

PLAN DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES PARA
EL ÁREA DE COMPENSACIÓN BIÓTICA Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO (HUILA)

FUNDACIÓN NATURA

PRESENTADO POR
ANGIE JULIETH GUEVARA LOZANO
JULIO CÉSAR HURTADO VÁSQUEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA FORESTAL
BOGOTÁ D.C.
27 DE JUNIO DEL 2016

PLAN DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES PARA
EL ÁREA DE COMPENSACIÓN BIÓTICA Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO (HUILA)

FUNDACIÓN NATURA

PRESENTADO POR
ANGIE JULIETH GUEVARA LOZANO
JULIO CÉSAR HURTADO VÁSQUEZ

ROBERT ORLANDO LEAL PULIDO
Ingeniero Forestal
Director Interno

FRANCISCO TORRES ROMERO
Ingeniero Forestal
Director Externo

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA FORESTAL
BOGOTÁ D.C
27 DE JUNIO DEL 2016



AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer nuestras familias por habernos apoyado económica y emocionalmente durante el desarrollo de este proyecto.

De igual manera a la Fundación Natura por permitirnos ejecutar todas las labores dentro de las instalaciones, en particular a Francisco Torres por su acompañamiento, dirección y cálida bienvenida, a Adriana Tamayo, Wilson Gómez y Edna Herrera por toda la colaboración y enseñanzas en la construcción cartográfica.

A Lorena Cantor, Diana Polania y Beatriz Miranda por sus aportes y seguimiento en el componente social del Plan.

A, Robert Leal, Olga Palacios, Fernando Ortiz, Melba Agudelo y Selene Torres por sus consejos, correcciones e información crucial en el desarrollo del trabajo.

Y a todos aquellos que de una u otra manera nos colaboraron y apoyaron en los distintos aspectos del desarrollo de este trabajo.



NOTA DE APROBACIÓN

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, 27 de Junio de 2016



RESUMEN

PLAN DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES PARA EL ÁREA DE COMPENSACIÓN BIÓTICA Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL QUIMBO (HUILA)

Dentro de la gestión del riesgo en el área de compensación biótica del Proyecto hidroeléctrico El Quimbo (PHQ), se realizó el Plan de “Prevención, control y mitigación de incendios forestales”, que contiene instrumentos útiles para la planificación y acción compartidas, cuyo propósito central es la reducción de riesgo de desastre por incendios forestales. El Plan contiene herramientas útiles como lo son los mapas temáticos; métodos para la prevención que abarcan los componentes natural y social; como silvicultura preventiva, torres de vigilancia; líneas cortafuego; cuñas radiales; y cartillas educativas. Por último propone algunos lineamientos para la restauración de áreas afectadas por incendios forestales.

El Plan se constituye en la hoja de ruta para identificar, caracterizar y espacializar el panorama de riesgos, evaluando las amenazas y vulnerabilidades del área bajo estudio, para comprender la problemática derivada de la ocurrencia de incendios forestales en la zona de referencia y señalar acciones de prevención, manejo, mitigación, adaptación, y recuperación, en el presente y hacia el futuro, bajo un esquema de acción participante, que involucre a la comunidad y a las entidades locales en la protección de un ecosistema frágil en vía de extinción.

Palabras clave: incendio forestal, mitigación, prevención, riesgo, zonificación.

ABSTRACT

FORESTRY FIRE PREVENTION, CONTROL AND MITIGATION PLAN, FOR BIOTIC COMPENSATION AREA, AND ECOLOGICAL RESTORATION OF THE HYDROELECTRIC PROJECT EL QUIMBO (HUILA)

In the management of forest fire risk, it was carried out the “forestry fire prevention, control and mitigation plan”, which contains useful instrument for planning and shared action, whose main purpose is to reduce disaster risk for forest fires. The Plan contains useful tools such as thematic maps, prevention methods which include the natural and social component, like preventive silviculture, fire lookout tower, firebreak, radio spots and educational booklets; and finally, it proposes guidelines for the restoration of areas that have been affected by forest fires.

The plan is made up as a waybill to watch out for identify, characterize and spatialise the risk landscape, assessing threats and vulnerabilities of the area under study, to understand the problems associated with the occurrence of forest fires in the area of reference and point actions for prevention, management, mitigation, adaptation, and recovery in the present and the future, under a scheme participant action, involving the community and local authorities in protecting a fragile ecosystem in danger of extinction.

Key words: forest fire, mitigation, prevention, risk, zoning.



TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	6
1 INTRODUCCIÓN.....	11
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo general.....	12
2.2 Objetivos específicos	13
3 METODOLOGÍA	13
3.1 PREVENCIÓN	14
3.1.1 Identificación y caracterización de escenarios de riesgo.....	14
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	42
4.1 PREVENCIÓN	42
4.1.1 Identificación y caracterización de escenarios de riesgo.....	42
4.1.2 Silvicultura preventiva.....	49
4.1.3 Educación ambiental.....	57
4.2 CONTROL.....	64
4.2.1 Incendios registrados en el área	64
4.2.2 Búsqueda de información de Entidades de emergencia.	69
4.2.3 Definición de funciones.....	69
4.2.4 Protocolo operativo	70
4.2.5 Sistemas de alerta.....	76
4.2.6 Capacitación.....	91
4.2.7 Equipamiento.....	101
4.2.8 Puntos de recarga hídrica	109
4.2.9 Vías transitables para el área de compensación.....	111
4.3 RESTAURACIÓN	115
4.3.1 Lineamientos para la restauración ecológica de las áreas afectadas por incendios forestales.....	115
4.4 LIMITACIONES	120
4.5 COSTOS	121



4.6	SUSTENTACIÓN A EMGESA	123
5	CONCLUSIONES.....	125
6	RECOMENDACIONES.....	126
7	ACTIVIDADES A INMEDIATO, CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO	128
8	BIBLIOGRAFÍA.....	131
9	GLOSARIO.....	133
10	ANEXOS	135

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Relación entre los instrumentos de planificación y los componentes de la gestión del riesgo creados por la Ley 1523 del 2012. Fuente: UNGRD, 2012	14
<i>Figura 2.</i>	Interrelación entre los factores de amenaza a incendios forestales. Fuente: IDEAM, 2011.....	16
<i>Figura 3.</i>	Interrelación entre los factores de vulnerabilidad a incendios forestales. Fuente: IDEAM, 2011	17
<i>Figura 4.</i>	Interrelación entre los factores de riesgo a incendios forestales. Fuente: IDEAM, 2011	18
<i>Figura 5.</i>	Susceptibilidad a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015	21
<i>Figura 6.</i>	Amenaza por temperatura. Condiciones normales (Izq) y Condición Fenómeno de El Niño (Der). Fuente: Hurtado, 2015.....	22
<i>Figura 7.</i>	Amenaza por precipitación. Condiciones normales (Izq) y Condición Fenómeno de El Niño (Der). Fuente: Hurtado, 2015.....	23
<i>Figura 8.</i>	Amenaza por velocidad del viento (Izq) y Amenaza por brillo solar (Der). Fuente: Hurtado, 2015	23
<i>Figura 9.</i>	Amenaza por pendientes. Fuente: Hurtado, 2015	26
<i>Figura 10.</i>	Amenaza por cercanía vial. Fuente: Hurtado, 2015	27
<i>Figura 11.</i>	Vulnerabilidad por densidad poblacional. Fuente: Hurtado, 2015	28
<i>Figura 12.</i>	Vulnerabilidad por cercanía de centros poblados (Izq) y Vulnerabilidad por colindancia poblacional (Der). Fuente: Hurtado, 2015	29
<i>Figura 13.</i>	Vulnerabilidad poblacional. Fuente: Hurtado, 2015.....	29
<i>Figura 14.</i>	Vulnerabilidad por erosionabilidad. Fuente: Hurtado, 2015.....	30
<i>Figura 15.</i>	Vulnerabilidad territorial. Fuente: Hurtado, 2015.....	31
<i>Figura 16.</i>	Vulnerabilidad de redes eléctricas (Izq) y Vulnerabilidad de infraestructuras agropecuarias (Der). Fuente: Hurtado, 2015.....	32
<i>Figura 17.</i>	Vulnerabilidad de la infraestructura. Fuente: Hurtado, 2015	32
<i>Figura 18.</i>	Cerro Matambo. Fuente: Hurtado, 2015	33



Figura 19. Casa de la finca el Tabor. Fuente: Torres, 2014.....	34
Figura 20. Casa de finca La Ensellada. Fuente: Torres, 2014.....	34
Figura 21. Casa Comejenes. Fuente: Hurtado, 2015.....	35
Figura 22. El vivero finca Finlandia. Fuente: Guevara, 2015.....	36
Figura 23. Patios de apilado de madera. Fuente: Hurtado, 2015.....	36
Figura 24. Estrategias de restauración como “el árbol nodriza” Proyecto CEQ 616. Fuente: Guevara, 2015.....	37
Figura 25. Vulnerabilidad patrimonial. Fuente: Hurtado, 2015.....	37
Figura 26. Vulnerabilidad económica. Fuente: Hurtado, 2015.....	38
Figura 27. Vulnerabilidad institucional. Fuente: Hurtado, 2015.....	41
Figura 28. Mapa de amenaza total a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015.....	43
Figura 29. Mapa de amenaza total a incendios forestales bajo el Fenómeno de El Niño. Fuente: Hurtado, 2015.....	44
Figura 30. Mapa de vulnerabilidad a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015.....	45
Figura 31. Mapa de riesgo total a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015.....	47
Figura 32. Mapa de riesgo total a incendios forestales bajo el Fenómeno de El Niño. Fuente: Hurtado, 2015.....	49
Figura 33. Mapa de las líneas cortafuego. Fuente: Hurtado, 2015.....	51
Figura 34. Mapa de Zonas de Intervención Plan Piloto de Restauración de Bosque Seco Tropical. Fuente: Hurtado, 2015.....	52
Figura 35. Línea cortafuego (naranja), área de reordenación (amarillo). Fuente: Generalitat Valenciana, 2007.....	53
Figura 36. Línea cortafuego. Fuente: Generalitat Valenciana, 2007.....	54
Figura 37. Continuidad del combustible vegetal en el área de estudio. Fuente: Hurtado, 2015.....	54
Figura 38. Madera apilada. Fuente: Hurtado, 2015.....	56
Figura 39. Madera apilada. Fuente: Guevara, 2015.....	56
Figura 40. Madera apilada. Fuente: Hurtado, 2015.....	57
Figura 41. Charla con los comandantes de los Cuerpos de Bomberos de los municipios de Agrado, Tesalia, Paicol y Gigante. Fuente: Cantor, 2015.....	60
Figura 42. Charla con el Cuerpo de Bomberos del municipio de Agrado el 10 de Abril. Fuente: Cantor, 2015.....	60
Figura 43. Charla con la Defensa Civil del municipio de Agrado. Fuente: Hurtado, 2015.....	61
Figura 44. Charla con los funcionarios de Fundación Natura. Fuente: Ramírez, 2015.....	62
Figura 45. Charla con los funcionarios de Fundación Natura. Fuente: Ramírez, 2015.....	62
Figura 46. Visita guiada con los Bomberos del municipio de Agrado. Fuente: Guevara, 2015.....	63
Figura 47. Visita guiada con los Bomberos del municipio de Agrado. Fuente: Guevara, 2015.....	63
Figura 48. Vegetación quemada encontrada en el trayecto desde el Vivero hacia la Laguna. Fuente: Guevara, 2015.....	64



Figura 49. Registro de quema realizada en la finca aledaña al área de compensación zona 3. Fuente: Hurtado, 2015 65

Figura 50. Quema registrada en la vía Garzón-Agrado. Fuente: Guevara, 2015 65

Figura 51. Incendio ocurrido el 13 de agosto, atendido por la Fundación Natura. Fuente: Fajardo, 2015 66

Figura 52. Incendio ocurrido el 13 de agosto, atendido por la Fundación Natura. Fuente: Fajardo, 2015 66

Figura 53. Incendio registrado el 24 de julio en el municipio de Garzón. Fuente: Hurtado, 2015 67

Figura 54. Incendio registrado al oriente del embalse el 28 de Septiembre. Fuente: Hurtado, 2015 67

Figura 55. Incendio registrado cerca a las estrategias del Proyecto CEQ 750. Fuente: Fajardo, 2015 68

Figura 56. Incendio registrado cerca a las estrategias del Proyecto CEQ 750. Fuente: Fajardo, 2015 68

Figura 57. Estructura organizacional. Fuente: USAID/OFDA, 2005 73

Figura 58. Esquema del protocolo operativo. Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f. & USAID/OFDA, 2005 74

Figura 59. Organigrama del CLE I Central Betania. Fuente: Emgesa S.A.E.S.P., 2015 75

Figura 60. Visibilidad desde las torres de vigilancia a cero metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015 80

Figura 61. Visibilidad desde las torres de vigilancia a diez metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015 81

Figura 62. Visibilidad desde las torres de vigilancia a quince metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015 .. 82

Figura 63. Visibilidad desde las torres de vigilancia a veinte metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015 ... 83

Figura 64. Vista hacia el norte del embalse desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015 84

Figura 65. Vista hacia el sur del embalse desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015 84

Figura 66. Panorámica desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015 85

Figura 67. Vista hacia el casco urbano de Gigante desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015 85

Figura 68. Vista hacia la Cuchilla del Tigre desde Mesa Alta. Fuente: Guevara, 2015 85

Figura 69. Vista hacia el punto localizado en la Cuchilla del Tigre. Fuente: Guevara, 2015 86

Figura 70. Vista hacia el punto localizado en la Cuchilla del Tigre. Fuente: Guevara, 2015 86

Figura 71. Página de pronósticos y alertas, reporte diario de incendios. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios> 88

Figura 72. Selección del año en el que se desea observar la probabilidad de incendio. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios> 89

Figura 73. Selección del día y mes en el que se desea observar la probabilidad de incendio. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios> 89

Figura 74. Mapa del panorama de amenaza a incendios forestales en el país para el 28 de septiembre del 2015. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios> 90

Figura 75. Ubicación de la región de la cual se desea obtener el reporte de amenaza a incendios. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios> 90

Figura 76. Ubicación del departamento y los municipios que están en amenaza roja a incendios forestales. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios> 91

Figura 77. Simulacro-Capacitación. Manejo de herramientas. Fuente: Fajardo, 2015 100



<i>Figura 78. Simulacro-Capacitación. Manejo de herramientas. Fuente: Fajardo, 2015</i>	100
<i>Figura 79. Simulacro-Capacitación. Manejo de herramientas. Fuente: Fajardo, 2015</i>	101
<i>Figura 80. Equipos de control y combate de incendios forestales de la Central Betania. Fuente: Emgesa S.A.E.S.P., 2015</i>	104
<i>Figura 81. Radios de comunicaciones referencia EP 450 (Izquierda) y EM 200 (Derecha). Fuente: Siscom Telecomunicações, 2016 y Telecar C.A., 2016</i>	104
<i>Figura 82. Puntos de recarga hídrica. Fuente: Hurtado, 2015</i>	110
<i>Figura 83. Mapa de vías de acceso. Fuente: Hurtado, 2015</i>	112
<i>Figura 84. Camino de herradura (Izquierda) y Vía destapada (Derecha). Fuente: Hurtado, 2015</i>	114
<i>Figura 85. Vía pavimentada. Fuente: Hurtado, 2015</i>	114
<i>Figura 86. Sustentación del Plan a Emgesa. Fuente: Tamayo, 2016</i>	123
<i>Figura 87. Sustentación del Plan a Emgesa. Fuente: Tamayo, 2016</i>	124
<i>Figura 88. Sustentación del Plan a Emgesa. Fuente: Tamayo, 2016</i>	124

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Estaciones climatológicas que proporcionaron la información de temperatura (°C). Fuente: IDEAM, 2015</i>	24
<i>Tabla 2. Estaciones climatológicas que proporcionaron la información de precipitación (mm). Fuente: IDEAM, 2015</i>	25
<i>Tabla 3. Herramientas básicas recomendadas para una cuadrilla de 12 personas. Fuente: Agudelo, 2015</i>	39
<i>Tabla 4. Equipo hidráulico recomendado. Fuente: Agudelo, 2015</i>	40
<i>Tabla 5. Amenaza total</i>	42
<i>Tabla 6. Amenaza total bajo el fenómeno de El Niño</i>	43
<i>Tabla 7. Vulnerabilidad total a incendios forestales</i>	45
<i>Tabla 8. Riesgo total a incendios forestales</i>	46
<i>Tabla 9. Riesgo total bajo el Fenómeno de El Niño</i>	47
<i>Tabla 10. Características de líneas cortafuego propuestas</i>	52
<i>Tabla 11. Resumen de longitudes de las líneas cortafuego propuestas</i>	53
<i>Tabla 12. Especies resistentes al estrés hídrico. Fuente: Fundación Natura, 2015</i>	55
<i>Tabla 13. Participación en las charlas realizadas sobre el Plan de Incendios Forestales</i>	59
<i>Tabla 14. Capacidad de respuesta para los Cuerpos de Bomberos</i>	69
<i>Tabla 15. Capacidad de respuesta para la Defensa Civil</i>	70
<i>Tabla 16. Ubicación de sitios propuestos para las torres de vigilancia</i>	78
<i>Tabla 17. Área visible de las torres de vigilancia</i>	79
<i>Tabla 18. Capacitadores propuestos. Fuente: Guevara & Hurtado, 2015</i>	92
<i>Tabla 19. Programa de capacitadores. Fuente: Guevara & Hurtado, 2015</i>	95



Tabla 20. <i>Inventario de herramientas de los diferentes Cuerpos de Bomberos</i>	102
Tabla 21. <i>Inventario de herramientas de la Defensa Civil en cada uno de los municipios</i>	103
Tabla 22. <i>Inventario de herramientas de la Central Betania</i>	105
Tabla 23. <i>Inventario de herramientas de la Fundación Natura</i>	106
Tabla 24. <i>Inventario de las herramientas faltantes para la Cuadrilla El Quimbo</i>	107
Tabla 25. <i>Inventario general de las herramientas faltantes</i>	108
Tabla 26. <i>Empresas encargadas de fabricar herramientas y elementos de protección para el combate de incendios</i>	109
Tabla 27. <i>Quebradas permanentes e intermitentes</i>	110
Tabla 28. <i>Vías según su tipo</i>	111
Tabla 29. <i>Tiempos de respuesta ante incendio forestal</i>	113
Tabla 30. <i>Costo total para la ejecución del Plan a 5 años</i>	122
Tabla 31. <i>Actividades a desarrollar durante los 5 años de ejecución del Plan de Incendios</i>	128

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Equivalencias de las características del combustible vegetal (tipo, duración, carga)</i>	135
Anexo 2. <i>Calificación y categorización de la amenaza en factores climáticos (precipitación, temperatura, viento y brillo solar)</i>	139
Anexo 3. <i>CALIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA EN FACTORES DE RELIEVE</i>	140
Anexo 4. <i>Calificación y categorización de la amenaza en factores de cercanía vial</i>	140
Anexo 5. <i>Calificación y categorización de la vulnerabilidad poblacional a partir de la densidad de la población y colindancia</i>	140
Anexo 6. <i>Calificación y categorización de la vulnerabilidad territorial (erosión y vulnerabilidad ecológica)</i>	141
Anexo 7. <i>Calificación y categorización de la vulnerabilidad de las infraestructuras</i>	142
Anexo 8. <i>Calificación y categorización de la vulnerabilidad económica</i>	142
Anexo 9. <i>Calificación y categorización de la vulnerabilidad institucional</i>	142



1 INTRODUCCIÓN

El Quimbo es una central hidroeléctrica, construida por EMGESA (Empresa Colombiana, dedicada a la generación de energía eléctrica y comercialización en el mercado No regulado), la cual tiene como objetivo atender el 8% de la demanda de energía del país. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el año 2009 bajo la Resolución 899 otorga la Licencia Ambiental para la construcción y operación del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, el cual se encuentra ubicado en el departamento del Huila, con un área de influencia que abarca los municipios de Gigante, Garzón, El Agrado, Altamira, Paicol y Tesalia (EMGESA S.A.E.S.P., 2014).

EMGESA contrató a la Fundación Natura para realizar la propuesta de restauración de bosque seco tropical en el área identificada como potencial para la compensación de la cobertura vegetal existente en el embalse. Para esta restauración el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por medio del AUTO 3563 del 2010 indica los requerimientos específicos para el plan de restauración y el modelo de los pilotos (Avella *et al.*, 2010).

La Fundación Natura con el Plan Piloto de Restauración de Bosque Seco, pondrá a disposición todo el conocimiento en restauración ecológica, priorizando las áreas potenciales e identificando las estrategias más efectivas que permitan mejorar el ecosistema de bosque seco tropical (Avella *et al.*, 2010).

Para contextualizar, dicho ecosistema se encuentra desde las tierras bajas de México, hasta Bolivia y Brasil, donde existe una fuerte estacionalidad de lluvias, marcada por una época seca, siendo esta de 4 a 6 meses durante el año, de esta estacionalidad se derivan unas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en los seres vivos que allí habitan, para los cuales, vivir en el bosque seco representa un reto (Pizano & García, 2014).

En nuestro país se reporta que más de la mitad del área (65%) que originalmente cubría estos bosques se ha degradado hasta el punto de la desertificación, esto prueba la fragilidad del bosque seco tropical y la urgente necesidad de conservar lo poco que queda y de restaurarlo en las zonas donde ha desaparecido.

En Colombia existen seis regiones biogeográficas que tienen este ecosistema, dentro de las cuales se encuentran: Valle del Río Patía, el sur del Valle geográfico del Río Cauca, el Valle del Río Cauca, el alto y medio Valle del Río Magdalena, Santander y Norte de Santander, la costa Caribe y la Orinoquia (Pizano & García, 2014).

De modo general es posible afirmar que en nuestro país queda menos del 4% de la cobertura original de bosque seco tropical maduro, otro 5% corresponde a los remanentes con algún grado de intervención, lo cual quiere decir, que más del 90% de los bosques secos de Colombia han sido talados. Se hace evidente la enorme necesidad de restaurar el bosque seco tropical y sus servicios ecosistémicos, así como de generar mecanismos para protegerlos de amenazas como los incendios forestales (Pizano & García, 2014).

El Plan de prevención, control y mitigación de incendios forestales hace parte del Plan Piloto de restauración del bosque seco tropical, desarrollado por una parte, por la Fundación Natura, que es una organización de la sociedad civil dedicada a la conservación, uso y manejo de la



biodiversidad para generar beneficios sociales, económicos y ambientales, en el marco del desarrollo humano sostenible. Por otra parte participa en alianza estratégica la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en el proyecto curricular de ingeniería forestal de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Este trabajo se realizó en el marco del trabajo de grado en modalidad Pasantía.

El área de estudio se sitúa en el Departamento del Huila, suroccidente de Colombia, entre las cordilleras central y oriental, a 70 Km al sur de Neiva, en el río Magdalena, el cual abarca los municipios de Gigante, El Agrado, Garzón, Paicol y Tesalia con 25.955,21 Ha, conformadas por el área de compensación actual y un área buffer.

Este Plan contribuirá con el cumplimiento de algunos de los objetivos expuestos en el Plan Piloto, que busca definir estrategias de conservación y restauración a escala local y regional como medio de compensación.

El Plan de prevención, control y mitigación de incendios forestales es una herramienta de trabajo que permite de manera anticipada y planificada definir las medidas de intervención restrictiva y prospectiva que se deben desarrollar. Además de permitir la toma de decisiones ante la posibilidad de ocurrencia de una situación de emergencia generada por un evento natural o antrópico.

En la formulación se tuvo en cuenta un amplio conocimiento de aspectos biofísicos y socioculturales de la región, llegando así al análisis de la prioridad de protección en la que intervienen diferentes factores con sus respectivas variables, como el riesgo determinado por la amenaza y la vulnerabilidad. Se plantean tres fases básicas de intervención: antes, durante y después, cada una de ellas con un programa específico.

La primera fase contempla el diseño de un programa de prevención cuya acción primordial es evitar que los incendios forestales ocurran; la segunda fase adelanta la propuesta de un programa de respuesta cuya acción es la atención inmediata combatiendo el fuego y la última fase desarrolla los lineamientos para un programa de recuperación en la que se plantea un conjunto de acciones que se deben llevar a cabo después de la ocurrencia del incendio forestal.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Formular el Plan de prevención, control y mitigación de incendios forestales para el área de compensación biótica y restauración ecológica del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo (Huila).



2.2 Objetivos específicos

Zonificar el territorio de acuerdo con el grado de vulnerabilidad, amenaza y riesgo a incendios forestales, según variables climáticas, biológicas y antrópicas.

Definir acciones: inmediatas, de corto, de mediano y de largo plazo para el conocimiento del riesgo; la reducción del riesgo; y el manejo de emergencias, por incendios forestales, para el área de compensación biótica y restauración ecológica del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo (Huila), estableciendo los procesos y recursos necesarios para su futura implementación.

Contribuir en el diseño de instrumentos de educación, capacitación y difusión sobre la temática de incendios forestales, con miras a mejorar las capacidades locales hacia la reducción de riesgos de desastre

Socializar el plan con EMGESA, autoridades y comunidades.

3 METODOLOGÍA

Se siguió la estructura metodológica implementada por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, que determina tres componentes fundamentales (conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres), estos componentes fueron creados por la Ley 1523 del 2012; dentro de los cuales encontramos la prevención que hace parte de los dos primeros componentes; el control y la restauración que involucran el último componente en fenómenos

que producen riesgo como lo son los incendios forestales. A partir de lo anterior damos lugar a la metodología.

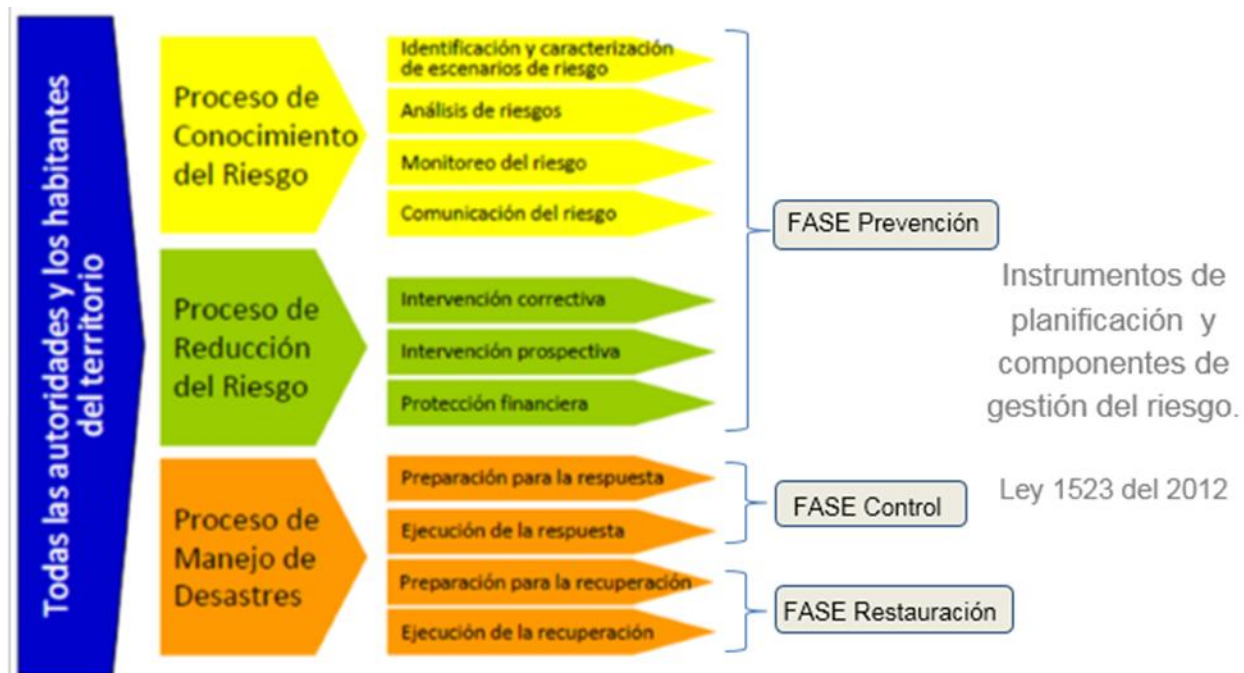


Figura 1. Relación entre los instrumentos de planificación y los componentes de la gestión del riesgo creados por la Ley 1523 del 2012. Fuente: UNGRD, 2012

En la Figura 1 se observan los tres componentes en los que está dividida la metodología de la Ley 1523 del 2012 para la gestión del riesgo de desastres, dentro de los cuales se encuentran: El proceso de conocimiento del riesgo, que a su vez se compone de la identificación y caracterización de escenarios de riesgo, análisis, monitoreo y comunicación de los mismos; El proceso de reducción del riesgo, dentro del cual se debe realizar la intervención correctiva, prospectiva y la protección financiera; por último se tiene El proceso de manejo de desastres, en donde se debe preparar y ejecutar la respuesta y la recuperación.

3.1 PREVENCIÓN

3.1.1 Identificación y caracterización de escenarios de riesgo

La metodología empleada para la identificación y caracterización de escenarios de riesgo fue generada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2011), la cual se describe en el “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000/Ajustado”, para este trabajo se ajustó la metodología con un mayor detalle a una escala de 1:25.000.



El protocolo se organiza mediante seis fases, las cuales necesitaron para su ejecución, un sistema de información geográfica como herramienta de modelamiento espacial. Para este trabajo se dispuso del software ArcGis 10.3.

Para lograr un mejor análisis global de la zona se realizó un buffer de 1 km alrededor del área de restauración actual (8976,42 Ha) y de los polígonos potenciales de las áreas a restaurar que comprenden 2280,78 Ha, permitiendo tener en cuenta los posibles peligros de las áreas colindantes, obteniendo un total de 25.955,21 Ha.

3.1.1.1 Primera fase metodológica: Definición del marco teórico y conceptual

Se determinó el nivel de escala (1:25.000) con base en la información cartográfica suministrada por la Fundación Natura. Para la realización de los mapas se empleó el sistema Magna-Sirgas (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas).

Los mapas conceptuales que esquematizan el proceso metodológico que permitió la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo se pueden encontrar a en la Figura 2, Figura 3 y Figura 4:

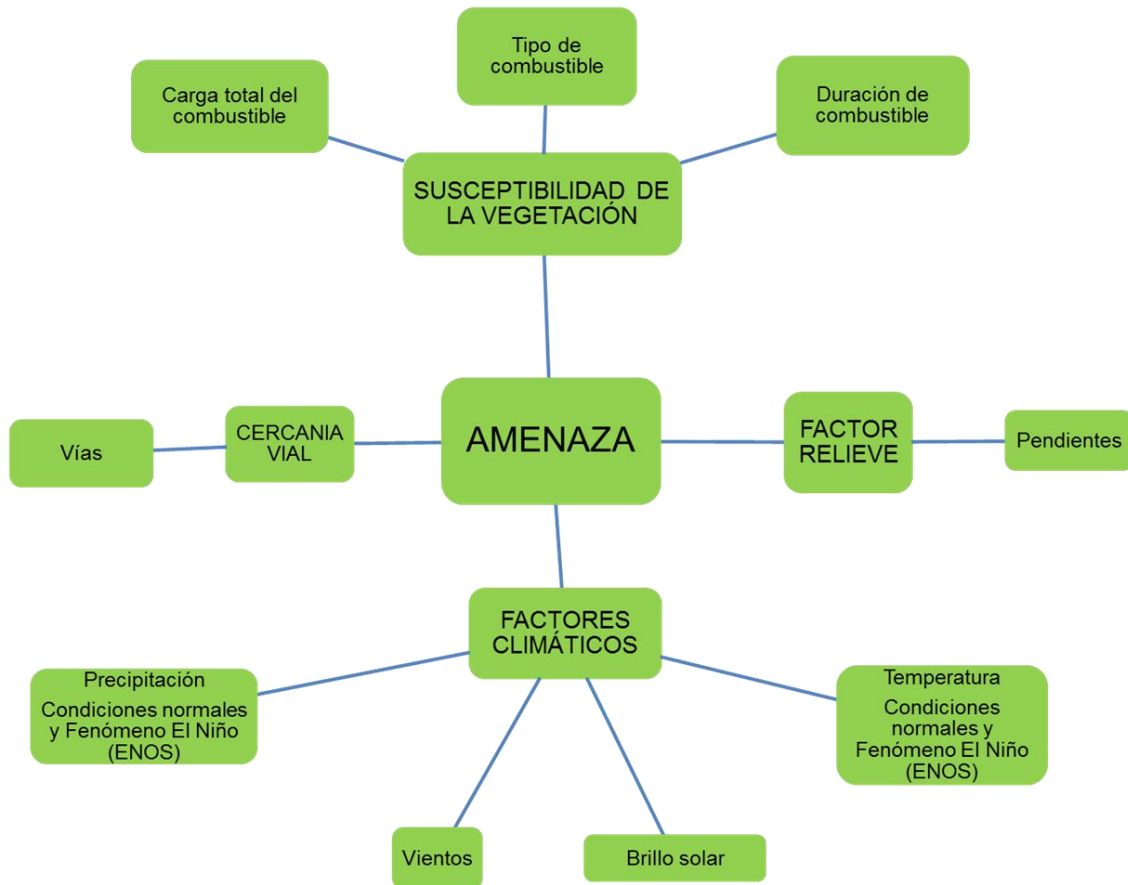


Figura 2. Interrelación entre los factores de amenaza a incendios forestales. Fuente: IDEAM, 2011

En la Figura 2 se observan los factores que se tienen en cuenta para poder calcular la amenaza: el primero es la susceptibilidad de la vegetación que se define a partir de la carga total del combustible, el tipo de combustible y la duración de combustible; el segundo es el relieve que involucra únicamente las pendientes del terreno; el tercero es el factor climático, en el cual se tiene en cuenta la precipitación y temperatura bajo condiciones normales y condiciones del fenómeno del niño, adicional a esto se incluye el viento y el brillo solar; finalmente la cercanía vial en la cual se tienen en cuenta las vías.

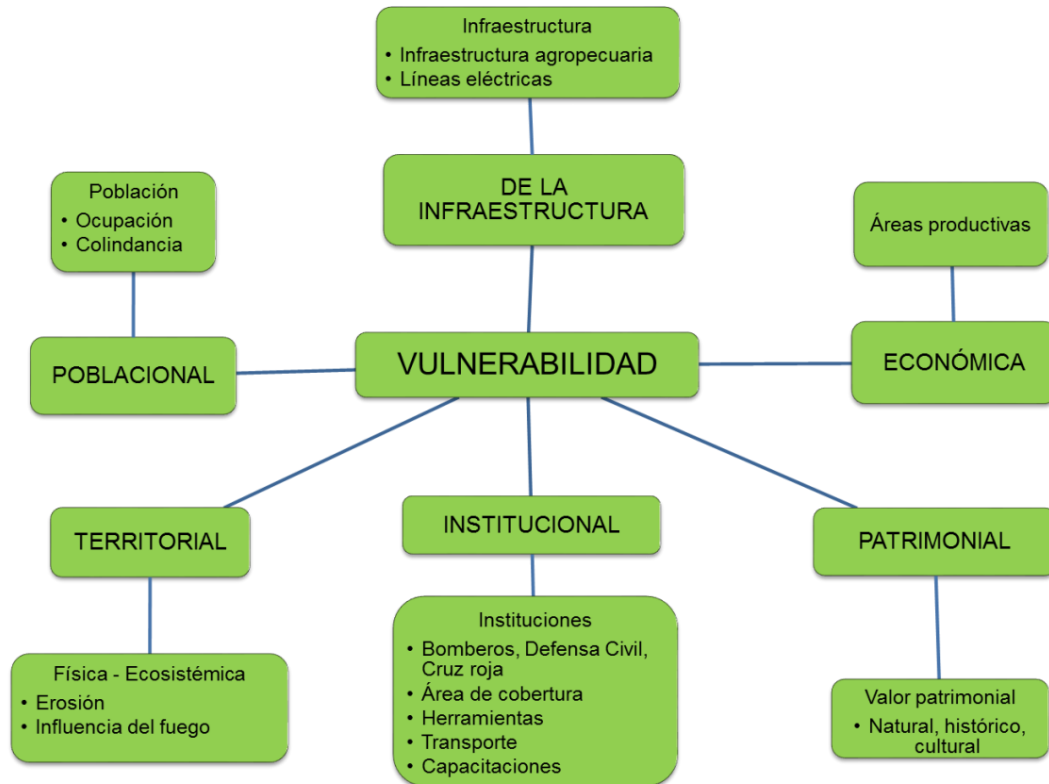


Figura 3. Interrelación entre los factores de vulnerabilidad a incendios forestales. Fuente: IDEAM, 2011

Para calcular la vulnerabilidad total en la Figura 3 se observan las seis vulnerabilidades que se tienen en cuenta: la primera es la vulnerabilidad de la infraestructura en donde se incluyeron las líneas eléctricas y la infraestructura agropecuaria que se encontraban en la zona o cercana a ella; la segunda es la vulnerabilidad económica en donde se tienen en cuenta las áreas productivas; la tercera es la vulnerabilidad patrimonial en donde se incluyeron las zonas con valor patrimonial natural, histórico y cultural; la cuarta es la vulnerabilidad institucional en donde se calculó la capacidad de respuesta de los cuerpos de bomberos, la defensa civil y la cruz roja que incluye el área de cobertura, las herramientas, el transporte y las capacitaciones; la quinta es la vulnerabilidad territorial, para la cual se tiene en cuenta la erosión y la influencia del fuego en los ecosistemas presentes; finalmente la vulnerabilidad poblacional en donde se tuvo en cuenta la ocupación y la colindancia a las coberturas vegetales.



