

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y
Recursos Naturales



**“PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DEL BOSQUE
PROTECTOR LA PROSPERINA – ESPOL MEDIANTE LA
ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO DE PREVENCIÓN DE
INCENDIOS FORESTALES”.**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

Presentado por:

David Francisco Sánchez Aguas

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

A ti Dios, ya que sin ti nada sería posible y a mis padres que gracias al fruto de su esfuerzo me encuentro aquí presente.

Al Ms. C. Eduardo Molina y Ms. C. Francisco Medina por transmitirme sus conocimientos y brindarme sabios consejos que forman la piedra angular de este trabajo. De igual manera a mis evaluadores PhD. Alba Calles y Ms. C. Mireya Pozo por su colaboración y por su tiempo durante la elaboración de este proyecto.

Al Ms. C. Fabrizio Marcillo quien siempre estuvo presto a brindarme su apoyo, amistad, conocimientos invaluable y condicionales.

Al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil en especial al Myr. Fernando Ayala Guillén por su colaboración en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Hay hombres que luchan un día y son buenos. Hay otros que luchan un año y son mejores. Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos. Pero hay los que luchan toda la vida: esos son los imprescindibles.

Bertolt Brecht.

A mi padre quien ni un minuto de mi vida me hizo sentir solo y me enseñó que en la vida hay que fallar, pero fallar rápido y aprender la lección.

A mi madre y familia paterna:

Por enseñarme que el secreto es vivir en retrospectiva y saber que toda meta se puede alcanzar cuando creemos fervientemente en nuestro corazón y en nuestros ideales, y más aún cuando tenemos como brújula a Dios.

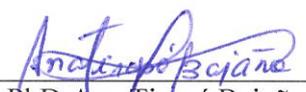
A mis amigos, que son la familia que se me permitió escoger e hicieron del trayecto de la vida universitaria una experiencia muy agradable, en especial a Camila Arnés Urgelles quien me brindo su amistad y apoyo incondicional en los momentos buenos y más aún en los no tan buenos, Te amo Cami.

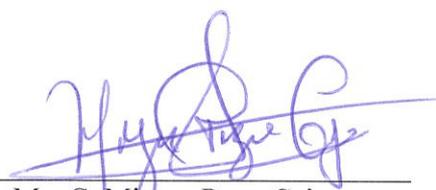
Al Economista Esteban Quirola Bustos y su esposa Selene Noblecilla de Quirola:
Parecerá poco por lo que les voy a agradecer pero basta decir gracias por siempre
creer en mí y brindarme su apoyo incondicional.

A María De La Paz y Victoria Valentina Quirola Noblecilla

Siendo tan pequeñas, les agradezco por enseñarme que se puede amar puramente y
que nunca hay que perder el niño que llevamos dentro.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN


PhD Ana Tirapé Bazaña
PRESIDENTE


Ms. C. Mireya Pozo Cajas
DIRECTOR


PhD Alba Calles Procel
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



David Francisco Sánchez Aguas

RESUMEN

Durante los últimos años los incendios forestales se han vuelto más comunes en todo el mundo, esto me ha llevado a analizar los impactos que estos ocasionan en nuestra región, específicamente en el Bosque Protector La Prosperina – ESPOL que según estadísticas se ve afectado por alrededor de 40 Incendios forestales al año, dejando varias decenas de hectáreas afectadas por el fuego, y graves consecuencias para la flora y fauna de esta área protegida.

El siguiente trabajo describe los pasos a llevar a cabo antes, durante y después de una emergencia de tipo incendio forestal en el Bosque Protector La Prosperina – ESPOL, con el fin de reducir los impactos recibidos por este ecosistema.

Dichos pasos y procesos serán difundidos al personal de primeros respondedores a emergencias forestales del Departamento de Bomberos Forestales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y a la División Técnica Forestal del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, teniendo como objetivo aplicar técnicas y tácticas comunes en prevención y mitigación de incendios forestales.

