencia de incendios por un factor de 0,05 y por último las amenazas por pendiente y por accesibilidad se multiplican por un factor de 0,03 cada uno, como se evidencia en la siguiente fórmula:

Amenaza = (Precipitación x 0,25) + (Temperatura x 0,25) + (Susceptibilidad de la vegetación x 0,17) + (Pendientes x 0,03) + (Frecuencia x 0,05) + (Accesibilidad x 0,03)

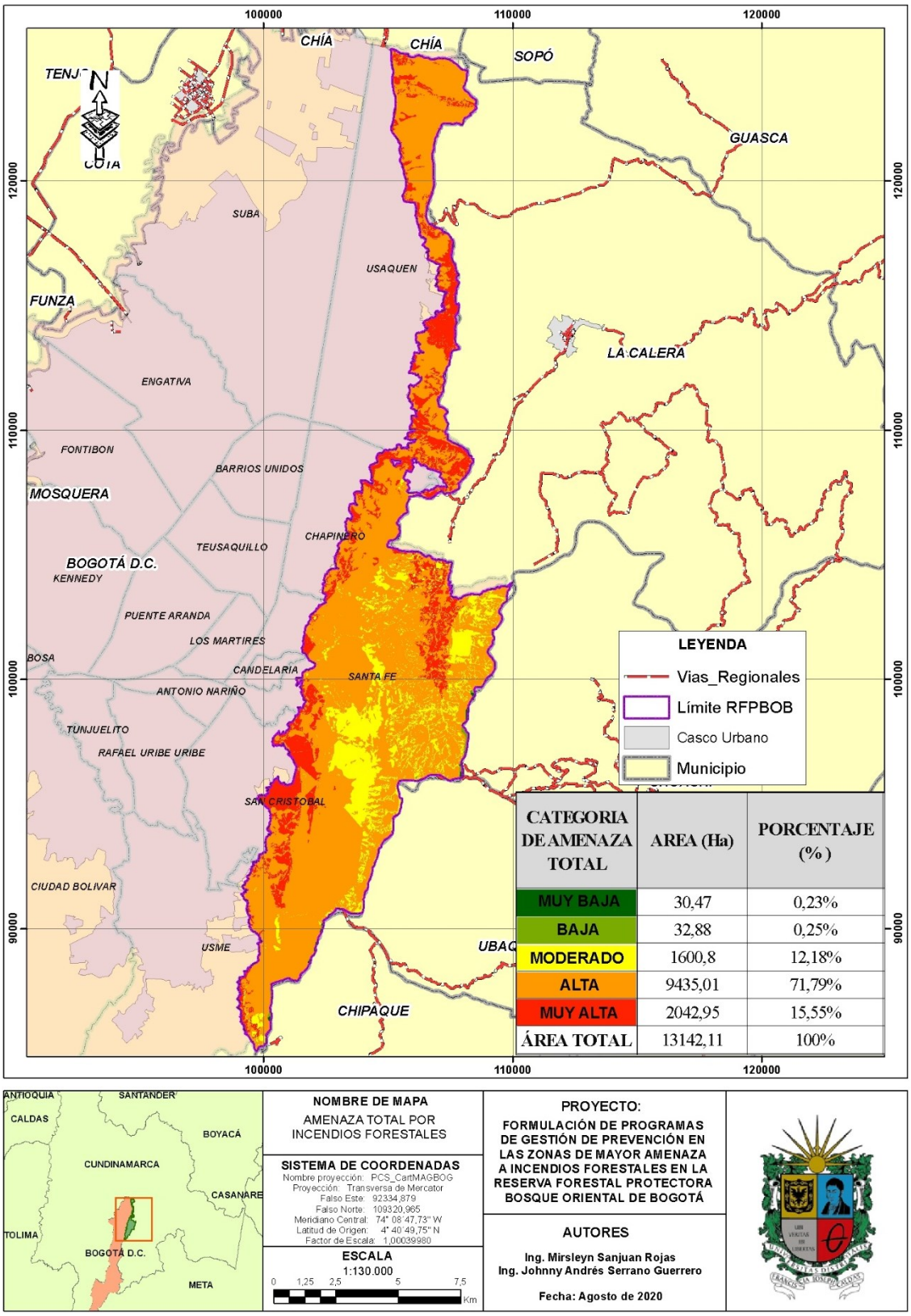
Los valores obtenidos del cálculo de amenaza total, se ponderó a partir de la determinación de 5 rangos, todos con una amplitud equitativa de 0,2 según la metodología de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2014), cuyo resultado obtenido se dividió en 5 rangos de frecuencia, los cuales se clasificaron, calificaron y categorizaron, cuya variación a la amenaza está entre muy baja a una amenaza muy alta, la clasificación se llevó a cabo como se muestra en la tabla 22, así como se desarrolla en la figura 32.

Tabla 22. Adaptación de la categorización del factor de amenaza

PONDERACIÓN DE AMENAZA	CALIFICACIÓN	CATEGORÍA DE AMENAZA
0,78 – 1,28	1	MUY BAJA
1,29 – 1,79	2	BAJA
1,80 – 2,30	3	MODERADA
2,31 – 2,81	4	ALTA
2,82 – 3,32	5	MUY ALTA

Fuente: Adaptación del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000.

Figura 32. Mapa de amenaza total para incendios



Fuente: los autores, 2020.

Una vez generados todos los factores de la amenaza y la susceptibilidad total se procedió a realizar el mapa de amenaza total a incendios de la cobertura vegetal por los factores ambientales y territoriales (ver figura 33 y tabla 23).

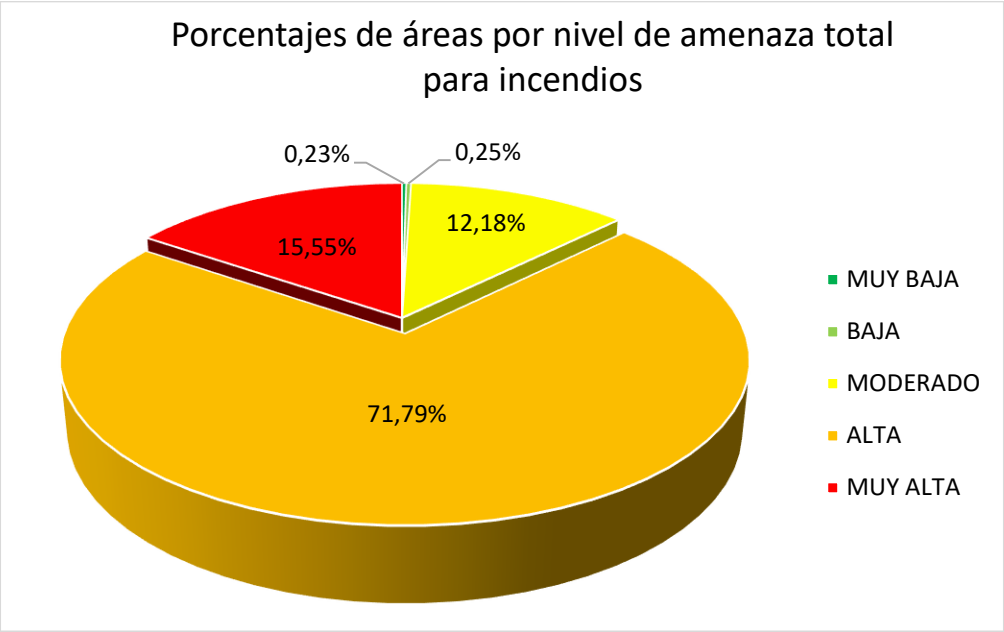
Para la zona de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá los principales niveles de amenaza corresponden a las categorías "alta" con un porcentaje de 71,79 del área y "muy alta" con un valor de 15,55%. Se puede observar en el mapa de amenaza total, que la mayor parte de las zonas de amenaza alta y muy alta, se encuentran en las zonas de categorías superiores ("alta" y "muy alta") de pendientes, factor histórico, temperatura y precipitación. Adicional, las zonas de amenaza "moderada" posee un 12,18% concentrándose en el centro de la reserva y las categorías "muy baja" y "baja" acumulan un 0,48% del área total, se concentran en pequeños relictos localizados en la vereda San José del municipio de Choachí.

Tabla 23. Áreas por nivel de amenaza total para incendios

CATEGORIA DE AMENAZA TOTAL	AREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
MUY BAJA	30,47	0,23%
BAJA	32,88	0,25%
MODERADO	1600,8	12,18%
ALTA	9435,01	71,79%
MUY ALTA	2042,95	15,55%
ÁREA TOTAL	13142,11	100%

Fuente: los autores, 2020.

Figura 33. Porcentajes de áreas por nivel de amenaza total por incendios



Fuente: los autores, 2020.

6.1.1 Cuestionario de percepción de la comunidad y las entidades públicas

Por otra parte, teniendo en cuenta el aspecto biótico y abiótico del entorno del área y una vez identificadas las zonas propensas a incendios forestales, se estudió la relación humano-naturaleza con el fin de identificar las posibles interacciones de la comunidad con la generación de incendios forestales.