Figura 4. Interrelación entre los factores de riesgo a incendios forestales. Fuente: IDEAM, 2011

En la Figura 4 se observan los escenarios de riesgo y las áreas de interés estratégico que se consideran al momento de calcular el riesgo en la zona.

3.1.1.2 Segunda fase metodológica: Identificación y obtención de la información cartográfica

Para esta etapa se adquirió la base cartográfica de la zona de estudio, a partir de la información suministrada por la Fundación Natura, EMGESA, ICA, Defensa Civil, Cruz Roja, Cuerpos de Bomberos, Asojuntas, Secretaría de Planeación y Obras Públicas, y el SISBEN de los municipios.

- Mapa de límites político-administrativos: Incluye a los municipios Paicol, Agrado, Tesalia, Garzón y Gigante, además de las veredas que comprenden el área de estudio.
- Mapa de centros poblados: Comprende los cascos urbanos relevantes por su proximidad al área de estudio.
- Mapa vial: Se incluyen las vías desde las principales hasta tipo 7.
- Mapa con la ubicación de redes eléctricas
- Hidrografía: Conformada por la red hidrográfica (ríos, quebradas y cuerpos de agua).
- Topografía: Incluye las curvas de nivel y modelo digital del terreno.



- Mapa de cobertura y uso actual de la tierra según clasificación CORINE LAND COVER: Detalle de nivel 6.
- Mapa de precipitación (isoyetas) media anual multianual en milímetros.
- Mapa de temperatura (isotermas) media anual multianual en grados centígrados.
- Mapa de erodabilidad del suelo.
- Información climática (Datos de temperatura y precipitación) de los municipios Agrado, Paicol, Gigante, Tesalia y Garzón.
- Información de la media anual multianual de brillo solar.
- Información de la media anual multianual de velocidad y dirección del viento.
- Información de la capacidad de respuesta ante un incendio forestal (área de cobertura, herramientas y capacitaciones).
- Información de infraestructura agropecuaria suministrada por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
- Información poblacional por vereda.

3.1.1.3 Tercera fase metodológica: Procedimientos para la normalización, ponderación y categorización de las variables geográficas utilizadas en el análisis de amenaza y vulnerabilidad de incendios forestales.

De acuerdo al protocolo del IDEAM en el 2011, las variables de riesgo fueron clasificadas según una escala numérica. Esto supone en muchos casos un cambio en la naturaleza de los datos, por lo que se transformó la escala nominal-categoría a otra de naturaleza ordinal.

El criterio de normalización emplea la siguiente ecuación:

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

Donde:

x= valor que adquiere puntualmente el factor en el espacio

Min= Valor mínimo del factor en toda el área de estudio

Max= Valor máximo del factor en toda el área de estudio



Una vez normalizadas las variables y los factores, se reunieron en una distribución de frecuencias en cinco rangos. Se determinó el tamaño de cada rango a partir de la amplitud de los valores generados con la siguiente ecuación:

$$\text{Amplitud del rango} = \frac{(\text{Max} - \text{Min})}{n}$$

Donde:

Max= Valor máximo normalizado del factor en toda el área de estudio

Min= Valor mínimo normalizado del factor en toda el área de estudio

n= Número total de categorías.

A los rangos obtenidos se les asigna una calificación categórica de la siguiente manera: (1) Muy baja, (2) Baja, (3) Moderada, (4) Alta y (5) Muy alta.

Para la ponderación de las variables y los factores se seguirá el método propuesto por el Protocolo, dando como resultado las siguientes ecuaciones:

Amenaza= susceptibilidad de la vegetación*(0.18) + precipitación*(0.21) + temperatura*(0.21) + pendientes*(0.08) + cercanía vial*(0.11) + brillo solar*(0.07) + viento*(0.11)

Vulnerabilidad= V. institucional*(0.06) + V. patrimonial*(0.20) + V. poblacional*(0.31) + V. territorial*(0.20) + V. infraestructura*(0.05) + V. económica*(0.18).

3.1.1.4 Cuarta fase metodológica: Evaluación de la amenaza a incendios forestales

Consiste en la calificación de los siguientes factores propios del territorio, que le otorgan una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios.

Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

Se realizó mediante la identificación y valoración de la condición pirogénica de la vegetación, según el modelo de combustibles. Allí se evalúa el comportamiento de los ecosistemas frente al fuego, tanto en el inicio de la conflagración como en la modelación del comportamiento del fuego.

Los factores que componen la clasificación del modelo de combustibles son:

- Tipo de combustible vegetal predominante por ecosistema.

Partiendo del mapa de cobertura vegetal se realizó una reclasificación mediante la interpretación de los tipos de cobertura, según los tipos de combustibles dominantes, generando para cada uno un valor de calificación de acuerdo con el Anexo 1.

- Duración del tipo de combustible dominante, en horas de ignición (1 hr, 10 hr, 100 hr)

Se realizó una reclasificación del mapa de cobertura vegetal, asignando de acuerdo a las coberturas predominantes, una calificación según la duración de los combustibles, para este paso se emplea el Anexo 1.

- Carga total de combustibles

Se emplea mediante la caracterización cualitativa dependiente de la correlación de la altura en metros, cobertura en valores porcentuales, biomasa aérea en Ton/ha. Se genera a partir del Anexo 1.

Una vez realizados los anteriores mapas se procede a la realización del producto entre cada uno de ellos (álgebra de mapas), el resultado se agrupa en 5 categorías mediante una distribución de frecuencias (Ver Figura 5). La ecuación empleada fue la siguiente:

$$SUSC = CAL(tc) + CAL(dc) + CAL(ct)$$

Donde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación (Susceptibilidad bruta)

CAL(tc): Calificación por tipo de combustible

CAL(dc): Calificación por duración de combustible

CAL(ct): Calificación por carga total de combustible

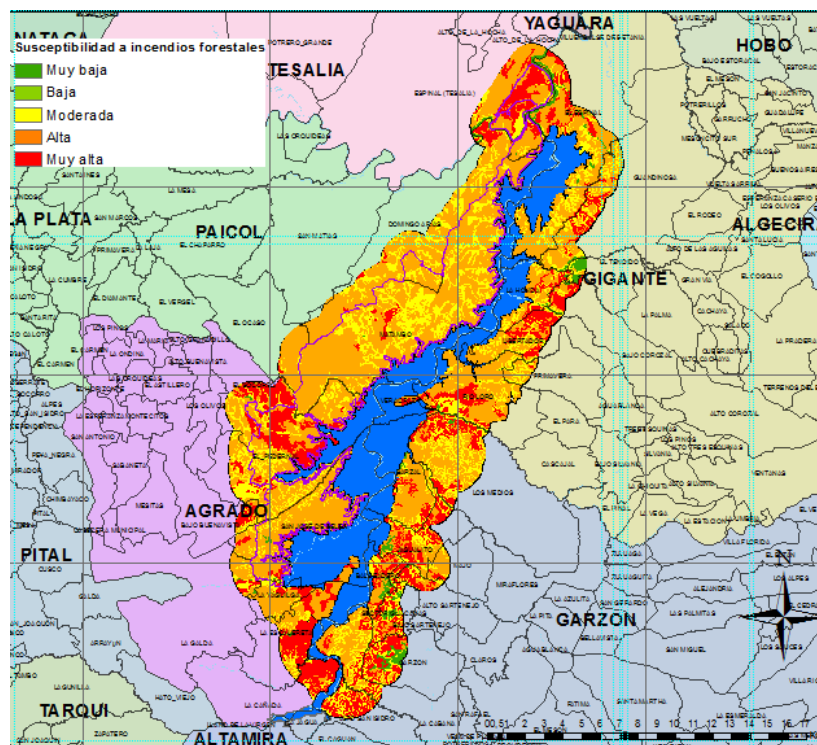


Figura 5. Susceptibilidad a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015

Son de fundamental importancia en la generación y propagación de este fenómeno, ya que determinan la duración y severidad de las estaciones secas y calurosas en una determinada área. Lo anterior influye directamente sobre la humedad de la vegetación y la cantidad de combustible presente.

Los factores climáticos incluidos son la temperatura media anual multianual, la precipitación media anual multianual, velocidad del viento media anual multianual y brillo solar medio anual multianual. Para este aspecto se realizó un ajuste a las categorías propuestas por el IDEAM en su protocolo, para poder trabajar en una escala 1:25.000.

Se calificó y clasificó la información de acuerdo con el Anexo 2.

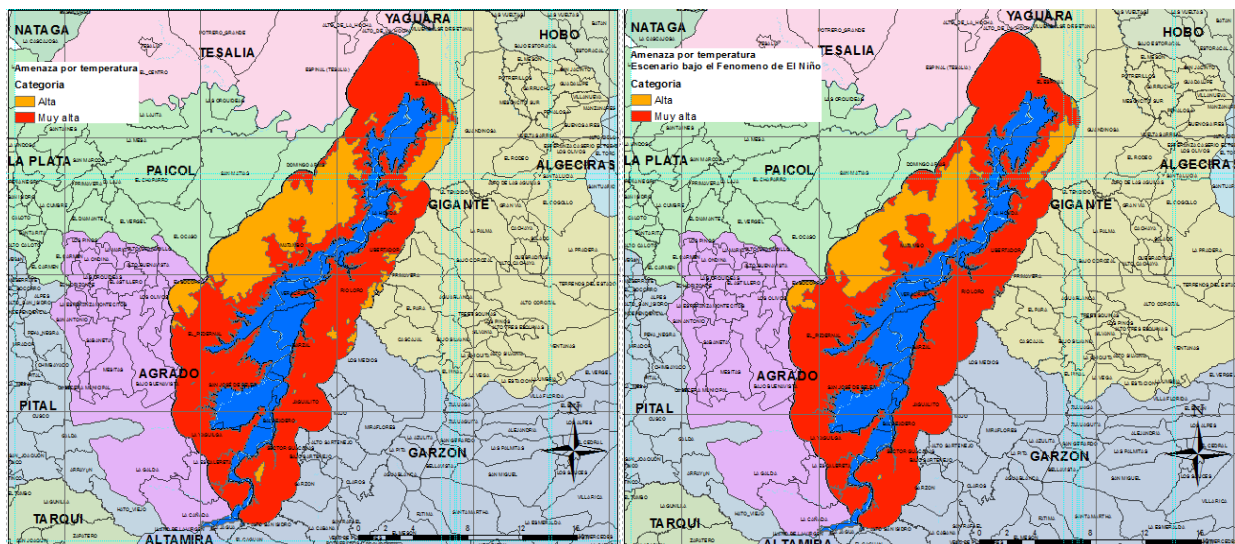


Figura 6. Amenaza por temperatura. Condiciones normales (Izq) y Condición Fenómeno de El Niño (Der). Fuente: Hurtado, 2015

En la Figura 6 se observan los mapas de temperatura registrada en el área de estudio en condiciones normales y bajo condiciones de fenómeno de El Niño, las cuales registran únicamente dos categoría de amenaza alta y muy alta.

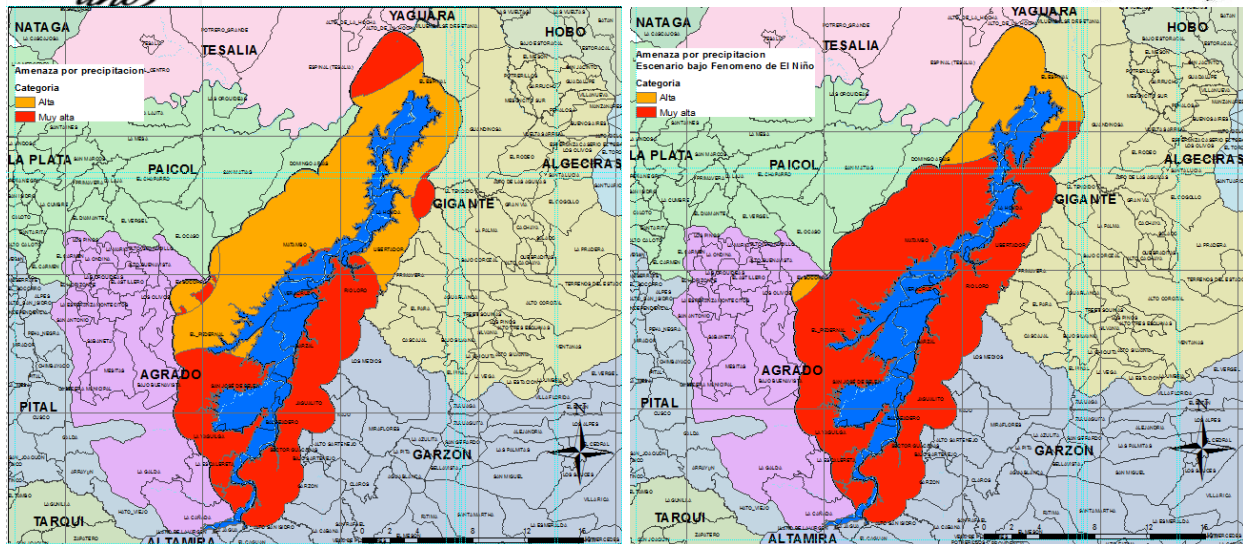


Figura 7. Amenaza por precipitación. Condiciones normales (Izq) y Condición Fenómeno de El Niño (Der). Fuente: Hurtado, 2015

En la Figura 7 se observan las dos categorías de precipitación que se presentan bajo condiciones normales y fenómeno de El Niño.

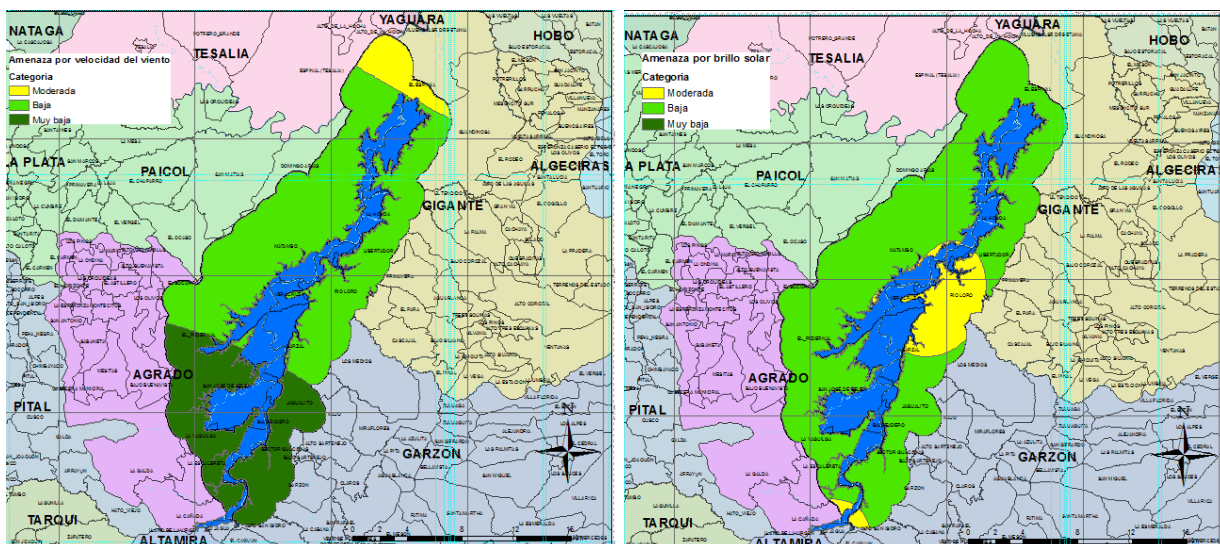


Figura 8. Amenaza por velocidad del viento (Izq) y Amenaza por brillo solar (Der). Fuente: Hurtado, 2015

En la Figura 8 se observan los mapas de amenaza por la velocidad del viento y por brillo solar que se clasifican en tres categorías muy baja, baja y moderada.



Fenómeno de El Niño (ENOS)

El IDEAM (2012), afirma que la temperatura y la precipitación durante eventos del Fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) se ven fuertemente alterados, de tal manera que se presentan eventos de sequía, reducción en los niveles de los ríos y altas temperaturas, repercutiendo fuertemente en la aparición de incendios forestales.

Para el departamento del Huila se presenta una notable sensibilidad frente a eventos del Fenómeno de El Niño (IDEAM, 2012), por lo que la obtención de un escenario bajo dicho fenómeno se hace imprescindible.

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2011) y el IDEAM (2015) los años donde se ha presentado este fenómeno son: 1972-1973, 1976-1977, 1977-1978, 1982-1983, 1986-1988, 1991-1992, 1994-1995, 1997-1998, 2002-2003, 2004-2005, 2006-2007 y 2009-2010.

Se trabajó con la información proporcionada por la Fundación Natura, entre los años 1990 y 2008 de 19 estaciones climatológicas para precipitación y 6 estaciones climatológicas para temperatura, las cuales cubren el área de estudio.

A partir de la información de precipitación se empleó la metodología usada por Cárdenas (2011) adaptándose a una escala de tiempo anual multianual. El análisis del impacto del Fenómeno de El Niño en las precipitaciones se realizó mediante el siguiente procedimiento: escoger todos los años donde fue reportada la condición del fenómeno; dentro de este conjunto se calcularon las anomalías promedio para cada año, encontrando que el año más crítico en todas las estaciones fue 1992. Con esta información se procedió a efectuar el análisis espacial, empleando la herramienta de interpolación IDW (distancia inversa ponderada) del programa ArcGis 10.3.

Con la información de temperatura proporcionada por las estaciones climatológicas se realizó una regresión lineal entre los valores más extremos del Fenómeno de El Niño reportados anteriormente y la altitud sobre el nivel del mar; encontrándose la ecuación donde la temperatura es explicada por la altitud en un 95,1%; y las significancias estadísticas (P_valor) son inferiores a 0,05.

Posteriormente se calificó y clasificó la información de acuerdo con el Anexo 2. Para finalmente elaborar los mapas de precipitación y temperatura bajo el Fenómeno de El Niño.

En la Tabla 1 se encuentran las estaciones climatológicas que proporcionaron la información de temperatura para el área de estudio con las respectivas coordenadas.

Tabla 1. Estaciones climatológicas que proporcionaron la información de temperatura (°C). Fuente: IDEAM, 2015

ESTACIÓN	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
----------	-----------	---------	----------



RESINA	GUADALUPE	1°54'50" N	75°40'44" W
BETULIA LA	AGRADO	2°16'54" N	75°42'18" W
ESC AGR LA PLATA	LA PLATA	2°22'42" N	75°53'29" W
ZULUAGA	GARZON	2°15'9" N	75°31'46" W
IQUIRA	IQUIRA	2°39'8" N	75°37'45" W
ALGECIRAS	ALGECIRAS	2°31'18" N	75°19'20" W

Tabla 2. Estaciones climatológicas que proporcionaron la información de precipitación (mm). Fuente: IDEAM, 2015

ESTACIÓN	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
PTE BALSEADERO	AGRADO	2°13'57" N	75°38'55" W
BETULIA LA	AGRADO	2°16'54" N	75°42'18" W
ANTENA TV	AGRADO	2°20'3" N	75°43'43" W
LA JAGUA	GARZON	2°10'11" N	75°40'40" W
GARZON	GARZON	2°11'24" N	75°36'18" W
ZULUAGA	GARZON	2°15'9" N	75°31'46" W
GIGANTE 2	GIGANTE	2°23'20" N	75°32'17" W
CRISTALINA HDA	GIGANTE	2°19'2" N	75°30'13" W
RIOLORO	GIGANTE	2°19'17" N	75°37'29" W
HATILLO EL	TESALIA	2°30'39" N	75°36'56" W
TESALIA 2	TESALIA	2°29'29" N	75°43'43" W
TOTUMO EL HDA	IQUIRA	2°35'38" N	75°37'16" W
ALGECIRAS	ALGECIRAS	2°31'18" N	75°19'20" W
SAN ANTONIO DEL PE	GARZON	2°4'40" N	75°40'55" W
TARQUI	TARQUI	2°6'32" N	75°49'22" W
LA ARCADIA	ALGECIRAS	2°26'5" N	75°24'3" W
IQUIRA	IQUIRA	2°39'8" N	75°37'45" W
ESC AGR LA PLATA	LA PLATA	2°22'42" N	75°53'29" W
RESINA	GUADALUPE	1°54'50" N	75°40'44" W

En la Tabla 2 se observa el listado de las estaciones climatológicas con las que se trabajó la información de precipitación en el área de estudio con sus respectivas coordenadas.

Factor de relieve

La propagación del fuego aumenta con el ángulo que ofrece la superficie, siendo más rápida a favor de la pendiente con respecto a zonas más planas.

Para poder introducir este factor en la evaluación de la amenaza, se elaboró un mapa de pendientes a partir de la herramienta "Slope" del programa ArcGis 10.3 y de información suministrada por la Fundación Natura, para realizar la clasificación según el Anexo 3 (Ver Figura 9).

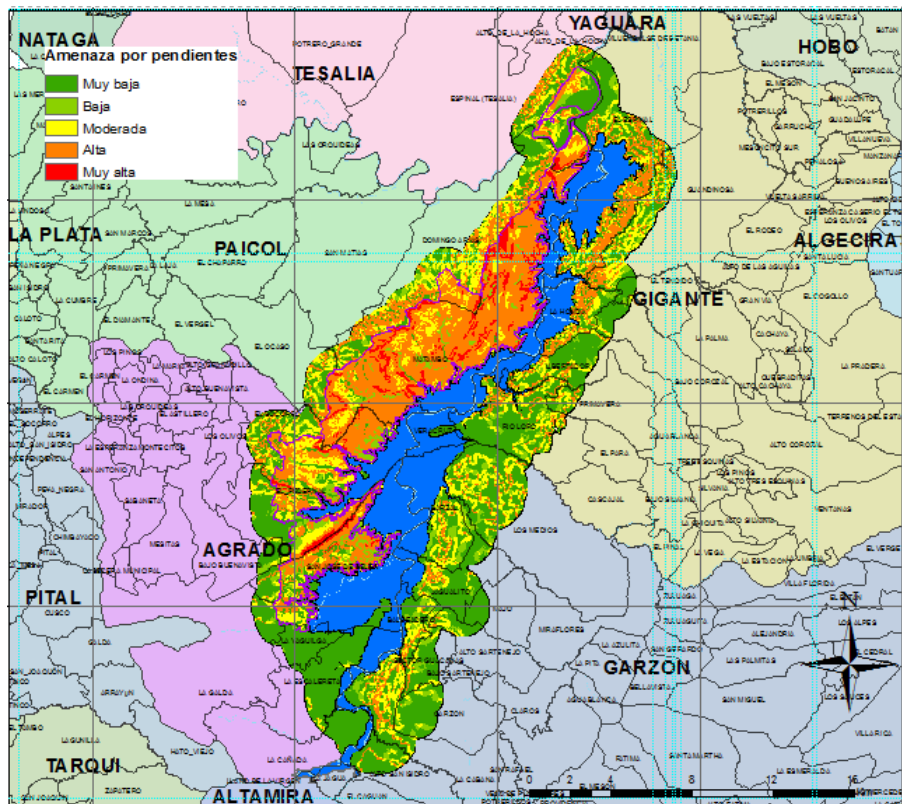


Figura 9. Amenaza por pendientes. Fuente: Hurtado, 2015

Cercanía vial

Expresada como la cercanía de las vías a coberturas vegetales susceptibles de ser incendiadas. Es fundamental para la generación de la probabilidad que la población pueda llegar a áreas forestales y generar focos de incendio.

Partiendo del mapa vial (vías principales y secundarias), se generaron 4 buffers de 250 metros de ancho, para luego clasificar y categorizar con respecto al Anexo 4 y así tener como base la facilidad de acceso a las diferentes coberturas y las distancias de estas a las vías (Ver Figura 10).

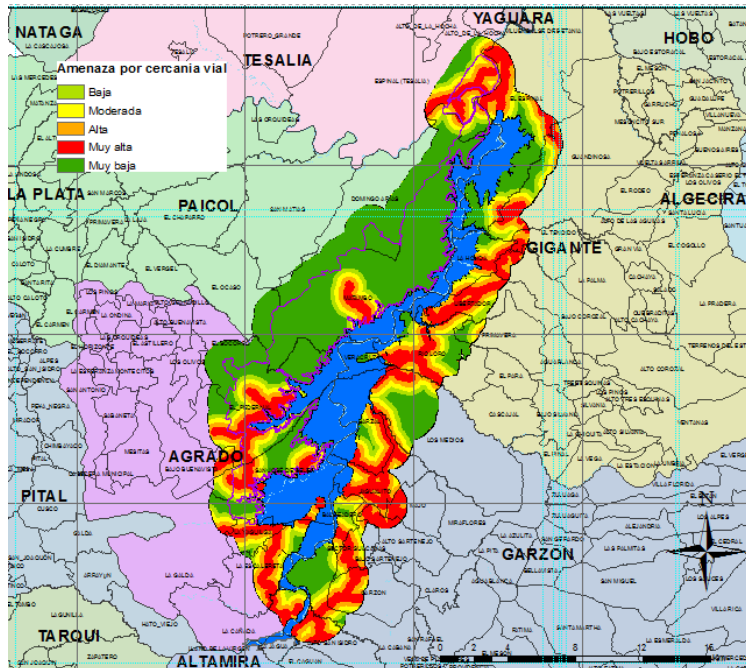


Figura 10. Amenaza por cercanía vial. Fuente: Hurtado, 2015

Mapa de amenaza total a incendios forestales

Mediante procesos de álgebra de mapas se genera una suma ponderada, posteriormente la normalización de los datos, calificación y categorización, la cual equivale a la amenaza total a incendios de la cobertura vegetal bajo condiciones normales y bajo condiciones del Fenómeno de El Niño. Los mapas de amenaza y amenaza bajo fenómeno de El Niño se pueden observar en los resultados de este documento.

3.1.1.5 Quinta fase metodológica: Evaluación de la vulnerabilidad a incendios forestales

Desde la perspectiva de protección civil, (IDEAM, 2011) indica que las consecuencias de los incendios requieren un análisis cuantitativo en función de los elementos vulnerables expuestos a este fenómeno, como lo son las personas, los bienes y el medio ambiente.

En este sentido, se propone interpretar a partir de la población, los valores de protección a infraestructuras e instalaciones, las actividades económicas, el patrimonio natural, histórico, cultural y la acción institucional, además de algunos aspectos territoriales, la vulnerabilidad presente en la zona de estudio.

Mapa de vulnerabilidad poblacional

Esta cartografía determina la vulnerabilidad de la población a partir del indicador de ocupación o grado de presencia de la misma. Se evalúa con la información de la densidad poblacional por vereda, según la información de la población y la extensión total en Km².

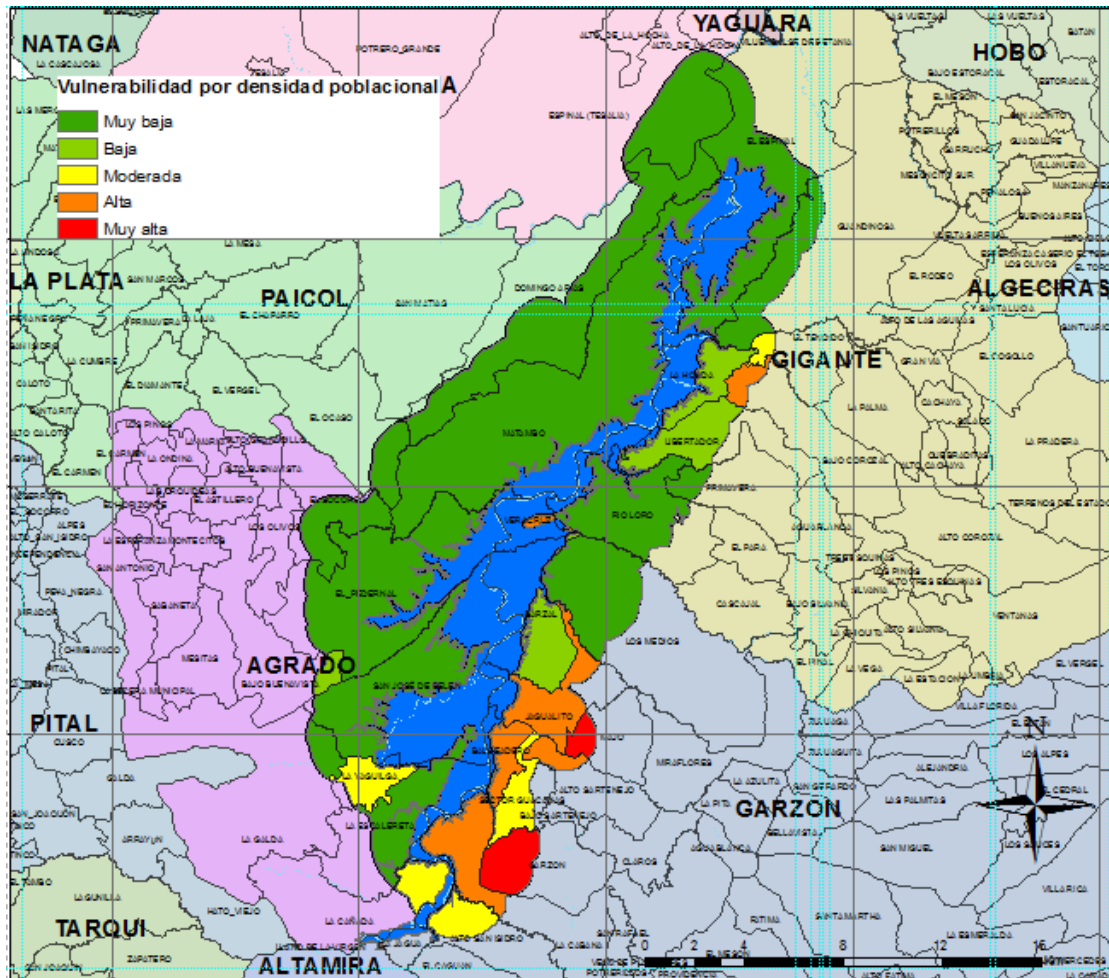


Figura 11. Vulnerabilidad por densidad poblacional. Fuente: Hurtado, 2015

Para el análisis de colindancia se utilizan las capas de centros poblados y áreas urbanizadas; para las cuales se generaron 4 buffers de 250 metros sobre cada elemento, para posteriormente interceptar la información obtenida con el mapa de susceptibilidad de los combustibles (Ver Figura 11).

A continuación se procede con el procesamiento de la información de densidad y colindancia mediante la normalización, categorización y calificación de los datos. Anexo 5.

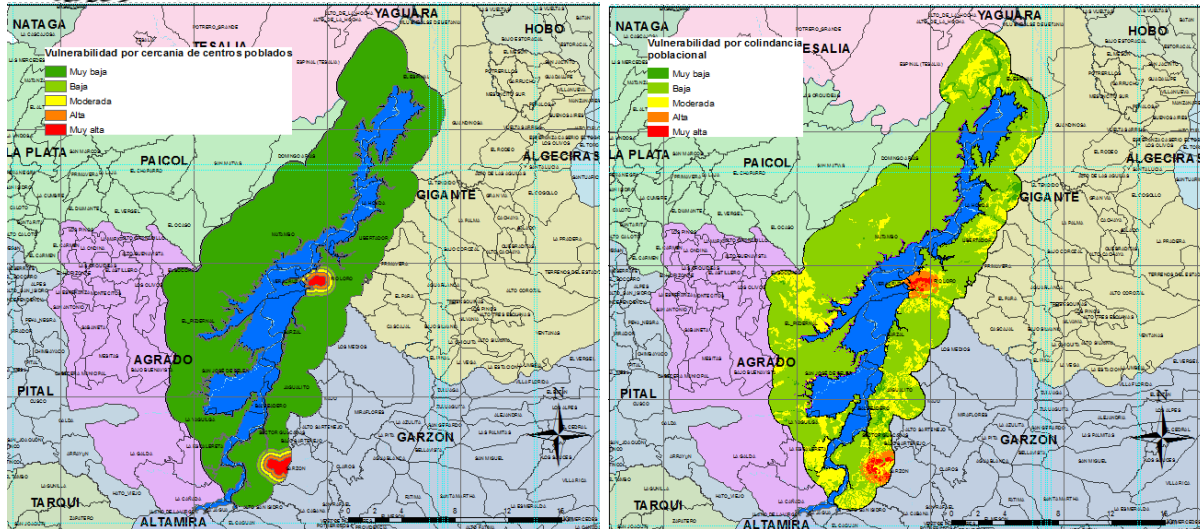


Figura 12. Vulnerabilidad por cercanía de centros poblados (Izq) y Vulnerabilidad por colindancia poblacional (Der). Fuente: Hurtado, 2015

En la Figura 12 se observan los mapas de vulnerabilidad por cercanía a centros poblados y colindancia poblacional a las coberturas vegetales, los cuales se clasifican en cinco categorías (muy baja, baja, moderada, alta y muy alta).

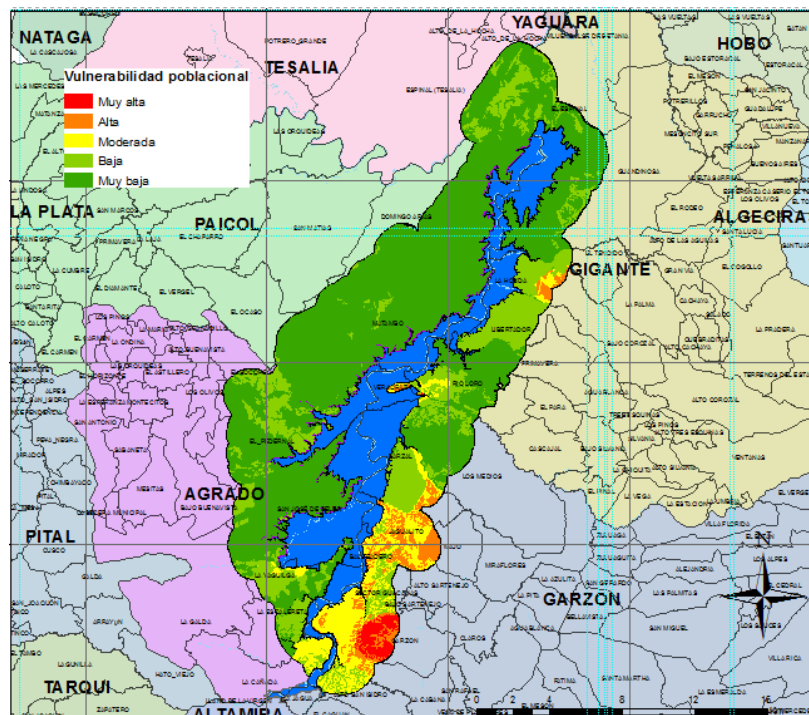


Figura 13. Vulnerabilidad poblacional. Fuente: Hurtado, 2015

La Figura 13 muestra el mapa de vulnerabilidad población que se obtiene al superponer los mapas de colindancia poblacional y cercanía a centros poblados.