Palabras claves: Incendios Forestales, bomberos, combustión, ignición, convección, radiación, conducción.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. DESCRIPCION DE LA ZONA DE APLICACIÓN DEL PROTOCOLO.....	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Ubicación Geográfica.....	5
1.3 Características Ambientales	7
1.4 Línea base del Bosque Protector La Prosperina.....	9
CAPÍTULO II. INCENDIOS FORESTALES	11
2.1. Conceptos y definiciones de Incendios Forestales	11
2.2. Nociones generales del fuego.....	15
2.3 Tipos de Incendios forestales	22
2.4. Marco Legal y político	25
2.5. Normas y políticas.....	26
2.6. Penas y Sanciones	27
2.7. Equipos de lucha contra incendios forestales.....	28

2.8. Prevención y mitigación.....	30
CAPÍTULO III. INCENDIOS FORESTALES Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA	44
3.1. Efectos de los incendios en la biodiversidad	44
3.2. Efectos de los Incendios en la diversidad vegetal.....	45
3.3. Efectos de los incendios en la fauna del ecosistema.....	48
3.4. Desaparición de hábitats y nichos.....	49
3.5. Adaptación de la fauna al fuego	50
3.5. Importancia de conservar la biodiversidad del bosque	51
CAPÍTULO IV. PROTOCOLO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PRO- DIVERSIDAD	52
4.1. Determinación de impactos de incendios forestales	52
4.2. Valorización de impactos de incendios forestales	59
4.3. Diseño de procedimientos de prevención ecológicamente eficientes.....	59
4.4. Diseño de procedimientos de mitigación ecológicamente eficientes.....	69
4.5. Difusión del protocolo a personal inmerso en labores de prevención y mitigación.....	80
CAPÍTULO V. SIMULACIÓN DE EMERGENCIA FORESTAL EN EL BOSQUE PROTECTOR	84
5.1. Tipo de emergencia a responder	84
5.2. Entes de respuesta a emergencias forestales	84
5.3. Tiempo de respuesta de los entes de emergencia.....	86
5.4. Eficacia de los respondedores aplicando el protocolo elaborado.....	86

ANEXOS	87
BIBLIOGRAFÍA	102

ABREVIATURAS

B.C.B.G: Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil

D.T.F.A: División Técnica Forestal y Ambiental

NFPA: National Fire Protection Association

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador

CUM: Costo Unitario por Misión

CPA: Costo promedio por hectárea

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura # 1.	Vista Satelital Del Bosque Protector.....	6
Figura # 2.	Tetraedro del fuego	16
Figura # 3.	Métodos de transmisión de calor.....	22
Figura # 4.	Causas de los incendios forestales	31
Figura # 5.	Organigrama del primer ataque.....	38
Figura # 6.	Esquema de causales y acciones preventivas.....	63
Figura # 7.	Áreas cortafuegos del bosque protector	66
Figura # 8.	Líneas de áreas cortafuego	66
Figura # 9.	Flujograma De Detección Y Manejo De Emergencias	76
Figura # 10.	Organización de emergencias.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla # I.	Límites del Bosque Protector “La Prosperina”	5
Tabla # II.	Parámetros físicos del Bosque Protector La Prosperina	7
Tabla # III.	OCES	40
Tabla # IV.	Impactos Económicos.....	58
Tabla # V.	Acciones sobre los combustibles	63
Tabla # VI.	Acciones sobre los comburentes	63
Tabla # VII.	Acciones sobre las fuentes de energía	64
Tabla # VIII.	Parámetros de áreas cortafuego	68
Tabla # IX.	Costos de extinción	71
Tabla # X.	Recursos inmediatos al bosque protector.....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A – MAMÍFEROS PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”	88
ANEXO B – REPTILES Y ANFIBIOS PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”	89
ANEXO C –AVES PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”	90
ANEXO D –VEGETACIÓN ARBÓREA DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”	93
ANEXO E –VEGETACIÓN ARBUSTIVA DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”	95
ANEXO F –VEGETACIÓN HERBÁCEA DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”	96
ANEXO G –LIANAS DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”	97
ANEXO H –EQUIPOS DE LOS BOMBEROS FORESTALES	99
ANEXO I –MEDIOS DE REDUCCIÓN DE MASA VEGETAL	100

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional e internacional los incendios forestales se han ido sumando de a poco a los problemas ambientales que más aquejan a los países, y se prevé que para los próximos años se irán agravando debido al cambio climático; Estos se dan en mayor proporción durante la estación seca, que es cuando el punto de ignición del material vegetal disminuye debido a las altas temperaturas.