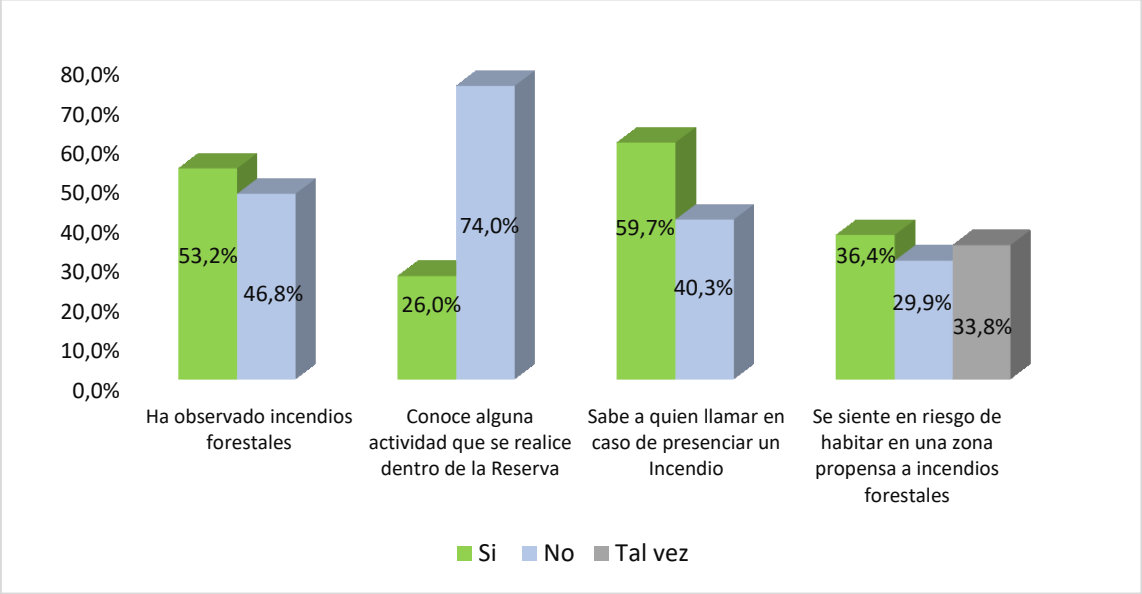
Por ello, se generó una encuesta a la comunidad que vive cerca y dentro de los límites de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, que permite conocer el punto de vista de la población propensa a ser afectada por este evento, las posibles actividades que pueden desencadenar un incendio; sino también el grado de percepción de peligrosidad de afectación al encontrarse cerca de las zonas con mayor amenaza a incendios forestales. Las preguntas de esta encuesta pueden ser consultadas en el anexo 2 del documento.

Así mismo se llevó a cabo una entrevistas a profesionales de diferentes entidades con responsabilidad sobre la protección de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y expertos en el tema, con el fin de concretar mecanismos que facilite una pronta

respuesta ante este evento. Las preguntas de esta entrevista pueden ser consultadas en el anexo 3 del documento.

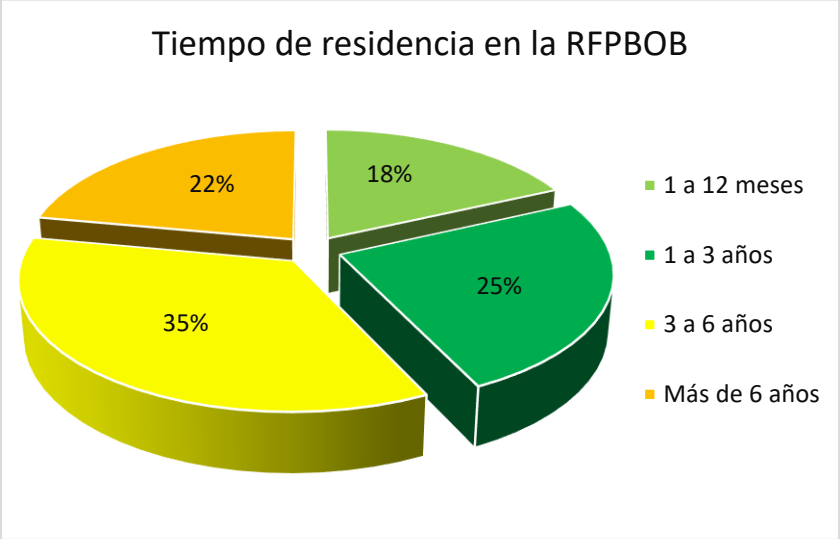
De acuerdo a lo evidenciado en las encuestas realizadas a comunidad que habita en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, donde se realizaron 77 encuestas. De los cuales el 22% lleva más de 6 años viviendo en la zona, un 35% entre 3 a 6 años, el 25% de 1 a 3 años y el 18% menos de un año. Desde este punto de vista el 46,8% correspondiente a 38 personas, ha presenciado un incendio forestal en el tiempo que lleva viviendo en la zona, de los cuales 15 personas afirman haber observado mínimo un (1) incendio en épocas de verano en los últimos 5 años, 10 personas afirman haber observado dos (2) eventos en los primeros meses del años y en épocas de verano, 8 personas confirmar haber presenciado 3 incendios en los últimos 3 años y 5 personas afirman haber presenciado entre 4 y 5 incendios en los últimos 6 años. Lo relacionado a nivel de riesgo en que se siente los encuestados, el 36,4% es decir 20 personas se sienten en riesgo por habitar en una zona propensa a igniciones, y unas 26 personas (33,8%), aseguran que tal vez se sienten inseguras, por su parte el 29,9% no se siente bajo ningún riesgo. Alrededor del 59,7% (46 personas) tiene claro que línea de atención acudir ante este evento, sin embargo solo el 47,8% ante la ocurrencia de incendios se comunica con las líneas de atención ante emergencia y el 32,9% coinciden en que el tiempo de respuesta de los mismos es aproximadamente de una hora.

Figura 34. Consolidado de preguntas a la comunidad



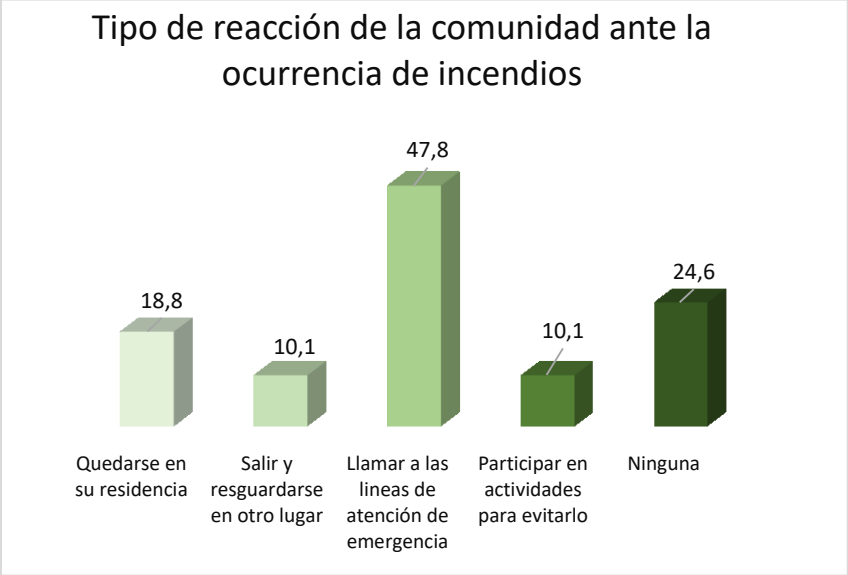
Fuente: Los autores, 2020.

Figura 35. Tiempo de residencia en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá – RFPBOB.



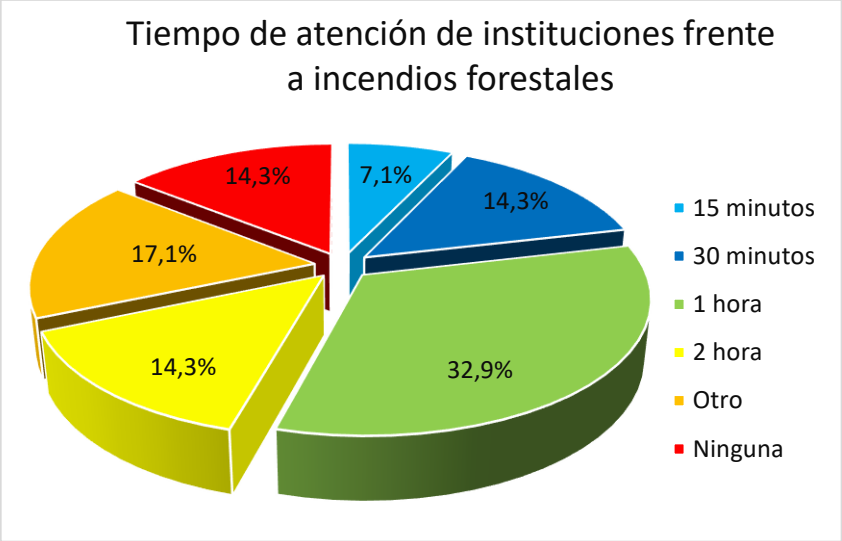
Fuente: Los autores, 2020.

Figura 36. Tipo de reacción de la comunidad ante la ocurrencia de incendios



Fuente: Los autores, 2020.

Figura 37. Tiempo de atención de instituciones frente a incendios forestales

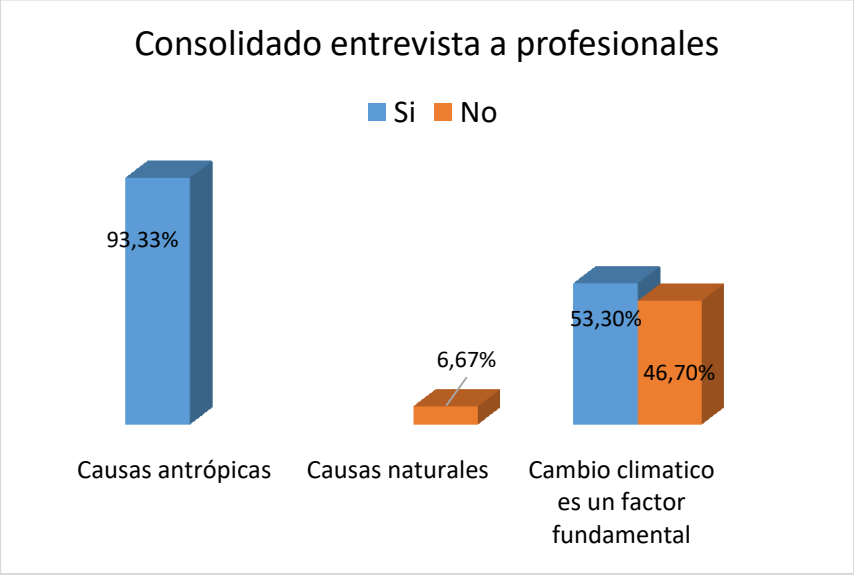


Fuente: Los autores, 2020.