Mapa de vulnerabilidad territorial

Corresponde a la suma de los mapas de vulnerabilidad física y ecológica, con su respectiva categorización y ponderación.

Vulnerabilidad física: Se determina a partir del grado de erodabilidad del suelo (Ver Figura 14). Anexo 6.

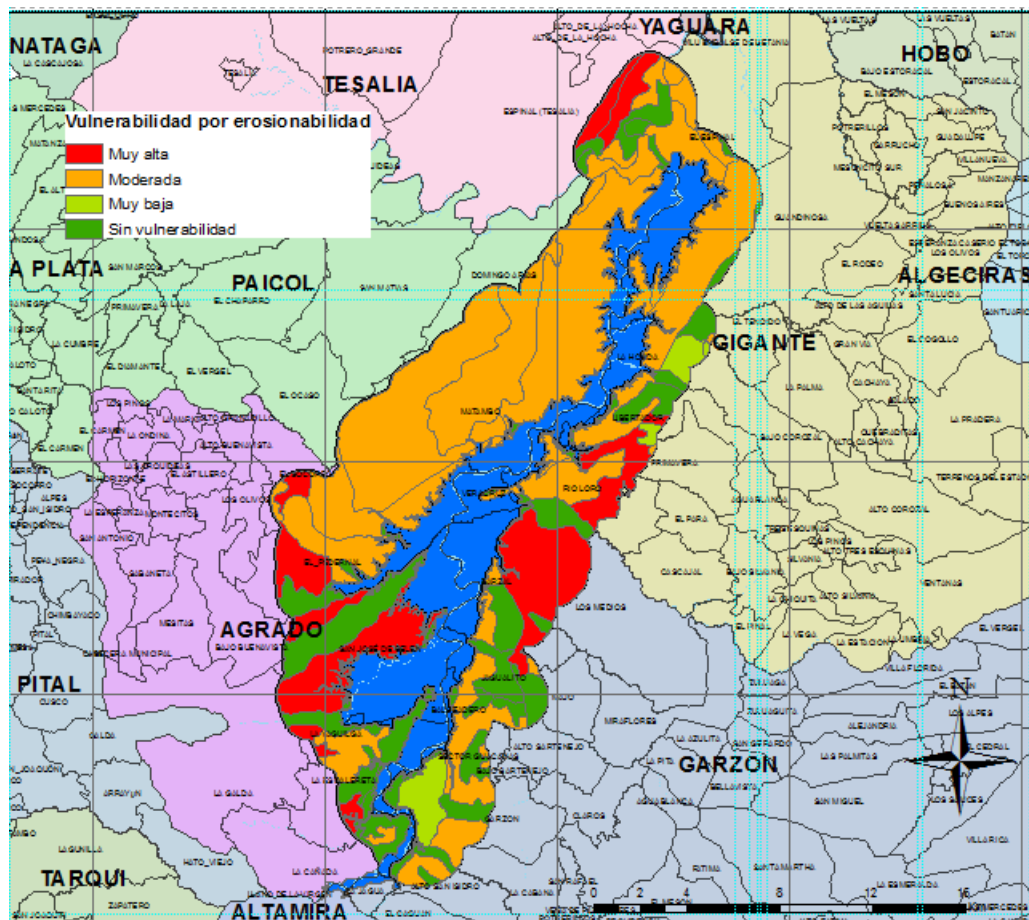


Figura 14. Vulnerabilidad por erosionabilidad. Fuente: Hurtado, 2015

Vulnerabilidad ecológica: Está evaluada como la adaptación de los distintos tipos de cobertura vegetal al fuego, que los hacen más o menos adaptados a la ocurrencia de un evento. Para el área de estudio se realizó la categorización de acuerdo al Anexo 6.

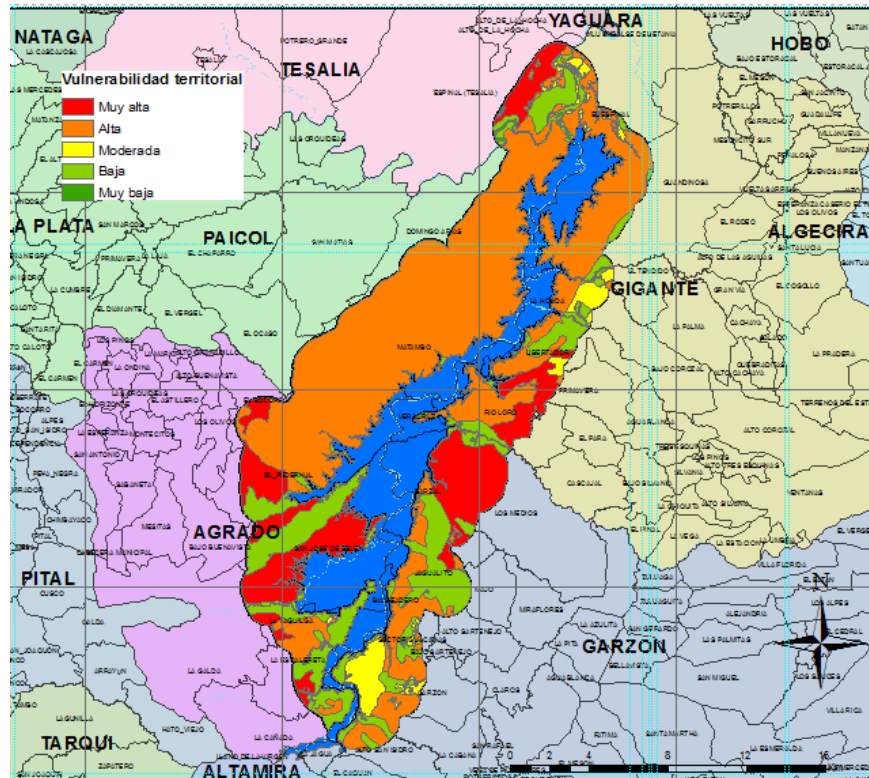


Figura 15. Vulnerabilidad territorial. Fuente: Hurtado, 2015

La Figura 15 muestra el mapa de vulnerabilidad territorial que se obtiene al superponer los mapas de vulnerabilidad por erodabilidad y vulnerabilidad ecológica (la cual indica el grado de adaptación de la cobertura vegetal a la acción del fuego).

Mapa de vulnerabilidad de la infraestructura

En este mapa se zonifican los posibles peligros para las instalaciones, edificaciones e infraestructuras que influyen en diferentes medidas como potenciales afectadas por incendios forestales.

Para su realización se emplearon 4 buffers de 250 metros sobre las líneas eléctricas que atraviesan el área de estudio. Se complementa el mapa con la información obtenida por el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, donde se incluye la infraestructura agropecuaria relevante de la zona (Ver Figura 16). Las áreas obtenidas se clasificaron y calificaron de acuerdo al Anexo 7.

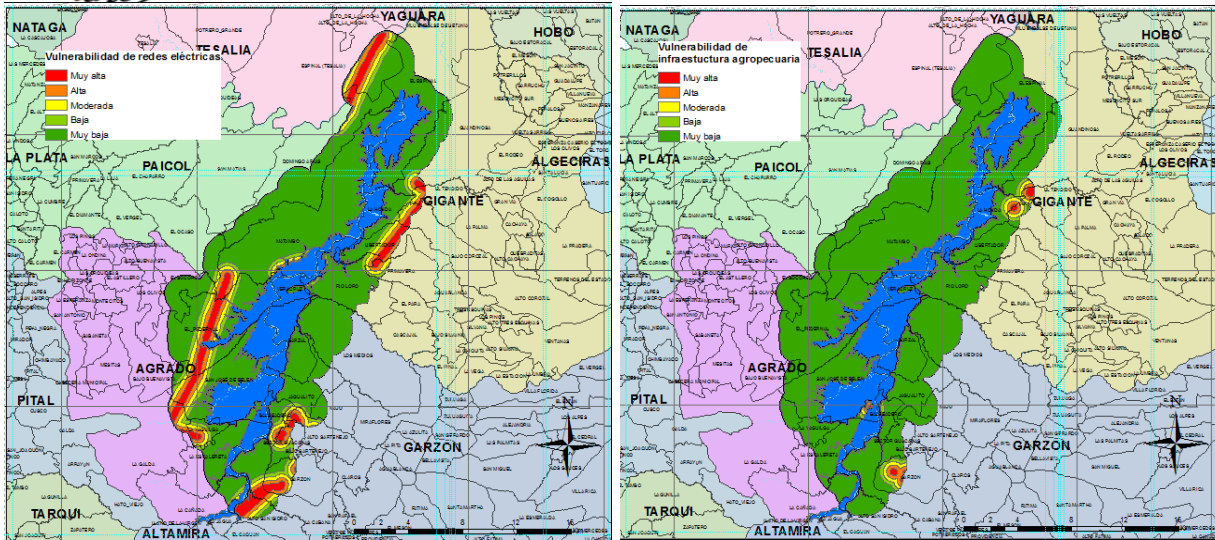


Figura 16. Vulnerabilidad de redes eléctricas (Izq) y Vulnerabilidad de infraestructuras agropecuarias (Der). Fuente: Hurtado, 2015

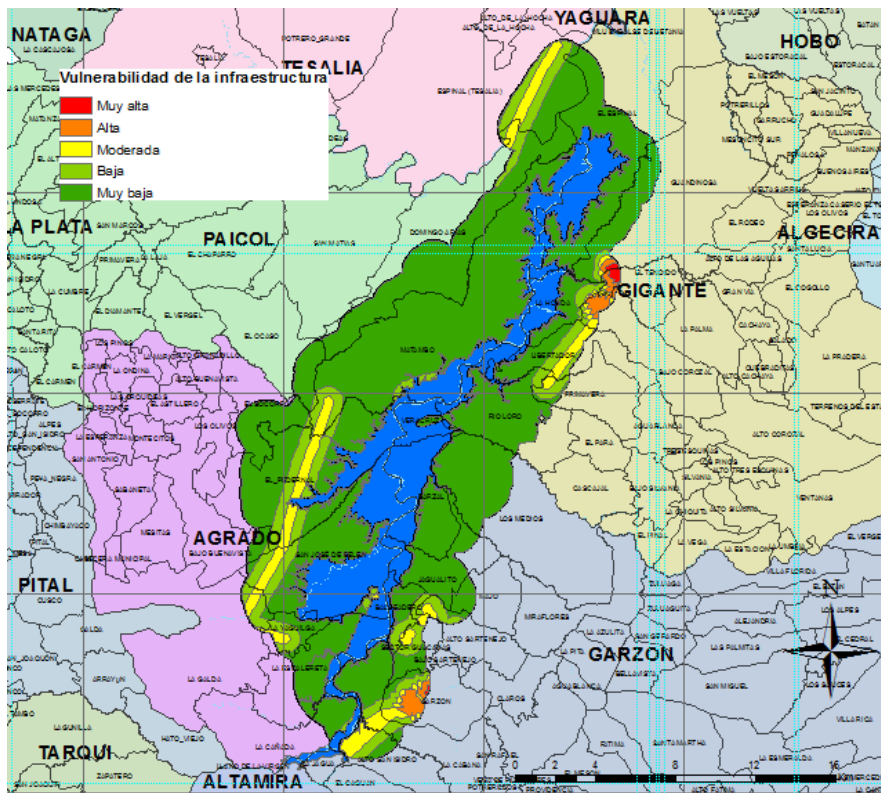


Figura 17. Vulnerabilidad de la infraestructura. Fuente: Hurtado, 2015



En la Figura 17 se observa el mapa de vulnerabilidad de la infraestructura que se obtiene como resultado de superponer el mapa de redes eléctricas y de infraestructuras agropecuarias con sus respectivas clasificaciones.

Mapa de vulnerabilidad patrimonial

Partiendo de las áreas que tienen una importancia histórica y cultural para los habitantes del área de influencia, se realiza la respectiva caracterización y calificación en donde las áreas seleccionadas poseen el valor más alto.

Las zonas a incluir son: Cerro Matambo, casa de la finca El Tabor, casa de la finca La Ensillada, casa Comejenes, el vivero de la finca Finlandia, patios de apilado de la madera y las estrategias de restauración y rehabilitación de hábitat del proyecto CEQ 616 y CEQ 750.



Figura 18. Cerro Matambo. Fuente: Hurtado, 2015

La Gobernación del Huila junto con la Secretaria Departamental de Cultura y Turismo en el 2008 incluyen la Casa Hacienda El Tabor en el inventario de bienes culturales inmuebles, haciendo de esta un lugar de referencia histórica y cultural, puesto que hace parte de grandes haciendas ganaderas y cacaoteras que son reflejo de la actividad económica de la región.



Figura 19. Casa de la finca el Tabor. Fuente: Torres, 2014



Figura 20. Casa de finca La Ensilada. Fuente: Torres, 2014



Figura 21. Casa Comejenes. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 22. El vivero finca Finlandia. Fuente: Guevara, 2015



Figura 23. Patios de apilado de madera. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 24. Estrategias de restauración como “el árbol nodriza” Proyecto CEQ 616. Fuente: Guevara, 2015

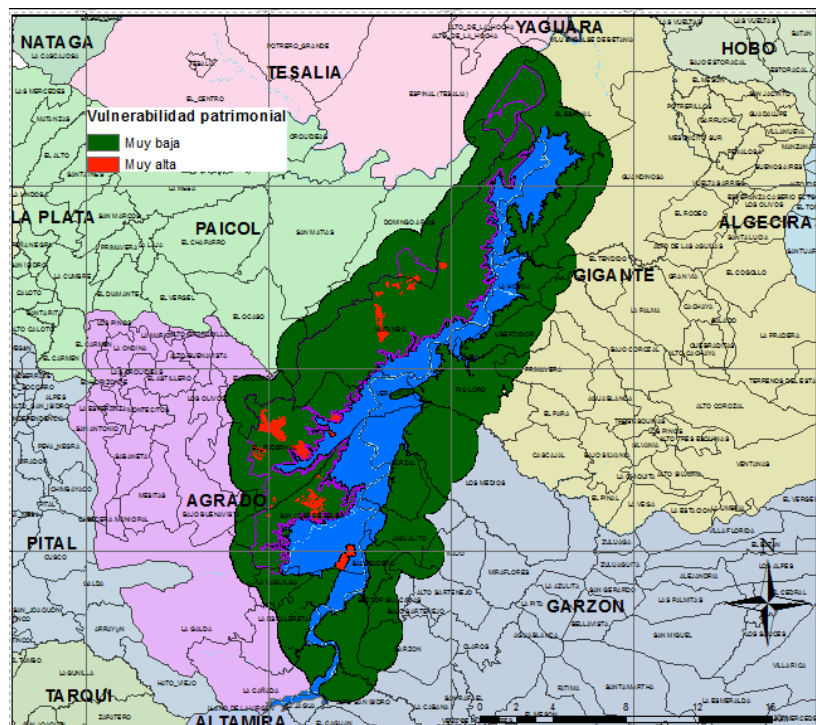


Figura 25. Vulnerabilidad patrimonial. Fuente: Hurtado, 2015

El mapa de vulnerabilidad patrimonial se puede observar en la Figura 25, en donde se ubican los diferentes sitios que tienen un valor patrimonial alto para los habitantes del área de estudio, los cuales presentan una vulnerabilidad muy alta a incendios forestales.

Vulnerabilidad económica

Expresa las áreas de importancia en la producción de bienes y servicios que pudiesen ser afectadas por la incidencia de incendios de la cobertura vegetal (Ver Figura 26). La respectiva caracterización, calificación y clasificación, para posteriormente generar el mapa se encuentran en el Anexo 8.

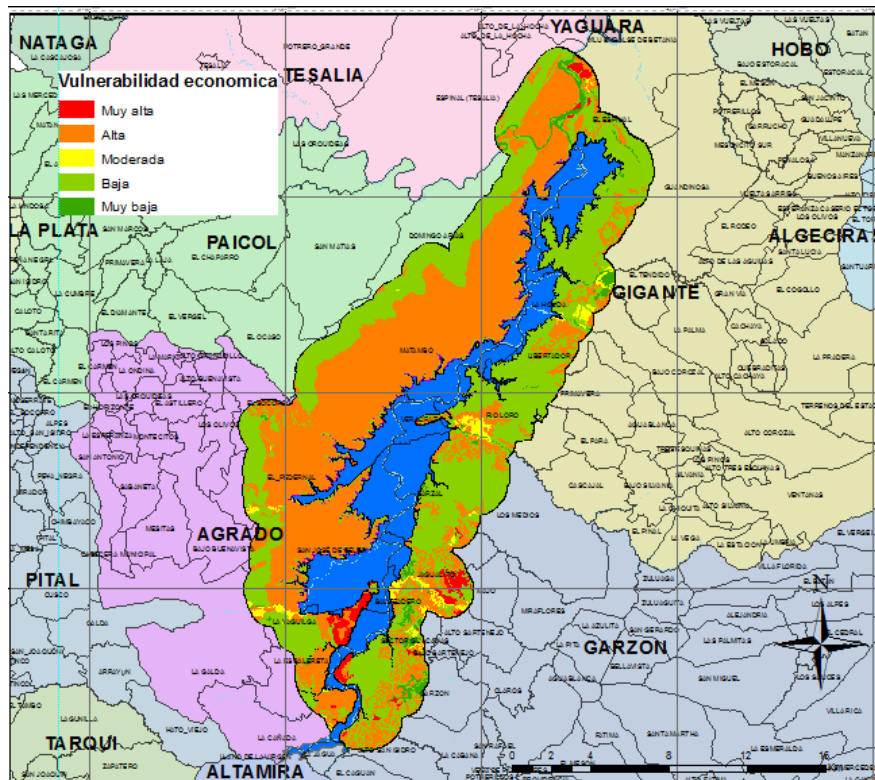


Figura 26. Vulnerabilidad económica. Fuente: Hurtado, 2015

Mapa de vulnerabilidad institucional

Luego de conocer la cantidad de equipos, herramientas, vehículos de transporte y capacitaciones de los diferentes organismos de socorro, se realizó el mapa de acuerdo a la calificación y clasificación del Anexo 9. Se le dio una importancia de 60% a los cuerpos de bomberos, un 30% a la defensa civil y un 10% a la cruz roja, dado el grado de actuación ante una eventual emergencia.



Tomando en cuenta cuatro aspectos principales: Vehículo, Herramientas, Capacitaciones y Personal.

- Vehículos de transporte: son una herramienta principal e indispensable para una adecuada atención de las labores de extinción, permiten transportar al personal encargado, las herramientas y equipos al lugar de la emergencia. Por las condiciones de la zona se tuvo en cuenta que las entidades contaran con un vehículo de intervención rápida.
- Herramientas (herramientas manuales, equipo de apoyo a la labor de extinción, dotación personal y equipo hidráulico): A partir del listado de herramientas básicas generado con la experiencia de la bombero forestal Melba Agudelo del Departamento del Meta que se puede observar en las Tablas 3 y 4, se comparó con la información obtenida de cada entidad encargada de la atención de emergencias de este tipo, para poder determinar el porcentaje de herramientas faltante y poder incluir este ítem en la cartografía.

Tabla 3. Herramientas básicas recomendadas para una cuadrilla de 12 personas. Fuente: Agudelo, 2015

DOTACION PERSONAL		HERRAMIENTAS MANUALES ESTANDARIZADAS		EQUIPO DE APOYO A LA LABOR DE EXTINCION	
ELEMENTO	CANTIDAD	ELEMENTO	CANTIDAD	ELEMENTO	CANTIDAD
CASCO FORESTAL CON BARBUQUEJO	12	MACHETE 21" CON FUNDA	6	BINOCULARES	1
MONOGAFAS	12	PULASKY	1	GPS	1
GUANTES DE BAQUETA DE CUERO	12	RASTRILLO MC LEOD	1	KIT DE LIMAS (5) ACERADAS PLANAS	3
MONJAS FORESTAL	12	RASTRILLO SEGADOR	1	BOTIQUIN	1
CANTIMPLORAS	12	PALA FORESTAL	1		
CHAQUETA	12	BATE FUEGO	5		
PANTALON	12	BOMBA DE ESPALDA	3		
BOTAS	12				



Tabla 4. Equipo hidráulico recomendado. Fuente: Agudelo, 2015

EQUIPO HIDRÁULICO	
ELEMENTO	CANTIDAD
MOTOBOMBA PORTÁTIL PARA INCENDIOS FORESTALES (PEQUEÑA) CON TRAMO DE SUCCIÓN	1
MANGUERAS DE 1" ACOPLÉ RÁPIDO	8
PITÓN DE COMBINACIÓN 1"	2
PRENSA MANGUERAS	1
ADAPTADOR HEMBRA DE 1"	2
ADAPTADOR MACHO DE 1"	2
LLAVE DE UNION	1

- Capacitaciones: para los cuerpos de bomberos se tuvo en cuenta la resolución 0661 del 2014 en donde especifican los módulos que se exigen como requisito para Bombero 1, de allí se realizó la comparación con las capacitaciones reportadas por los cuatro municipios, encontrando el porcentaje de capacitaciones existente. Para Defensa Civil se tuvo en cuenta la resolución 707 del 2011, "Reglamento académico", en donde se tiene un capítulo destinado a las capacitaciones para cada cargo, especificando el curso, la intensidad horaria y los contenidos temáticos.
- Personal: No existe una reglamentación que indique la cantidad de personas con las que debe contar una estación de cuerpo de bomberos, pues depende mucho del riesgo existente en la zona, las dificultades para llegar al sitio del incidente, el tiempo de respuesta, entre otros; pero se estima que la cantidad mínima de unidades por brigada para la atención de la emergencia es de 12 personas.

Para Defensa Civil se cuenta con la Resolución 870 del 2011 en la cual se menciona que el número mínimo de líderes voluntarios para operar en las actividades de gestión del riesgo en desastres es un comité conformado por 11 personas (10 voluntarios y 1 distinguido). Entre los cuales deben estar los de la categoría Juvenil y Operativo.

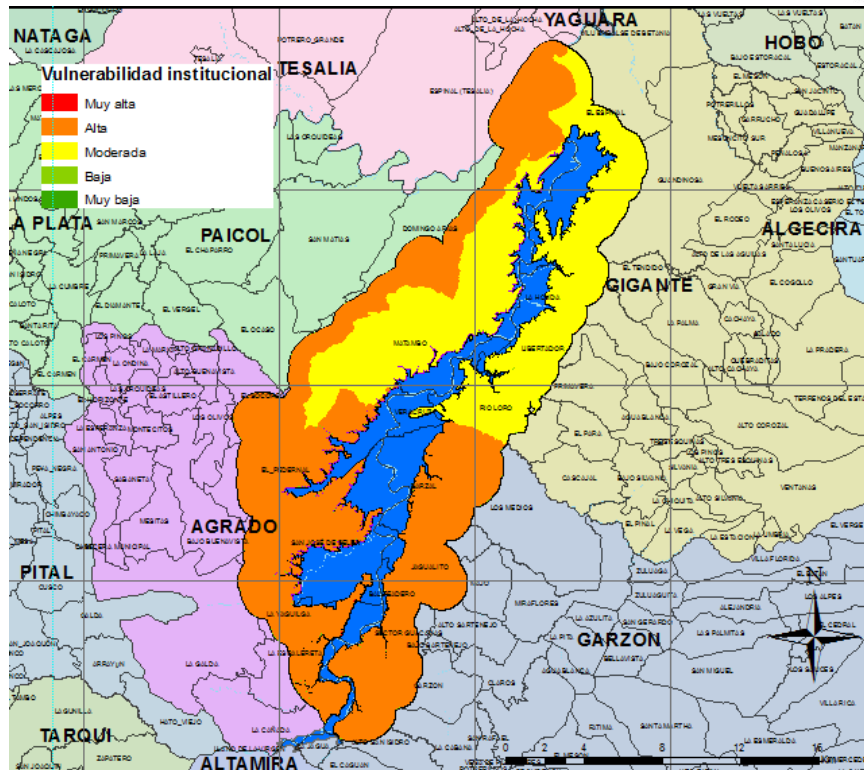


Figura 27. Vulnerabilidad institucional. Fuente: Hurtado, 2015

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, se logró obtener los valores de vulnerabilidad de las diferentes entidades encargadas de la atención de incendios forestales, para así poder tener un panorama claro de estado actual de la vulnerabilidad de los municipios al momento de responder a una emergencia de este tipo.

Mapa de vulnerabilidad total a incendios forestales

Mediante procesos de álgebra de mapas se genera una suma ponderada y posteriormente la normalización de los datos, calificación y categorización, la cual equivale a la vulnerabilidad total a incendios de la cobertura vegetal.

El mapa de vulnerabilidad se puede observar en los resultados de este documento.

3.1.1.6 Sexta fase metodológica: Evaluación del riesgo a incendios forestales

Según el protocolo del IDEAM (2011), los riesgos se definen como una probabilidad de ocurrencia de consecuencias o daños. Estos se determinan por medio del producto de la interacción de los elementos estáticos y dinámicos que conforman la amenaza y la vulnerabilidad.



La manera más adecuada para entender el riesgo es expresándolo en el territorio a través de las modelaciones y con la cartografía adecuada. En ese sentido se requiere evaluar los riesgos bajo los siguientes escenarios: territorial, sociodemográfico, sociocultural, socioeconómico e institucional.

A partir del cruce de los mapas de amenaza y vulnerabilidad se genera el mapa de riesgo total a incendios forestales, con su respectiva calificación y clasificación. Luego de la obtención de escenarios de riesgo y mediante la superposición con las áreas consideradas de interés estratégico, se definen las áreas prioritarias para la prevención y control de incendios de la cobertura vegetal.

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 PREVENCIÓN

La prevención de los incendios forestales sirve como mecanismo para proteger y conservar las coberturas vegetales que son uno de los patrimonios más valiosos que tiene el país. Este valor radica en las funciones ecológicas que proporciona a los ser vivos, pero también incluye las funciones sociales como fuente de riqueza, de trabajo y de actividades recreativas.

Para poder desarrollar las actividades de prevención propuestas en este Plan se deben identificar y caracterizar los escenarios de riesgo, poner en marcha las prácticas de silvicultura preventiva y emprender los mecanismos de educación ambiental.

4.1.1 Identificación y caracterización de escenarios de riesgo

AMENAZA TOTAL A INCENDIOS FORESTALES

Tabla 5. Amenaza total

Categoría Amenaza	Área (Ha)	% Área
Muy baja	99,96	0,39
Baja	1071,88	4,14
Moderada	12340,25	47,68
Alta	11031,64	42,62
Muy alta	1338,55	5,17

La amenaza a incendios forestales (Tabla 5) se ubica mayoritariamente en las categorías moderada y alta, tomando valores importantes para considerar una posible intervención que contribuya a disminuir dichos valores. La categoría más crítica se localiza en el sector central del área de estudio, al margen derecho del embalse, entre los municipios Garzón y Gigante ocupando buena parte de las veredas Barzal, Los Medios, Rioloro, Veracruz. En menor

proporción aparece dicha categoría en las veredas El Pedernal, Alto San Isidro, La Cabaña, Balseadero y Jagualito como se puede ver en la Figura 28.

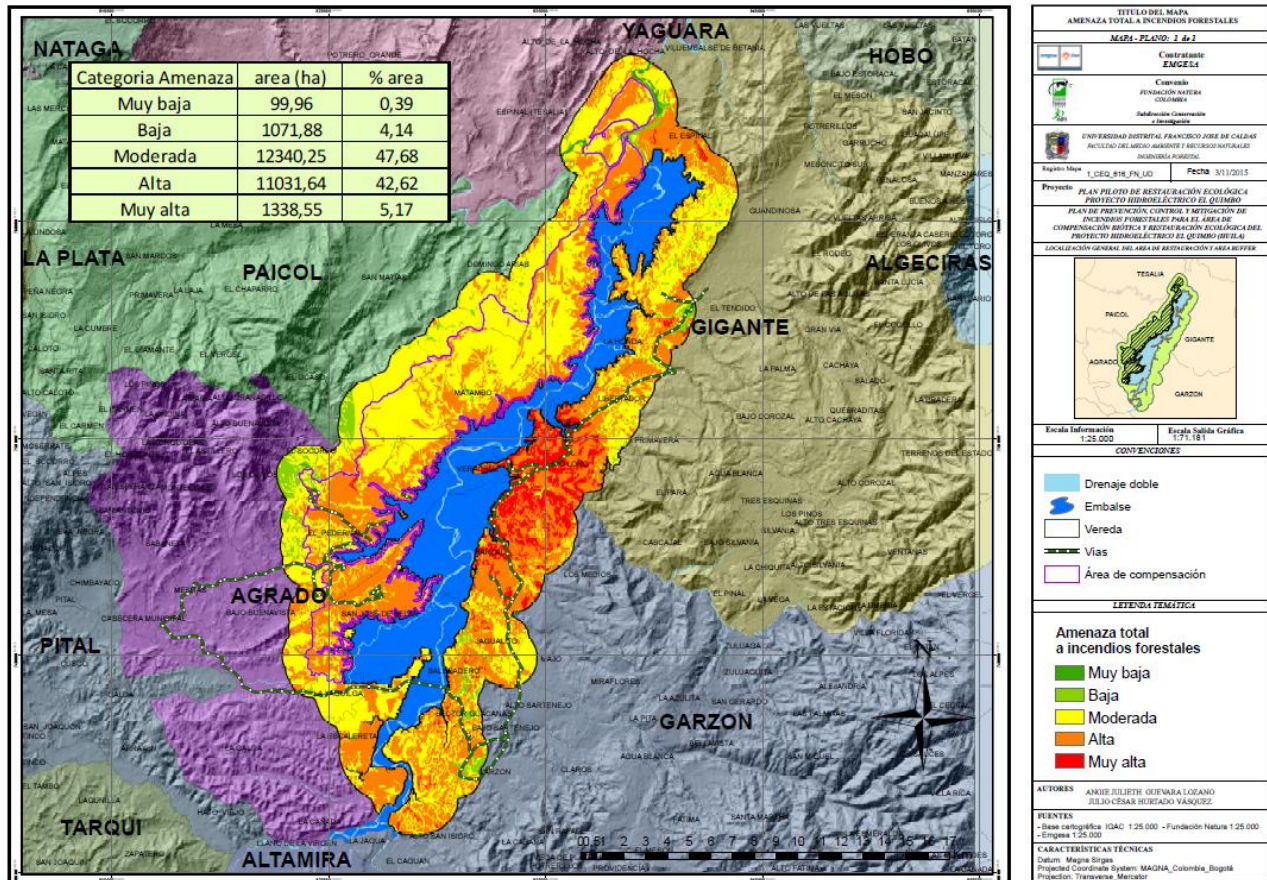


Figura 28. Mapa de amenaza total a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015

AMENAZA TOTAL A INCENDIOS FORESTALES BAJO FENOMENO EL NIÑO

Tabla 6. Amenaza total bajo el fenómeno de El Niño

Categoría amenaza bajo El Niño	Área (ha)	% Área
Muy baja	0,36	0,00
Baja	128,29	0,50
Moderada	5065,66	19,55
Alta	14145,27	54,59
Muy alta	6574,02	25,37

Cuando se modifica la condición normal de temperatura y precipitación en fenómenos extremos como El Niño, los valores más críticos aumentan sustancialmente en un 20.2% para la categoría de amenaza muy alta. Esto se traduce en un mayor peligro para la generación y propagación de los incendios forestales como se muestra en la Tabla 6.

La presencia de la categoría más crítica se extiende en **todas** las veredas que ocupa el área de estudio, estando más concentrada en el territorio del margen derecho del embalse, municipios de Garzón y Gigante (Ver Figura 29).

De modo similar la categoría de amenaza alta aumenta en un 11.97% y la categoría moderada 15.23% respecto al escenario de condiciones normales de temperatura y precipitación, por lo que se hace evidente que los incendios forestales tenderán a aumentar cuando suceda el Fenómeno de El Niño, lo que sugiere que en dichas épocas se debe mantener una alerta constante sobre el territorio y mantener activos los sistemas de actuación oportuna.

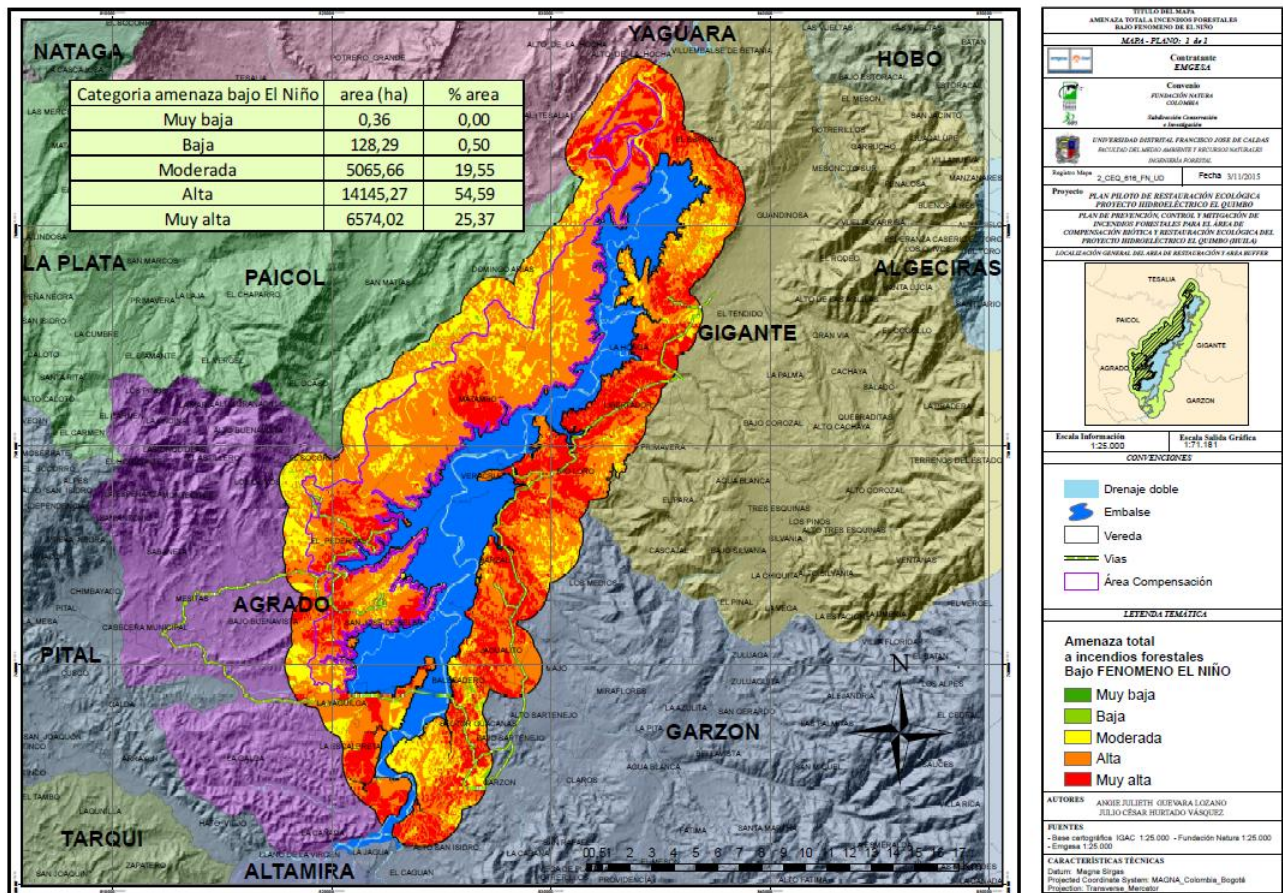


Figura 29. Mapa de amenaza total a incendios forestales bajo el Fenómeno de El Niño. Fuente: Hurtado, 2015

VULNERABILIDAD TOTAL A INCENDIOS FORESTALES

Tabla 7. Vulnerabilidad total a incendios forestales

Categoría vulnerabilidad	Área (ha)	% Área
Muy baja	720,65	2,78
Baja	14097,24	54,44
Moderada	8403,15	32,45
Alta	2060,58	7,96
Muy alta	614,72	2,37

En la Tabla 7 se observa la vulnerabilidad a incendios forestales en el área de estudio que se encuentra representada principalmente por la categoría baja y posteriormente moderada. La Figura 30 muestra las categorías moderadas, altas y muy altas que se localizan principalmente en los municipios de Agrado y Garzón, en la región sur del embalse. Los puntos críticos, de categorías muy altas se encuentran en las estrategias desarrolladas por la Fundación Natura (vereda El Pedernal), patios de apilado adyacentes al embalse (Balseadero), por mencionar algunas de las que se ubican en el municipio de Agrado. En Garzón la principal área crítica está en los alrededores del casco urbano del municipio, la región occidental de Alto Sartenejo, así como la zona norte de Jagualito.