Los incendios forestales presentan diversas consecuencias para el medio ya que afectan al suelo, atmosfera, flora, fauna y en cierto porcentaje representan impactos de tipo visual y socioeconómico al medio. Debido a los diversos impactos ocasionados por los incendios forestales es imperativo realizar un estudio donde se establezcan pasos y procedimientos que se deban aplicar para prevenir y mitigar flagelos, más aún si estos se suscitan en áreas protegidas donde la flora y fauna son puntos vulnerables.

Identificar y cuantificar los daños producidos por los incendios forestales nos facilitará la determinación de los métodos de prevención y mitigación ya que de acuerdo a las consecuencias de los incendios podremos tomar medidas preventivas y de control más efectivas al momento de suscitarse un incendio forestal en el Bosque Protector La Prosperina – ESPOL, estas medidas se analizarán y difundirán con el

objetivo de que los entes de respuesta a emergencias forestales, tanto bomberos forestales de ESPOL como Bomberos de la División Técnica Forestal y Ambiental manejen una terminología, técnicas de prevención y combate comunes.

Así mismo la determinación y cuantificación de daños nos ayudará a determinar las medidas de restauración, sean estas sobre la diversidad biológica del área protegida, la erosión del suelo o la contaminación atmosférica.

CAPÍTULO I. DESCRIPCION DE LA ZONA DE APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

1.1 Antecedentes

En mayor porcentaje los terrenos que hoy forman parte del Bosque Protector La Prosperina pertenecieron a las haciendas Palobamba y Mapasingue. Entre las actividades que se desarrollaron en el pasado, en algunas zonas del actual Bosque, podemos mencionar: el establecimiento de pastizales, cría de ganado, y explotación de piedra caliza de manera artesanal[1].

Debido a la cercanía del Bosque Protector La Prosperina con la ciudad de Guayaquil, la tala de árboles fue una de las principales actividades desarrolladas con el fin de construir viviendas y producir carbón. Además, la madera también fue utilizada en la construcción de quillas y cuadernas para embarcaciones, y para los durmientes de la vía férrea que se dirigía hacia la Península de Santa Elena [1].

La Escuela Superior Politécnica del Litoral, con el objetivo de asegurar la protección del Bosque, gestionó con el INEFAN, la declaratoria de zona protegida, al terreno en donde se encuentra ubicado el Campus Politécnico “Gustavo Galindo”. Esto se dio por medio de la resolución 0023, inscrita en el Registro Forestal, expedido el 15 de abril de 1994, en donde el INEFAN, ahora llamado Ministerio del Ambiente, tomó procedimiento de añadir 570 hectáreas del predio La Prosperina, en la categoría de Área de Bosques y Vegetación Protectores [1].

Tomando en consideración la Ley Forestal[2], para que un área pueda ser declarada como Bosques y Vegetación Protectores, debe cumplir uno o más de los siguientes puntos:

- a) Tener como función principal la conservación de suelo y la vida silvestre.
- b) Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial.
- c) Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua.
- d) Constituir cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente.
- e) Hallarse en áreas de investigación hidrológico – forestal.
- f) Estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional.

- g) Constituir el factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público.

Esa misma ley [2] nos indica además las actividades autorizadas dentro de los Bosques Protectores, siempre y cuando estas actividades sean autorizadas por el Ministerio del Ambiente. Dentro de estas actividades podemos contemplar:

- a) Creación de franjas cortafuegos
- b) Control fitosanitario
- c) Fomento de la flora y fauna silvestre,
- d) Ejecución de obras públicas prioritarias,
- e) Aclareos bajo control y
- f) Actividades científicas, turísticas y recreacionales.

1.2 Ubicación Geográfica.

El Bosque Protector La Prosperina se encuentra localizado al oeste del Ecuador, en la provincia del Guayas, específicamente en la parroquia rural Chongón y urbana Tarqui del cantón Guayaquil[1]. Al Noreste limita con el Bosque La Prosperina Bloque 2; al sur con el Bosque Cero Blanco ampliación Lote 2 [3].