Por otra parte, durante el desarrollo de la presente investigación se adelantaron entrevistas a profesionales de distintas áreas, los cuales se encuentran vinculados laboralmente a entidades con responsabilidad sobre la protección de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, quienes concuerdan que el origen de los incendios forestales son provocados en su mayoría por causas antrópicas; adicional a lo anterior, dichos profesionales presentan posiciones discrepantes frente a la incidencia del cambio climático como factor fundamental en la generación de este evento; el 53,3% de los entrevistados afirman que el cambio climático si aumenta los incendios forestales, mientras que el 46,7% manifiesta que este no es un factor que incida fuertemente sobre la generación de este tipo de evento, basándose en los hechos, que no es el cambio climático factor predominante, sino la variabilidad climática como el fenómeno del "El Niño" puede incrementar el riesgo de sufrir de estos eventos.

Así mismo en dicha entrevista se pudo constatar que según la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales de Bogotá - CDPMIF, las acciones antrópicas que pueden materializarse en un evento de ignición, se pueden clasificar como carácter institucional, accidental o negligencia. De acuerdo al conocimiento por parte de los profesionales entrevistados; respecto a las áreas donde más se ha presentado mayor frecuencia de incendios forestales dentro de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, 11 profesiones de ellos (68,8%) posee algún tipo de conocimiento de los lugares exacto de ocurrencia, resaltando las localidades de San Cristóbal, Usme y Chapinero.

Figura 38. Consolidado de preguntas a profesionales



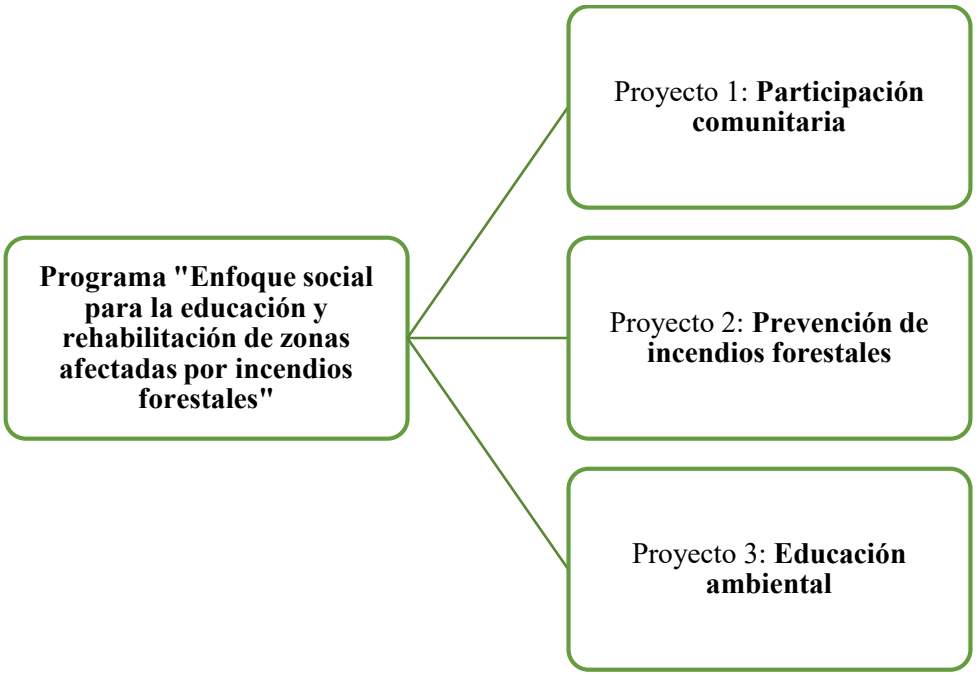
Fuente: Los autores, 2020.

6.2. Propuestas de elementos para la formulación de proyectos de gestión

A partir de la información tanto física, biótica y antrópica obtenida anteriormente, se lleva a cabo la formulación de propuestas de proyectos para la prevención de incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, así mismo se tuvo en cuenta la metodología *"Plan Nacional de Prevención Control de Incendios Forestales y Restauración de áreas Afectadas*" y el *"Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales afectadas por Incendios Forestales"* propuestos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, que permitió diseñar proyectos de gestión desde el punto de vista biológico y socioeconómico a través de la implementación de mecanismos y alternativas económicas, sencillas, prácticas y de fácil aplicación que a su vez permitan verificar su eficacia y eficiencia. Por ello, se formula el programa *"Enfoque social para la educación y recuperación de zonas afectadas por incendios forestales",* compuesto por tres proyectos como se observa en la siguiente figura. Estos proyectos se fundamentan en la participación comunitaria, que busca la gestión participativa entre la comunidad y los entes territoriales como un valor agregado a los procesos de planificación, ejecución y seguimiento de restauración en las zonas afectadas por incendios forestales. El proyecto de prevención de incendios forestales se establece como un

mecanismo de restauración ecológica mediante la intervención para adecuación y recuperación de las áreas afectadas de modo que se garantice la sostenibilidad de los componentes del ecosistema (función, estructura y composición). Y por último, el proyecto de educación ambiental involucra las comunidades presentes en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá con el fin de garantizar la consolidación y continuidad del proyecto de restauración y promover los cambios de actitud y comportamiento con el fin de disminuir la ocurrencia de incendios forestales que puedan ser generados por causas antrópicas.

Figura 39. Resumen de la formulación de perfiles de proyectos



Fuente: Los autores, 2020.

Proyecto de participación comunitaria

La participación comunitaria se define como el proceso de planificación y ejecución de propuestas locales mediante la intervención de la comunidad para abordar la solución de la problemática ambiental (Molina, 2000).

PROYECTO No. 1 PARTICIPACIÓN COMUNITARIA		
ÁREA IMPLICADA	Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá	
OBJETIVO	Este programa permite abordar la problemática de incendios forestales de manera íntegra, mediante la participación activa de la comunidad asentada en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá así como de las entidades institucionales. Con el objeto de que se conviertan en los principales promotores de la conservación de sus valores ambientales y culturales.	
METAS	Documento técnico en el cual se identifiquen zonas prioritarias	
ACTIVIDADES	**RECURSOS**	**COSTO**
1. Cartografía social, elaboración del mapa de recursos naturales y uso del suelo.	Humanos; pizarra, papel, colores y plumones, refrigerio.	$400.000
INDICADOR	$$\%\ \text{de mapas elaborados} = \frac{\#\ de\ mapas\ elaborados}{\#\ total\ de\ mapas} * 100$$ $$\%\ Participación\ ciudadana = \frac{\#\ de\ personas\ involucradas}{\#\ total\ de\ personas\ involucradas} * 100$$	
METODOLOGÍA	**1.** Formar grupos de 10 personas máximo. **2.** Discutir con los participantes, cómo se va a hacer el mapa y que temas van a aparecer (ríos, caminos, casas, bosques, campos cultivados, etcétera. **3.** Ayudar para el "arranque" (por ejemplo a ubicar los primeros puntos de referencia) y después dejar el grupo trabajar solo, en la pizarra, el papel o en el suelo. Empezar con un "mapa base" con los principales elementos de referencia como ríos, caminos, etcétera. **4.** Presentar los mapas por equipos, realizar plenaria y discusión. Elaboración del mapa final con los comentarios de los diferentes participantes. **5.** copiar el o los mapas para entregar una copia a la comunidad y una a los técnicos. Discutir el uso que se podrá dar al mapa.	

TIEMPO REQUERIDO	De 4 a 6 horas según la complejidad	
RUBROS	\$200.000 destinados para refrigerio. \$150.000 destinados para colores y plumones \$50.000 destinados para la pizarra y papel	
ACTIVIDADES	**RECURSOS**	**COSTO**
2. Caminata y diagrama de corte o transepto	Mapa participativo de la zona, una libreta para tomar notas en el recorrido, un papel, colores, plumones, agua	\$100.000
INDICADOR	$\%\ Participación\ ciudadana = \frac{\#\ de\ personas\ involucradas}{\#\ total\ de\ personas\ involucradas} * 100$ $\%\ Ruta\ planeada\ para\ recorrido = \frac{\#\ de\ kilometros\ transitados}{\#\ total\ de\ kilometros\ por\ transitar} * 100$	
METODOLOGÍA	**1.** Formar un grupo de (4-6) explicar al grupo el ejercicio, en base a un ejemplo práctico. Y seleccionar el mejor recorrido a través de la zona (Es más fácil determinar el recorrido si se realizó anteriormente el mapeo participativo). **2.** Realizar el recorrido por el itinerario escogido, anotando las características principales y los cambios encontrados, usando siempre las denominaciones utilizadas por la gente. Durante el recorrido tomar el tiempo de pararse y hablar con la gente encontrada en el camino. **3.** Representar la información de los participantes del recorrido sobre el papel, mediante un diagrama o perfil del terreno. **4.** Indicar sobre el diagrama la información fundamental sobre el uso y estado de los recursos en cada zona.	
TIEMPO REQUERIDO	Según las distancias a recorrer. Todo el ejercicio puede hacerse en dos días o menos. El taller después del recorrido no debería prolongarse por más de 2 horas.	
RUBROS	\$100.000 destinados para las bebidas hidratantes	
ACTIVIDADES	**RECURSOS**	**COSTO**
3. Elaboración de la matriz de toma de decisiones	Humanos; pizarra, papel, marcadores	\$20.000

<table>
<tr><td>METODOLOGÍA</td><td colspan="12">1. Introducir una discusión sobre los aspectos de toma de decisión. Proponer el diagrama como un instrumento para visualizar.
2. Determinar cuáles son los parámetros sobre los cuales se quiere determinar los procesos de toma de decisión.
3. Por cada parámetro, actor o nivel de decisión; discutir con los participantes como se toman las decisiones. Indicar en la matriz.
4. Al final se obtiene un diagrama de las tomas de decisión en la comunidad. Si se ha trabajado en subgrupos, comparar los resultados de los diferentes grupos. Discutir las implicaciones y posibles problemas.</td></tr>
<tr><td>TIEMPO REQUERIDO</td><td colspan="12">De 1 a 2 horas según la complejidad</td></tr>
<tr><td>RUBROS</td><td colspan="12">$20.000 destinados para papel y marcadores</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ACTIVIDAD</td><td colspan="12">TIEMPO EN MESES</td></tr>
<tr><td colspan="4">Mes 1</td><td colspan="4">Mes 2</td><td colspan="4">Mes 3</td></tr>
<tr><td>S1</td><td>S2</td><td>S3</td><td>S4</td><td>S1</td><td>S2</td><td>S3</td><td>S4</td><td>S1</td><td>S2</td><td>S3</td><td>S4</td></tr>
<tr><td>Cartografía social, elaboración del mapa de recursos naturales y uso del suelo.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Caminata y diagrama de corte o transepto.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de la matriz de toma de decisiones.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración del documento técnico</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>TOTAL</td><td colspan="12">$520.000</td></tr>
</table>

Proyecto de prevención de incendios forestales

Gracias a la realización del mapa de riesgos y una vez identificada las áreas que por sus condiciones bióticas y abióticas presentan mayor amenaza a incendios forestales es posible priorizar las actividades a tener en cuenta para este programa.