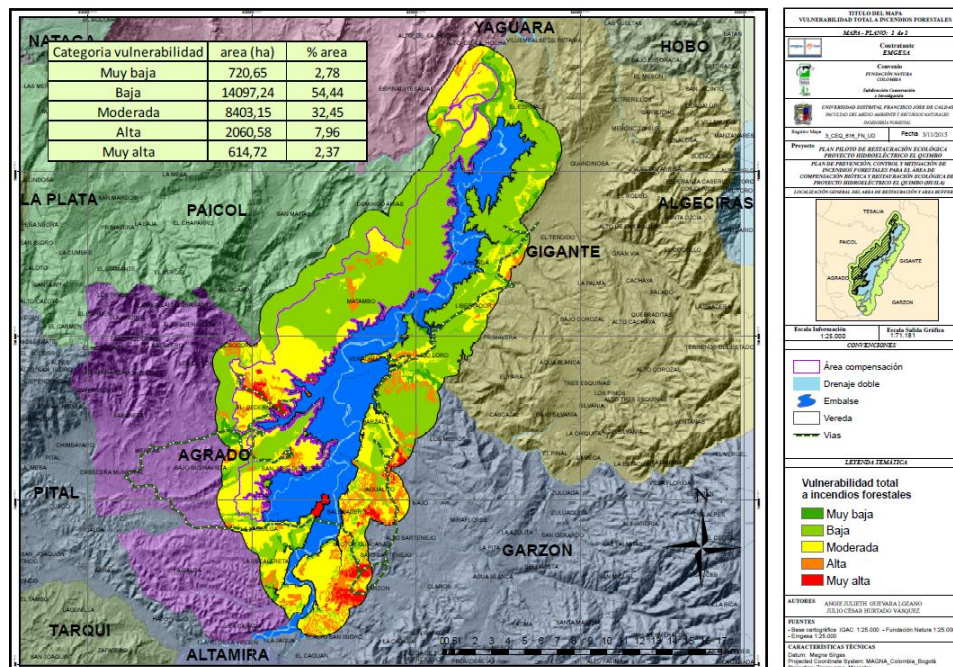


Figura 30. Mapa de vulnerabilidad a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015



RIESGO TOTAL A INCENDIOS FORESTALES

Tabla 8. Riesgo total a incendios forestales

Categoría riesgo	Área (ha)	% Área
Muy baja	268,60	1,04
Baja	9099,82	35,20
Moderada	8598,39	33,26
Alta	7044,92	27,25
Muy alta	839,13	3,25

El riesgo a incendios forestales, nos indica mediante la integración de todas las variables incluidas, la probabilidad de ocurrencia de los incendios forestales, de tal manera que para el área estudiada, las proporciones son mayores en las categorías baja, moderada y alta, siendo los demás valores muy bajos como lo muestra la Tabla 8.

La Figura 31 indica la localización de los sitios críticos en los municipios de Agrado, Garzón y en el costado oriental del embalse, perteneciente a Gigante. Para Agrado las veredas con presencia de riesgos muy altos son Pedernal en mayor medida, y San José de Belén, en el área que se está empleando para el apilamiento de madera. Mientras que en el municipio de Garzón, el casco urbano, las veredas de Alto Sartenejo, y las partes norte de Jagualito y Los medios poseen la mayor cantidad de área en categoría muy alta, seguidos de Alto San Isidro, La Cabaña y Balseadero, con algún grado de presencia de la misma. En Gigante, las veredas Rioloro, Veracruz, y Bajo Corozal poseen algún grado de riesgos críticos.

En términos generales, el margen sur del embalse comprende las áreas con presencia de riesgos altos y moderados, por lo que se genera un criterio de intervención de mitigación de riesgos para toda el área de estudio.

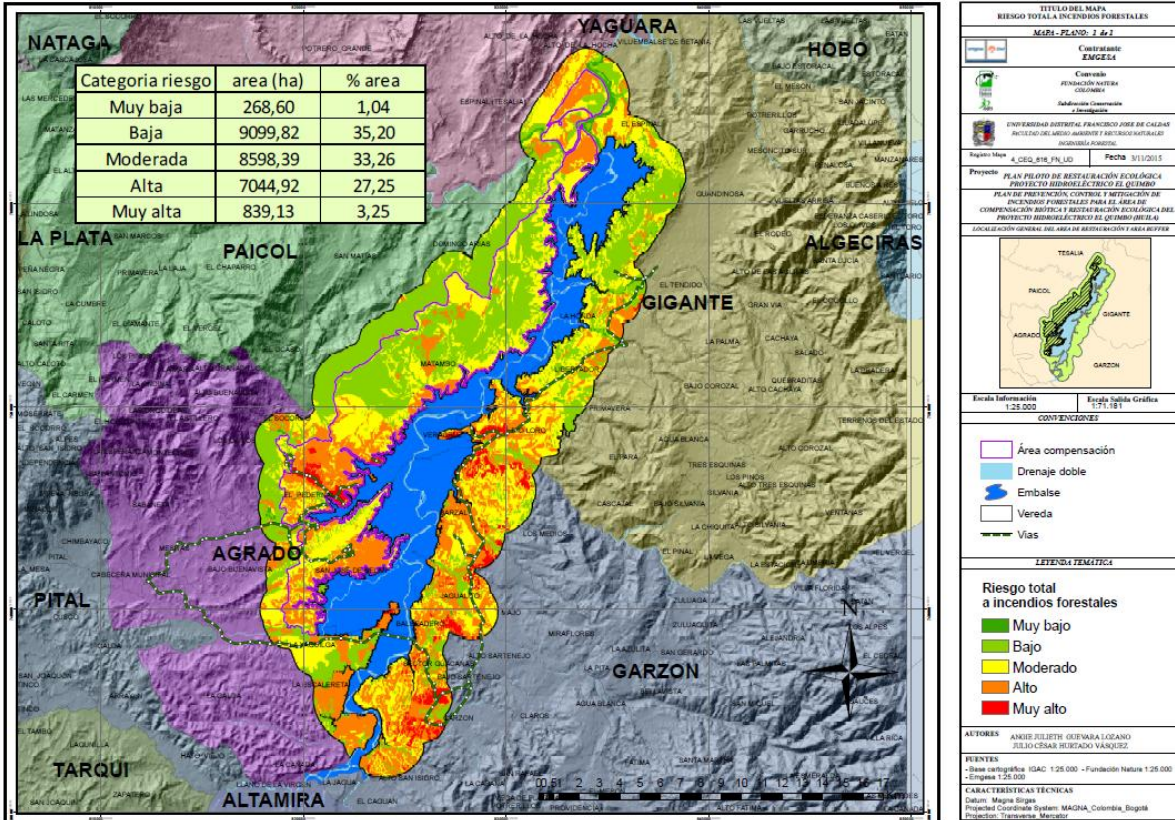


Figura 31. Mapa de riesgo total a incendios forestales. Fuente: Hurtado, 2015

RIESGO TOTAL A INCENDIOS FORESTALES BAJO FENOMENO EL NIÑO

Tabla 9. Riesgo total bajo el Fenómeno de El Niño

Categoría riesgo bajo El Niño	Área (ha)	% Área
Muy baja	12,73	0,05
Baja	4166,95	16,10
Moderada	9445,43	36,48
Alta	10553,81	40,77
Muy alta	1710,07	6,61

Cuando se modifica la condición normal de temperatura y precipitación en fenómenos extremos como El Niño, aumentan los valores más críticos sustancialmente, en un 3.36% para la categoría



de amenaza muy alta y un 13.52% para la categoría alta, respecto al modelo de riesgo sin fenómeno de El Niño (Ver Tabla 9).

Analizando cada municipio encontramos que Agrado cuenta con áreas de riesgo muy alto en **todas** sus veredas, pero concentra las mayores áreas en El Pedernal, San José de Belén y la Escalereta.

En Garzón, el casco urbano, Jagualito y Alto Sartenejo presentan las mayores áreas críticas para toda el área de estudio, sin embargo **todas** las veredas que cubre el área de estudio en el municipio contienen áreas críticas de probabilidad de aparición de fuegos.

En Gigante, las áreas críticas se ubican en Rioloro, Bajo Corozal, Matambo y Libertador, en diferentes proporciones cada una. El área que cubre Tesalia posee algunos tramos de áreas críticas, siendo la mayor parte de su territorio, una categoría alta de riesgo a incendios forestales. Por último Paicol posee una aislada zona con características propicias para la ocurrencia de conflagraciones, siendo la mayor parte de su territorio una combinación entre categorías de riesgo moderadas a bajas.

La presencia de un importante porcentaje en la categoría alta que se puede observar en la Figura 32, nos advierte los riesgos que puede correr el territorio con respecto a los daños que puede causar el fuego forestal, de esta manera se hace concluyente que hay que desarrollar mecanismos para evitar la generación, propagación y los daños que causan los incendios.

Al comparar los resultados encontrados en este documento con el “Análisis de vulnerabilidad al cambio climático Plan Huila 2050” (2014), se encontró que de acuerdo con los modelos de variabilidad climática presentados en dicho documento, existirá un aumento de temperatura promedio así como un descenso en las precipitaciones, particularmente en los municipios de Garzón y Agrado donde se concentran la mayor cantidad de sitios con probabilidad de incendios forestales, lo que sugiere que el área de estudio podría estar enfrentando un aumento en las amenazas y riesgos a incendios forestales en los próximos años, dadas las condiciones desfavorables, presentadas en los resultados del “análisis de vulnerabilidad al cambio climático Plan Huila 2050”.

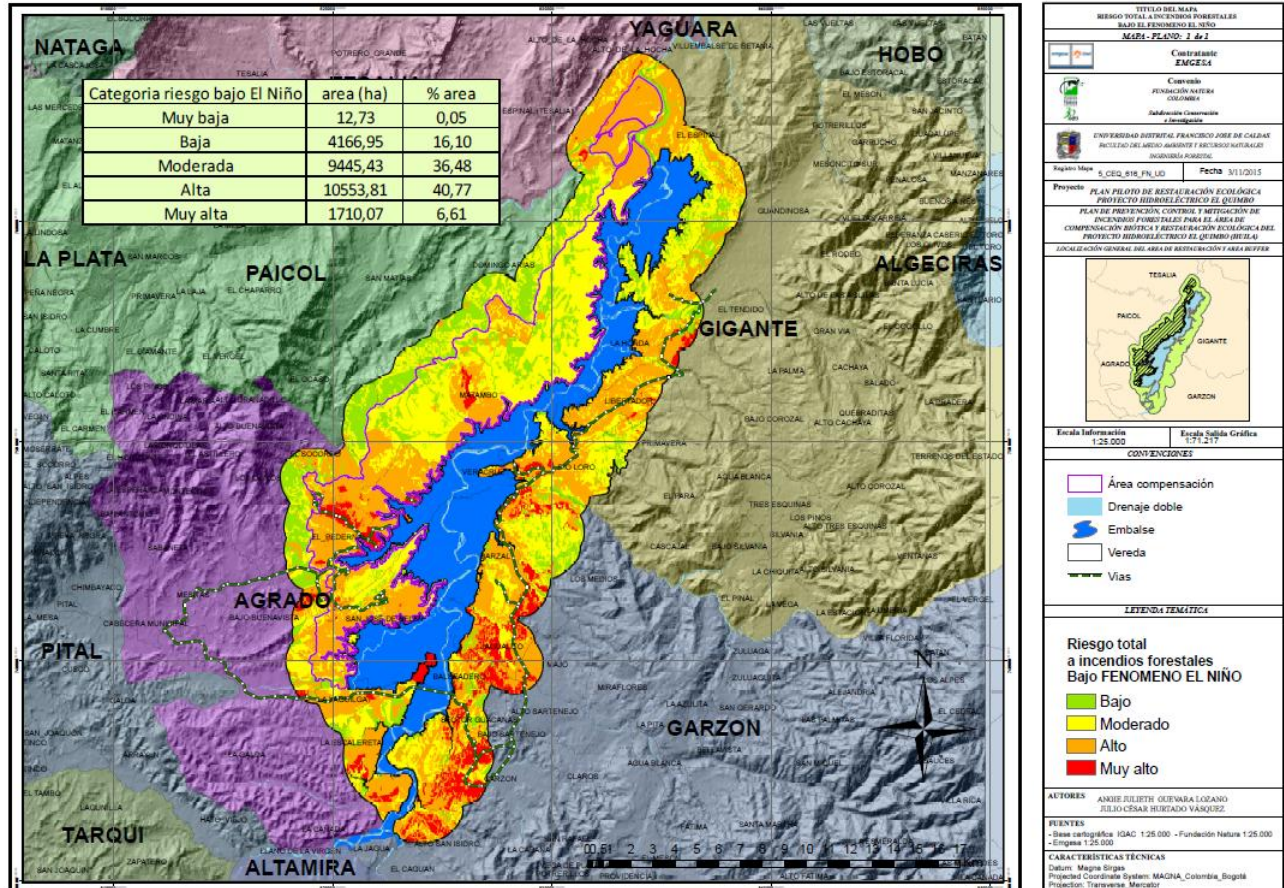


Figura 32. Mapa de riesgo total a incendios forestales bajo el Fenómeno de El Niño. Fuente: Hurtado, 2015

Cada uno de los mapas se encuentran en la carpeta PDF, en las subcarpetas “amenaza y vulnerabilidad”, y “riesgo”.

4.1.2 Silvicultura preventiva

Con base en CONAF, 2006 se propone utilizar la silvicultura preventiva para reducir el daño potencial de los incendios forestales actuando en forma anticipada sobre la vegetación. Para poder definir las técnicas a emplear, en primer lugar se tuvieron en cuenta los mapas resultantes de riesgo, lo que permitió determinar cuáles eran las áreas prioritarias para la ejecución de las estrategias de prevención y qué estrategias eran las más adecuadas en cada zona. Además de esto se consideraron algunas variables que favorecen o limitan su uso.

Entre las cuales encontramos:



- Variables según la especie (tipo de cobertura, susceptibilidad a incendios)
- Características ambientales de la zona (clima, topografía, periodo de mayor riesgo de incendios)
- Disponibilidad de combustible vegetal, características (vivo o muerto, en pie o en el suelo)
- Procesos técnicos (maquinaria, manual)
- Regulaciones legales

Las técnicas propuestas para la modificación y tratamiento del combustible son:

Líneas cortafuego y áreas de reordenación

Consiste en la construcción de franjas de terreno libre de cualquier tipo de combustible que pueda facilitar la propagación del fuego. Se considera aceptable que las franjas tengan un ancho equivalente a 3 metros, acompañados de la técnica de reordenación que se implementará a 1 metro a cada lado de la línea cortafuego.

Las áreas de reordenación, consisten en modificar la estructura de la vegetación, para tener una condición con menor riesgo en la zona, alterando la continuidad vertical y horizontal del material combustible, por medio de podas y raleos, para posteriormente eliminar los residuos obtenidos. Esta técnica se empleará con una distancia de un metro (1m) a cada lado de las líneas cortafuego, para evitar que la vegetación del sotobosque sea una amenaza potencial en caso de que se presente un incendio forestal.

El clareo se realiza dejando una distancia de 6 metros entre árboles a lo largo de la línea cortafuego y la poda se empleará a aquellas copas que estén a menos de 2 metros entre sí, se eliminará además, toda la vegetación arbustiva y residuos producidos en esa franja de 1 metro. Adicional a esto se deben podar los árboles por debajo de los 2 metros de altura (Vignote *et al.*, 2007).

Estos cortafuegos se realizarán en:

- a. Áreas perimetrales a zonas habitadas
- b. En las zonas donde se están desarrollando las estrategias de restauración de flora y rehabilitación de fauna
- c. En las áreas de mayor riesgo a incendios

Se emplearán como cortafuegos las carreteras y caminos secundarios ya existentes en el área y se abrirán en las zonas donde sean necesarios y que no existan vías de apoyo.

Teniendo en cuenta las especificaciones descritas anteriormente, se realizó el diseño de las líneas cortafuego en las áreas con amenaza alta y muy alta principalmente, las cuales se podrán observar en la carpeta PDF, en la subcarpeta contingencia “18 Líneas cortafuego”.

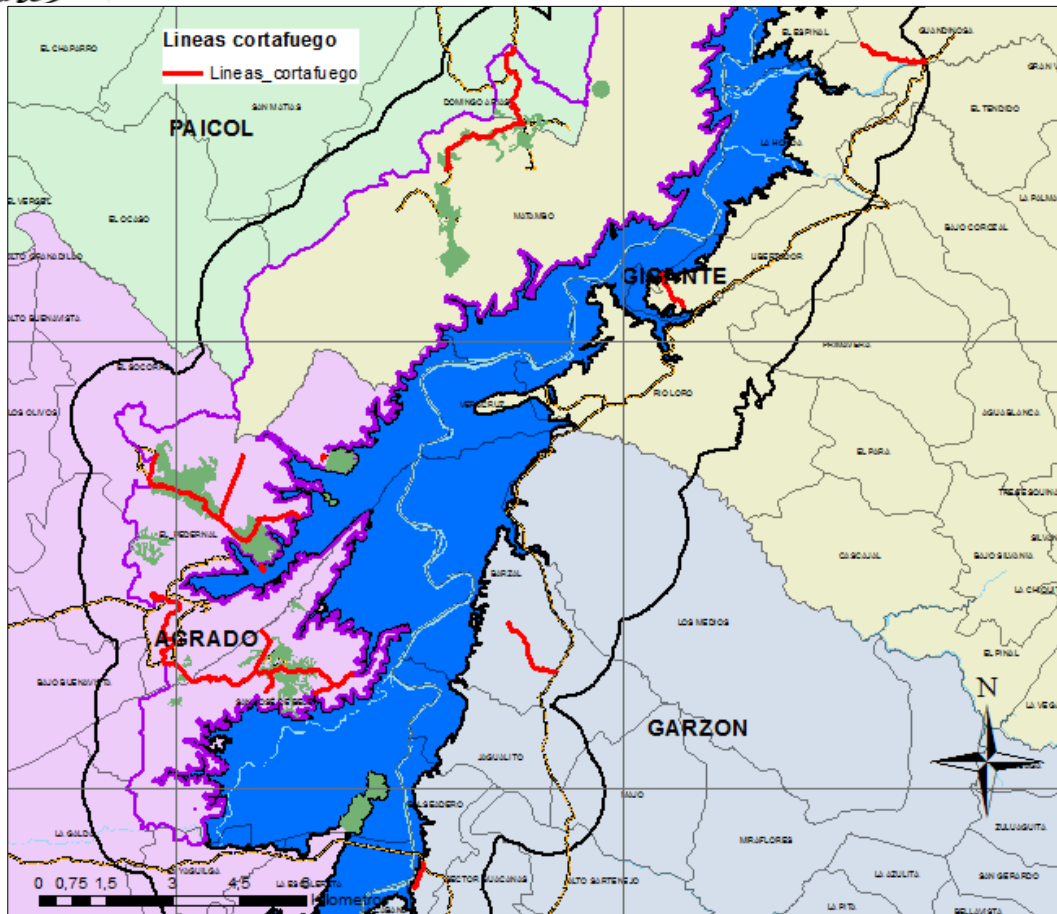


Figura 33. Mapa de las líneas cortafuego. Fuente: Hurtado, 2015

Las líneas cortafuegos (Figura 33) se proponen como medida de protección de las actividades desarrolladas por el Proyecto CEQ 616 principalmente, aunque también abarcan algunas áreas del Proyecto CEQ 750 y algunos sectores del margen derecho del embalse con alto riesgo a incendios forestales que hacen parte de las posibles áreas para compensación.

Dichas líneas atraviesan las zonas de intervención y buscan evitar que las conflagraciones que se presenten de predios aledaños (que ya registran ocurrencia de incendios) se extiendan hasta los sitios intervenidos, evitando graves pérdidas económicas.

En la Figura 34 se observa el mapa con la ubicación de las tres zonas de intervención del Plan Piloto de Restauración de Bosque Seco Tropical, que permite tener un panorama más claro del por qué se ubicaron las líneas cortafuego de esa manera.

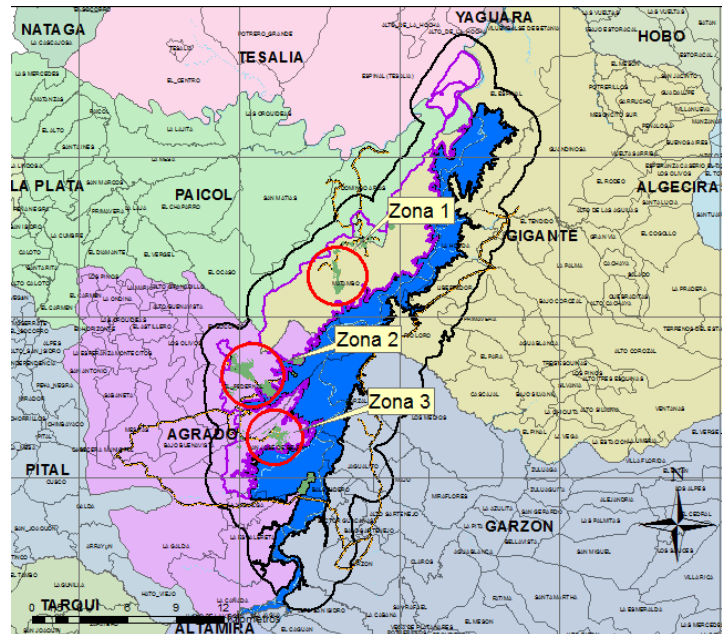


Figura 34. Mapa de Zonas de Intervención Plan Piloto de Restauración de Bosque Seco Tropical. Fuente: Hurtado, 2015

En la Tabla 10 se muestran las longitudes propuestas de las líneas cortafuego, logrando un total de 28.98 km de barreras cortafuego, en las cuales la gran mayoría se diseñaron sobre vías existentes para lo cual será necesario tomar las medidas de ordenación de la vegetación para que dichas vías sirvan como líneas cortafuegos eficientes.

Tabla 10. Características de líneas cortafuego propuestas

ID	Tipo/Ubicación	Longitud (km)	Apertura de vías nuevas	Reordenación en vías existentes
1	Zona 3	0,88	No	Si
2	Zona 3	4,43	No	Si
3	Zona 3	0,50	Si	No
4	Zona 3	1,11	Si	No
5	Zona 3	0,54	Si	No
6	Zona 3	2,41	Si	No
7	Zona 3	0,69	Si	No
8	Zona 2	3,68	No	Si
9	Zona 2	1,71	No	Si
10	Zona 2	1,57	Si	No
11	Zona 1	5,15	No	Si

12	Perimetral	0,33	Si	No
13	Perimetral	0,32	Si	No
14	Margen derecho	0,72	No	Si
15	Margen derecho	1,83	No	Si
16	Margen derecho	1,24	No	Si
17	Margen derecho	1,89	No	Si
	Total	28,98		

Tabla 11. Resumen de longitudes de las líneas cortafuego propuestas

Tipo	Longitud (Km)
Líneas cortafuego	7,45
Reordenación	28,98

En la Tabla 11 se observa cual es la longitud correspondiente a las líneas cortafuego que se deben abrir desde cerros y a las áreas de reordenación, con respecto al total que se propuso en la Tabla 10.

En las Figuras 35 y 36 se observan imágenes ejemplo del diseño de una línea cortafuego con su respectiva área de reordenación.



Figura 35. Línea cortafuego (naranja), área de reordenación (amarillo). Fuente: Generalitat Valenciana, 2007



Figura 36. Línea cortafuego. Fuente: Generalitat Valenciana, 2007



Figura 37. Continuidad del combustible vegetal en el área de estudio. Fuente: Hurtado, 2015



La Figura 37 muestra la continuidad del combustible vegetal al momento de un incendio que se registró en el área de estudio el 13 de agosto del año 2015, el cual fue atendido por empleados de la Fundación Natura.

Conversión

Es el cambio en la continuidad de la cobertura vegetal, intercalando con especies que presenten una menor inflamabilidad y/o que ofrezcan mayor resistencia al fuego.

Esto con el supuesto de que las especies que resisten la sequía con áreas foliares grandes, son aquellas que en sus hojas vivas la propagación de fuego es menor.

Basados en los estudios adelantados por la Fundación Natura en cuanto a rasgos funcionales de las especies que se van a emplear para la restauración de la zona, se cuenta con el índice de vulnerabilidad a sequía, es decir, aquellas especies que tengan un índice bajo de vulnerabilidad son las que presentan una mayor resistencia a estrés hídrico. Estas técnicas deben ser implementadas a lo largo de toda el área de compensación para prevenir que en caso de un incendio se vean afectadas grandes áreas que presenten homogeneidad de especies inflamables.

Teniendo en cuenta el índice de vulnerabilidad a sequía, las especies que presentan una resistencia alta al estrés hídrico son las que se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Especies resistentes al estrés hídrico. Fuente: Fundación Natura, 2015

Especie	Tipo de Vegetación	Categoría foliar	Índice Vulnerabilidad
<i>Cecropia peltata</i>	BOSQUE	Megáfila	Bajo
<i>Guarea guidonia</i>	BOSQUE – ARBUSTAL	Macrófilas	Bajo
<i>Inga edulis</i>	BOSQUE	Macrófilas	Bajo
<i>Pseudobombax septenatum</i>	BOSQUE	Macrófilas	Bajo
<i>Trichilia hirta</i>	BOSQUE – ARBUSTAL	Macrófilas	Bajo

Madera apilada

En el área de estudio se observan varios puntos que están sirviendo como patio de apilado en donde se ubicó la madera que fue aprovechada antes de iniciar el llenado del embalse, como se puede observar en las Figuras 38, 39 y 40. Es necesario que se realice un despeje de combustible alrededor de estos patios para evitar que se inicie un incendio en estos lugares,



debido a la alta cantidad de material combustible reunido y a las condiciones ambientales que actualmente se presentan en la zona.



Figura 38. Madera apilada. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 39. Madera apilada. Fuente: Guevara, 2015



Figura 40. Madera apilada. Fuente: Hurtado, 2015

4.1.3 Educación ambiental

Se tomaron como base las cuñas radiales empleadas por el Sistema Nacional de Prevención y Atención en Desastres, para modificarlas de acuerdo a las necesidades de la zona, con el objetivo de que sean emitidas en las emisoras locales de Agrado, Gigante, Garzón, Tesalia y Paicol como parte del componente de prevención del Plan de Incendios, **las cuatro cuñas radiales generadas** tienen una duración no mayor a 30 segundos y van acompañadas de la cortinilla de la Fundación Natura y el Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.

Las cuñas radiales logran un alcance a gran parte de la población ya que se difunde a través de un medio de comunicación masivo, y van dirigidas tanto al sector rural como al sector urbano.

Se realizaron **tres bocetos de cartillas y un boceto de folleto**; una de ellas con temáticas generales sobre incendios forestales dirigida a la comunidad en general, otra dirigida principalmente a las entidades encargadas de la atención de estas emergencias y por último una cartilla para que los docentes de colegios con actividades prácticas puedan entender los impactos y consecuencias de los incendios forestales con sus estudiantes; además, para la comunidad en general se realizó un folleto con algunas acciones de prevención y reporte de incendios.



Cuñas radiales y cartillas

Con el fin de manejar un mensaje más acorde con las comunidades que abarcan el área de estudio, se modificaron las cuñas de la siguiente manera:

- **Cuña 1.** Todos podemos conservar la naturaleza. No dejemos que se quemen nuestros bosques en esta temporada de intenso sol, participemos voluntariamente de las brigadas de prevención y control. Éste es un mensaje de Fundación Natura y el Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.
- **Cuña 2.** ¿Te has preguntado alguna vez qué diría el bosque si hablara? No lo olvides que hago parte de tu vida. Gracias a ti existo. Soy la fuente de la vida, el lecho de los animales y el espacio para que disfrutes con tu familia. No me quemes por favor. Éste es un mensaje de Fundación Natura y el Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.
- **Cuña 3.** Si juegas con fósforos o encendedores te puedes lastimar, y puedes iniciar un incendio forestal por accidente. No te expongas a riesgos y peligros, y ayúdanos a cuidar nuestro bosque seco tropical. Éste es un mensaje de Fundación Natura y el Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.
- **Cuña 4.** Los incendios forestales afectan a cientos de municipios y miles de hectáreas de bosque. No permitamos que en esta temporada de verano las cifras aumenten. Tomemos medidas de prevención en nuestras veredas, ciudades e instituciones para que nuestra naturaleza no sufra. Éste es un mensaje de Fundación Natura y el Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.

En cuanto a las cartillas, los textos generados a partir de diferentes referencias bibliográficas se encuentran anexos en la carpeta documentos, subcarpeta cartillas y cuñas radiales.

Como parte del componente de educación ambiental se realizaron varias charlas durante los meses de abril, mayo, junio y septiembre del año 2015, para dar a conocer el “Plan de Prevención, Control y Mitigación de Incendios Forestales”; las Figuras 41, 42 y 43, representan las reuniones con los comandantes de los Cuerpos de Bomberos de los municipios de Agrado, Paicol, Tesalia y Gigante; con el Cuerpo de Bomberos de Agrado y con la Defensa Civil del mismo municipio, respectivamente.

Una de las entidades a la cual se le realizó esta charla fue la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en su práctica integrada de sexto semestre donde se tuvo participación de 38 personas entre estudiantes y docentes, además de una visita guiada con los Bomberos del municipio de Agrado, en las cuales se tuvo participación de un total de 122 personas.



Tabla 13. Participación en las charlas realizadas sobre el Plan de Incendios Forestales

Municipio	Entidad	Cantidad de personas	Total
Agrado	Cuerpo de Bomberos	9	23
	Defensa Civil	14	
Gigante	Cuerpo de Bomberos	1	3
	Defensa Civil	2	
Paicol	Cuerpo de Bomberos	1	3
	Defensa Civil	2	
Tesalia	Cuerpo de Bomberos	1	7
	Defensa Civil	6	
Garzón	Cuerpo de Bomberos	1	4
	Defensa Civil	1	
	Cruz Roja	2	
	Fundación Natura	38	
	EMGESA	6	
	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	38	

La Tabla 13 muestra el resumen de las entidades con las cuales se realizaron charlas para dar a conocer el “Plan de Prevención, Control y Mitigación de Incendios Forestales”, y la cantidad de participantes en las mismas; algunas de estas entidades tienen su ubicación municipal, pero otras por contar con participantes de diferentes lugares del país no cuentan con dicha ubicación.



Figura 41. Charla con los comandantes de los Cuerpos de Bomberos de los municipios de Agrado, Tesalia, Paicol y Gigante.
Fuente: Cantor, 2015



Figura 42. Charla con el Cuerpo de Bomberos del municipio de Agrado el 10 de Abril. Fuente: Cantor, 2015



Figura 43. Charla con la Defensa Civil del municipio de Agrado. Fuente: Hurtado, 2015

En el mes de junio se realizó una charla con los trabajadores de la Fundación Natura con el objetivo principal de dar a entender la importancia de los bosques, el por qué deben evitarse al máximo los incendios forestales y el proyecto que se estaba desarrollando para el área de compensación enfocado a este tema; las Figuras 44 y 45 son los registros fotográficos de esta charla.

Los temas tratados en esta charla fueron:

¿Qué es el fuego?

Factores que influyen en el fuego

¿Qué es un incendio forestal?

Clasificación de los incendios

Causas de los incendios forestales

Efectos en el aire, erosivos, sobre la vegetación y la fauna, en los seres humanos.

Explicación de los aspectos que iba a contener el proyecto que se estaba desarrollando sobre prevención, control y mitigación de incendios forestales.



Este es uno de los componentes de la prevención del riesgo, por esto es necesaria la implementación intensiva de este tipo de actividades enfocadas y dirigidas por expertos en el tema, porque permiten que la comunidad visibilice los posibles riesgos a los cuales están expuestos y como pueden evitarlos y enfrentarlos.



Figura 44. Charla con los funcionarios de Fundación Natura. Fuente: Ramírez, 2015



Figura 45. Charla con los funcionarios de Fundación Natura. Fuente: Ramírez, 2015

En el mes de octubre se realizó la primera visita guiada al área de compensación con una de las entidades encargadas de la atención de emergencias como lo es el Cuerpo de Bomberos del municipio de Agrado. Las Figuras 46 y 47 muestran algunas de las actividades desarrolladas con ellos durante el recorrido que inició en el vivero, ubicado en la finca Finlandia, para posteriormente tener una breve charla de los avances que se tenían del plan en la finca Comejenes y por último observar algunas de las estrategias implementadas para la restauración en la zona.



Figura 46. Visita guiada con los Bomberos del municipio de Agrado. Fuente: Guevara, 2015



Figura 47. Visita guiada con los Bomberos del municipio de Agrado. Fuente: Guevara, 2015



Durante la visita guiada se hizo entrega y la respectiva explicación de la información contenida en dos mapas; el primero de ellos contenía la delimitación del área de compensación, el embalse, la ubicación de los puntos que se pueden emplear para recarga hídrica, además de las zonas donde posiblemente se ubicarán las torres de vigilancia y las vías con las cuales se puede acceder a la zona. En el segundo mapa se encuentra la clasificación por tipo de vías presentes en el área de influencia, además de un buffer que muestra la accesibilidad a la zona.

4.2 CONTROL

La lucha contra los incendios forestales es fundamental porque implica combatir una de las amenazas más importantes para nuestras coberturas vegetales, por ello es necesario contar con los recursos necesarios para hacerles frente y lograr que los daños sean un porcentaje mínimo.

4.2.1 Incendios registrados en el área

Durante el desarrollo del Plan se evidenciaron varios incendios forestales en el área de compensación y en zonas aledañas, los cuales se pueden observar en las Figuras 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55 y 56.



Figura 48. Vegetación quemada encontrada en el trayecto desde el Vivero hacia la Laguna. Fuente: Guevara, 2015



Figura 49. Registro de quema realizada en la finca aledaña al área de compensación zona 3. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 50. Quema registrada en la vía Garzón-Agrado. Fuente: Guevara, 2015



Figura 51. Incendio ocurrido el 13 de agosto, atendido por la Fundación Natura. Fuente: Fajardo, 2015



Figura 52. Incendio ocurrido el 13 de agosto, atendido por la Fundación Natura. Fuente: Fajardo, 2015



Figura 53. Incendio registrado el 24 de julio en el municipio de Garzón. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 54. Incendio registrado al oriente del embalse el 28 de Septiembre. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 55. Incendio registrado cerca a las estrategias del Proyecto CEQ 750. Fuente: Fajardo, 2015



Figura 56. Incendio registrado cerca a las estrategias del Proyecto CEQ 750. Fuente: Fajardo, 2015



4.2.2 Búsqueda de información de Entidades de emergencia.

Para poder realizar la visita a las diferentes entidades de atención de emergencias, se tuvo que pasar varios oficios solicitando un espacio para poder asistir a sus instalaciones y poder hacerlos partícipes del plan que se estaba desarrollando. Algunas de las entidades accedieron fácilmente y nos permitieron un acercamiento, por otra parte hubo entidades que pedían que los oficios fueran dirigidos a diferentes funcionarios, de los cuales nunca se obtuvo respuesta o la información proporcionada estaba incompleta como es el caso del Cuerpo de Bomberos y Cruz Roja del municipio de Garzón.

Con las entidades que permitieron un acercamiento se explicó a nivel general en qué consistía el Plan de Incendios que se estaba desarrollando y por medio de un formato ya establecido se solicitó la información de herramientas, personal, capacitaciones, elementos de protección personal y vehículos con los que contaban.

En la tabla Excel titulada “Búsqueda de información de Entidades de Emergencia” se encuentra la información recolectada en cada visita a las diferentes entidades encargadas de la atención de emergencias. Dentro de la información se encuentra: nombre de la entidad, nombre del funcionario a cargo en el momento de la visita, cargo de ese funcionario y personal con el que cuenta la entidad. Se encuentra también información del área de cobertura de cada entidad, nombre del comandante, teléfono y correo electrónico. En cuanto a las herramientas, elementos de protección personal, transporte y capacitaciones, se cuenta con el tipo y la cantidad.

4.2.3 Definición de funciones

A partir de las visitas realizadas a las distintas entidades, se determinó para cada uno de los ítems (vehículos, herramientas, capacitaciones y personal disponible) el porcentaje para cada municipio con respecto a la referencia presentada en la Tabla 14 para los Cuerpos de Bomberos y la Tabla 15 para la Defensa Civil. Finalmente se ponderó el resultado para cada municipio y entidad, mostrándose en la columna “capacidad de respuesta”.

De esta forma se pudo evidenciar que de manera general las entidades poseen una baja capacidad de respuesta ante una situación de emergencia.

Tabla 14. Capacidad de respuesta para los Cuerpos de Bomberos

Bomberos



Municipio	Vehículo (%)	Herramientas (%)	Capacitaciones (%)	Personal disponible (%)	Capacidad de respuesta (%)
Agrado	0	17.98	3.36	100	30.34
Gigante	100	25.00	94.12	100	79.78
Garzón	No info	No info	No info	No info	No info
Paicol	0	27.56	14.29	100	35.46
Tesalia	0	20.83	2.31	100	30.79
Referencia	1 Unidad forestal	Herramientas Básicas	Resolución 0661/2014	Respecto a 12 personas	

Tabla 15. Capacidad de respuesta para la Defensa Civil

Defensa civil					
Municipio	Vehículo (%)	Herramientas (%)	Capacitaciones (%)	Personal disponible (%)	Capacidad de respuesta (%)
Agrado	0.00	10.26	14.29	100	31.14
Gigante	0.00	33.65	16.43	100	37.52
Garzón	0.00	20.51	14.29	100	33.70
Paicol	0.00	26.22	21.43	100	36.91
Tesalia	0.00	7.37	26.00	100	33.34
Referencia	1 Unidad forestal	Herramientas Básicas	Resolución 0707/2011	Respecto a 12 personas	

En cuanto a la Cruz Roja, el único municipio que presenta esta entidad y que por ende tendría una buena capacidad de respuesta es Garzón.

4.2.4 Protocolo operativo

La USAID/OFDA (2005) afirma que se debe crear un comité de emergencias, el cual tendrá como función, hacer seguimiento a los planes de trabajo establecidos antes, durante y después de una emergencia. Este está compuesto por el comandante del incidente, el jefe de operaciones, el jefe de logística, el jefe de administración y finanzas, y el jefe de planificación.

Comandante del incidente: es la persona a cargo del comité de emergencias, y el representante ante las demás entidades encargadas de la atención de emergencias.

Las responsabilidades son:

- Asume el mando y dirige la central de emergencias
- Velar por la seguridad del personal y la seguridad pública



- Evaluar las prioridades del incidente
- Desarrollar una estructura organizativa apropiada
- Mantener el alcance de control
- Administrar los recursos
- Mantener la coordinación general de las actividades
- Coordinar las acciones de las instituciones que se incorporan al comité de emergencias
- Autorizar la información a divulgar por los medios de comunicación pública
- Mantener una cartelera de comando que muestre el estado y despliegue de los recursos

Jefe de planificación: se encarga de recolectar, evaluar, difundir y usar la información acerca del desarrollo del incidente y llevar un control de los recursos. Elabora el Plan de Acción del Incidente (PAI), en el cual se definen las actividades de respuesta y el uso de los recursos durante la operación.

Las responsabilidades son:

- Obtener información breve del Comandante del Incidente.
- Asignar al personal de intervención a las posiciones del incidente en forma apropiada.
- Establecer las necesidades y agendas de información para todo el comité de emergencias
- Establecer un sistema de adquisición de información meteorológica cuando sea necesario (informes diarios IDEAM).
- Supervisar la preparación del Plan de Acción del Incidente
- Organizar la información acerca de estrategias alternativas.
- Organizar y deshacer los equipos de intervención que no sean asignados a las operaciones.
- Identificar la necesidad del uso de recursos especializados.
- Compilar y distribuir información resumida acerca del estado del incidente con base en el formato propuesto por Montilla y Zapata (2010) para llevar registro de los incendios que se presenten. Ver el anexo "Formato reporte de incendio", que se encuentra en la carpeta soportes, subcarpeta formatos en blanco.

Jefe de operaciones: es el responsable de la ejecución de las acciones de respuesta, reporta al Comandante del Incidente, determina la estructura organizativa interna de la cuadrilla, dirige y coordina todas las operaciones, cuida la seguridad del personal, asiste al Comandante del Incidente en el desarrollo de los objetivos de la respuesta al incidente y ejecuta el Plan de Acción del Incidente (PAI).

Las responsabilidades son:

- Obtener un reporte rápido del Comandante del Incidente.
- Desarrollar la parte operacional del Plan de Acción del Incidente.
- Informar brevemente y asignar el personal de operaciones de acuerdo con el Plan de Acción del Incidente.
- Supervisar las operaciones.
- Determinar las necesidades y solicitar recursos adicionales.
- Conformar los equipos de intervención (cuadrillas).



- Mantener informado al Comandante del Incidente acerca de actividades especiales y otras contingencias de la operación.

Jefe de logística: es el responsable de proveer instalaciones, servicios y materiales, incluyendo el personal que operará los equipamientos solicitados para atender el incidente. Las funciones del jefe son de apoyo exclusivo a los que responden al incidente. Proporciona atención médica al personal de respuesta al incidente y los provisiona de alimentos, materiales e instalaciones.

Las responsabilidades son:

- Participar en la preparación del Plan de Acción del Incidente.
- Identificar los servicios y necesidades de apoyo para las operaciones planificadas y esperadas.
- Proporcionar opiniones y revisar el plan de comunicaciones, el plan médico y el plan de tráfico.
- Coordinar y procesar las solicitudes de recursos adicionales generadas por la central de emergencias.
- Revisar el Plan de Acción del Incidente y hacer una estimación de las necesidades para el siguiente período operacional.
- Proporcionar consejos acerca de las capacidades disponibles de servicios y apoyo.
- Preparar los elementos de servicios y apoyo del Plan de Acción del Incidente.
- Hacer una estimación de las necesidades futuras de servicios y apoyo.
- Realizar un control y vigilancia sobre las herramientas, equipos e instalaciones que sean empleadas en las operaciones.

Jefe de administración y finanzas: es el encargado de llevar el control contable del incidente. Es responsable de justificar, controlar y registrar todos los gastos y de mantener al día la documentación requerida para gestionar reembolsos.

Las responsabilidades son:

- Obtener información breve del Comandante del Incidente.
- Participar en las reuniones de información a los representantes de instituciones para recibir información.
- Participar en las reuniones de planificación para obtener información.
- Desarrollar un plan operativo para el funcionamiento de las finanzas en el incidente.
- Mantener contacto diario con las instituciones en lo que respecta a asuntos financieros.
- Asegurar que todos los registros del tiempo del personal sean transmitidos a la institución de acuerdo a las normas establecidas.
- Asegurar que todos los documentos de obligaciones iniciados durante el incidente estén debidamente preparados y completos.
- Informar al personal administrativo sobre todo asunto de manejo de negocios del incidente que requiera atención, y proporcionarles seguimiento antes de dejar el incidente.



Central de emergencias: es el puesto encargado de recibir, coordinar y dirigir las llamadas que se reciben cuando hay presencia de humo o fuego. Son los encargados de contactar con las instituciones de apoyo y de gestionar los recursos que sean necesarios para la atención del incidente. Esta central deberá estar conformada por el Comandante del incidente y Personal de comunicación.

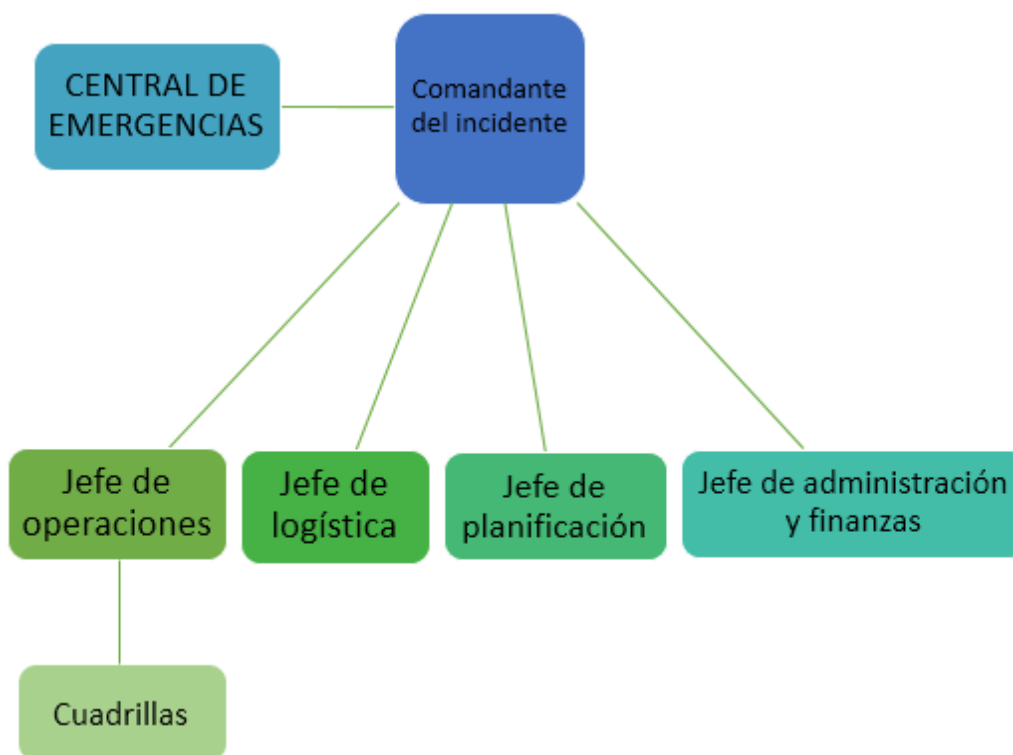


Figura 57. Estructura organizacional. Fuente: USAID/OFDA, 2005

La Figura 57 corresponde a la estructura organizacional que se propone para la central de emergencias que se encargara de la logística al momento de que se presente un fenómeno como lo son los incendios forestales en el área de estudio, esto con el fin de que se tengan claras las funciones y responsabilidades de cada integrante de esta central.

- Durante el incidente:

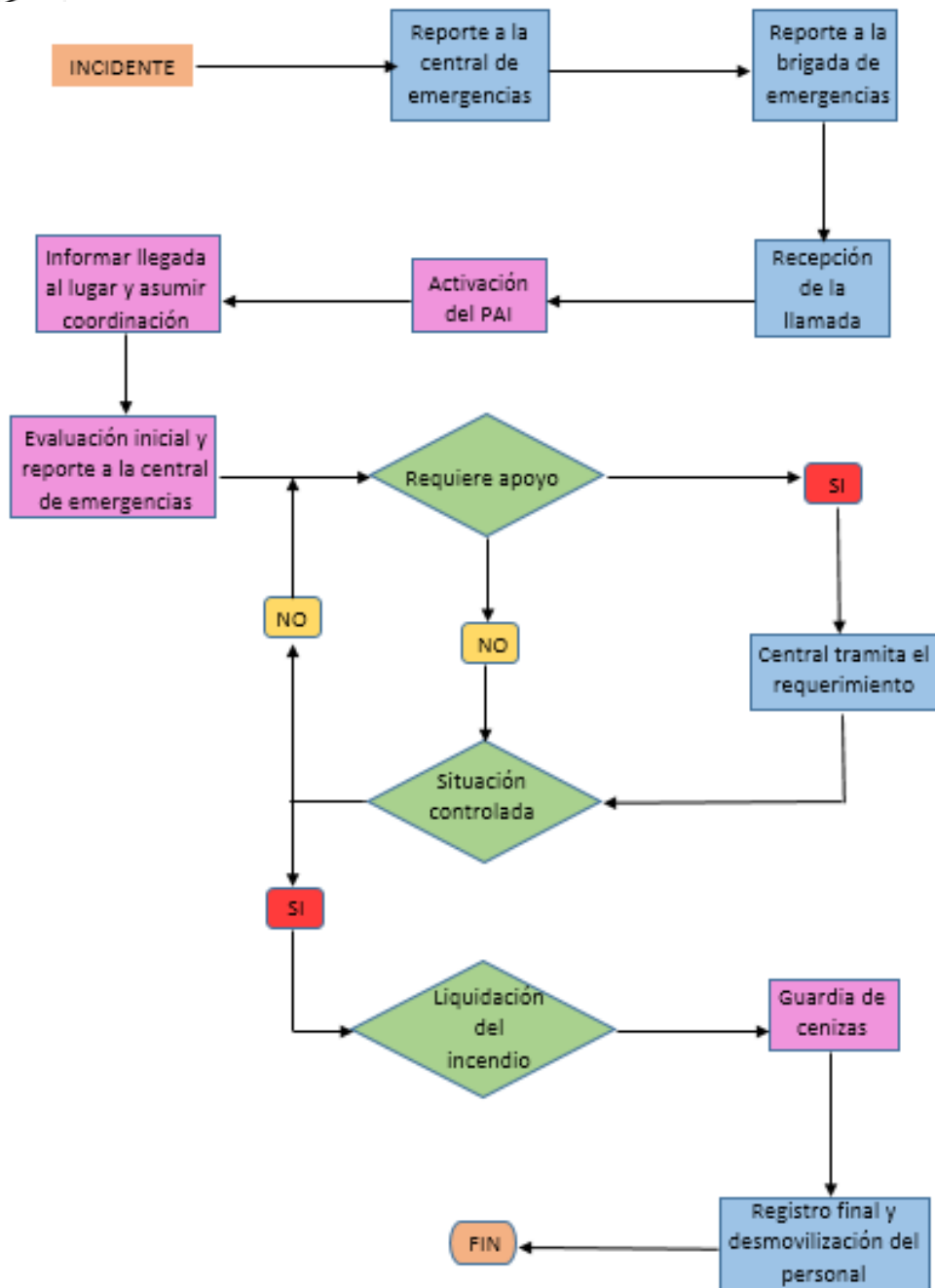


Figura 58. Esquema del protocolo operativo. Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f. & USAID/OFDA, 2005

En la Figura 58 se observa el esquema del protocolo operativo que se propone sea puesto en marcha para dar respuesta a una emergencia de este tipo.

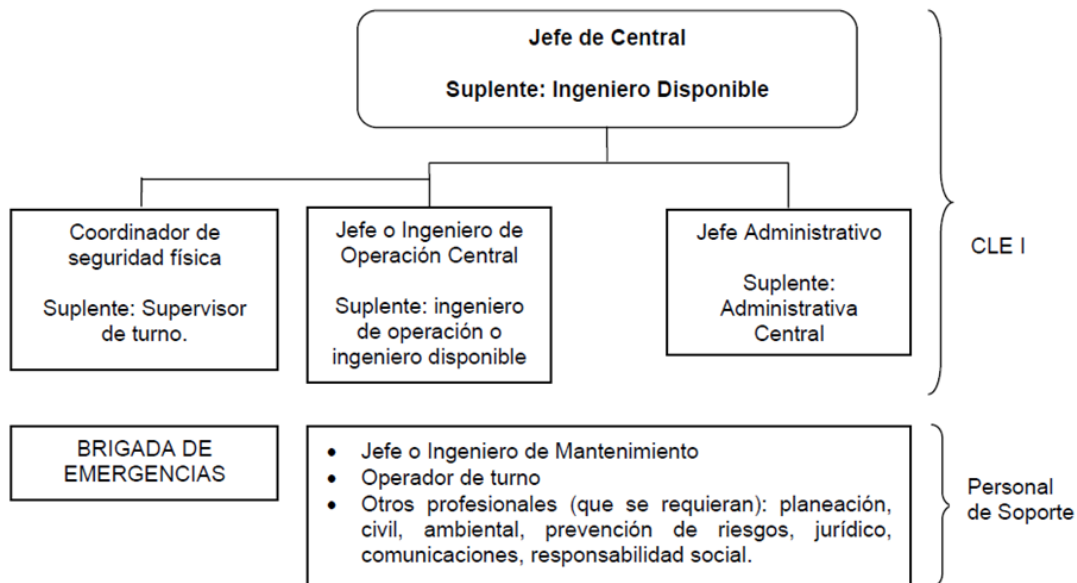


Figura 59. Organigrama del CLE I Central Betania. Fuente: Emgesa S.A.E.S.P., 2015

Para incluir los cargos de la estructura organizacional propuesta por USAID/OFDA (2005) dentro del organigrama del CLE I empleado en la Central de Betania que se observa en la Figura 59, se sugiere que:

El Comandante del Incidente sea el Jefe de Central, el Jefe de Operaciones sea el Jefe o Ingeniero de Operación Central, el Jefe de Administración y Finanzas sea el Jefe Administrativo, y el Coordinador de seguridad física cumpla las funciones del Jefe de Logística y que se habilite otro cargo para que desempeñe las labores del Jefe de Planificación.

Se propone que el Coordinador HS de la Fundación Natura sea quien seleccione a las personas más idóneas para ejecutar las funciones del Jefe de Central, Jefe de Operaciones, Jefe de Administración y Finanzas, Jefe de Logística y Jefe de Planificación. Después de haber tenido las capacitaciones pertinentes.

Blanco y colaboradores en el 2008 mencionan que al momento de estar en la zona de la emergencia es imprescindible implementar “OCES” para evitar la pérdida de personal durante el incidente. El “OCES” consiste en tener un Observador, una buena Comunicación, identificar Ruta de Escape y Zonas Seguras.

Observador: el análisis de incendio es básico para iniciar cualquier maniobra. Por esto es importante tener en cuenta que el comportamiento del incendio puede cambiar, causando una situación de peligro y riesgo para la seguridad del personal. Es necesario que exista un observador externo físicamente al incendio que pueda ver el comportamiento del fuego, la zona de trabajo de los operarios y cuadrillas, la zona segura y la ruta de escape.



Comunicación: es bastante importante mantener comunicación constante entre los operarios, y con el observador para estar atentos a los posibles cambios del incendio, en cuanto a la meteorología, tácticas y estrategias, velocidad de la operación, riesgos, llegada de recursos, entre otros.

Ruta de escape: es una ruta previamente planificada para poder llegar a la zona segura en caso de que la emergencia se salga de control. Dependiendo de la cantidad de personas implicadas en la operación, se pueden crear varias rutas de escape. Esta debe asegurar la visibilidad, transitabilidad y minimizar el tiempo en llegar a la zona segura.

Zona segura: es una zona limpia de combustible, de tamaño suficientemente grande para que la unidad de operaciones o cuadrilla pueda evitar el calor radiante provocado por el fuego del incendio.

Cuando el incidente no puede ser controlado por las instituciones del Municipio, deben acudir al apoyo Departamental, Nacional o Internacional en caso de ser necesario, siguiendo los protocolos establecidos por el Estado.

4.2.5 Sistemas de alerta

Dentro de los diferentes mecanismos de control que se proponen en este Plan, los Sistemas de Alerta son un elemento principal porque contribuyen a evitar la pérdida de vidas, disminuir el impacto económico y la preparación eficaz de los entes encargados de la atención de estas emergencias, gracias al conocimiento de la existencia de los riesgos.

Detección fija

- Torres de vigilancia

Descripción

Las torres de vigilancia son básicamente casetas construidas sobre estructuras metálicas (aunque existen sobre otros materiales) y tienen la función de permitir que personal calificado vigile el bosque con el fin de descubrir la ocurrencia de humo o fuego forestal, (CORMA, 2004), contribuya con la coordinación de actividades de control, brinde información sobre condiciones climáticas cambiantes (velocidad y dirección del viento), vigile las actividades que se realizan alrededor del embalse, entre otros.

En cuanto a las características de la torre, se recomienda que los ventanales sean inclinados, para evitar que haya reflexión; los vidrios deben ser de buena calidad y el interior de la torre debe tener colores suaves.

Ventajas de las torres:

1. Se puede mantener vigilancia permanente en la zona, incluso en la noche si es necesario.



2. Los gastos de la construcción son relativamente costosos, pero analizando la cantidad de años que puede funcionar la torre, resulta más económico.
3. Para la comunicación se puede tener señal directa en un radio de 15 Km, además, permite enlaces donde no existe repetidor.
4. Las torres pueden funcionar como estaciones meteorológicas durante la temporada de incendios forestales.

Desventajas de las torres:

1. La información que se entrega desde la torre no tiene un 100% de exactitud, por lo que es necesario triangular con otras torres.
2. Desde la torre se pueden tener puntos ciegos que se encuentran principalmente detrás de elevaciones del relieve, esto imposibilita la entrega de información detallada respecto al incendio.

Operador de torres de vigilancia:

Debe estar supervisado por la central de operaciones y su objetivo principal es detectar los humos en el área de cobertura e informarlos a la central de emergencias.

Las funciones con las que debe cumplir son:

- Apertura y cierre de las operaciones diarias de la torre que tiene a cargo.
- Llevar el registro, indicando la fecha, hora y mensajes transmitidos.
- Mantenimiento y uso correcto del equipo que tiene a cargo.
- Apoyar a las autoridades en el desplazamiento cuando se presenta una emergencia.
- Reconocimiento completo de su área de cobertura (incluyendo los caminos, propietarios, vecinos y características de la zona)
- Reportar los humos a la Central de Emergencias.

El operador debe tener conocimientos en:

- Los tipos de incendio
- La propagación del fuego en un incendio
- Cartografía básica (cartografía, tipos de escala, simbología, interpretación de mapas, medición del área, coberturas vegetales)
- Uso de radios de comunicación
- Importancia de la detección de los incendios, tipología, características.
- Clasificación de humos (origen, color, volumen)
- Métodos de observación.

Equipos para la detección de incendios:

- Binoculares
- Brújula para indicar rumbos (Goniómetro)



- Cartografía de la zona
- Formularios de registro
- Medio de comunicación
- Botiquín

Se realizaron visitas dentro y fuera del área de compensación a sitios cuyas características de altitud, visibilidad y accesibilidad fueran factibles, y se encontraron tres lugares para el posible establecimiento de torres de vigilancia en el margen derecho del embalse y dos en el margen izquierdo.

Por medio de estos puntos se realizó un análisis de visibilidad apoyándose del modelo digital de elevación, y asumiendo diferentes alturas para las torres de vigilancia (nivel del suelo, 10, 15 y 20 metros).

Es necesario ubicar las torres de vigilancia de tal manera que ocupen la mayor cantidad de área, y debido a que el territorio está distribuido de manera alargada se optó por encontrar sitios en ambos márgenes del embalse, de norte a sur, obteniendo un total de 5 sitios que se pueden detallar en la Tabla 16.

Tabla 16. Ubicación de sitios propuestos para las torres de vigilancia

No.	Nombre	Municipio	Vereda	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
1	Alto de la Cruz	Gigante	Guandinosa	835344	756680
2	Mesa Alta (Mirador)	Agrado	El Pedernal	819552	747524
3	Cuchilla del Tigre	Agrado	San José de Belén	820573	742529
4	Estación EMGESA Alta Montaña	Gigante	Matambo	826192	752191
5	Punto Barzal	Garzón	Barzal	827548	743728

- Análisis de visibilidad



Tabla 17. Área visible de las torres de vigilancia

Altura de torre (m)	Área visible (Ha)						
	Alto de la cruz	Barzal	Cuchilla del tigre	Estación climática EMGESA Alta montaña	Mesa alta	Área (Ha)	%
0	164,2	222,8	1516,8	1480,9	2963,7	5663,4	21,82
10	5070,0	2905,4	2143,3	3089,8	3610,6	11574,4	44,59
15	5493,1	4490,6	2476,6	3248,2	3793,9	12794,1	49,29
20	5660,6	5577,8	2667,9	3382,5	3951,7	13307,8	51,27

Al emplear las cinco torres propuestas de manera simultánea al nivel del suelo (cero metros de altitud), se encontró que se cubre un 21,82% del territorio (5.663,4 Ha). Cuando se eleva la altitud de las torres a 10 metros se cubre un 44,59% del área (11.574,4 Ha), por lo que se percibe un cambio drástico de área visible al aumentar la altura de las torres, mejorando su eficiencia notablemente.

Se realizó también para alturas de 15 metros, encontrando una cobertura de 49,29% (12.794,1 Ha) y para 20 metros de altitud con un 51,27 % de área visible cubierta (13.307,8 Ha)

Se puede apreciar una notable diferencia al ubicar torres de vigilancia elevadas a diferentes alturas respecto al nivel del suelo. Siempre los porcentajes de visibilidad irán aumentando a medida que se elevan las torres de vigilancia, como lo muestra la Tabla 17. Cabe aclarar que este ejercicio se realizó a partir del Modelo digital de elevación, por lo que pueden variar las áreas de cobertura reales.

Los mapas respectivos para cada torre de vigilancia se encuentran en la carpeta PDF, en la subcarpeta Torres.

Cabe resaltar que aunque los porcentajes de área no visible son importantes, al momento de presentarse un incendio, la columna de humo será visible desde las torres aunque no sea posible observar el foco del mismo, haciendo posible su ubicación mediante la triangulación con otras torres, localizando aproximadamente el sitio del incendio. Esta situación se presenta debido a que el terreno es bastante quebrado y se encuentra a lo largo del embalse, que es irregular y dificulta la observación completa, aún con varias torres de vigilancia.

También se realizó el análisis para cada torre individualmente como se muestra en las Figuras 60, 61, 62 y 63 con sus respectivas altitudes 0, 10, 15 y 20 metros.

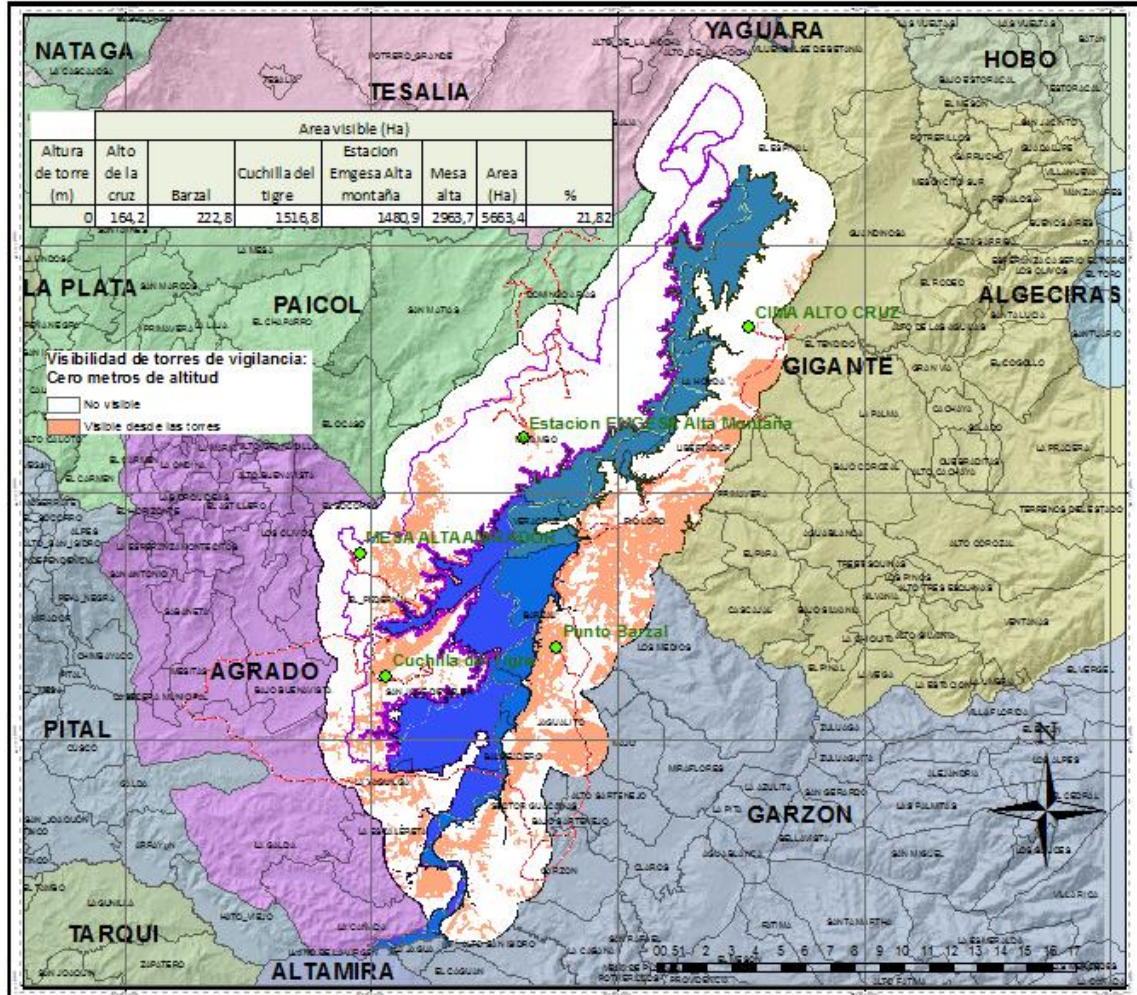


Figura 60. Visibilidad desde las torres de vigilancia a cero metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015

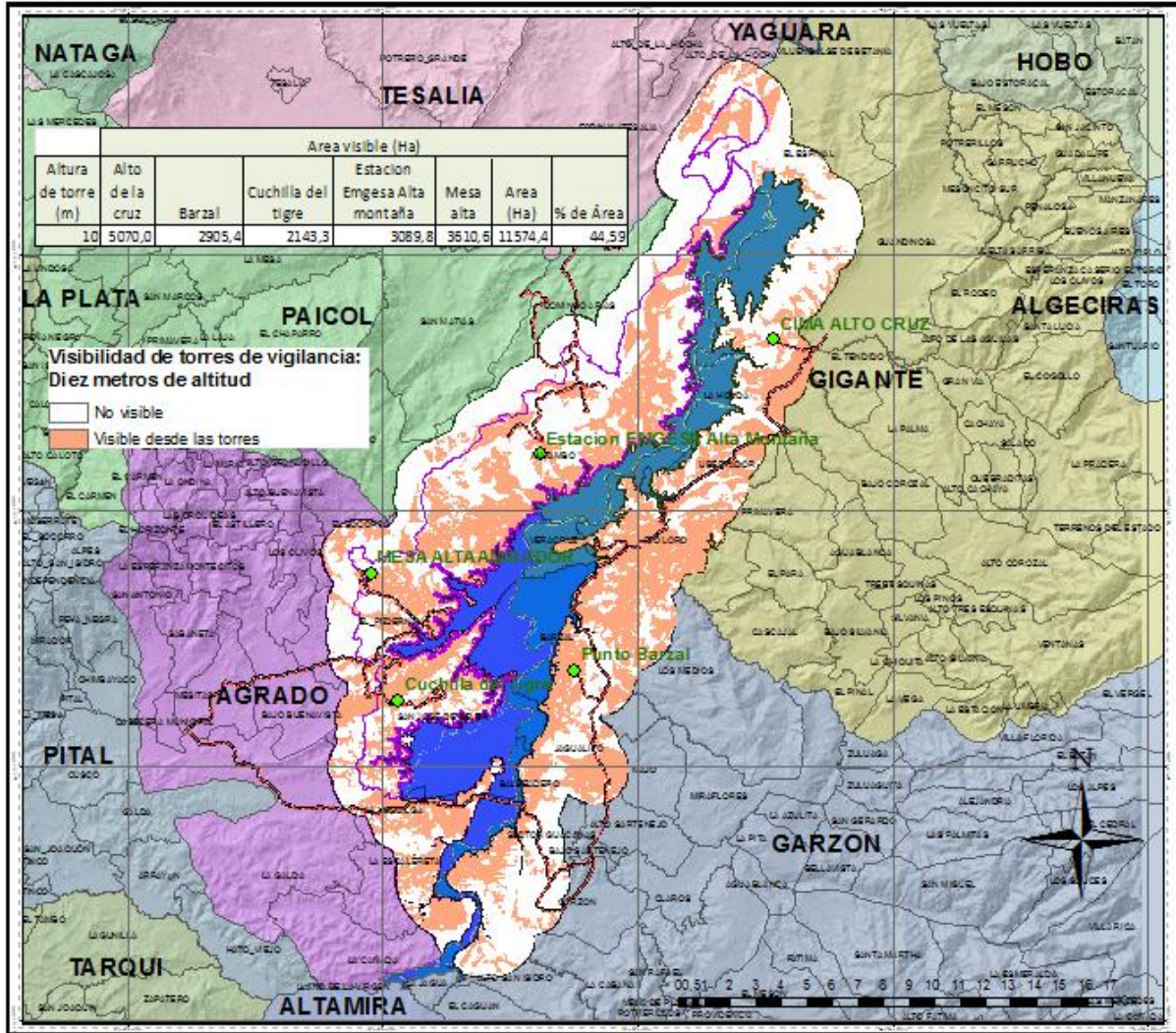


Figura 61. Visibilidad desde las torres de vigilancia a diez metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015

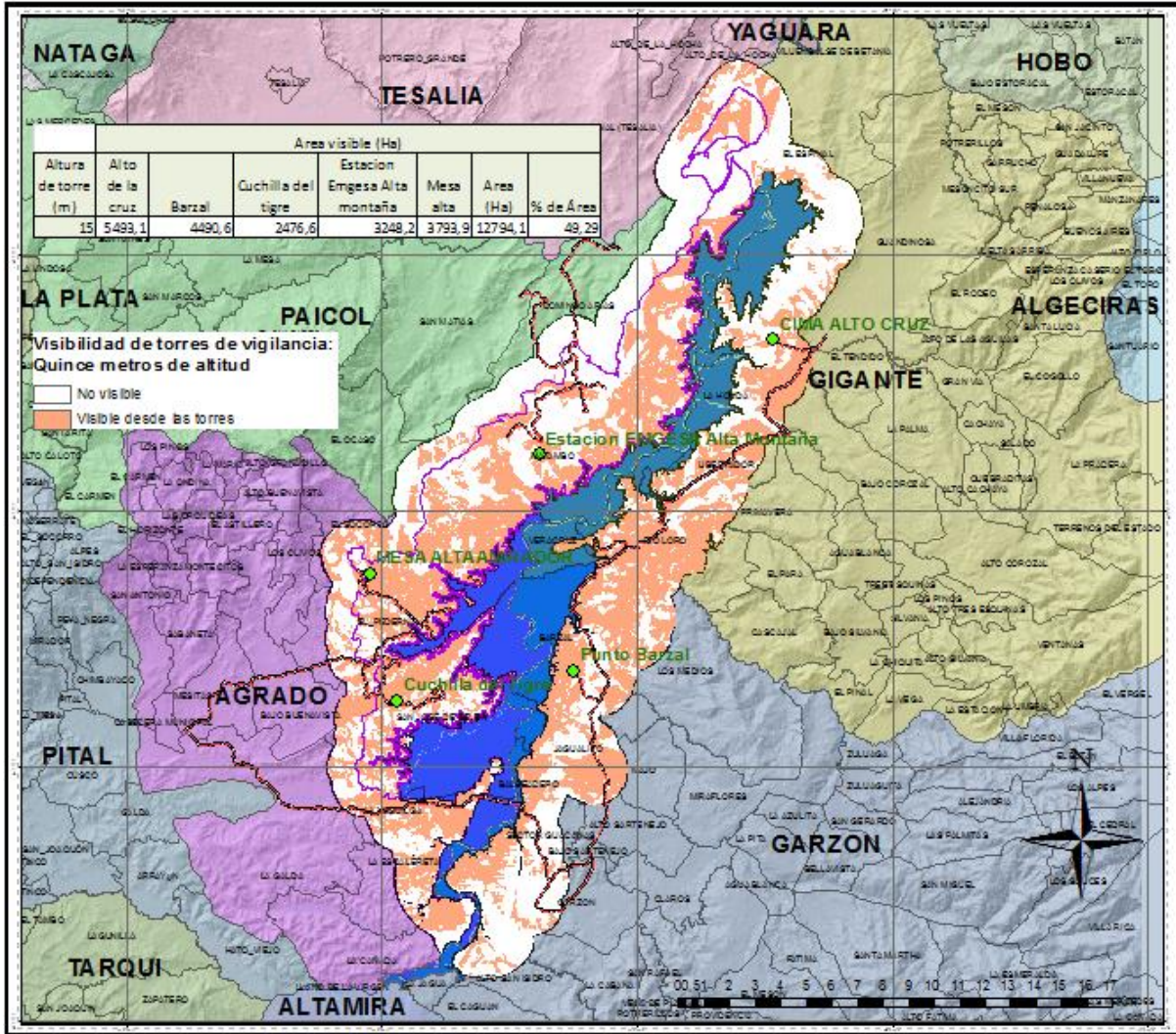


Figura 62. Visibilidad desde las torres de vigilancia a quince metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015

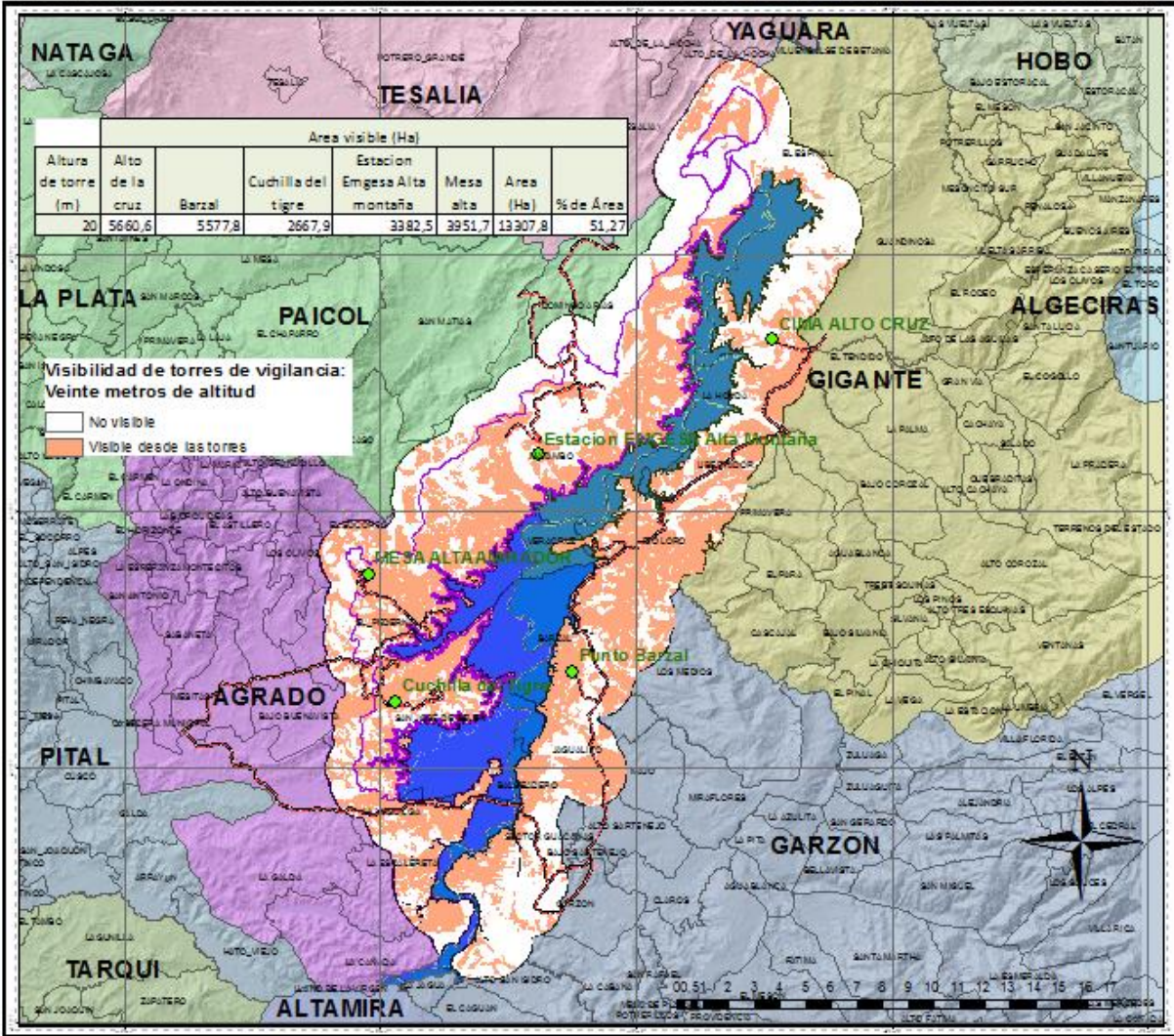


Figura 63. Visibilidad desde las torres de vigilancia a veinte metros de altura. Fuente: Hurtado, 2015

En las Figuras de la 64 a la 70 se observan algunos registros fotográficos de los sitios visitados para la ubicación de las cinco torres de vigilancia.