PROYECTO No. 2 PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES		
Subprograma de restauración ambiental		
ÁREA IMPLICADA	Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá	
OBJETIVO	Garantizar la sostenibilidad de los componentes del ecosistema naturales existentes en la reserva (Estructura, composición y función).	
METAS	Consolidar la conectividad del ecosistema local.	
ACTIVIDADES	**RECURSOS**	**COSTO**
1. Realizar una evaluación ambiental e inventario florístico y caracterización de la estructura vegetal	Recurso humano y tecnológico, (hardware - software), cinta delimitadora, maquinaria, abono, especies nativas	$8.000.000 destinados a la realización del inventario florístico. $1.000.000 destinados a la compra de materiales como (cinta aislante, señalizadores, estacas)
2. Representar cartográficamente las unidades de paisaje sujetas a recuperación		$4.000.000 destinados a la cartografía $4.500.000 destinado para la realización de la evaluación ambiental.
3. Recuperación de áreas altamente degradadas por efecto de actividades de gran impacto		$7.000.000 destinados a la contratación de maquinaria. $5.500.000 destinados a la compra de abono. $5.000.000 destinados a la compra de plántulas o semillas de especies nativas.
4. Evaluar periódicamente la calidad de las		$1.000.000 anual destinados a la

unidades de paisaje recuperadas.		evaluación periódica total ($10.000.000)
INDICADOR	$\%\ de\ pacerlas\ \ para\ inventario\ = \frac{\#\ de\ parcelas\ muestreadas}{\#\ total\ de\ parcelas\ por\ muestrear} * 100$ $\%\ de\ especies\ nativas\ = \frac{\#\ de\ especies\ nativas\ sembradas}{\#\ total\ de\ especies} * 100$ $\%\ de\ hectáreas\ recuperadas = \frac{\#\ de\ hectáreas\ por\ recuperar}{\#\ total\ de\ hectáreas\ por\ recuperar} * 100$	
METODOLOGÍA	1. Una vez identificadas previamente a través del mapa de riesgo a incendios forestales y el mapa de recursos naturales y uso del suelo se delimitaran las zonas altamente degradadas o descapotadas. 2. Se realizara una revisión bibliográfica con el fin de identificar especies nativas u autóctonas. 3. Se realizara una adecuación del terreno con el fin de aportar materia orgánica al suelo y eliminar la compactación. 4. Se procederá con la siembra y plantación de las especies seleccionadas	
TIEMPO REQUERIDO	De 8 a 10 años	

ACTIVIDAD	TIEMPO EN AÑOS											
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Realizar una evaluación ambiental e inventario florístico y caracterización de la estructura vegetal												
Representar cartográficamente las unidades de paisaje sujetas a recuperación												
Recuperación de áreas altamente degradadas por efecto de												

actividades de gran impacto.												
Evaluar periódicamente la calidad de las unidades de paisaje recuperadas.												
TOTAL	$45.000.000											

Proyecto de educación ambiental

Teniendo en cuenta que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en 2002, indicó que casi la totalidad de los incendios forestales tienen origen en el desarrollo de actividades humanas, se infiere que una de las principales estrategias para disminuir la ocurrencia de incidentes forestales debe estar dirigida a la población, por lo que resulta adecuado generar un proceso educativo.

PROYECTO No. 3 EDUCACIÓN AMBIENTAL		
ÁREA IMPLICADA	Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá	
OBJETIVO	Promover cambios de actitud y comportamiento, por parte de la población asentada en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, con el fin de disminuir la ocurrencia de incendios forestales.	
METAS	Generar conciencia ambiental mediante el desarrollo de contenidos pedagógicos.	
ACTIVIDADES	**RECURSOS**	**COSTO**
1. Desarrollo de ejes temáticos y generación de contenidos pedagógicos	Recurso humano, profesional de área pedagógica, medios de divulgación	$5.000.000
METODOLOGÍA	1. Se designara un profesional pedagogo con el fin de trabajar conjuntamente en el desarrollo de los contenidos técnicos para que estos sean comprensibles y lleguen de manera sencilla a la comunidad en general. 2. Una vez se cuente con los contenidos pedagógicos, se realizará una reunión para definir y diseñar diferentes piezas comunicativas que sirvan como elementos de apoyo en la implementación de las estrategias de educación ambiental.	

	3. Se diseñara un eslogan con fin de interiorizar más a la comunidad.		
INDICADOR	$\%\ de\ tematicas\ desarrolladas = \frac{\#\ tematicas\ desarrolladas}{\#\ total\ de\ tematicas\ planteadas}$		
TIEMPO REQUERIDO	2 a 3 meses		
ACTIVIDADES	**RECURSOS**		**COSTO**
2. Capacitación a la comunidad	Recurso humano, canecas, bolsas de basura		$2.500.000
METODOLOGÍA	1. Se formaran grupos de 20 personas con las cuales se realizaran caminatas ecologías con el fin de que reconozcan la riqueza biodiversa y su importancia dentro de reserva. 2. Con los jóvenes entre 15 a 28 años se realizaran actividades de servicio social como recolección de residuos sólidos e instalación de canecas alrededor de los caminos y senderos. 3. Se realizara las distintas capacitaciones que serán certificadas por la Corporación Autónoma Regional o cualquier otro ente institucional.		
INDICADOR	$\%\ Participación\ \text{concientizadas} = \frac{\#\ de\ personas\ involucradas}{\#\ total\ de\ personas\ involucradas} * 100$		
TIEMPO REQUERIDO	De 6 a 8 meses		

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MESES											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Desarrollo de ejes temáticos y generación de contenidos pedagógicos												
Capacitación a la comunidad												
TOTAL	$7.500.000											

Tabla 24. Resumen de los costos periódicos de los proyectos

Programa de enfoque social para la educación y recuperación de zonas afectadas por incendios forestales	Mes 1				Total
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
PROYECTO No. 1 PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	$ 400.000	$ 100.000	$ 20.000		$ 520.000

Programa de enfoque social para la educación y recuperación de zonas afectadas por incendios forestales	Año												Total
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	
PROYECTO No. 2 EDUCACIÓN AMBIENTAL	$ 18.500.000	$ 9.000.000	$ 8.500.000	$ 3.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000			$ 45.000.000

Programa de enfoque social para la educación y recuperación de zonas afectadas por incendios forestales	Meses												Total
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
PROYECTO No. 3 EDUCACIÓN AMBIENTAL	$ 1.700.000	$ 1.700.000	$ 1.900.000	$ 325.000	$ 325.000	$ 325.000	$ 325.000	$ 300.000	$ 300.000	$ 300.000			$ 7.500.000

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Basados en la metodología *"Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal a escala 1:100.000"* del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2011), la cual evalúa de cada uno de los componentes de la amenaza y vulnerabilidad para hallar el riesgo. Por ello, como se estipuló en la metodología de este trabajo, el primer ajuste realizado al protocolo correspondió a la escala de trabajo, debido a que por legislación vigente, la cartografía debe ser generada a escala 1:25.000, por ende, la información requerida como se menciona en el protocolo "*Ficha 2 - Identificación y obtención de la información cartográfica necesaria"* y contrastada en el anexo 1 del presente documento, se solicitó a las distintas fuentes de información cartografía base disponible a escala 1:25.000 requerida para el desarrollo de la investigación. Un segundo cambio realizado al protocolo fue la ponderación de valores de los factores sometidos a normalización y ponderación, para lo cual se dispuso a trabajar con 5 rangos de amplitud equitativa en el rango 0 a 1, para el factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios, el factor histórico y amenaza total.

Otro tipo de ajuste realizado al protocolo fue la inclusión de 14 tipologías de coberturas vegetales definidos por la metodología Corine Land Cover para Colombia para el área de estudio, como se observa en la tabla 6 del documento, las cuales fueron identificadas y clasificadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. Las coberturas incluidas para la realización de esta investigación recibieron el mismo tratamiento que las demás coberturas descritas por Páramo en la metodología del IDEAM, siendo este el principal insumo para el desarrollo de los mapas de susceptibilidad de la vegetación y sus factores de: tipo de combustible, duración de combustibles y carga de combustibles.

Por último, es de recalcar que en el presenta trabajo solo se estudió y evaluó el componente de amenaza a incendios forestal en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, a partir de la zonificación y calificación de los factores de: (I) Factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios, (II) Factor climático; precipitación – temperatura, (III) Factor relieve; pendientes, (IV) Factor histórico; frecuencia de incendios y (V) Factor accesibilidad, los

cuales son descritas en el protocolo, y le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectado por incendios.

De acuerdo al Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá del año 2016, en su componente de diagnóstico se estudia la amenaza por incendios forestales en donde se analizan en tres categorías (bajo, medio y alto), permitiendo ver que la mayor parte de la reserva presenta niveles de riesgo entre "bajo" con un porcentaje del 33,08 y "medio" con un valor de 39,89% de la reserva. Así mismo, en las localidades de Chapinero y Santa Fé es donde se presenta la amenaza más alto de ocurrencia según el plan de manejo. Por otra parte, en el presente estudio el factor de amenaza se clasifica en cinco categorías ("muy baja", "baja", "moderada", "alta" y "muy alta") los cuales, los principales niveles de amenaza corresponden a las categorías "alta" con un porcentaje de 71,76 del área y "muy alta" con un valor de 15,55%, siendo evidente que las localidades más afectadas por estos eventos son San Cristóbal y Usme. Información que varía de documento a documento a la escala de trabajo con que se realizó el presente estudio, elaborado bajo una escala 1:25.000 (semi-detallado) empleada para el planeamiento más detallado, en comparación con la escala de trabajo del Plan de Manejo que fue 1:100.000 (no detallado), empleada para el planeamiento general y estudios estratégicos.

Según el "Proyecto actualización de componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial" - Documento Técnico de Soporte (Mapa de amenaza por incendios forestales, escala 1:25.000) del año 2019, como los resultados obtenidos en el presente proyecto en relación al factor de susceptibilidad de la vegetación (carga de combustibles + disposición + combustibilidad), se evidencia que las coberturas con mayor cantidad de combustible (árboles, arbustos e hierbas/pastos) son las que presentan mayor susceptibilidad (alta y muy alta) a incendios forestales por su facilidad de ignición. Asimismo, las coberturas vegetales que están ubicadas en obras donde hay gran concentración de materiales inertes (eriales, infraestructura y construcciones), y con zonas húmedas, son las que poseen menor susceptibilidad frente a los incendios forestales.

Una vez analizado los datos obtenidos en el análisis del factor climático de temperatura (ver figura 24), se evidenció que un área del 55,1% de la zona se encuentra en la categoría “baja” con un rango de temperatura que oscila entre 6° a 12°C, así como a una temperatura entre 12° a 18°C que abarca el 44,8% restante del área se localiza en “moderada”; igualmente en el factor climático de precipitación (ver figura 22), demuestra que el área de estudio presenta precipitaciones entre 0 – 1000 y 1000 – 2000 clasificándose en las categorías “muy alta” y “alta”. Todas estas observaciones se relacionan con lo expuesto en el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá del año 2016, en el cual la temperatura tiene una distribución espacial que cambia de acuerdo a su altitud, donde los lugares más fríos de la reserva se localizan en las partes altas como el Páramo de Cruz Verde y las cuencas de San Cristóbal, Yomasa y San Francisco, conformando un zona con clima de páramo según el modelo de Caldas-Lang, además en las partes bajas de la reserva (por debajo de los 2860 m.s.n.m.) se registran las temperaturas más altas, esto se puede observar en la zona occidental de la reserva, en las localidades de Chapinero y Usaquén. Al mismo tiempo, la distribución espacial de lluvias indica mayor presencia de lluvias en el centro de la reserva y hacia el sector sur – norte de la reserva se registran los menores valores de precipitación, por lo que la variación de la precipitación obedece a un régimen bimodal, con la presencia de dos periodos húmedos entre los meses de marzo a mayo y septiembre a noviembre, siendo el resto del año el periodo de tiempo seco. Estas variables que tienen un efecto decisivo sobre las coberturas vegetales al regular la desecación, la temperatura interna de los tejidos vegetales y la humedad relativa en el aire y suelo, lo cual incide en los requerimientos de energía calórica externa necesaria para el proceso de ignición del combustible (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER, 2019).

Al observar la información recopilada a través de las encuestas y entrevistas, se logró establecer que los incendios forestales ocurren con mayor frecuencia en los meses de enero, agosto y noviembre, hecho que concuerda con la investigación de Ocampo Zuleta y Beltrán Vargas (2018), quienes sugieren al determinar la modelación de sus resultados; la interrelación entre las variables meteorológicas afecta el contenido de humedad de los diferentes combustibles, ejerciendo un factor predominante en la frecuencia y ocurrencia de los incendios forestales. Cabe resaltar para el presente estudio, la tabla 10 “Áreas por nivel

de susceptibilidad de la cobertura por tipo de combustible" donde se refleja la categorización "baja" con un 42,74% del área total de la reserva y con un tipo de vegetación arbórea y "alta" con un 30,43% restante del área de estudio, con un tipo de vegetación Arbustal y herbácea; siendo estas coberturas por tipo de combustible las que predominan en las formaciones vegetales que conforman el área de reserva. De igual manera el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá del año 2016, concluyó que la ocurrencia de incendios forestales en la zona está determinada por la presencia de factores de índole topográfico (pendiente y geoforma), y climáticos (temperatura, precipitación, humedad relativa, viento, brillo solar y radiación solar) que regulan el comportamiento de las plantas como combustible. Es así que la prevención, control y restauración de las áreas afectadas por incendios forestales, son actividades que se abarca desde la integridad, orientada a todos los actores, vinculando activamente a la comunidad rural, con el propósito de generar en ellos un mayor sentido de pertenencia y cuidado de la naturaleza, conformándolos como eje fundamental en la prevención de incendios forestales.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de la Amenaza producto de la suma total de los factores de: susceptibilidad de la vegetación (tipo, duración y carga de combustibles), climático (precipitación – temperatura), relieve (pendientes), histórico (frecuencia de incendios) y accesibilidad (vías), más la información recopilada de las encuestas y entrevistas realizadas, se logró formular programas de participación comunitaria, prevención de incendios forestales (restauración ambiental) y educación ambiental, considerando la intervención a nivel social como el factor más importante para la prevención de incendios, ya que en su mayor parte son provocados por causas antrópicas, lo que permite el cambio de perspectiva de la comunidad y cambiar sus hábitos culturales y normas de convivencia no solo con la sociedad sino también con el medio ambiente. Según el Plan Nacional de Prevención Control de Incendios Forestales y Restauración de áreas Afectadas del año 2002, la educación "es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes"; estos programas busca que la educación informal, no formal y formal construir una actitud de protección ambiental y reducir la amenaza y los daños causados por los incendios forestales tanto al medio ambiente como a la seguridad del ciudadano,

garantizando que sea participativa, planificada y permanente. Es así que la prevención, control y restauración de las áreas afectadas por incendios forestales, son actividades que se abarca desde la integridad, orientada a todos los actores vinculando activamente a la comunidad rural, con el propósito de generar en ellos un mayor sentido de pertenencia y cuidado de la naturaleza, conformándolos como eje fundamental en la prevención de incendios forestales.

En relación con el análisis sobre el origen de los incendios forestales en el área de la reserva, información recopilada a través de las encuestas y entrevistas, la mayoría de las personas consultadas coinciden que la causa principal de estos, se debe a las actividades antrópicas, unas veces por descuido, por negligencia o por simple intencionalidad; esto se refleja en una mayor ocurrencia de eventos en áreas próximas a centros urbanos. Por ello, los programas expuestos anteriormente, están orientados en la participación y educación comunitaria, los cuales son de carácter estratégicos al transformar la actitud social y cultural por medio de un cambio de valores encaminados a la prevención, a la racionalidad de la cultura del fuego y generar compromisos sobre las actividades que originan los incendios forestales, así mismo, las comunidades y la sociedad civil deben involucrarse de manera consciente sobre la responsabilidad de actuar mutuamente en la prevención, control y la extinción de los incendios forestales.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recopiló toda la información existente para el área de estudio, siendo la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER, la Infraestructura Integrada de Datos Espaciales para el Distrito Capital - IDECA y la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial Bomberos de Bogotá – UAECOB, las instituciones que suministraron la información solicitada sin restricciones. Esta información recopilada, al igual que la generada, se verificó con el fin de ajustarla a la escala de trabajo planteado (1:25.000), para poder realizar los geoprocesos respectivos que permitieron obtener como resultado los mapas de amenaza. Así mismo, se ajustaron algunos procedimientos planteados en el protocolo para la realización de los mapas de los factores de amenaza y el mapa final de la zonificación de amenaza a incendios de la cobertura vegetal. El protocolo anteriormente mencionado, se convirtió en el principal insumo para el desarrollo del trabajo, puesto que los criterios de generación y validación de la información, se encontraban especificados en el mismo.

En forma general, los incendios forestales pueden ser de origen natural o antrópico, es decir, los incendios naturales ocurren fortuitamente, como erupciones volcánicas, sequía extrema, tormentas eléctricas u otra acción natural brusca, sin embargo, son más frecuentes los incendios forestales producidos por el hombre por su negligencia, accidentalidad o intencionalidad, a tal punto que pueden causar más daños en el contexto biótico, social-económico y físico.

En el componente de susceptibilidad de la vegetación a incendios se generaron cuatro mapas, los cuales muestran los diferentes niveles de susceptibilidad de los tipos de coberturas presentes en el área de la reserva, esta susceptibilidad está dada por el tipo de combustible, su carga y duración. Para ello se tuvieron en cuenta las características morfológicas y fisionómicas de cada una de estas coberturas, las cuales les brindan mayor o menor susceptibilidad a sufrir ignición por factores extrínsecos, sean estos de origen antrópico o natural. Por ello, en relación al tipo de combustible, este se refiere a la facilidad con que puede llegar a producirse y propagarse un incendio; así mismo la duración de combustibles,

determina la gravedad de los daños y los esfuerzos necesarios para el control del incendio, por último, la carga de combustible (biomasa), depende íntimamente del factor de duración del combustible, pues si se tiene una mayor cantidad de biomasa, puede alcanzar altas temperaturas, fuerza en las llamas y mayor contenido de material particulado al aire, o por el contrario, si se tiene una menor cantidad de biomasa, este tipo de cobertura dura menos tiempo y produce menos calor y contaminantes al aire. Su importancia, radica en que el análisis al factor de susceptibilidad de la vegetación a incendios permite evaluar las condiciones pirogénicas de las coberturas vegetales en los ecosistemas, teniendo en cuenta que existen ecosistemas que necesitan del fuego para el cumplimiento de sus ciclos biológicos y otros que ante la ocurrencia de un fuego pueden sufrir alteraciones tan graves que les harían imposible recuperarse ante este evento.