Figura 64. Vista hacia el norte del embalse desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 65. Vista hacia el sur del embalse desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 66. Panorámica desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 67. Vista hacia el casco urbano de Gigante desde el Alto de la Cruz. Fuente: Hurtado, 2015



Figura 68. Vista hacia la Cuchilla del Tigre desde Mesa Alta. Fuente: Guevara, 2015



Figura 69. Vista hacia el punto localizado en la Cuchilla del Tigre. Fuente: Guevara, 2015



Figura 70. Vista hacia el punto localizado en la Cuchilla del Tigre. Fuente: Guevara, 2015



- Épocas de mayor probabilidad de incendios para el empleo de las torres de vigilancia

Atendiendo a los resultados presentados en el informe climático para el proyecto de restauración de Bosque Seco – Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, realizado por Pinzón (2014), se encontraron las épocas del año donde las condiciones climáticas son propicias para la generación y propagación de los incendios forestales, es decir, las condiciones de temperatura media son las más altas, la precipitación presenta sus registros más bajos (en las tres zonas), y la humedad relativa se presenta más baja. La primera época corresponde a los meses de Junio, Julio y Agosto para mitad de año, y la segunda para los meses de Diciembre y Enero.

Un aspecto importante para resaltar es la humedad relativa, que en promedio es más baja en horas de la tarde y que sumado a la alta incidencia solar y a las bajas precipitaciones condicionan a la vegetación para su combustión.

Lo anterior es con el fin de definir unas épocas y horarios que den una pauta para la ocupación de las torres de vigilancia. Adicionalmente cabe mencionar que es importante atender a las alertas tempranas que emite el IDEAM diariamente y que son una buena fuente de información para estar preparados a la presencia del fuego.

Detección móvil

Es un sistema que complementa la detección fija en las zonas que no se visualizan desde las torres. Consiste en realizar recorridos cíclicos en tiempo y cobertura máxima del área en un medio de transporte apropiado o a pie, por las zonas de mayor influencia de visitantes y de pobladores o en aquellas zonas donde no sea posible la visibilidad desde las torres de vigilancia, como se mencionó anteriormente, con el fin de tener un control sobre las áreas que se consideren críticas para la posible generación de un incendio forestal.

Detección satelital

Se emplea el sistema por medio de reportes diarios emitidos por el IDEAM para la previsión de la amenaza sobre la presencia de incendios en determinadas áreas. Información que debe llegar a la central de emergencias de incendios para su conocimiento y activar los planes de contingencia. (Alfonso, 2009)

Los pronósticos y alertas tempranas sobre la posibilidad de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal que emite diariamente el IDEAM, se realizan a través de un modelo desarrollado específicamente para este fin. Este modelo, denominado SIGPI (Sistema de Información Geográfica para la Prevención de Incendios) incorpora la amenaza que existe por aspectos climáticos (precipitación diaria acumulada y temperatura máxima diaria), biológicos (susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios) y antrópicos (cercanía a centros poblados) a fin de identificar las zonas de riesgo para la ocurrencia de estos fenómenos.



En este informe se mencionan todos los departamentos del país y sus respectivos municipios, que se encuentran bajo amenaza a incendios forestales. El IDEAM presenta la situación del país en términos de probabilidades organizadas en categorías.

El enlace que se encuentra a continuación dirige a la página del IDEAM en donde se pueden encontrar los reportes diarios de incendios:

<http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios>

Figura 71. Página de pronósticos y alertas, reporte diario de incendios. Fuente:
<http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios>

A modo de ejemplo se va a buscar el reporte de uno de los incendios que se presenciaron durante la realización del presente Plan, el día 28 de septiembre del 2015 en la página del IDEAM como lo muestra el paso a paso de las Figuras 71, 72, 73, 74, 75 y 76.



INCENDIOS - INFORME DIARIO

www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios

PRINCIPAL

INCENDIOS

Subcarpetas

Nombre	Número de documentos
2010	208
2011	267
2012	322
2013	280
2014	309
2015	359
2016	61

Mostrando 7 resultados.

← Primero Anterior Siguiente Último →

Documentos

- Boletines, Avisos y Alertas
- Boletín Hidrológico Diario
- Boletín Semanal de Pronóstico Agrometeorológico
- Boletín de Predicción Climática
- Comunicados Especiales
- Fenómenos El Niño y La Niña
- Informe Diario de Incendios
- Pronóstico de la Amenaza Diaria por deslizamientos
- Resumen mensual de la situación sinóptica

MAPAS Y ESTIMACIÓN SATELITAL

- Precipitación Acumulada
- Temperatura Superficial
- Mapa diario temperatura máxima
- Mosaico de la precipitación diaria en milímetros

ES 09:24 p.m. 02/03/2016

Figura 72. Selección del año en el que se desea observar la probabilidad de incendio. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios>

www.pronosticosyalertas.gov.co/informe-diario-de-incendios/-/document_library_display/hGvZ1nOAuOga/view/360360?_110_INSTANCE_hGvZ1nOAuOga_topLink=home

PRINCIPAL

2015

Documentos

Mostrando el intervalo 261 - 280 de 359 resultados.

← Primero Anterior Siguiente Último →

Nombre	Tamaño
09_IDI_25_SEP_2015.pdf	375k
09_IDI_26_SEP_2015.pdf	372k
09_IDI_27_SEP_2015.pdf	389k
09_IDI_28_SEP_2015.pdf	399k

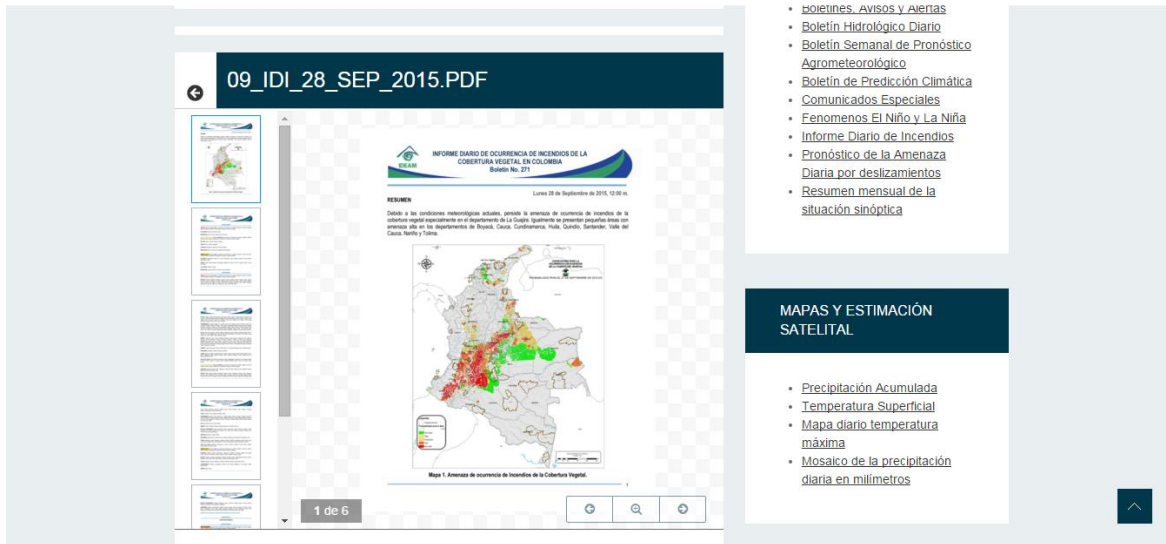
- Boletín Semanal de Pronóstico Agrometeorológico
- Boletín de Predicción Climática
- Comunicados Especiales
- Fenómenos El Niño y La Niña
- Informe Diario de Incendios
- Pronóstico de la Amenaza Diaria por deslizamientos
- Resumen mensual de la situación sinóptica

MAPAS Y ESTIMACIÓN SATELITAL

- Precipitación Acumulada
- Temperatura Superficial
- Mapa diario temperatura máxima
- Mosaico de la precipitación diaria en milímetros

Figura 73. Selección del día y mes en el que se desea observar la probabilidad de incendio. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios>

PRINCIPAL



09_IDI_28_SEP_2015.PDF

INFORME DIARIO DE OCURRENCIA DE INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL EN COLOMBIA
Boletín No. 271
Lunes 28 de Septiembre de 2015, 12:05 m.

RESUMEN
Debido a las condiciones meteorológicas actuales, persiste la amenaza de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal localizada en el departamento de Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Quindío, Santander, Valle del Cauca, Nariño y Tolima.

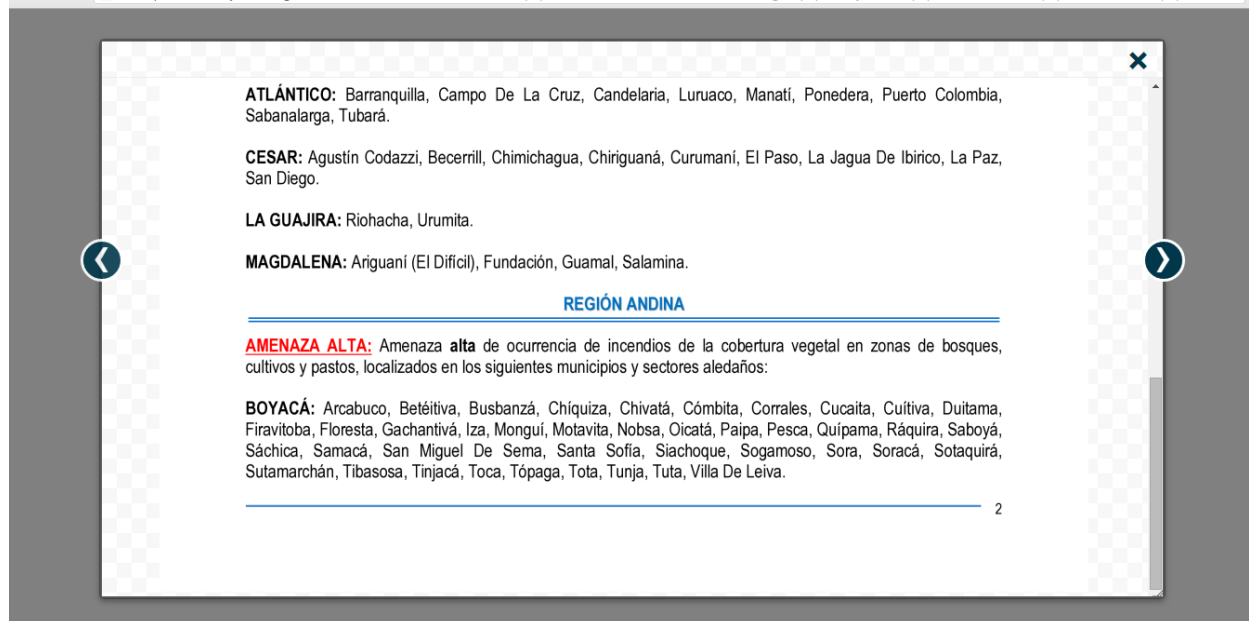
Mapa 1. Amenaza de ocurrencia de incendios de la Cobertura Vegetal.

- Boletines, Avisos y Alertas
- Boletín Hidrológico Diario
- Boletín Semanal de Pronóstico Agrometeorológico
- Boletín de Predicción Climática
- Comunicados Especiales
- Fenómenos El Niño y La Niña
- Informe Diario de Incendios
- Pronóstico de la Amenaza Diaria por deslizamientos
- Resumen mensual de la situación sinóptica

MAPAS Y ESTIMACIÓN SATELITAL

- Precipitación Acumulada
- Temperatura Superficial
- Mapa diario temperatura máxima
- Mosaico de la precipitación diaria en milímetros

Figura 74. Mapa del panorama de amenaza a incendios forestales en el país para el 28 de septiembre del 2015. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios>



ATLÁNTICO: Barranquilla, Campo De La Cruz, Candelaria, Luruaco, Manatí, Ponedera, Puerto Colombia, Sabanalarga, Tubará.

CESAR: Agustín Codazzi, Becerrill, Chimichagua, Chiriguana, Curumani, El Paso, La Jagua De Ibérico, La Paz, San Diego.

LA GUAJIRA: Riohacha, Urumita.

MAGDALENA: Ariguani (El Difícil), Fundación, Guamal, Salamina.

REGIÓN ANDINA

AMENAZA ALTA: Amenaza alta de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal en zonas de bosques, cultivos y pastos, localizados en los siguientes municipios y sectores aledaños:

BOYACÁ: Arcabuco, Betétiva, Busbanzá, Chíquiza, Chivatá, Cómbita, Corrales, Cucaita, Cúitva, Duitama, Firavitoba, Floresta, Gachantivá, Iza, Monguí, Motavita, Nobsa, Oicatá, Paipa, Pesca, Quípama, Ráquira, Saboyá, Sáchica, Samacá, San Miguel De Sema, Santa Sofia, Siachoque, Sogamoso, Sora, Soracá, Sotaquirá, Sutamarchán, Tibasosa, Tinjacá, Toca, Tópaga, Tota, Tunja, Tuta, Villa De Leiva.

2

Figura 75. Ubicación de la región de la cual se desea obtener el reporte de amenaza a incendios. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios>



Figura 76. Ubicación del departamento y los municipios que están en amenaza roja a incendios forestales. Fuente: <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/informe-diario-de-incendios>

Como se observa en la Figura 76, para el 28 de septiembre del 2015 hubo un reporte de incendio en los municipios de Gigante y Garzón en la categoría de amenaza roja, lo cual concuerda con la presencia de conflagraciones en la zona para ese día.

4.2.6 Capacitación

Se contactó al personal idóneo para dictar las capacitaciones relacionadas con la atención de incendios forestales; para poder tener un criterio de selección de dichas personas se generó un formato con el fin de unificar la información educativa, la experiencia profesional y experiencia en incendios forestales que tiene cada uno de ellos. Además se generó el texto para la cartilla de combate a incendios forestales, dirigida a las entidades encargadas de la atención de estas emergencias.

Para las capacitaciones se realizó un formato con el fin de obtener información del personal que cuenta con las condiciones para realizar estas capacitaciones con el fin de que sean contactados y se programe la logística. Dentro de la información que se encuentra en dicho formato están algunos datos personales, nombre, ciudad, dirección, correo electrónico y teléfono; información sobre el nivel educativo de la persona y experiencia profesional enfocada a incendios forestales y todo lo relacionado con atención de emergencias.



En la Tabla 18 se observa el resumen de la información de las hojas de vida de las personas que cuentan con la experiencia para realizar las capacitaciones. En la carpeta documentos, subcarpeta personal de capacitación se encuentran las hojas de vida del personal que puede dictar las capacitaciones.

Tabla 18. Capacitadores propuestos. Fuente: Guevara & Hurtado, 2015

Capacitador	Institución y/o Empresa	Formación	Experiencia
Iván Javier Rojas Castillo	EIATEC S.A.S.	Ingeniero Forestal. Candidato Msc. Desarrollo sustentable y gestión ambiental.	Curso para Bomberos Forestal-CBF. Curso Básico de Comando de Incidentes CBSCI. Curso Para Instructores – CPI. Taller para formación de instructores para el curso de Bomberos Forestales (TCBF). Asistente y experto en el diplomado virtual en incendios forestales y restauración en áreas afectadas.
Jaime Andrés Martínez López	Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Villeta, Cundinamarca	Técnico Profesional en Procedimientos Judiciales. Diplomado de incendios forestales con la Universidad Distrital en convenio con el Ministerio del Medio Ambiente.	Capacitaciones en el tema de incendios forestales, (cursos básicos, intermedios y avanzados). Carrera bomberil desde el año 1993. Entrenamiento de empresas públicas y privadas en seguridad y salud en el trabajo, además de gestión integral del riesgo.
Iván Darío Valenzuela Obando		Tecnólogo en higiene y seguridad industrial. Diplomado en incendios forestales.	Instructor de Bomberos en Incendios Forestales con 35 años de experiencia. Dirección de Prevención, Control y Extinción de Incendios Forestales.



<p>Rafael Robles</p>	<p>Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.</p>	<p>Ingeniero Forestal.</p>	<p>Instructor para cursos de Bombero Forestal CBF de USAID-OFDA.</p> <p>Cursos de CBF y SCI (2011) COPCIF (2013), EDAN (2014).</p> <p>Coordinador de la Línea de Incendios Forestales en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.</p> <p>Ingeniero de restauración ecológica de áreas afectadas por incendios forestales en el Jardín Botánico de Bogotá, subdirección científica.</p> <p>Ingeniero coordinador en los cerros orientales de Bogotá prevención de incendios forestales.</p>
<p>Melba Nubia Agudelo Castaño</p>	<p>Cuerpo de bomberos de municipio de Puerto López, Meta</p>		<p>Más de 16 años en elaboración y ejecución de proyectos, interventorías y procesos de planificación.</p> <p>Más de 10 años de experiencia en organización, capacitación y formación de brigadistas e instructores en incendios forestales, como instructora de la O.F.D.A.</p> <p>Acompañamiento y asesoría a los entes territoriales y demás organismos que hacen parte de la Dirección Nacional de Gestión del Riesgo para Desastres para la elaboración de sus respectivos planes de emergencia y contingencia.</p>
<p>Pedro Alirio Ruge Velandia</p>	<p>Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cubarral</p>	<p>Técnico Profesional en Gestión de Recursos Naturales.</p>	<p>Experiencia de 5 años como instructor OFDA.</p>



<p>Olga Isabel Palacios Palacios</p>	<p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>	<p>Ingeniera Forestal.</p> <p>Especialista en Sistemas de Información Geográfica</p> <p>Especialista en Métodos de Análisis Demográfico</p> <p>Maestría en Estudios de población</p>	<p>Docente de gestión del riesgo de la Universidad Distrital. Mención de Honor Especial de Gestión de Incendios Forestales, Dirección General de la Defensa Civil de la Republica de Colombia en 1997. Primera Jornada de Experiencias Ciudadanas en Gestión del Riesgo, Territorio y Prevención, una opción desde la Formación y Participación, evento realizado en el año 2005, en Bogotá. Plan municipal para la gestión del riesgo de desastres en el municipio de Vergara, Cundinamarca 2013 a 2014. Protocolo de Restauración de coberturas Vegetales afectadas por Incendios Forestales Colombia en el 2006. Primer diplomado virtual en incendios forestales y restauración de áreas afectadas de abril del 2010 a octubre del 2010.</p> <p>Miembro de la Comisión Nacional Asesora para la Investigación en Gestión del Riesgo; Representante institucional en la Comisión Distrital de Prevención y Mitigación de Incendios Forstales. 13 cursos certificados de educación continuada en el área de Incendios Forestales.</p>
--------------------------------------	---	--	---

En la Tabla 19 se muestra el programa propuesto para las capacitaciones relacionadas con el combate de los incendios forestales, en donde se indican las personas que pueden dictar cada módulo, con la cantidad de horas correspondientes y el costo que tendría la capacitación para un grupo de 25 personas sin incluir transporte, hospedaje y alimentación.

Tabla 19. Programa de capacitadores. Fuente: Guevara & Hurtado, 2015

Programa de capacitación				
Módulo	Actividad	Persona	Horas	Costo (\$)
Conocimiento del riesgo	1. Problemática mundial, nacional y local	Olga Palacios o Iván Rojas	1	400.000
	2. Tipos de desastres	Olga Palacios o Iván Rojas	2	800.000
	3. Fases del desastre	Olga Palacios o Iván Rojas		
	4. Efectos sociales, económicos y ambientales de los desastres	Olga Palacios o Iván Rojas		
	5. Conceptos básicos		2	800.000
	5.1 Fuego, tetraedro del fuego y fases de combustión	Olga Palacios o Iván Rojas		
	5.2 Propagación del calor	Olga Palacios o Iván Rojas	4	1.600.000
	5.3 Clases de eventos	Olga Palacios o Iván Rojas		
	5.4 Tipos de incendios, partes y formas	Olga Palacios o Iván Rojas		
	5.5 Causas	Olga Palacios o Iván Rojas		
	5.6 Formas de control	Olga Palacios o Iván Rojas		
	5.7 Áreas de control	Olga Palacios o Iván Rojas		
	5.8 Métodos de ataque	Melba Agudelo o Jaime Martínez		
	5.9 Uso de herramientas de planificación	Olga Palacios o Iván Rojas	4	1.600.000
6. Instrumentos de planificación	Olga Palacios o Iván Rojas	4	1.600.000	
Subtotal			25	10.000.000

Reducción del riesgo	1. Fortalecimiento y desarrollo Institucional			
	1.1 Comisiones asesoras	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	1.2 Articulación con la planeación local	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	2. Capacitación			
	2.1 Nivel directivo	Rafael Robles o Melba Agudelo	2	800.000
	2.2 Nivel profesional	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	2.3 Nivel operativo	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	3. Divulgación	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	4. Educación	Rafael Robles o Melba Agudelo	2	800.000
	5. Legislación	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	6. Manejo de combustible			
	6.1 Eliminación, reordenación, traslado y conversión	Iván Valenzuela o Melba Agudelo	2	800.000
	7. Inflamabilidad y combustibilidad	Rafael Robles o Pedro Ruge	2	800.000
8. Utilización del fuego	Rafael Robles o Pedro Ruge			
9. Sistemas de detección	Rafael Robles o Jaime Martínez	2	800.000	
Subtotal			10	4.000.000

Manejo de desastres	1. Organización del sistema de comando de incidentes (SCI)	Pedro Ruge o Iván Rojas	4	1.600.000
	1.1 Descripción del trabajo	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	1.2 Relaciones y ambiente	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	2. Personal	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3. Conducción y coordinación	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.1 Principios de grupo y su dinámica	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.2 Dirección	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.3 Autoridad	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.4 Responsabilidad	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.5 Toma de decisiones	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.6 Liderazgo	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.7 Motivación	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.8 Comunicación	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.9 Coordinación	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	3.10 Disponibilidad	Pedro Ruge o Iván Rojas		
	4. Aptitud física	Pedro Ruge o Iván Rojas	1	400.000
	5. Herramientas y equipos		1	400.000
5.1 Características en la selección	Melba Agudelo o Jaime Martínez			

	5.2 Mantenimiento	Melba Agudelo o Jaime Martínez		
	5.3 Almacenaje	Melba Agudelo o Jaime Martínez		
	6. Suministros	Melba Agudelo o Jaime Martínez		
	7. Comunicaciones	Melba Agudelo o Jaime Martínez		
	8. Visita a un centro de respuesta	Melba Agudelo o Jaime Martínez	4	1.600.000
	9. Uso del GPS	Rafael Robles o Iván Rojas	1	400.000
	10. Primeros auxilios	Cruz Roja municipio de Garzón	3	1.200.000
	11. Seguridad personal			
	11.1 Elementos de protección personal	Melba Agudelo o Iván Valenzuela		
	11.2 Normas de seguridad	Pedro Ruge o Melba Agudelo	4	1.600.000
	11.2 Situaciones de riesgo	Iván Valenzuela u Olga Palacios		
	12. Reporte	Rafael Robles o Pedro Ruge		
	13. Efectos del fuego	Rafael Robles o Melba Agudelo	2	800.000
	14. Aspectos económicos del daño	Rafael Robles o Melba Agudelo	4	1.600.000
	15. Conceptos básicos de restauración ecológica	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	15.1 El fuego como factor ecológico	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	15.2 Respuesta de las plantas al fuego	Rafael Robles o Melba Agudelo	4	1.600.000
	15.3 Adaptación reproductiva de las especies	Rafael Robles o Melba Agudelo		



	16. Diagnóstico	Rafael Robles o Melba Agudelo	4	1.600.000
	17. Intervención	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	18. Mantenimiento	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	19. Educación	Rafael Robles o Melba Agudelo		
	20. Estudios de caso	Rafael Robles o Melba Agudelo	2	800.000
Subtotal			34	13.600.000
Prácticas	1. Uso de herramientas	Melba Agudelo o Rafael Robles	4	1.600.000
	2. Prevención	Iván Valenzuela o Pedro Ruge	2	800.000
	3. Restauración	Iván Rojas o Pedro Ruge	2	800.000
Subtotal			8	3.200.000
TOTAL			77	30.800.000
Clausura			2	

Dentro de las capacitaciones con las que se deben contar se encuentran el manejo y uso de las herramientas de combate de incendios forestales, la cual fue recibida por los funcionarios de la Fundación Natura que tuvieron un simulacro-capacitación el día 28 de diciembre del 2015 en la finca Comejenes; las Figuras 77, 78 y 79 son el registro fotográfico de este simulacro-capacitación.



Figura 77. Simulacro-Capacitación. Manejo de herramientas. Fuente: Fajardo, 2015



Figura 78. Simulacro-Capacitación. Manejo de herramientas. Fuente: Fajardo, 2015



Figura 79. Simulacro-Capacitación. Manejo de herramientas. Fuente: Fajardo, 2015

4.2.7 Equipamiento

Las herramientas que hacen falta para la adecuada atención de incendios forestales en la Fundación Natura, la Central de Betania y cada una de las instituciones (Cuerpos de Bomberos y Defensa Civil) de los municipios que abarcan el área de estudio se encuentran en las Tablas 20, 21, 22 y 23.



Tabla 20. Inventario de herramientas de los diferentes Cuerpos de Bomberos

BOMBEROS										
No. de cuadrillas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Elemento	Cuadrilla 12 Personas	Cuerpo de bomberos voluntarios Agrado 14 Personas	Elementos Faltantes	Cuerpo de bomberos Tesalia 14 Personas	Elementos Faltantes	Cuerpo de bomberos Paicol 22 Personas	Elementos Faltantes	Cuerpo de bomberos voluntarios Gigante 18 Personas	Elementos Faltantes	Elementos faltantes totales
Pala	1	4	-	NO	1	5	-	2	-	1
Mc Leod o Rastrillo Azadón	1	2	-	NO	1	2	-	1	-	1
Batefuego	5	2	3	NO	5	NO	5	5	-	13
Bomba de espalda	3	7	-	3	-	4	-	2	1	1
Machete	6	7	-	2	4	4	2	4	2	8
Pulaski	1	2	-	1	-	NO	1	2	-	1
Rastrillo forestal o Segador	1	NO	1	NO	1	2	-	NO	1	3
Motobomba portátil	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	4
Mangueras de la bomba 1" acople rápido	8	6	2	NO	8	NO	8	NO	8	26
Pitón de combinación 1 "	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	8
Prensa mangueras	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	4
Adaptador hembra de 1 "	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	8
Adaptador macho de 1 "	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	8
Llave de unión	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	4
Camioneta	1	NO	1	NO	1	NO	1	1	-	3
Maquina de bomberos	1	NO	1	NO	1	WPR 2009	-	2 Extintoras	-	2
Casco	12	8	6	6	8	10	2	2	10	26
Protector de ojos	12	NO	14	7	7	NO	12	NO	12	45
Monjitas o pasamontañas	12	NO	14	NO	14	NO	12	NO	12	52
Capa o chaqueta	12	NO	14	NO	14	NO	12	NO	12	52
Pantalones protectores	12	NO	14	NO	14	NO	12	NO	12	52
Guantes	12	NO	14	4	10	10	12	NO	12	48
Botas	12	NO	14	4	10	NO	12	NO	12	48
Cantimplora	12	1	14	4	10	10	2	NO	12	38
Botiquín de primeros auxilios	1	1	-	2	-	1	-	NO	1	1
GPS	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	4
Kit de limas aceradas planas	3 (5)	NO	3	NO	3	NO	3	NO	3	12
Linterna	12	2	14	1	13	NO	12	2	10	49
Radios portátiles	3	3	-	NO	3	NO	3	NO	3	9
Radio base	1	1	-	NO	1	NO	1	NO	1	3

En cuanto a los cuerpos de bomberos se observa que ningún municipio tiene la cantidad mínima de herramientas por cuadrilla para atender los incendios forestales que se presenten.

Tabla 21. Inventario de herramientas de la Defensa Civil en cada uno de los municipios

DEFENSA CIVIL												
No. de cuadrillas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Elemento	Cuadrilla 12 Personas	Defensa Civil Paicol 20 Personas	Elementos Faltantes	Defensa Civil Tesalia 23 Personas	Elementos Faltantes	Defensa Civil Junta Garzón 15 Personas	Elementos Faltantes	Defensa Civil Gigante 30 Personas	Elementos Faltantes	Defensa Civil Agrado 50 Personas	Elementos Faltantes	Elementos faltantes totales
Pala	1	3	-	NO	1	5	-	2	-	2	-	1
Mc Leod o Rastrillo Azadón	1	2	-	NO	1	NO	1	2	-	NO	1	3
Batefuego	5	2	3	NO	5	6	-	5	-	NO	5	13
Bomba de espalda	3	1	2	NO	3	2	1	2	1	1	2	9
Machete	6	2	10	NO	6	4	2	5	1	2	4	23
Pulaski	1	NO	1	NO	1	2	-	1	-	NO	1	3
Rastrillo forestal o Segador	1	2	-	NO	1	3	-	2	-	1	-	1
Motobomba portátil	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	5
Mangueras de la bomba 1" acople rápido	8	NO	8	NO	8	NO	8	NO	8	NO	8	40
Pitón de combinación 1 "	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	10
Prensa mangueras	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	5
Adaptador hembra de 1 "	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	10
Adaptador macho de 1 "	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	NO	2	10
Llave de unión	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	5
Camioneta	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	5
Casco	12	1	11	5 Sin correa	12	NO	12	5	7	NO	12	54
Protector de ojos o monogafas	12	4	8	NO	12	NO	12	6	6	NO	12	50
Monjitas o pasamontañas	12	NO	12	NO	12	NO	12	NO	12	NO	12	60
Capa o chaqueta	12	NO	12	NO	12	NO	12	NO	12	NO	12	60
Pantalones protectores	12	NO	12	NO	12	NO	12	NO	12	NO	12	60
Guantes	12	3	9	NO	12	NO	12	5	7	NO	12	52
Botas	12	20	-	NO	12	NO	12	5	7	NO	12	43
Uniforme	12	20	-	NO	12	NO	12	30	-	NO	12	36
Cantimplora	12	NO	12	11	12	NO	12	6	6	NO	12	54
Botiquín de primeros auxilios	1	2	-	3	-	3	-	4	-	1	-	0
GPS	1	1	-	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	4
Kit de limas aceradas planas	3 (5)	NO	3	NO	3	NO	3	NO	3	NO	3	15
Linterna	12	2	10	5	12	2	10	10	2	NO	12	46
Radios portátiles	3	NO	3	NO	3	NO	3	NO	3	NO	3	15
Radio base	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	NO	1	5

La defensa civil de cada municipio muestra un panorama similar a los cuerpos de bomberos, aunque un poco más crítico puesto que los municipios que cuentan con mayor personal, son los que menos cantidad de herramientas tienen.

ELEMENTO	UBICACION
Machetes (3)	Bodega Sebonuco – Bodega No. xx
Picas (6)	Bodega Sebonuco – Bodega No. xx
Azadones (2)	Bodega Sebonuco – Bodega No. xx
Palas (2)	Bodega Sebonuco – Bodega No. xx
Hachas (2)	Bodega Sebonuco – Bodega No. xx
Bomba de espalda	Casa de Máquinas Nivel 1 Cuarto de brigadas
Bomba de espalda	Casa de Máquinas Nivel 1 Cuarto de brigadas
Bomba de espalda	Casa de Máquinas Nivel 1 Cuarto de brigadas
AGUAMOVIL con bomba y manguera	Casa de Máquinas Nivel 1 Zona de Parqueaderos

Figura 80. Equipos de control y combate de incendios forestales de la Central Betania. Fuente: Emgesa S.A.E.S.P., 2015



Figura 81. Radios de comunicaciones referencia EP 450 (Izquierda) y EM 200 (Derecha). Fuente: Siscom Telecomunicações, 2016 y Telear C.A., 2016

En las Figuras 80 y 81 se observan los elementos con los que cuenta la Central de Betania para combatir los incendios forestales. Además cuentan con el traje de acercamiento completo con casco y botas, botiquín portátil para la brigada P.A. y 6 equipos de autocontenido.