Por otro lado, el factor climático de precipitación, es otro factor determinante de la amenaza a incendios de las coberturas vegetales, dado que este incide directamente, junto con la temperatura en el contenido de humedad de la vegetación y el suelo, el cual aumenta su resistencia a incinerarse. Además, las variables de precipitación en combinación con la temperatura aumentan la humedad relativa presente en el aire, por lo que disminuye la capacidad de combustión de algunas especies vegetales. Con respecto al factor de relieve (pendientes), este condiciona la continuidad vertical de los combustibles, las mayores pendientes son origen de vientos ascendentes de gran intensidad y al aumentar la fricción del viento se pueden generar remolinos, así mismo favorece la cercanía de los combustibles (coberturas vegetales) al fuego. Por otra parte, el factor de accesibilidad, este corresponde a la facilidad con que las personas puedan desplazarse, acceder y establecerse en un área determinada, no se debe confundir solamente con la presencia de vías de acceso, dado que no es el camino el que genera el incendio forestal, sino, que corresponde al medio utilizado por el hombre para ingresar hacía las áreas protegidas y allí realizar diferente fogatas o cualquier otra actividad que involucre el uso del fuego.

En la gestión para la prevención de incendios forestales es necesario el análisis de la amenaza partiendo de la recopilación de datos: orográficos, climáticos, estructura y composición de las formaciones vegetales, histórico y accesibilidad, son variables fundamentales para su estudio. Desde este punto de vista, el factor histórico de los incendios forestales en la Reserva

Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá toma relevancia al identificar las zonas con mayor número de afectación por incendios, mostrándose así, que las localidades más afectadas son San Cristóbal y Usme. Así mismo, al verificar la información suministrada por las entrevistas y encuestas, los consultados expresan que estas dos localidades se han visto mayormente afectadas en los últimos 15 años, coincidiendo de igual manera con los datos obtenidos de las distintas susceptibilidades tratadas en el desarrollo de este estudio.

Se recomienda ampliar este estudio a escalas de igual o más detallada en las localidades de San Cristóbal y Usme, con el fin de generar el mapa de riesgos por incendios forestales y de esta forma zonificar e identificar con una mayor exactitud las zonas propensas a igniciones. A la vez dichos mapas permitiría al Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático - IDIGER a la toma anticipada de acciones.

Se recomienda la incorporación de una simulación de eventos de incendios forestales en las áreas clasificadas como zonas de riesgo alto que permitirá complementar este estudio, ya que vincularía un nuevo elemento predictivo tendiente a evaluar posible magnitud de los eventos y por consiguiente los posibles daños que causarían al entorno físico, social-económico y natural.

9. BIBLIOGRAFÍA

Acuña, C. (Julio de 2010). Identificación de áreas prioritarias de conservación enfocadas hacia la conectividad estructural del corredor Encenillo (municipios de la Calera, Guasca, Sopo, Sesquilé, Guatavita), Cundinamarca. Recuperado el 12 de Mayo de 2020, de Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana: http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/9796/1/tesis86.pdf

Bennet, A. (2004). Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de Unión Mundial para la Naturaleza: http://svsch.ceachile.cl/eBiblioteca/Documentos/Biodiversidad/2004_Corredores_Biologicos.pdf

Bisquert, M., Sánchez, J. M., Caselles, V., PAZ, M., & Legido, J. L. (2010). Los índices de vegetación como indicadores del riesgo de incendio con imágenes del sensor TERRA_MODIS. *Revista de Teledetección*, *33*, 80-91. Recuperado de http://www.aet.org.es/revistas/revista33/Numero33_8.pdf

Cahuana, A., y Yugar, W. (Septiembre de 2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología CIV-233.* Recuperado el 05 de Abril de 2020, de Universidad Mayor de San Simón: http://myslide.es/documents/libro-completo-de-hidrologia.html

Canet, L. (2007). *Herramientas para el Diseño, Gestión y Monitoreo de Corredores Biológicos en Costa Rica.* Recuperado el 11 de Febrero de 2020, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1573E/A1573E.PDF

Carrasco, T., y Moreno, M. S. N. (2019). Los incendios forestales y su impacto ambiental en reservas ecológicas. *Explorador Digital*, *3*(3), 104-113. Recuperado el 10 de junio de 2020, de http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/exploradordigital/article/view/324/736

Castillo, M., Pedernera, P., y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista de Ambiente y Desarrollo de CIPMA, XIX*(3 Y 4), 44 - 53. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Economia-Desarrollo/29.pdf

Chuvieco, E. (1995). Fundamentos de la teledetección espacial. Recuperado el 22 de Mayo de 2020, de Geografía física:

http://geografiafisica.org/sem_2015_01/maestria_geom/SIG_p_GdR/!fundamentos_de_te ledeteccion_espacial_chuvieco_BUENO.pdf

Chuvieco, E. (2009). Detección y análisis de incendios forestales desde satélites de teledetección. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 103(1), 173-177. Obtenido de http://www.rac.es/ficheros/doc/00917.pdf

Chuvieco, E., y Pettinari, M. L. (2015). Cartografía de combustible y potenciales de incendio en el continente africano utilizando FCCS. (A. E. Teledetección, Ed.) Revista de Teledetección, 43, 1-10. Obtenido de http://polipapers.upv.es/index.php/raet/article/view/2302/4091

Cifuentes, M. (1983). Reservas de Biosfera: Clarificación de su marco conceptual y diseño y aplicación de una metodología para la planificación estratégica de un subsistema nacional. Recuperado el 21 de Mayo de 2020, de Alianza de Servicios de Información Agropecuario: http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1577e/A1577e00.pdf

Congreso de la República, (6 de Julio de 2012). Ley 1551. Por la cual se dictan normas para modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=48267

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (28 de Diciembre de 2007). *Inventario de fauna.* Recuperado el 01 de Febrero de 2020, de Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá: https://docplayer.es/47004245-Reserva-forestal-protectora-bosque-oriental-de-bogota-inventario-de-fauna.html

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR (Agosto de 2016). Modificación al Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Recuperado el 1 de abril de 2020 de Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR: https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac7da95cbf3a.pdf

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2012). *Vegetación del territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas.* Recuperado el 12 de Febrero de 2020, de http://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/34055

Cortés, S., Van der Hammen, T., y Rangel, O. (Diciembre de 1999). Comunidades vegetales y patrones de degradacion y sucesion en la vegetacion de los cerros occidentales de Chia, Cundinamarca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales, 23*(89), 529 - 554. Recuperado el 24 de Febrero de 2020, de https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA498484034&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=03703908&p=IFME&sw=w

Dentoni, M., & Muñoz, M. (2010). *Sistema de evaluación de peligros de incendios Plan Nacional del Manejo del Fuego.* España. Recuperado el 20 de Marzo de 2020, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ambiente-itn1_pnmf.pdf

Díaz García, A. V. (28 de Octubre de 2014). *Formulación de protocolos en incendios forestales, inundaciones y deslizamientos para la adecuada gestión administrativa del riesgo de desastre.* Recuperado el 29 de Enero de 2020, de Universidad Militar Nueva Granada: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13393/Formulacion%20de%20Protocolos%20en%20incendios%20forestales,%20inundaciones%20y%20deslizamientos%20para%20la%20adecuada%20gestion%20administrativa%20del%20riesgo%20de%20desastre..pdf;jsessi

Díaz, M. (Diciembre de 2006). *La zonificación como elemento de planificación y manejo de áreas del sistema de parques nacionales naturales.* Recuperado el 1 de abril de 2020 de Parques Nacionales Naturales de Colombia: http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/documentozonificacion.pdf

Ferreira, P., & Fandiño, M. (1998). Colombia biodiversidad siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción ambiental en biodiversidad. Recuperado el 25 de Marzo de 2020, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/169-colombia-biodiversidadsiglo-xxi-propuesta-tecnica-para-la-formulacion-de-un-plan-de-accion-ambiental-enbiodiversidad

González Ulibarry, P. (24 de Abril de 2017). Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna. *Deparatamentos de estudios, extensión y publicación*, 1 - 8. Recuperado el 01 de Febrero de 2020, de https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=39186

Grajales, T. (26 de Mayo de 2002). *Tipos de Investigación.* Recuperado el 12 de Mayo de 2020, de Investigación: http://tgrajales.net/investipos.pdf

Guerrero Sánchez, D. (2019). *Articulación de la estrategia de análisis de riesgo para el manejo de incendios forestales.* Recuperado el 12 de Junio de 2020, de Articulación de la estrategia de análisis de riesgo para el manejo de incendios forestales: http://biblioteca.uniandes.edu.co/acepto201699.php?id=15284.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (Noviembre de 2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura naciona - escala 1:100.000.* Recuperado el 11 de Febrero de 2020, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM: http://www.ideam.gov.co/documents/13257/14369/PROTOCOLO+INCENDIOS+4Oct.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2014). *Memoria técnica Mapa de zonificación del riesgo a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C.,.* Recuperado el 11 de Junio de 2020, de Memoria técnica Mapa de zonificación del riesgo a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C.,: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9qzq78wPFf4J:web2.car.gov.co/index.php%3Fidcategoria%3D48442%26download%3DY+&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=co

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER. (Febrero de 2019). *Proyecto actualización de componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial - Mapa de amenaza por incendios forestales, escala 1:25.000.* Recuperado el 23 de Junio de 2020, de Documento Técnico de Soporte - Mapa de amenaza por incendios forestales, escala 1:25.000: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/POT/4-DOCUMENTO_TECNICO_DE_SOPORTE_14-06-19/DT04_Anexo14_MapadeAmenaza_porIncendiosForestales.pdf

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (Agosto de 2014). *Zonificación climática.* Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/instructivos/2014/I40100-05%20-14%20V1%20Zonificacion%20climatica.pdf

Izurieta, A. (1997). Evaluación de la eficacia del manejo de áreas protegidas: validación de una metodología aplicada a un subsistema de áreas protegidas y sus zonas de influencia, en el área de conservación Osa, Costa Rica. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de Alianza de Servicios de Información Agropecuaria: http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0496E/A0496E.PDF

Kathy, M., John, M., Graham, C., & Jim, T. (Octubre de 1982). Manejo de áreas protegidas en los trópicos. Recuperado el 23 de Mayo de 2020, de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1986-MacK-001-Es.pdf

Kattan, G., y Valderrama, C. (Agosto de 2006). *Plan de Conservación de la Pava Caucana (Penélope perspicax).* Recuperado el 25 de Febrero de 2020, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/293-plan-de-conservacion-de-la-pava-caucana-penelope-perspicax

Martin-Fernández, S., Martínez-Falero, E., & Pérez-González, J. M. (Octubre de 2002). *Optimization of the Resources Management in Fighting Wildfires*. Environmental Management, 30(3), 352–364. https://www.researchgate.net/publication/11234772_Optimization_of_the_Resources_Management_in_Fighting_Wildfires

Mastropietro, D. (Agosto de 1996). *Detección de bordes de una imagen a través de la técnica de filtros B-Spline.* Recuperado el 07 de Abril de 2020, de International Atomic Energy Agency: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/050/29050366.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (12 de Diciembre de 2002). *Plan nacional de prevención, control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas.* Recuperado el 26 de Enero de 2020, de Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Los-Incendios-Forestales/554_plan_prevencion_incendios.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. (2006). Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales Afectadas por Incendios (Primera ed.). Bogotá D. C.: MAVDT.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (Diciembre de 2007). *Protocolo de restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales.* Recuperado el 17 de Febrero de 2020, de http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14216&shelfbrowse_itemnumber=15075

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Recuperado el 23 de Marzo de 2020, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibseespaol-web.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: https://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/decretos#

Mullo, F. (Mayo de 2001). Aportes de la ecología del paisaje al manejo integrado de los recursos hídricos en la microcuenca de la quebrada Ambuqui. Recuperado el 21 de

Mayo de 2020, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&u act=8&ved=0ahUKEwix3rXNs4nMAhUEkIMKHcboApkQFggaMAA&url=http%3A%2 F%2Frepositorio.puce.edu.ec%2Fbitstream%2F22000%2F3702%2F1%2FT-PUCE3331.pdf&usg=AFQjCNG0BzTAGUWi1D74SSW6bQsRAiisgw

Ocampo-Zuleta, Korina, & Beltrán-Vargas, Julio. (2018). Modelación dinámica de incendios forestales en los Cerros Orientales de Bogotá, Colombia. Madera y bosques, 24(3), e2431662. Epub 09 de noviembre de 2018.https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431662

Páramo, G. (2007). *Análisis, Diagnóstico y Elaboración del mapa de susceptibilidad a los incendios de la cobertura vegetal en Colombia.* Recuperado el 26 de Febrero de 2020, https://www.corpamag.gov.co/archivos/riesgosAmbientales/2017_Doc07_Incendios.pdf

Pla, Duane, y Brotons, L. (2017). Potencial de las imágenes UAV como datos de verdad terreno para la clasificación de la severidad de quema de imágenes Landsat: aproximaciones a un producto útil para la gestión post incendio. *Revista de teledetección*, (49), 91-102. Recuperado el 29 de Mayo de 2020 https://polipapers.upv.es/index.php/raet/article/view/7140/8978

Prado Fajardo, M. (2014). *Diseño de un modelo SIG para la determinación de zonas en riesgo por incendios forestales en los cerros orientales de la ciudad de Bogotá.* Recuperado el 11 de Marzo de 2020, de Universidad Nacional de Colombia: http://bdigital.unal.edu.co/42020/1/822283.2014.pdf

Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2011). ArcGis Básico 10. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de ArcGeek: http://arcgeek.com/descargas/MA10B.pdf

Romero, M., Cabrera, E., & Ortiz, N. (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Recuperado el 29 de Marzo de 2020, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: http://www.humboldt.org.co/es/noticias/item/336-informe-sobre-el-estado-de-labiodiversidad-en-colombia-2006-2007

Rudas, G., Armenteras, D., Polanco, R., Gómes, J., & Maldonado, J. (2006). Deforestación y fragmentación de ecosistemas naturales en el Escudo Guayanés colombiano. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de Centro de Estudios en Planificación, Políticas Públicas e Investigación Ambiental: http://www.ceppia.com.co/Herramientas/INDICADORES/Guayana/Publicacion%20Gua yana.pdf

Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L., & Sarmiento, A. (2007). Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación.* Recuperado el 14 de Marzo de 2020, de Metodología de la Investigación: https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf

Sánchez, R. (2006). Establecimiento y manejo de áreas protegidas: notas básicas para la enseñanza. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de Repositorio Institucional: Instituto Tecnológico de Santo Domingo: https://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/223?show=full

Sarmiento, A., Galán, F., Mesa, C., Castaño, E., Delgado, C., & Ariza, F. (18 de Julio de 2002). *Metodología de Índices Sintéticos de Estado de los Ecosistemas y Relación con Índices de Presión y Respuesta Antrópica.* Recuperado el 22 de Abril de 2020, de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/IndicadoresAmazonia/Doc/7AmazoniaAnexoVISintetico090402.pdf

Sarmiento, A., Rudas, G., Marcelo, D., & Delgado, C. (Julio de 10 de 2006). Ecosistemas de los Andes Colombianos: Conservación y degradación del bosque natural subandino. Recuperado el 22 de Marzo de 2020, de INFOANDINA: http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/ecosistemas_de_los_andes_ colombianos.pdf

Tam, J., Vera, G., y Oliveros, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamientos y Acción* (5), 154-145. Recuperado el 02 de Junio de 2020, de http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceonografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf

Torres Castro, Z. N. (2017). *Diagnóstico del estado de los programas de restauración y preservación ambiental contemplados en la actualización del Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.* Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de Universidad Militar Nueva Granada: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16975/TorresCastroZairaNatalia2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo a Desastres - UNGRD. (2015). *Plan nacional de gestión del riesgo de desastres.* Recuperado el 23 de Enero de 2020, de Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo a Desastres:

http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNGRD-2015-2025-Version-Preliminar.pdf

Universidad de la Sabana. (s.f). *Comunicación Social y Periodismo Investigación aplicada*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de Universidad de la Sabana: http://www.unisabana.edu.co/carreras/comunicacion-social-y-periodismo/trabajo-de-grado/opciones-de-trabajo-de-grado/investigacion-aplicada/

Vallecillo Rodríguez, S. (2009). *Los cambios en el paisaje y su efecto sobre la distribución de las especies: modelización y aplicación a la conservación de las aves de hábitats abiertos en paisajes mediterráneos.* Recuperado el 23 de Enero de 2020, de Centro tecnológico forestal de Cataluña: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8354/Tsvr1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wei, Y., Rideout, D., & Hall, T. (01 de Octubre de 2011). Toward Efficient Management of Large Fires: A Mixed Integer Programming Model and Two Iterative Approaches. *Forest Science, 57*(5), 435–447. doi:https://doi.org/10.1093/forestscience/57.5.435

Yves, B. (2009). *Convivir con los incendios forestales: Lo que nos revela la ciencia.* (E. F. Institute, Ed.) Recuperado el 21 de Febrero de 2020, de Convivir con los incendios forestales: Lo que nos revela la ciencia: https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi_dp15_spa_net.pdf

Zambrano, M., Pérez, I., Esteve, M., Hingant, y Zambrano, A. (2017). Sistemas de Información para Mando y Control en la Gestión de Grandes Incendios Forestales. Recuperado el 15 de Junio de 2020: http://ciecfie.epn.edu.ec/wss/VirtualDirectories/80/JIEE/historial/XXVII/Contenido/MEMORIAS_XXVII-239-245.pdf

Zúñiga-Vásquez, J. M., Cisneros-González, D., Pompa-García, M., Rodríguez-Trejo, D. A., & Pérez-Verdín, G. (2017). Modelación espacial de incendios forestales en México: una integración de dos bases de datos. *Bosque (Valdivia)*, *38*(3), 563-574. Recuperado el 15 de Junio de 2020: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002017000300014

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro resumen en el que se identifican las distintas fuentes de información para el desarrollo cartográfico

ETAPA	INFORMACIÓN REQUERIDA	INFORMACIÓN ALTERNATIVA Y/O COMPLEMENTARIA	DESCRIPCIÓN	FUENTES	NIVEL DE REQUERIMIENTO	
					Obligatoria	Opcional
PREPARATORIA (GENERACIÓN DE BASE CARTOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO)	Mapa de límites político-administrativos.		Límites oficiales de la jurisdicción de la CAR, límites de PNN, Reservas regionales y municipales, límites del (los) departamento(s), municipios y mapas veredales de las áreas a zonificar. Cartografía a escala 1:250000, 1:100000 o 1:50000 según sea el caso.	IGAC DANE UAESPNN, Cartografía POT, EOT o PBOT	✓	
	Mapa de centros poblados	Mapa de distribución espacial de la población (viviendas rurales aisladas)	Ubicación espacial de centros poblados urbanos y rurales y distribución de viviendas rurales para la cartografía 1:50000	IGAC DANE UAESPNN Cartografía POT, EOT o PBOT	✓	
	Mapa vial		Cartografía de vías primarias, secundarias y terciarias, dependiendo de la escala de análisis	IGAC DANE Cartografía POT, EOT o PBOT	✓	
	Hidrografía		Cartografía de la red hidrográfica (ríos, quebradas, cuerpos de agua)	IGAC Cartografía POT, EOT o PBOT	✓	
	Topografía (curvas de nivel)	En caso de no tenerse información adecuada al nivel de detalle es posible utilizar los datos SRTM de la NASA de 30 m de precisión, esta información se puede obtener en gisweb.ciat.cgiar. org:8080/.../ AddSrtmDataSpa.jsp	Curvas de nivel, representadas cada 100 o 50 m según la escala agua)	IGAC CIAT Cartografía POT, EOT o PBOT	✓	
ANÁLISIS DE AMENAZAS	Mapa de Cobertura y uso actual de la tierra, según clasificación CORINE LAND COVER	De no tenerse la información se debe generar una reclasificación a Corine Land Cover a partir de los mapas de cobertura existentes	Cartografía de la cobertura y uso actual de la tierra según la clasificación Corine Land Cover hasta el tercer nivel para escalas 1:250000 y 1:100000 y el cuarto o quinto nivel para escalas 1:50000. Esta cartografía es indispensable para la generación del mapa de susceptibilidad de la vegetación y para el análisis de vulnerabilidad ecológica, territorial y económica.	IGAC IDEAM IAVH IIAP SINCHI UAESPNN INVEMAR CARs Secretarías de Ambientes Cartografía POT, EOT o PBOT.	✓	