Con base en la información de la Tabla 22 se puede evidenciar que la Central de Betania no cuenta con el equipo adecuado para la atención de incendios de tipo forestal, por lo tanto se hace necesaria la obtención de los elementos mencionados en la tabla anterior.

Tabla 23. Inventario de herramientas de la Fundación Natura

Elemento	Cuadrilla 12 Personas	Fundación Natura	Elementos faltantes cuadrilla 12 personas
Pala	1	NO	1
Mc Leod o Rastrillo Azadón	1	3	-
Batefuego	5	12	-
Bomba de espalda	3	6	-
Machete	6	SI	-
Pulaski	1	3	-
Rastrillo forestal o Segador	1	3	-
Motobomba portátil	1	SI	-
Mangueras de la bomba 1" acople rápido	8	NO	8
Pitón de combinación 1 "	2	NO	2
Prensa mangueras	1	NO	1
Adaptador hembra de 1"	2	NO	1
Adaptador macho de 1 "	2	NO	1
Llave de unión	1	NO	1
Camioneta	1	SI	-
Casco	12	NO	12
Protector de ojos	12	NO	12
Monjitas o pasamontañas	12	12	-
Capa o chaqueta	12	NO	12
Pantalones protectores	12	NO	12
Polainas	12	12	-
Guantes	12	NO	12
Botas	12	12	-
Cantimplora	12	12	-
Botiquín de primeros auxilios	1	SI	-
GPS	1	SI	-
Kit de limas aceradas planas	3 (5)	NO	3
Linterna	12	NO	12
Radios portatiles	3	NO	3
Radio base	1	NO	1



En cuanto a herramientas, la Fundación Natura es la que mejor se encuentra equipada para la atención de una emergencia, puesto que la mayoría de los equipos son nuevos, como se observa en la Tabla 23.

Tabla 24. Inventario de las herramientas faltantes para la Cuadrilla El Quimbo

Elemento	Cuadrilla 12 Personas	Elementos faltantes El Quimbo
Pala	1	1
Mc Leod o Rastrillo Azadón	1	1
Batefuego	5	5
Bomba de espalda	3	3
Machete	6	6
Pulaski	1	1
Rastrillo forestal o Segador	1	1
Motobomba portátil	1	1
Mangueras de la bomba 1" acople rápido	8	8
Pitón de combinación 1 "	2	2
Prensa mangueras	1	1
Adaptador hembra de 1"	2	2
Adaptador macho de 1 "	2	2
Llave de unión	1	1
Camioneta	1	1
Lancha	1	1
Casco	12	12
Protector de ojos	12	12
Monjitas o pasamontañas	12	12
Capa o chaqueta	12	12
Pantalones protectores	12	12
Polainas	12	12
Guantes	12	12
Botas	12	12
Cantimplora	12	12
Botiquín de primeros auxilios	1	1
GPS	1	1
Kit de limas aceradas planas	3 (5)	3 (5)
Linterna	12	12
Radios portátiles	3	3
Radio base	1	1



Todavía no se ha establecido una cuadrilla de la Central El Quimbo que sea la encargada de la atención de estas emergencias, por ende no se cuenta con las herramientas básicas para responder a estos eventos. La cantidad de elementos que se necesitan para contar con lo básico en esta central se observan en la Tabla 24.

Las características de los elementos de protección personal que debe tener una cuadrilla para combatir un incendio forestal se encuentran anexas a este documento en un archivo Word titulado "Elementos de Protección Personal".

La descripción de las herramientas para el combate de incendios se encuentra anexa a este documento en un archivo Word titulado "Herramientas".

Tabla 25. Inventario general de las herramientas faltantes

Elemento	Cuadrilla 12 Personas	Elementos faltantes totales					Costos		
		Cuerpo de Bomberos	Defensa Civil	Central Betania	Fundación Natura	El Quimbo	Total	Costo unitario	Costo Total
Pala	1	1	1	-	1	1	4	73.000	292.000
Mc Leod o Rastrillo Azadón	1	1	3	1	-	1	6	193.000	1.158.000
Batefuego	5	13	13	5	-	5	36	120.000	4.320.000
Bomba de espalda	3	1	9	-	-	3	13	517.000	6.721.000
Machete	6	8	23	3	-	6	40	22.000	880.000
Pulaski	1	1	3	1	-	1	6	130.000	780.000
Rastrillo forestal o Segador	1	3	1	1	-	1	6	120.000	720.000
Motobomba portátil	1	4	5	1	-	1	11	1.500.000	16.500.000
Mangueras de la bomba 1" acople rápido	8	26	40	8	8	8	90	190.000	17.100.000
Pitón de combinación 1 "	2	8	10	2	2	2	24	224.000	5.376.000
Prensa mangueras	1	4	5	1	1	1	12	2.074.000	24.888.000
Adaptador hembra de 1"	2	8	10	2	1	2	23	15.000	345.000
Adaptador macho de 1 "	2	8	10	2	1	2	23	15.000	345.000
Llave de unión	1	4	5	1	1	1	12	15.000	180.000
Camioneta	1	3	5	-	-	1	9	90.000.000	810.000.000
Lancha	1	-	-	-	-	1	1	200.000.000	200.000.000
Casco	12	26	54	-	12	12	104	58.000	6.032.000
Protector de ojos	12	45	50	12	12	12	131	58.000	7.598.000
Monjitas o pasamontañas	12	52	60	12	-	12	136	128.000	17.408.000
Capa o chaqueta	12	52	60	-	12	12	136	569.000	77.384.000
Pantalones protectores	12	52	60	-	12	12	136	492.000	66.912.000
Guantes	12	48	52	-	12	12	124	150.000	18.600.000
Botas	12	48	43	-	-	12	103	163.000	16.789.000
Cantimplora	12	38	54	12	-	12	116	29.000	3.364.000
Botiquín de primeros auxilios	1	1	-	-	-	1	2	100.000	200.000
GPS	1	4	4	1	-	1	10	850.000	8.500.000
Kit de limas aceradas planas	3 (5)	12	15	3	3	3 (5)	33	38.000	1.254.000
Linterna	12	49	46	12	12	12	131	40.000	5.240.000
Radios portátiles	3	9	15	2	3	3	32	420.000	13.440.000
Radio base	1	3	5	-	1	1	10	420.000	4.200.000
							Total	1.336.526.000	

En la Tabla 25 se observa el inventario general de las herramientas faltantes, con el costo unitario por herramienta y el costo total de la adquisición de todo el equipo con el que debería contar cada entidad.



Tabla 26. Empresas encargadas de fabricar herramientas y elementos de protección para el combate de incendios

Nombre	Logo
Ripel S.A.S. (Marca Wildfire)	
Alpecorp Colombia Ltda (Marca Akron)	
Vallfirest	
Waterous Company	
Prodeseg S.A.	
Forestry suppliers	

La Tabla 26 muestra las diferentes marcas y empresas que se encargan de fabricar y vender las herramientas y elementos de protección personal para el combate de incendios forestales.

Continuando con la fase de control se hace referencia a una serie de mapas generados que permiten mejorar conocer zonas estratégicas para mejorar la atención de las emergencias, dentro de los cuales encontramos.

4.2.8 Puntos de recarga hídrica

Se encontraron 55 puntos de abastecimiento hídrico como se observa en la Figura 82, repartidos de la siguiente manera:

- 8 Lagunas
- 4 Pozos

- 7 Puntos en Quebradas
- 3 Fincas (Comejenes, Tabor y Betania)
- 33 Vías directas hacia el Embalse

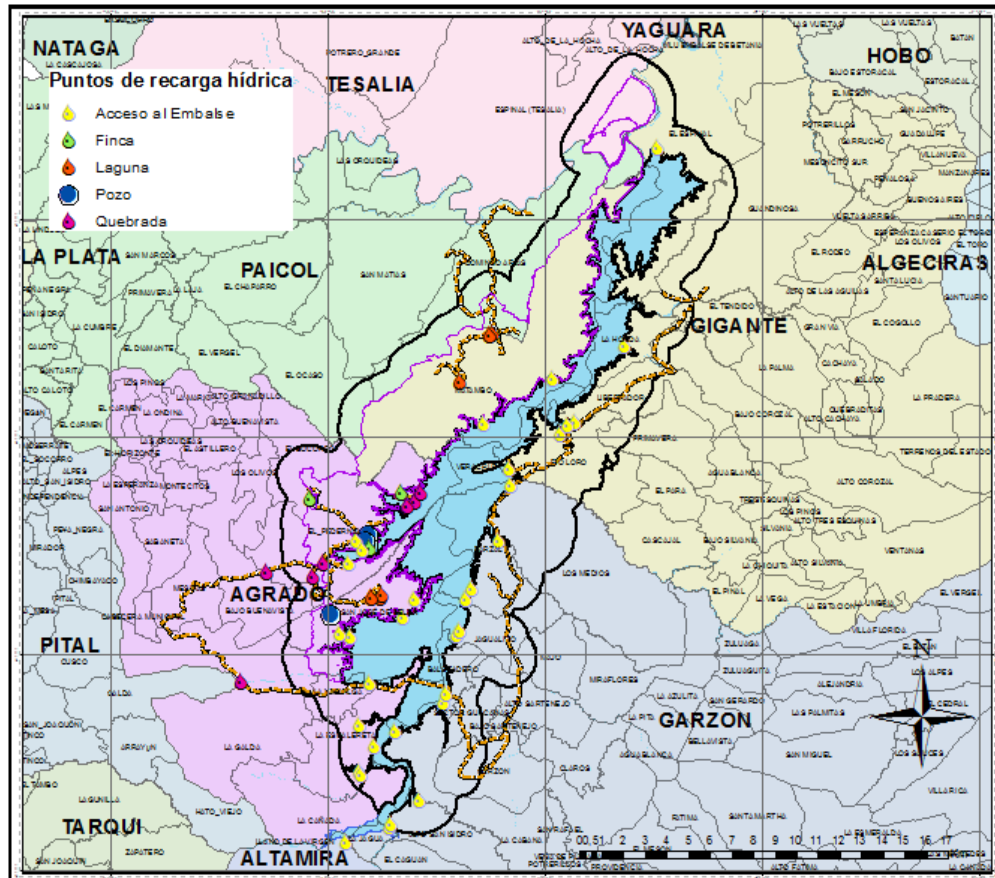


Figura 82. Puntos de recarga hídrica. Fuente: Hurtado, 2015

Es importante mencionar que se encuestó a algunas personas que trabajan en el vivero Finlandia y que conocen el área de estudio, con el fin de saber cuáles de los drenajes permanecen con un flujo hídrico constante a lo largo del año y cuáles se encuentran intermitentes según la época, los resultados se encuentran en la Tabla 27.

Tabla 27. Quebradas permanentes e intermitentes

Quebradas constantes	Quebradas intermitentes
Quebrada Yaguilga	Quebrada Las minas
Quebrada La Turbia	Quebrada Seca
Quebrada Buenavista	Quebrada San Juan de la Mosca
Quebrada Muchilero	



4.2.9 Vías transitables para el área de compensación

Se realizó el recorrido por algunas vías que atraviesan el área de compensación, realizando su ubicación espacialmente y rotulando los tramos de acuerdo a su estado (pavimentado, destapado, camino de herradura), con lo cual se obtuvo el mapa de la Figura 83; en este recorrido se hizo especial énfasis en los puntos de obtención de agua, esto con el fin de demarcar las zonas donde recargar las herramientas destinadas a atender las emergencias relacionadas con incendios forestales.

Por medio de este ejercicio se logró determinar las velocidades promedio de los diferentes tipos de vías, sirviendo como principal insumo para la construcción de la Tabla 29 de tiempos de llegada de las brigadas de emergencia, así como herramienta para la priorización de la comunicación con entidades de apoyo de otros municipios.

El mapa completo de vías de acceso puede encontrarse en la carpeta PDF, en la subcarpeta contingencia.

En la Tabla 28 se observan los diferentes tipos de vías que se encontraban en el área de estudio y las características de su estado.

Tabla 28. Vías según su tipo

TIPO DE VIA	CARACTERISTICA
1	Vía pavimentada
2	Vía pavimentada
4	Vía destapada
5	Vía destapada
6	Vía destapada
7	Camino de herradura

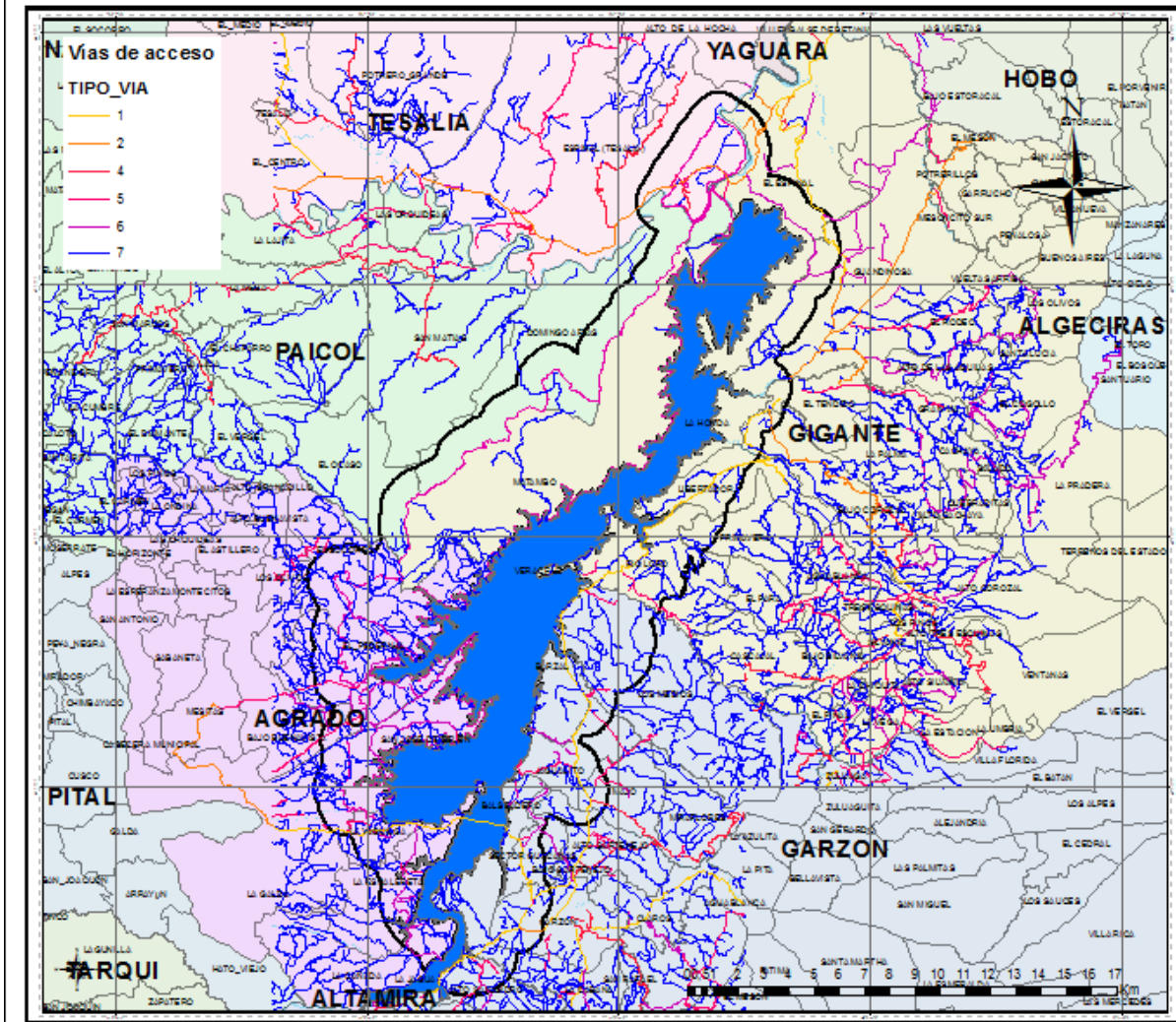


Figura 83. Mapa de vías de acceso. Fuente: Hurtado, 2015

Tiempos de respuesta ante incendio forestal

A partir de los recorridos realizados en las diferentes zonas del área de compensación y áreas aledañas, junto con los tiempos y velocidades registradas, se construye la tabla de tiempos de respuesta, por parte de las instituciones que brindan apoyo ante una eventual emergencia (Tabla 29).

Tabla 29. *Tiempos de respuesta ante incendio forestal*

Sitios partida/destino	Tiempo de recorrido estimado (minutos)					
	Zona 1 (La Ensellada)	Zona 2 (Comejenes)	Zona 3 (La Laguna)	Pacios de apilado (Balseadero)	Rioloro (Centro poblado)	Agrado (Vivero Finlandia)
Comejenes (Agrado)			37,8	63		16,4
Agrado (casco urbano)		43,6	47,2	18,9	53	33,8
Garzón (casco urbano)		80,5	82,3	13,5	25	61,65
Gigante (casco urbano)		113	118	49,8	22	98,73
Paicol (casco urbano)	134,27					
Tesalia (casco urbano)	108,31					
	No recomendado/no aplica					
	Recorrido recomendado en lancha					

La Tabla 29 nos muestra mediante una comparación de los sitios de partida vs sitios de destino, los tiempos estimados que puede tardar una cuadrilla en llegar a atender una emergencia. Teniendo presente que este análisis se realizó con vehículos tipo Camioneta Toyota Hillux 4x4, para las vías pavimentadas y destapadas, y recorridos a pie en vías de herradura durante tiempo seco.

Se anotan también dos categorías adicionales, en color rojo, aquellos recorridos que no se recomiendan debido a las dificultades que se puedan presentar, a las distancias exageradas o que no sea lógico dicho recorrido. En color azul se resaltan los recorridos que por su ubicación no resulta factible realizarlos por vías terrestres, por lo que se recomienda realizarlos mediante lanchas debidamente equipadas.

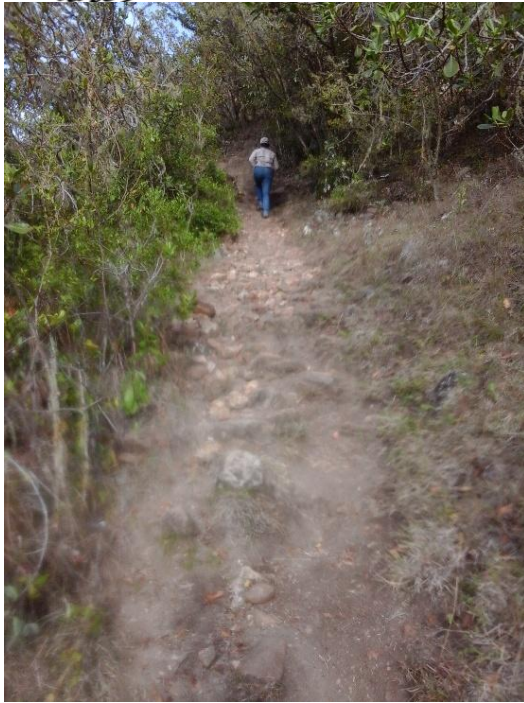


Figura 84. Camino de herradura (Izquierda) y Vía destapada (Derecha). Fuente: Hurtado, 2015



Figura 85. Vía pavimentada. Fuente: Hurtado, 2015



En las Figuras 84 y 85 se observan tres ejemplos de los tipos vía que se cuentan en la zona para acceder al área de estudio.

4.3 RESTAURACIÓN

4.3.1 Lineamientos para la restauración ecológica de las áreas afectadas por incendios forestales

Para el desarrollo de esta fase se realiza una revisión bibliográfica sobre documentos oficiales nacionales que muestran los lineamientos que se deben tener en cuenta al momento de restaurar áreas incendiadas, además de los criterios que ha implementado la Fundación Natura para la restauración de bosque seco tropical.

Generalidades

La restauración es el conjunto de actividades dirigidas a asistir el restablecimiento de manera total o parcial, de la estructura y función de los ecosistemas que han sido alterados por incendios forestales. (CONIF & MAVDT, 2006). Dichas prácticas, sean de corto, mediano o largo plazo, se encaminan a revertir los efectos del fuego sobre los compartimentos del ecosistema.

Para abordar esta fase empezaremos con una conceptualización relacionada con el tema de la restauración ecológica.

Disturbio

Córdoba *et al.*, 2005, definen el disturbio como un mecanismo que causa limitaciones en el desarrollo de la biomasa de las plantas, logrando su destrucción parcial o total, donde además se generan cambios en las condiciones y el funcionamiento normal de un ecosistema

Dicho disturbio es un evento particular en el tiempo que altera la estructura y la función de un ecosistema, comunidad o población. De allí se desprenden cambios en la disponibilidad de los recursos, la viabilidad del sustrato o el medio ambiente físico

Los disturbios crean espacios para nuevos colonizadores y se mide en intensidad y escala para establecer la regeneración de especies que han sobrevivido, la migración de otras especies aledañas, entre otros aspectos

Es importante resaltar que los disturbios desvían al ecosistema natural de su trayectoria y desarrollo natural, alterando el estado de los atributos que definen al ecosistema. Si dicha desviación es pequeña, el ecosistema soporta los efectos del disturbio dentro de sus dinámicas normales y retorna por sí mismo a su trayectoria natural.

Por otra parte, si el disturbio es demasiado fuerte (por su severidad, intensidad, frecuencia y magnitud) o si se presentan simultáneamente un grupo de disturbios, los efectos destructivos se



acumulan y el ecosistema puede llegar a un límite crítico de transformación, de tal manera que las características que amortiguan los efectos de los disturbios ya no son suficientes para garantizar la regeneración natural y el ecosistema inicia un proceso de degradación progresiva y en ocasiones irreversible, que termina estableciendo un “área degradada”, a menos que exista algún tipo de intervención humana.

Atendiendo a lo anterior, la recuperación de un área afectada por un disturbio depende del tipo, intensidad y duración del mismo.

Una característica general de este proceso de alteración-deterioro-degradación según Córdoba *et al.*, 2005, es que el ecosistema acumula las transformaciones, siendo mayores a lo largo del tiempo, y se van perdiendo gradualmente las capacidades de autorregularse, así como la capacidad de sostener la biodiversidad y los procesos naturales que los ecosistemas generan, fundamentales para el desarrollo de las personas.

Otra característica relevante es que los efectos del disturbio son diferentes de acuerdo al estado de desarrollo del ecosistema afectado. Estos efectos tienen mayor potencial de destrucción entre menos desarrollado esté el ecosistema. Esto se debe a que se ha acumulado menos energía para soportar y amortiguar los disturbios, que pueden desviar la trayectoria natural de desarrollo.

Los disturbios se dividen con base en la clasificación de Córdoba *et al.* en el 2005, en: Naturales y antropogénicos. Los primeros son procesos normales periódicos que causan cambios en los ecosistemas y tienen una dinámica de repetición histórica. Los segundos son de origen humano y causan afectaciones en uno o varios componentes en los ecosistemas.

La dinámica de los disturbios está determinada por las siguientes dimensiones:

- Dimensión espacial: Se refiere a la extensión, área, volumen y localización del disturbio.
- Dimensión temporal: Trata sobre la frecuencia, la probabilidad de ocurrencia y el cambio en el tiempo.

En el caso del fuego, es importante tener esto presente pues son aspectos para poder calcular la duración, los tiempos o intervalos de retorno del disturbio, además de comparar el área básica y las especies que se afectan de forma repetitiva. De esta manera se puede determinar la posibilidad de prevenir los disturbios.

La cuantificación de la intensidad del disturbio generado por el fuego, depende de las temperaturas que alcanza, la presión sobre la vegetación, la resistencia o susceptibilidad de las plantas, la presencia de sustancias o elementos combustibles y los factores atmosféricos.

Para caracterizar un disturbio se tienen los siguientes aspectos:

- Disposición: Descripción de las relaciones entre los gradientes geográficos, topográficos, ambientales y sociales.
- Frecuencia: Numero promedio de eventos por periodo de tiempo.



- Intervalo de retorno: Tiempo promedio entre dos disturbios.
- Periodo de rotación: Tiempo promedio necesario para perturbar un área equivalente al área de estudio.
- Predictibilidad: Permite predecir la recurrencia del disturbio.
- Intensidad: Fuerza del evento por área por unidad de tiempo.
- Severidad: Impacto causado sobre el ecosistema.
- Sinergia: Efectos por la recurrencia de otros disturbios.

4.3.1.1 Restauración ecológica

Con base en lo expuesto por el CONIF y el MAVDT en el 2006, la restauración ecológica aparece como resultado del estado de degradación en que se encuentran diversos ecosistemas en el mundo y busca restablecer la estructura y la función que tenían en el estado pre-disturbio, incorporando conocimientos de la ecología del paisaje, biología de la conservación, silvicultura, agricultura e ingenierías. Dicha degradación en la estructura y función se representan como la reducción del número de especies y la complejidad de los ecosistemas, por dar algunos ejemplos.

Se entiende como ecosistema degradado, según El CONIF y el MAVDT en el 2006 los cambios sutiles y graduales que reducen la integridad ecológica; como ecosistema dañado al cambio agudo y puntual del ecosistema; y ecosistema destruido, cuando se elimina toda la vida del ecosistema.

La restauración ecológica es un conjunto de actividades que se realizan e interconectan de manera intencional, donde se inicia o acelera la recuperación de un ecosistema, con respecto a su integridad y sostenibilidad, teniendo como fuente de referencia un ecosistema equivalente donde no ha ocurrido el disturbio que generó las condiciones a ser reparadas. Dichas actividades son procesos que funcionan de manera inversa a la pérdida de atributos, es decir, buscan mejorar continuamente las propiedades del ecosistema.

El proceso de restauración ecológica comprende tres etapas:

La primera etapa es la recuperación, que consiste en devolver algunos atributos elementales que constituyen el potencial ambiental del sistema, y que le permiten a éste ser nuevamente productivo. La recuperación se completa con la remediación, que comprende las actividades que busca eliminar las sustancias contaminantes que han sido vertidas sobre el ecosistema.

La segunda etapa conocida como rehabilitación ocurre a medida que sigue incrementando el potencial del área con el mejoramiento de un mayor número de atributos, el área se aleja de su tendencia irreversible a la degradación y se encamina hacia unas condiciones similares a la trayectoria natural de desarrollo.



Lo fundamental de ésta etapa es el restablecimiento de los procesos ecológicos esenciales que permiten que el ecosistema se mantenga y regenere sin una cantidad apreciable de insumos externos, es decir, el restablecimiento de un ecosistema funcional.

La etapa final de la restauración se alcanza idealmente cuando han sido reparados completamente los atributos de estructura y función del ecosistema original. En este estado el ecosistema que se ha restaurado se estabiliza con el ecosistema natural que no sufrió el disturbio inicial.

Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones las condiciones ambientales que condujeron la evolución del ecosistema de referencia (sin disturbio) son diferentes a aquellas en las que evoluciona el área afectada hacia el ecosistema restaurado. También ocurre que se pierden algunos elementos del sistema que es imposible recuperar, al menos en una escala humana de tiempo, por lo que es prácticamente imposible obtener un ecosistema idéntico al original. En este caso, el ecosistema puede asemejarse en muchas características e incluso puede cumplir las mismas funciones, pero la estructura puede variar ligera o fuertemente respecto a su patrón de referencia.

El CONIF junto con el MAVDT en el 2006 mencionan que a lo largo del proceso de restauración ecológica, se pueden generar alteraciones que conducen un desvío en las metas propuestas, llegando a un estado físico no planeado. En ese momento, el ecosistema original ha sido reemplazado por uno nuevo con diferente estructura y posiblemente con funciones diferentes a las esperadas.

4.3.1.2 Actividades para el manejo del escenario postincendio

Córdoba y colaboradores en 2005 proponen que para poder determinar los tratamientos de restauración, se debe realizar un esbozo descriptivo del tratamiento a escala, para ser implementado en la zona dependiendo el componente suelo, vegetación y fauna. Se recomienda tener presente las siguientes actividades con el fin de contribuir con la adecuada restauración.

Eliminación de material vegetal afectado

El fuego afecta las raíces de la vegetación, las carboniza, generando inestabilidad y volcamiento en algunos individuos. Por esta razón, es importante intervenir la vegetación, enfocándose principalmente en la eliminación de las especies invasoras que han sido afectadas, para evitar la recolonización, y permitir que las especies nativas que muestran síntomas de restablecimiento postfuego, se adapten con más facilidad. Esta eliminación debe realizarse de manera manual y con intervenciones periódicas (Córdoba *et al.*, 2005).



En las zonas con pendientes moderadas a fuertes, se recomienda talar los individuos afectados que mantengan una estabilidad radicular, dejando tocones que tengan alturas entre 50cm y 1 m, que sirvan como controles físicos de erosión.

Por otra parte se recomienda realizar talas y podas de ramas, para disminuir el riesgo de volcamiento, además de permitir la entrada de luz y aumentar la probabilidad de regeneración natural (Córdoba *et al.*, 2005).

Adición de controladores físicos de la erosión

Uno de los principales objetivos de la restauración ecológica es tomar medidas para conservar las propiedades del suelo. Para controlar la pérdida de partículas desagregadas por efecto del fuego, se deben construir barreras estructurales en el sentido de las curvas de nivel.

Estas barreras pueden ser construidas con el material vegetal que se extrae de la zona quemada, formando fajas o trinchos con alturas entre 0,5 y 1 m. Es importante tener en cuenta la adecuada construcción de las fajas y trinchos, además del mantenimiento de los mismos, debido al material empleado y la renovación en la medida que se vayan deteriorando (Córdoba *et al.*, 2005).

Adición de elementos nutricionales al suelo

Posterior a las actividades para la disminución de los procesos erosivos, se debe realizar un análisis químico del estado del suelo postquema, se recomienda la aplicación de enmiendas orgánicas, en función de las necesidades del terreno.

Lo anterior con el fin de generar las condiciones mínimas para que se adapte la vegetación nativa y empiece a colonizar (Córdoba *et al.*, 2005).

Adición de organismos al suelo

Se debe buscar la manera de enriquecer con microorganismos el terreno para activar la dinámica del perfil, teniendo en cuenta las características propias del suelo en condición predisturbio (Córdoba *et al.*, 2005).

Adición de especies nativas

Aquí se deben implementar las estrategias propuestas por la Fundación Natura, para cada tipo de terreno en la zona, teniendo en cuenta las especies nativas trabajadas por ellos.



Córdoba y colaboradores en el 2005 mencionan que algunas características de las especies a seleccionar son:

Que tengan aptitud heliófila y pionera en ambientes alterados

Que sean especies rusticas, es decir, se adapten con facilidad al área disturbada

Que se adapten a bruscos cambios de temperatura

Que cuenten con una alta tasa de crecimiento y renovación de partes vegetativas, de tal manera que alcance la madurez sexual en corto plazo

Que sean especies de follaje denso y amplio, con mecanismos de propagación activos

Que tengan estrategias de dispersión como anemócoras, hidrócoras y ornitócoras.

Que se adapten morfológicamente a diferentes ambientes

Que posibilite la entrada de otras especies

Que sea tolerante socialmente, es decir, que se desarrolle en asociación con otras especies

Que sea competitiva con especies oportunistas que aparecen después del disturbio.

Que sea resistente a tensionantes crónicos

4.3.1.3 Seguimiento a las actividades implementadas

Se debe hacer una evaluación periódica de la implementación y la eficiencia del montaje realizado para comprender la respuesta del ecosistema a las prácticas efectuadas y para ajustar el diseño, dando continuidad al proyecto.

El seguimiento debe hacerse desde diferente niveles de organización ecosistémica, a corto, mediano y largo plazo, registrando los cambios a nivel de individuos, especies y poblaciones; y a mediano y largo plazo lo cambios en las comunidades, ecosistemas y paisajes (Córdoba *et al.*, 2005).

La evaluación y seguimiento permite cuantificar no solo los cambios de la vegetación, sino también los efectos económicos del fuego, junto con los costos de la restauración ecológica del área afectada.

4.4 LIMITACIONES

La primera limitación y quizá la más grande fue la oposición de algunos funcionarios de los municipios al Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, lo cual impidió que pudiéramos tener un



acercamiento a las entidades encargadas de la atención de emergencias, para saber en qué condiciones se encontraban y así poder generar el diagnóstico más completo de las mismas.

Otra limitación fue el acceso a una parte de la información para la realización de la cartografía, puesto que algunas de las entidades encargadas de proporcionarla, no fueron eficientes en la entrega de la misma, o presentaron bastantes obstáculos para que pudiéramos acceder a ella, retrasando en más de un mes el avance del Plan de incendios.

Por último encontramos dificultad en la generación del mapa de frecuencia de incendios forestales, el cual es importante para la realización del mapa de amenaza total; debido a que era necesario poseer información precisa de coordenadas, áreas y magnitudes de los incendios registrados históricamente, a pesar de esto se gestionó la información por medio del IDEAM, pero se encontraba bastante incompleta pues no poseía las características mencionadas anteriormente, y tampoco coincidía con la información mencionada por los diferentes cuerpos de bomberos (número de incendios), por lo tanto no fue posible incluirla.

4.5 COSTOS

En la Tabla 30 se observa el resumen de los costos del Plan durante cinco años. La descripción detallada del costo de cada programa propuesto para ser desarrollado durante los 5 años de vigencia del anterior Plan, se encuentra en el archivo Excel llamado “Presupuesto Plan”, adjunto en la carpeta “Tablas”.

Tabla 30. Costo total para la ejecución del Plan a 5 años

Presupuesto Plan Incendios Forestales					
Año	Programa	Descripción	Costo total	Aportes propuestos EMGESA	Aportes otras entidades
1	1.1 Consecución de herramientas	1520 Elementos totales	1.336.526.000	400.957.800	935.568.200
	1.2 Capacitaciones	4 Módulos	30.800.000	30.800.000	0
	1.3 Generación de líneas cortafuego	7.44 Km (sin vía)	74.400.000	74.400.000	0
	1.4 Modificación de la estructura vegetal (reordenación)	28.97 Km	28.970.000	28.970.000	0
	1.5 Difusión de cuñas radiales	4 Cuñas	2.400.000	2.400.000	0
	1.6 Diagramación de cartillas educativas	34 Hojas, 12 ilustraciones y 4 caratulas	1.164.000	1.164.000	0
	1.7 Impresión de cartillas educativas	2460 (3 cartillas y 1 folleto)	12.547.500	12.547.500	0
	1.8 Creación de vallas informativas	4 Vallas	12.000.000	12.000.000	0
	1.9 Torres de vigilancia de incendios	4 Torres	240.000.000	240.000.000	0
Subtotal			1.738.807.500	803.239.300	935.568.200
2	2.1 Difusión de cuñas radiales	4 Cuñas	2.400.000	2.400.000	0
	2.2 Impresión de cartillas educativas	2460 (3 cartillas y 1 folleto)	12.547.500	12.547.500	0
	2.3 Mantenimiento de las torres de vigilancia de incendios	4 Torres	8.000.000	8.000.000	0
Subtotal			22.947.500	22.947.500	0
3	3.1 Mantenimiento de líneas cortafuego	28.97 Km	86.910.000	86.910.000	0
	3.2 Modificación de la estructura vegetal (reordenación)	28.97 Km	28.970.000	28.970.000	0
	3.3 Difusión de cuñas radiales	4 Cuñas	2.400.000	2.400.000	0
	3.4 Capacitaciones	4 Módulos	30.800.000	30.800.000	0
	3.5 Impresión de cartillas educativas	2250 (1 cartilla y 1 folleto)	11.625.000	11.625.000	0
	3.6 Mantenimiento de las torres de vigilancia de incendios	4 Torres	8.000.000	8.000.000	0
Subtotal			168.705.000	168.705.000	0
4	4.1 Difusión de cuñas radiales	4 Cuñas	2.400.000	2.400.000	0
	4.2 Impresión de cartillas educativas	1015 (1 cartilla y 1 folleto)	1.045.000	1.045.000	0
Subtotal			3.445.000	3.445.000	0
5	5.1 Mantenimiento de líneas cortafuego	28.97 Km	86.910.000	86.910.000	0
	5.2 Ajustes al Plan de Incendios		25.000.000	25.000.000	0
	5.3 Modificación de la estructura vegetal (reordenación)	28.97 Km	28.970.000	28.970.000	0
	5.4 Difusión de cuñas radiales	4 Cuñas	2.400.000	2.400.000	0
	5.5 Impresión de cartillas educativas	1000 folletos	1.000.000	1.000.000	0
	5.6 Mantenimiento de las torres de vigilancia de incendios	4 Torres	8.000.000	8.000.000	0
Subtotal			152.280.000	152.280.000	0
Total			2.086.185.000	1.150.616.800	935.568.200



4.6 SUSTENTACIÓN A EMGESA

El día 19 de febrero del 2016 en la zona de obras del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, ubicada en el municipio de Gigante se realizó la sustentación del Plan de Incendios, en la cual se mencionaron los resultados obtenidos, las principales conclusiones y recomendaciones, además del costo que tendría la implementación del Plan a 5 años.