	Precipitación media anual multianual	De no tenerse la cartografía de isoyetas, se debe generar mediante interpolación a partir de los datos de las estaciones meteorológicas del IDEAM (a lo sumo 10 años de registros); otra opción a nivel general, es obtener estos datos a partir de información satelital en http://www.worldclim.org/	Mapa de isoyetas de precipitación media anual multianual en mm	IDEAM CENICAFÉ CENICAÑA WORDCLIM	✓	
	Temperatura media anual multianual	De no tenerse la cartografía de isotermas, se debe generar mediante interpolación a partir de los datos de las estaciones meteorológicas del IDEAM (a lo sumo 10 años de registros); otra opción a nivel general, es obtener estos datos a partir de información satelitaria de http://www.worldclim.org/	Mapa de isotermas de temperatura media anual multianual en grados centígrados	IDEAM CENICAFÉ CENICAÑA WORDCLIM	✓	
ANÁLISIS DE AMENAZAS	Mapa de frecuencia de incendios forestales y de la cobertura vegetal (información histórica)	Existe información con cierto grado de fiabilidad sobre áreas quemadas suministrada en imágenes de sensores remotos (MODIS BURN AREAS), para los últimos 10 años, información que aunque hay que depurarla, sirve como medio de verificación. Esta información se puede obtener de: http://modis-fire.umd.edu/form.asp y http://wis t.echo.nasa.gov	Cartografía generada a partir de la información estadística georeferenciada sobre incendios forestales según las bases de datos de la Corporación, IDEAM, Dirección de Atención y Prevención de Desastres, o generada a partir de información satelitaria MODIS BURN AREA.	IDEAM, MADS, Dirección de Atención y Prevención de Desastres NASA (MODIS BURN AREA)	✓	
		Mapa dirección y Velocidad de vientos predominantes (media anual multianual)	Mapa Dirección y Velocidad de vientos predominantes (media anual multianual), obtenido a partir de registros de las estaciones meteorológicas del IDEAM.	IDEAM		✓

		Mapa de Brillo Solar (media anual multianual)	Mapa de Brillo Solar (media anual multianual), obtenido a partir de registros de las estaciones meteorológicas del IDEAM	IDEAM		✓
	Mapa de Pendientes		Mapa obtenido a partir del procesamiento (generación del Modelo digital del terreno), del mapa de curvas de nivel.	IGAC CIAT Cartografía POT, EOT o PBOT. Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales.	✓	
	Mapa de Tipo de combustibles vegetales		Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa de uso y cobertura de la tierra según el Sistema Corine Land Cover.	IDEAM MAVDT (Páramo, 2007) Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. Tabla de equivalencias.	✓	
	Mapa de Duración de combustibles vegetales		Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa de uso y cobertura de la tierra según el Sistema Corine Land Cover.	IDEAM MAVDT (Páramo, 2007) Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos	✓	
ANÁLISIS DE AMENAZAS	Mapa de Carga Total de combustibles vegetales		Mapa obtenido a partir de la reclasificación del mapa de uso y cobertura de la tierra según el Sistema Corine Land Cover.	IDEAM MAVDT (Páramo, 2007) Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales. Tabla de equivalencias.	✓	
	Mapa de Susceptibilidad de combustibles vegetales		Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de Tipo, Duración y Carga Total de combustibles.	IDEAM, MADS (Páramo, 2007). Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales.	✓	
ANÁLISIS DE AMENAZAS	Mapa de Accesibilidad		Mapa obtenido a partir de la generación de buffers (áreas de influencia) sobre las vías (Mapa vial). Los Buffers son de 250 m para vías primarias, 100 m para vías secundarias y 50 m para vías terciarias.	Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales.	✓	

	Mapa de Amenaza de Incendios Forestales y de la Cobertura vegetal		Mapa obtenido a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de Susceptibilidad de la vegetación; Precipitación media anual multianual; Temperatura media anual multianual; Pendientes; Accesibilidad; así como Vientos y Brillo Solar (según sea el caso).	Elaboración propia del organismo que esté a cargo de la construcción del mapa de riesgos por incendios forestales.	✓	

Anexo 2. Encuesta a la comunidad afectada por los incendios ambientales

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Especialización en Gerencia de los Recursos Naturales
Encuesta para la comunidad

Nombre: _____**Edad:**_____

Género: M____F___

1) ¿En qué barrio vive usted?

2) Hace cuantos años usted reside en el barrio:

1 a 12 meses ___ 1 a 3 años ___ 3 años a 6 años ____ Más de 6 años ___

3) ¿Durante el tiempo de residencia, ha observado incendios forestales cerca a su hogar?

Sí __ No __

Si su respuesta anterior fue SI ¿Indique cuantos ha observado y en qué tiempo?_____

4) ¿Usted realiza actividades dentro de la Reserva Forestal de los Cerros Orientales?

Nunca ( ) Parcialmente ( ) Permanente ( )

5) Ante Cuando ha ocurrido un incendio, ¿Cómo fue su reacción?
- Quedarse en su residencia ( )
- Salir y resguardarse en otro lugar ( )
- Llamar a líneas de atención de emergencias ( )
- Participar en las actividades para evitar la propagación del incendio ( )
- Ninguna ( )

6) ¿Usted cómo se vio afectado por el incendio?
- Daños en su vivienda ( )
- Pérdidas económicas ( )
- Afectación de su salud y/o algún familiar ( )
- Afectación de orden público ( )
- Ninguna ( )

7) ¿Cuál cree que usted que es el origen de los incendios forestales que se presentan en la zona?

Causas naturales ___ Actividades del hombre __

8) ¿Al momento de que ocurre un incendio forestal, que institución se hace presente para su atención?

- Policía ( )
- Bomberos ( )
- Cruz Roja ( )
- Defensa civil ( )
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ( )
- Ninguna ( )

9) ¿Cuánto es el tiempo de atención de las instituciones desde el momento en que ocurre el incendio?

- 15 minutos
- 30 minutos
- 1 hora
- 2 horas
- Otro
- Ninguno

10) ¿Se siente usted que se encuentra en riesgo al habitar una zona propensa a incendios forestales?

Sí ___ No ___

11) ¿Conoce alguna actividad que se practique dentro de la Reserva Forestal de los Cerros Orientales?

Sí ___ No __

Si su respuesta anterior fue SI, indique cuales, actividades conoce que se realicen en la reserva forestal de los Cerros Orientales: _____

12) ¿Sabe Se siente usted en riesgo al habitar en una zona propensa a incendio forestales?

Sí__ No __ Tal vez __

13) De las siguientes actividades, ¿Cuál considera que las más acorde para la prevención de incendios forestales en los Cerros Orientales?

- Capacitación de las entidades correspondientes a la comunidad
- Mayor presencia de la policía, que permita el control de las actividades como quemas realizadas por personas
- Control de las autoridades pertinentes sobre las actividades que se desempeñan en el interior de la reserva forestal
- Vigilancia por el jardín botánico de Bogotá sobre la vegetación presente en el área
- Otros:_____

14) ¿Sabe usted que hacer en caso de que se presente un incendio forestal?

Sí__ No __

Si su respuesta anterior fue SI, ¿indique brevemente que haría?_____

15) ¿Sabe a quién llamar en caso de que se presente un incendio forestal

Sí__ No __

Si su respuesta anterior fue SI, ¿mencione brevemente a que instituciones llamaría?_____

Anexo 3. Entrevistas a profesionales de diferentes entidades con responsabilidad sobre la protección de la RFPBOB

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Especialización en Gerencia de los Recursos Naturales
Entrevista a expertos

Nombre:
_____Profesión:_____Entidad:
_____

1. Desde su experticia, ¿El origen de los incendios forestales ocurridos en la Reserva Forestal Protectora Nacional Bosque Oriental de Bogotá se debe a?
   Causas naturales ___ Actividades antrópicas __

2. ¿Considera usted que el cambio climático es un factor fundamental en el aumento de los incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Nacional Bosque Oriental de Bogotá? Sí _ No_
   ¿Por qué?

_____
_____

3. ¿Qué actividades antrópicas considera usted son las que con mayor frecuencia ocasionan los incendios forestales en la Reserva Forestal Protectora Nacional Bosque Oriental de Bogotá?

_____
_____

4. ¿Conoce usted cuáles son las áreas donde se han presentado con mayor frecuencia incendios forestales dentro de la Reserva Forestal Protectora Nacional Bosque Oriental de Bogotá? Sí __ No __

En caso afirmativo puede indicar los sectores

_____
_____

5. ¿Desde la institución en la que usted labora, se han adoptado mecanismos para la prevención y mitigación de los incendios forestales?

_____
_____

6. ¿Cuál es la estimación en cuanto a pérdida de cobertura vegetal y que acciones se han tomado para su recuperación?

_____

_____

7. ¿Considera que se ha adelantado trabajo conjunto entre las entidades y la comunidad de forma articulado y oportuna para prevenir incendios forestales dentro de la Reserva Forestal Protectora Nacional Bosque Oriental de Bogotá?

_____

_____