A esta sustentación asistieron 14 personas, entre las cuales se encontraban 3 funcionarios de la Fundación Natura, 9 funcionarios de Emgesa y los 2 pasantes.

En primer lugar se obtuvo una respuesta positiva sobre los resultados obtenidos porque permitieron observar el panorama que se está presentando en la zona y la necesidad urgente de la implementación de este Plan.

En segundo lugar Emgesa adoptó una postura de participación activa para hacerle frente a los incendios forestales mediante las actividades propuestas en el Plan expuesto y enfocándose en la integración y materialización de los objetivos del mismo.

Por último se mencionaron las recomendaciones, ajustes y fecha de entrega del informe final para poder dar inicio a la adopción e implementación de este Plan.

El registro fotográfico de la sustentación con EMGESA se puede observar en las Figuras 86, 87 y 88.

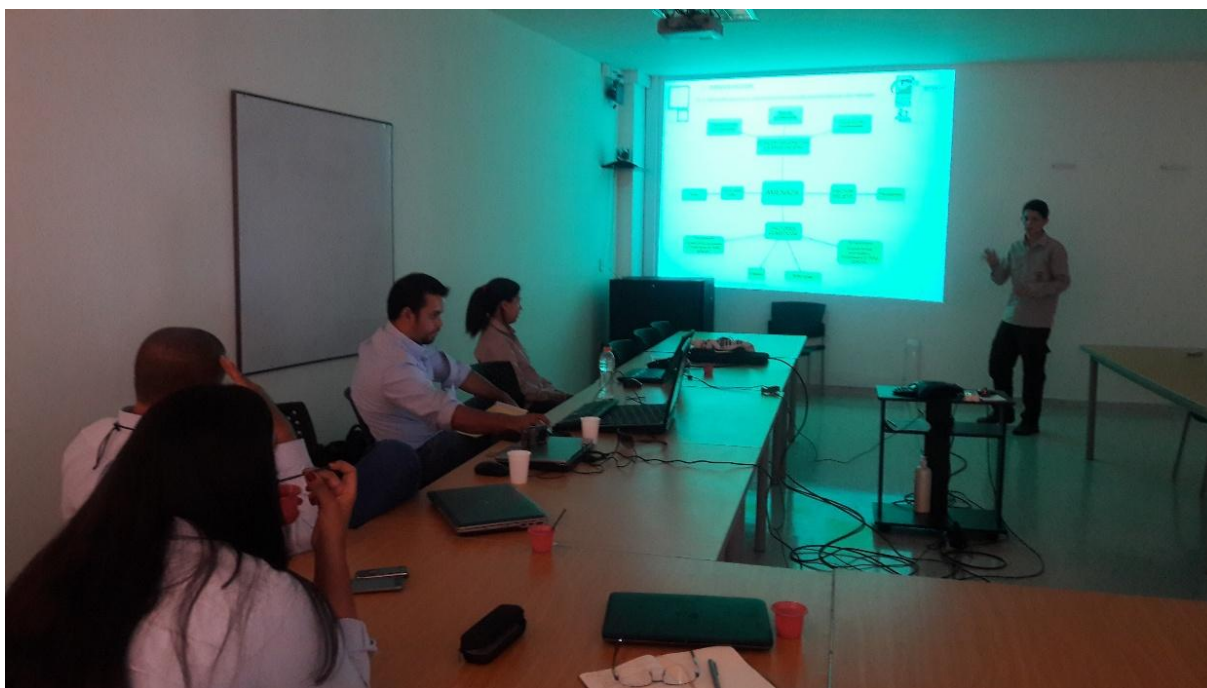


Figura 86. Sustentación del Plan a Emgesa. Fuente: Tamayo, 2016

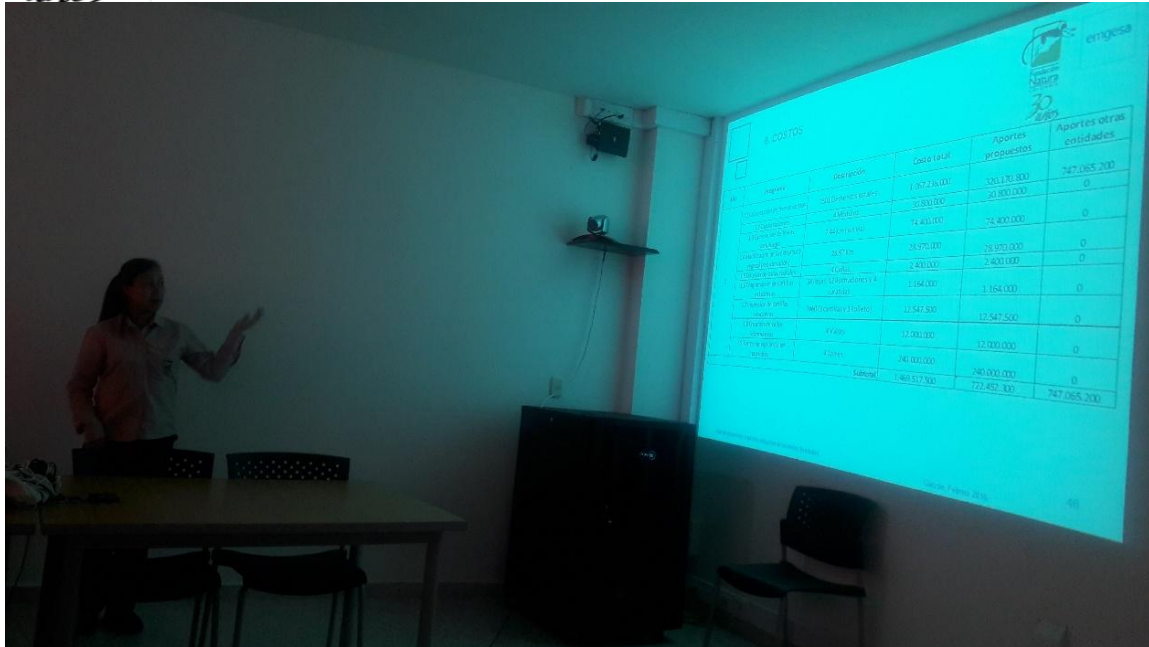


Figura 87. Sustentación del Plan a Emgesa. Fuente: Tamayo, 2016



Figura 88. Sustentación del Plan a Emgesa. Fuente: Tamayo, 2016



5 CONCLUSIONES

El área de compensación posee gran cantidad de su territorio en categorías altas y muy altas de amenaza a incendios forestales (47.79%) particularmente en el margen derecho del embalse. Se aumenta de manera significativa en el escenario bajo el Fenómeno de El Niño (77.96%) en toda el área de estudio.

La vulnerabilidad es principalmente baja y moderada, sin embargo posee la categoría muy alta en las áreas de intervención de los proyectos CEQ 616 y 750, patios de apilado de madera (Balseadero) y el casco urbano de Garzón principalmente.

El riesgo a incendios forestales tiene categorías altas y muy altas en el 30.5% del territorio, y bajo escenario de Fenómeno de El Niño incrementa a 47.38%, lo que evidencia la importancia de adoptar y ejecutar las actividades propuestas en el Plan de Incendios para mitigar los riesgos.

Existe una baja capacidad de respuesta ante emergencias para el municipio de Agrado, Paicol y Tesalia, por debajo del 40%, por lo que hay que contribuir con el mejoramiento de esta capacidad gestionando las herramientas, el transporte y las capacitaciones.

Al contrastar los resultados encontrados en este documento con el “Análisis de vulnerabilidad al cambio climático Plan Huila 2050”, se determinó que de acuerdo con los modelos de variabilidad climática, tanto en aumento de temperatura como en descenso en las precipitaciones, el área de estudio podría estar enfrentando un aumento en las amenazas y riesgos a incendios forestales en los próximos años. Particularmente los municipios de Garzón y Agrado, que son en donde se concentran la mayor cantidad de sitios con posibilidad de incendios forestales.

Con lo anterior se puede concluir que a partir de los resultados encontrados es sumamente necesario tomar medidas que contribuyan a disminuir la probabilidad de incendios forestales y a mitigar los impactos que se puedan producir.

Dentro de estas medidas preventivas se encuentran las líneas cortafuego, áreas de reordenación, torres de vigilancia, cuñas radiales, cartillas educativas y folletos, que mediante una adecuada implementación reducirían sustancialmente la aparición de incendios.

Los posibles sitios de ubicación de las torres de vigilancia poseen características adecuadas para su implementación, como por ejemplo buena visibilidad del área y con las otras torres de vigilancia, lo que facilitaría una triangulación precisa en caso de incendio.

Por otra parte, desde el ejercicio realizado con las entidades encargadas de la atención de las emergencias se pudo evidenciar una baja capacidad de respuesta ante dichas situaciones, debido a la falta de equipos de combate, ausencia de medios de transporte y poca o nula capacitación ante emergencias. Se destaca la voluntad de cumplir con su deber, pero dadas las circunstancias, el apoyo que pueden presentar para la zona de compensación es muy reducido.

Es necesario, por lo tanto, tomar medidas que contribuyan no solo a la adquisición de un medio de transporte adecuado, herramientas, o a la elevación de capacidades, sino también a la



vinculación y fortalecimiento de las alianzas entre las instituciones de emergencias y quienes forman parte del PHEQ. De esta manera sería posible una rápida actuación del personal ante eventos de magnitudes considerables, evitando mayores pérdidas.

6 RECOMENDACIONES

Una adecuada gestión del riesgo de incendios forestales debe realizarse a partir de distintos frentes de acción; el presente Plan muestra con detalle los pasos a seguir para que la aparición de fuegos en los bosques, arbustales y pastizales sea reducida, en caso que se presente algún conato de incendio, sea rápidamente atendido y apagado, y por último que las áreas afectadas sean intervenidas de tal manera que los objetivos de restauración trazados no se vean fuertemente modificados; por ende se **recomienda la ejecución de este Plan interviniendo en todas sus fases.**

Para que pueda ser implementado el Plan, se recomienda destinar un presupuesto inicial y anual para el desarrollo de las actividades del mismo dentro de lo dispuesto por EMGESA, además de buscar diferentes fuentes de financiación como por ejemplo Alcaldías municipales, Gobernación del Huila, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo e incluso entidades particulares.

Se recomienda, para fines de prevención de incendios forestales, la creación de las líneas cortafuego y sus respectivas áreas de reordenación, con las características expuestas en este Plan.

Es importante realizar un estudio detallado de las características que permiten que una especie vegetal sea más resistente al fuego, enfocado principalmente en las especies manejadas para la restauración del área, que permita intercalar dichas especies con otras que no sean tan resistentes en las estrategias ya propuestas.

Debido al incremento de los visitantes a la zona por el llenado del embalse y la posibilidad de realizar fogatas, paseos familiares y desarrollar actividades recreativas, se recomienda la implementación de vallas que informen a la comunidad sobre el alto riesgo que tiene la zona de la presencia de incendios forestales.

Se recomienda la emisión de las cuñas radiales en las épocas más secas y calurosas, realizando la gestión con las emisoras locales de los municipios de Agrado, Paicol, Tesalia, Gigante y Garzón, como por ejemplo Dinámica Estéreo, La Reina y Sabambú Estéreo.

A partir de los textos generados para las cartillas y folletos educativos se recomienda realizar la diagramación, diseño, impresión y publicación, con el fin de difundir la información para que sea conocida por la comunidad en general, entidades de emergencia y los centros educativos.

Para tener un panorama más claro al momento de combatir los incendios forestales es necesario realizar las capacitaciones básicas a las cuadrillas encargadas de la atención de estas



emergencias, además de charlas con las comunidades sobre los impactos que estos fenómenos pueden causar, cómo actuar en caso de emergencia y cómo reportar su aparición.

A partir de las capacitaciones propuestas se recomienda la realización de simulacros periódicos para fortalecer las capacidades adquiridas durante el desarrollo de los cursos.

Es importante contar con un sistema de detección fija de incendios forestales, para ello se propone la creación e implementación de las torres de vigilancia, principalmente las torres: Alto de la Cruz, Estación climática EMGESA “Alta Montaña”, Mesa Alta y Barzal, con alturas de 15 metros.

Como complemento al sistema anterior es importante estar atentos al sistema de detección satelital empleado por el IDEAM, en donde se generan reportes diarios para la previsión de la amenaza sobre la presencia de incendios en el área, esto con el fin de activar los recorridos de las brigadas en las zonas donde no hay visibilidad desde las torres de vigilancia, principalmente cuando los municipios se encuentren en alerta roja.

Para el control adecuado de este tipo de emergencias por parte de las entidades relacionadas, y la brigadas propuestas por Fundación Natura, la Central de Betania y El Quimbo se recomienda gestionar la consecución de las herramientas de combate, los elementos de protección personal y los medios de transporte que hacen falta, empleando el listado de equipamiento realizado en este Plan.

Para EMGESA y la Fundación Natura se recomienda el establecimiento de un comité de emergencias, que funcione como ente rector de las actividades del presente Plan y que actúe como puente entre las instituciones para emergencias y la comunidad, para que se coordinen, desarrollen y cumplan los objetivos y recomendaciones expuestas. Además que implementen el protocolo operativo propuesto y que realicen las modificaciones al protocolo, que se consideren pertinentes al momento de tomar las capacitaciones respectivas.

Se recomienda tener presente los mapas de sitios de recarga hídrica, vías de acceso, dirección y velocidad del viento encontrados en este Plan, para efectos de la atención oportuna de incendios forestales, tanto para las brigadas de Fundación Natura y EMGESA, como para los cuerpos de Bomberos y Defensa Civil de todos los municipios.

Se recomienda mientras se logra extraer la madera aprovechada de la zona, que se mantengan limpias las áreas perimetrales a los puntos de acopio, retirando las ramas secas y follaje, porque son combustible ligero que fácilmente podría iniciar un gran incendio.

Se hace necesario realizar un estudio del comportamiento post incendio de la cobertura vegetal en la zona para complementar las estrategias de restauración implementadas en el Plan Piloto, teniendo presentes los lineamientos de restauración de áreas afectadas por incendios forestales presentados en la última fase de este Plan.



Es fundamental para que se puedan desarrollar las actividades de prevención y control de incendios forestales, que se tenga una infraestructura vial aceptable, que permita un fácil y medianamente rápido acceso al área de compensación.

Por último se recomienda que el presente plan sea actualizado cada 5 años, en lo concerniente a las categorizaciones por cobertura del suelo y fenómenos de El Niño más fuertes, en los mapas de amenaza total; nuevas áreas intervenidas para restauración ecológica para el mapa de vulnerabilidad total; resultados de regeneración de la vegetación post-incendio y la identificación de causas de incendios.

7 ACTIVIDADES A INMEDIATO, CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Tabla 31. Actividades a desarrollar durante los 5 años de ejecución del Plan de Incendios

Acciones para el Plan de Incendios Forestales			
Inmediatas	Corto Plazo (1 año)	Mediano Plazo (2 a 3 años)	Largo Plazo (4 a 5 años)
Organización del grupo promotor	Financiación para ejecución del Plan de Incendios Forestales	Compra de vehículos de transporte	Mantenimiento y compra de herramientas, vehículos, torres, vallas informativas.
Recopilación de información relacionada con los incendios forestales y las entidades de atención	Divulgación pública del Plan de Incendios Forestales	Reemplazo y complementación de herramientas de combate	Reevaluación del Plan de Incendios forestales: Priorización en mapa de eventos históricos de incendios forestales, mapa de cobertura del suelo actualizado, mapas climáticos actualizados.
Identificación y caracterización de escenarios de riesgo	Emisión de cuñas radiales	Realización de líneas cortafuego y áreas de reordenación	Emisión de cuñas radiales

Generación de Cartografía de apoyo ante contingencias	Diagramación, diseño, impresión y difusión de las cartillas y folleto	Inclusión de especies piroresistentes dentro de las estrategias de restauración	Impresión y difusión de las cartillas y folleto
Generación de cartografía para torres de vigilancia y líneas cortafuego	Simulacros y charlas de prevención con la comunidad	Construcción de torres de vigilancia.	Simulacros y charlas de prevención con la comunidad
Emisión de cuñas radiales	Capacitaciones a los actores relacionados	Emisión de cuñas radiales	Capacitaciones a los actores relacionados
Reunión de trabajo con diferentes grupos de actores	Organización del comité de emergencias para Fundación Natura y EMGESA	Impresión y difusión de las cartillas y folleto	
Compra de herramientas de combate para funcionarios de la Fundación Natura	Diseño e implementación de vallas informativas	Simulacros y charlas de prevención con la comunidad	
Charlas generales sobre incendios forestales, causas y efectos.	Inicio de investigaciones en Ecología del Fuego	Capacitaciones a los actores relacionados	
	Extracción del material perimetral combustible que existe apilado por aprovechamiento forestal		
	Estudio y trazado topográfico para líneas cortafuego		



	Acercamiento con Bomberos de Garzón, CAM, Alcaldías y Gobernación.		
	Diseño de torres de vigilancia.		

En la Tabla 31 se muestra el resumen de las actividades que se deben desarrollar durante los cinco años de ejecución del Plan de Incendios Forestales.



8 BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, E. (2009). Detección de incendios forestales. (pp. 16)
- Avella, A., Torres, S., Devia, C., Torres, F., Rosero, J. & H. Castellanos. (2010). Plan Piloto de Restauración Ecológica del Bosque Seco Tropical. Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo. Fundación Natura Colombia (pp. 78)
- Blanco, J., García, D., Castellnou, M., Molina, D., Grillo, F. & E. Pous. (2008). Curso básico de incendios forestales. (pp. 86)
- Cárdenas, Pedro. (2011). Impacto de los eventos El Niño - Oscilación del Sur en Venezuela (pp. 131).
- CONAF, Corporación Nacional Forestal. (2006). Silvicultura Preventiva. Silvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales. Chile. (pp.40)
- CONAF, Corporación Nacional Forestal. (2011). Manual con medidas para la prevención de incendios forestales G. d. Chile (Ed.) (pp. 68).
- CONAF, Corporación Nacional Forestal. (2015). Detección de incendios forestales Paseo Bulnes 285. Santiago de Chile. (pp.1)
- CONAF, Corporación Nacional Forestal. (2015). Prevención de incendios forestales. Retrieved Febrero 8, 2015, from <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/>
- CONIF & MAVDT. (2006). Protocolo de restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales. Subdirección de Ecosistemas. Bogotá, Colombia. (pp. 59).
- Córdoba, C, Pinzón, C. & J. García. (2005). Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por incendios forestales. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. (pp. 111)
- CORMA, Corporación Chilena de la Madera. (2004). Manual de capacitación. Proceso de certificación de competencias laborales. (pp. 50)
- EMGESA S.A.E.S.P. (2014) El Quimbo. Colombia. En: <http://www.proyectoelquimboemgesa.com.co/site/Inicio.aspx>
- Emgesa S.A.E.S.P. (2015). Plan de contingencia para las centrales de generación de energía de Emgesa S.A.E.S.P. Anexo 2.4 Central Betania
- Generalitat Valenciana Conselleria de governació i justícia. 2007. Plan de prevención de incendios forestales de la demarcación de Chelva. Instrucciones para el diseño de áreas cortafuego.
- Gobernación del Huila, E3 & Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM. 2014. Análisis de vulnerabilidad al cambio climático Plan Huila 2050. (pp.122)
- Gobernación del Huila & la Secretaria Departamental de Cultura y Turismo (2008). Agrado - Casa Hacienda El Tabor. Inventario de bienes culturales inmuebles. Huila, Colombia. (pp. 5)
- IDEAM & UPME, Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales IDEAM & Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2005). Atlas de radiación solar de Colombia (pp. 159).



- IDEAM & UPME, Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales IDEAM & Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2006). Atlas de viento y energía eólica de Colombia (pp. 168).
- IDEAM, Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal-Escala 1:100000/ajustado* S. d. ecosistemas-IDEAM (Ed.) (pp. 111).
- IDEAM, Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (2012). *Posibles efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno "El Niño" en el período 2012-2013 en Colombia* (pp. 22).
- IDEAM, Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (2015). LOS FENÓMENOS EL NIÑO, LA NIÑA – OSCILACIÓN DEL SUR Retrieved 20/04/2015, from <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/2927>
- Ley no.1523. (2012) Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, Bogotá, Colombia.
- MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). *Estrategia de corresponsabilidad social en la lucha contra los incendios forestales* b. y. s. e. Dirección de bosques (Ed.) (pp. 21).
- Ministerio del Interior y de Justicia, Banco Mundial & Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (2010). *Guía municipal para la gestión del riesgo* R. Vargas (Ed.) *Proyecto de asistencia técnica en gestión del riesgo a nivel municipal y departamental en Colombia* (pp. 150).
- Montilla, M. & Zapata, Y. (2010). Análisis de la base de datos de incendios forestales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.
- Pizano, C & H. García (Editores). (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, Colombia. (pp. 353)
- Resolución No. 707 (2011). Reglamento académico de la Defensa Civil Colombiana.
- Resolución No. 661 (2014). Reglamento administrativo, operativo, técnico y académico de los bomberos de Colombia. Colombia. (pp. 47)
- UNGRD, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2012). *Guía para la formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres*.
- USAID/OFDA (2005). *Curso SCI. Sistema de Comando de Incidentes*. (pp. 59)
- Vignote. S., García, J. & F. Gómez. 2007. *Diseño de fajas y áreas cortafuegos*. Universidad Politécnica de Madrid. Sevilla, España.(pp. 6)



9 GLOSARIO

Amenaza: Es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar lesiones u otros impactos a la salud e incluso la muerte, daños a la propiedad, la pérdida de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos o daños ambientales (MADS, 2011).

Combustible ligero: es el material que se descompone rápidamente y se quema con facilidad en los incendios forestales, incluye follaje, corteza desprendida y la madera de copas y ramas de hasta 10 cm de diámetro, proveniente de las podas y raleos. (CONAF, 2006)

Gestión del riesgo: Es un proceso social y político a través del cual la sociedad busca controlar los procesos de creación, construcción del riesgo o disminuir el existente con la intención de fortalecer los procesos de desarrollo sostenible y la seguridad integral de la población (Ministerio del Interior y de Justicia, 2010).

Fenómeno del Niño: También conocido como Fenómeno de El Niño- Oscilación del Sur (ENOS), se reconoce como uno de los eventos climáticos de gran escala que más impacto producen sobre las condiciones del clima de muchas regiones del globo. Este evento provoca cambios importantes en la precipitación y en la temperatura, ocasionando en algunos casos grandes desastres donde la economía y la sociedad padecen condiciones muy adversas (IDEAM, 2015).

Fuego: Es el resultado de un proceso químico conocido como combustión, el cual requiere necesariamente de una sustancia combustible que presente altas temperaturas, oxígeno y una reacción en cadena (CONAF, 2011).

Incendio forestal: Es un fuego que, sin importar el origen, peligro o daño que pueda causar a las personas, la propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta; quemando árboles, matorrales y pastos, que utiliza como combustible (CONAF, 2011).

Mitigación del riesgo: Son medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente (Ley 1523 de 2012).

PAI: es el plan de acción del incidente, en donde se disponen los objetivos, estrategias, recursos y la organización para resolver el incidente durante una operación. (USAID/OFDA, 2005)

Prevención de incendios: Es el conjunto de actividades destinadas a evitar que, por acción u omisión de las personas, se originen incendios forestales, y a intervenir previamente la vegetación para impedir o retardar la propagación del fuego, en el caso que se produzca un incendio (CONAF, 2015).

Riesgo: Es la combinación de la probabilidad que se produzca un evento y sus consecuencias negativas (MADS, 2011).

Riesgo territorial: Son las áreas con alto valor patrimonial en zonas de alto a muy alto riesgo (IDEAM, 2011).



Riesgo sociodemográfico: Áreas con alta densidad poblacional en zonas de alto a muy alto riesgo (IDEAM, 2011).

Riesgo sociocultural: Áreas con alto valor histórico y cultural en zonas de alto a muy alto riesgo (IDEAM, 2011).

Riesgo socioeconómico: Áreas con alto valor productivo y de infraestructura en zonas de alto a muy alto riesgo (IDEAM, 2011).

Riesgo institucional: Áreas desprotegidas por la acción institucional en zonas de alto a muy alto riesgo (falta de coordinación y gestión, falta de organismos de control de incendios o de equipamiento adecuado, falta de sistemas eficientes de alertas) (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad: Son las características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (MADS, 2011).

Vulnerabilidad poblacional: Se refiere a la vulnerabilidad de la población, medida a partir de dos indicadores (ocupación y colindancia). La ocupación hace referencia a la cantidad de población, medida a partir de la densidad urbana y municipal. La colindancia es importante porque permite localizar las zonas urbanas que tienen contacto con las áreas de alta amenaza de incendios (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad territorial: Hace referencia a los cambios físicos del suelo, las dinámicas de los asentamientos humanos y las dinámicas socioeconómicas que degradan el territorio, el medio ambiente natural y urbano, disminuyendo su nivel de protección frente a las amenazas. Se determina a partir de la vulnerabilidad física y ecológica (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad física: Es aquella que se evalúa a partir de los conflictos de uso del suelo (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad ecológica: Se evalúa a partir de la adaptación de la vegetación a la presencia del fuego (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad de la infraestructura: Son los posibles peligros a los que pueden estar expuestas las instalaciones, edificaciones e infraestructuras al momento de presentarse un incendio forestal (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad patrimonial: Son los posibles efectos que pueden ocasionar los incendios sobre las zonas de importancia patrimonial (parques nacionales, reservas, páramos, cuencas abastecedoras, zonas históricas, culturales y religiosas, parques arqueológicos o monumentos, etc.) (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad económica: Son las áreas de importancia en la producción de bienes y servicios que pudieran ser afectadas por la incidencia de incendios forestales (IDEAM, 2011).

Vulnerabilidad institucional: Corresponde a las debilidades institucionales para la atención de contingencias contra incendios, las cuales se relacionan con la falta de organización, eficiencia en la gestión del riesgo, deficiencia de la cobertura de organismos de control y asistencia de desastres y la falta de dotación de equipos. Se incluye la capacidad gubernamental para la reconstrucción post-evento y los tiempos de desplazamiento (IDEAM, 2011).

10 ANEXOS

Anexo 1. Equivalencias de las características del combustible vegetal (tipo, duración, carga)

NIVEL				
1	2	3	4	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo		
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo		
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales		1.2.1.1. Zonas industriales
				1.2.1.2. Zonas comerciales
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados		1.2.2.1. Red vial y territorios asociados
				1.2.2.2. Red ferroviaria y terrenos asociados
		1.2.3. Zonas portuarias		1.2.3.1. Zonas portuarias fluviales
				1.2.3.2. Zonas portuarias marítimas
	1.2.4. Aeropuertos		1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	
			1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada	
	1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera		1.3.1.1. Otras explotaciones mineras
				1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos
			1.3.1.3. Explotación de carbón	
			1.3.1.4. Explotación de oro	
			1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	
			1.3.1.6. Explotación de sal	
		1.4.1. Zonas verdes urbanas		1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto
				1.3.2.2. Escombreras
				1.3.2.3. Vertederos
				1.3.2.4. Relleno sanitario
	1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.2. Instalaciones recreativas		1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas
				1.4.1.2. Parques cementerios
				1.4.1.3. Jardines botánicos
				1.4.1.4. Zoológicos
				1.4.1.5. Parques urbanos
				1.4.1.6. Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas
			1.4.2.1. Áreas culturales	
			1.4.2.2. Áreas deportivas	
			1.4.2.3. Áreas turísticas	

NIVEL				
1	2	3	4	
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios		
			2.1.2. Cereales	2.1.2.1. Arroz
				2.1.2.2. Maíz
				2.1.2.3. Sorgo
				2.1.2.4. Cebada
		2.1.2.5. Trigo		
		2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	2.1.3.1. Algodón	
			2.1.3.2. Ajonjolí	
			2.1.3.3. Frijol	
			2.1.3.4. Soya	
			2.1.3.5. Maní	
		2.1.4. Hortalizas	2.1.4.1. Cebolla	
			2.1.4.2. Zanahoria	
		2.1.5. Tubérculos	2.1.4.3. Remolacha	
			2.1.5.1. Papa	
	2.1.5.2. Yuca			
	2.2. Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	
			2.2.1.2. Caña	
			2.2.1.3. Plátano y banano	
			2.2.1.4. Tabaco	
			2.2.1.5. Papaya	
			2.2.1.6. Amapola	
		2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	
			2.2.2.2. Café	
			2.2.2.3. Cacao	
			2.2.2.4. Viñedos	
			2.2.2.5. Coca	
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos		2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos		
		2.2.3.2. Palma de aceite		
		2.2.3.3. Cítricos		
		2.2.3.4. Mango		
2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados			
	2.2.4.2. Cultivos y árboles plantados			
2.2.5. Cultivos confinados				
2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios			
	2.3.2. Pastos arbolados			
	2.3.3. Pastos enmalezados			
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos			
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos			
	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales			
	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales			
	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales			

NIVEL					
1	2	3	4	5	6
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMI NATURALES	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	3.1.1.1. Bosque denso alto	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme 3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo 3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto 3.1.1.1.2.3. Palmares
			3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme 3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	
		3.1.2. Bosque abierto	3.1.2.1. Bosque abierto alto	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme 3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	
			3.1.2.2. Bosque abierto bajo	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme 3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	
		3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos		
			3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria		
		3.1.4. Bosque de galería y ripario			
	3.1.5. Plantación forestal	3.1.5.1. Plantación de coníferas			
		3.1.5.2. Plantación de latifoliadas			
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal	3.2.1.1. Herbazal denso	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado 3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado 3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
				3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado 3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado 3.2.1.1.2.3. Arracachal 3.2.1.1.2.4. Helechal
			3.2.1.2. Herbazal abierto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso 3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	
		3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso		
			3.2.2.2. Arbustal abierto	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo 3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo	
3.2.3. Vegetación secundaria o en transición		3.2.3.1. Vegetación secundaria alta			
		3.2.3.2. Vegetación secundaria baja			

3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales	3.3.1.1. Playas	
		3.3.1.2. Arenales	
		3.3.1.3. Campos de dunas	
	3.3.2. Afloramientos rocosos		
	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas		
3.3.4. Zonas quemadas			
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	3.3.5.1. Zonas glaciares		
	3.3.5.2. Zonas nivales		

NIVEL				
1	2	3	4	
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)		
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales		
		5.1.3. Canales		
		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	5.1.4.1. Embalses	
			5.1.4.2. Lagunas de oxidación	
	5.2. Aguas marítimas	5.2.1. Lagunas costeras	5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental	
			5.2.2. Mares y océanos	5.2.2.1. Otros fondos
		5.2.3. Estanques para acuicultura marina	5.2.2.2. Fondos coralinos someros	
			5.2.2.3. Praderas de pastos marinos someras	
			5.2.2.4. Fondos someros de arenas y cascajo	

DURACIÓN DE COMBUSTIBLE	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustible	SIN AMENAZA	0
100 hora	BAJA	1
10 horas	MODERADA	2
1 horas	ALTA	3

CARGA DE COMBUSTIBLE	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustible/ Áreas urbanas	SIN AMENAZA	0
< 1ton/Ha	BAJA	1
1-50 ton/Ha	MODERADA	2
50-100 ton/Ha	ALTA	3
> 100ton/Ha	MUY ALTA	4



Anexo 2. Calificación y categorización de la amenaza en factores climáticos (precipitación, temperatura, viento y brillo solar).

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Húmedo (1600-1800)	MODERADA	3
Seco (1200-1600)	ALTA	4
Muy seco (<1200)	MUY ALTA	5

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Frio (12-18)	MODERADA	3
Templado (18-24)	ALTA	4
Cálido (>24)	MUY ALTA	5

BRILLO SOLAR ANUAL (horas/año)	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
662 – 1021	BAJA	1
1021 – 1380	MODERADA	2
1380 – 1800	ALTA	3

VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO (m/s)	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
< 2	MUY BAJA	1
2 - 3	BAJA	2
3 - 4	MODERADA	3
4 - 5	ALTA	4
> 5	MUY ALTA	5

Anexo 3. CALIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LA AMENAZA EN FACTORES DE RELIEVE.

PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 -7	MUY BAJA	1
7 -12	BAJA	2
12-25	MODERADA	3
25-75	ALTA	4
>75	MUY ALTA	5

Anexo 4. Calificación y categorización de la amenaza en factores de cercanía vial.

DISTANCIA A LA VÍA (m)	CATEGORIA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
>1000	MUY BAJA	1
750-1000	BAJA	2
500-750	MODERADA	3
250-500	ALTA	4
<250	MUY ALTA	5

Anexo 5. Calificación y categorización de la vulnerabilidad poblacional a partir de la densidad de la población y colindancia.

DENSIDAD POBLACIONAL (Hab/Km ²)	CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	CALIFICACIÓN
0 - 6,27	MUY BAJA	1
6,27 - 12,53	BAJA	2
12,53 - 25,06	MODERADA	3
> 25,06	ALTA	4
>100	MUY ALTA	5

COLINDANCIA POBLACIONAL (m)	CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	CALIFICACIÓN
>1000	MUY BAJA	1
750-1000	BAJA	2
500-750	MODERADA	3
250-500	ALTA	4
0-250	MUY ALTA	5

Anexo 6. Calificación y categorización de la vulnerabilidad territorial (erosión y vulnerabilidad ecológica).

GRADO DE EROSIÓN	CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	CALIFICACIÓN
Nula	SIN VULNERABILIDAD	0
Ligera	MUY BAJA	1
Moderada	MODERADA	3
Severa	MUY ALTA	5

INFLUENCIA DEL FUEGO EN LOS ECOSISTEMAS	CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	CALIFICACIÓN
No influidos por el fuego	SIN VULNERABILIDAD	0
Dependientes del fuego	BAJA	1
Influidos por el fuego	MODERADA	2
Sensibles al fuego	ALTA	3
Independientes del fuego	MUY ALTA	4

Anexo 7. Calificación y categorización de la vulnerabilidad de las infraestructuras

DISTANCIA INFRAESTRUCTURA (m)	CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	CALIFICACIÓN
>1000	MUY BAJA	1
750-1000	BAJA	2
500-750	MODERADA	3
250-500	ALTA	4
<250	MUY ALTA	5

Anexo 8. Calificación y categorización de la vulnerabilidad económica

CLASIFICACIÓN ECONÓMICA	CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	CALIFICACIÓN
Zonas agrícolas y ganaderas	MUY ALTA	5
Zonas forestales y cultivos arbóreos	ALTA	4
Zonas urbanas, zonas mineras, industriales y comerciales	MODERADA	3
Zonas naturales y de conservación	BAJA	2
Cuerpos de agua	MUY BAJA	1

Anexo 9. Calificación y categorización de la vulnerabilidad institucional

CAPACIDAD INSTITUCIONAL (%)	CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	CALIFICACIÓN
0 – 33	BAJA	1
33 – 66	MODERADA	3
66 – 100	ALTA	5