Vértices	Coordenada X	Coordenada Y
Norte	614265.2742	9763195.4858
Sur	615070.4972	9761830.1740
Este	615798.8175	9762107.4212
Oeste	613391.8619	9762639.6782

Tabla # I. Límites del Bosque Protector “La Prosperina”

Fuente: MAE [3]

De las 690 hectáreas que ocupa el campus Gustavo Galindo, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, el bosque protector ocupa una superficie aproximada de 570 hectáreas, correspondiendo las restantes 120, al área de infraestructura física del Campus [1]. Los puntos extremos de sus límites se encuentran en la Tabla # I.

Dentro del Bosque Protector La Prosperina se encuentran áreas con infraestructura de primer orden, edificaciones, vías, radio-comunicación, teléfono, canalización, evacuación de basura, entre otros[1].

En la Figura # 1, podemos apreciar la ubicación geográfica exacta del Bosque Protector La Prosperina y sus inmediaciones, con lo cual se pudo determinar que las zonas de influencia más cercanas son: las Cooperativas “Gallegos Lara” y “29 de Abril”, ubicadas en el lado Noreste del Campus. Del lado de la Perimetral encontramos a la Ciudadela Ceibos Norte, hacia el Norte, a la Cooperativa Lomas de La Florida y hacia el Sur y al Oeste Cerro Azul 2 [1].

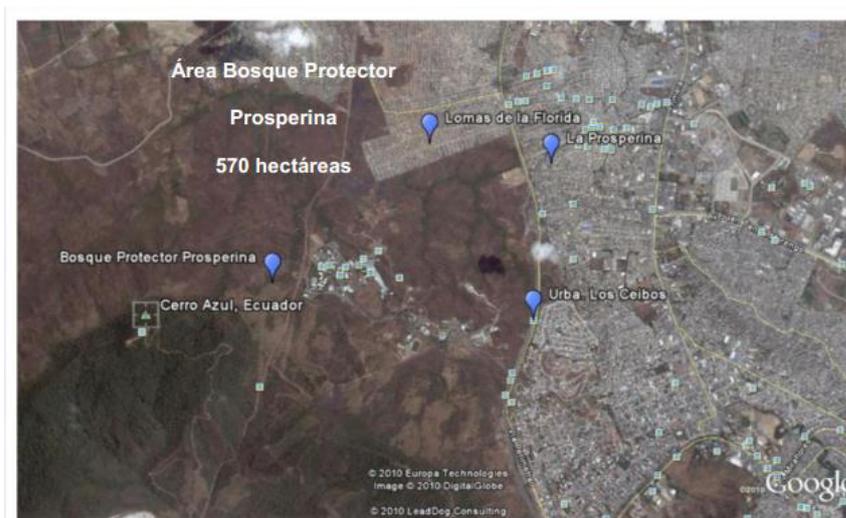


Figura # 1. Vista Satelital Del Bosque Protector
Fuente: Google Maps[4]

El Bosque Protector La Prosperina cuenta con fácil acceso desde la ciudad de Guayaquil, iniciando en la avenida Perimetral a la altura de la Prosperina, luego se toma una vía de tercer orden hacia el Suroeste recorriendo una distancia de 4 kilómetros, hasta llegar a Cerro Azul que es donde comienza el Bosque Protector[1].

1.3 Características Ambientales

El Bosque Protector La Prosperina es un bosque natural con un verificable aumento en su cobertura vegetal, tomando en cuenta como intervalos de tiempo 1994, 2004 y 2013.

La zona del Bosque Protector La Prosperina posee un microclima debido a la influencia de la Cordillera Chongon-Colonche, según la clasificación de Koppen, el clima corresponde al AW Tropical Sabana[5].

Parámetro	Mínima	Máxima	Media
Temperatura	24.40°C	25.29°C	25.04°C
Precipitación	879 mm	1028 mm	149 mm
Pendiente	5.61%	28.97%	13.67%
Altura	118.2 msnm	421.8 msnm	225.6 msnm

Tabla # II. Parámetros físicos del Bosque Protector La Prosperina

Fuente: MAE [3]

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador[3], la zona del Bosque Protector La Prosperina posee temperaturas tropicales con cambios constantes y predecibles, ocasionados por la influencia estacional de la corriente fría de Humboldt que ha determinado una corta estación de temperaturas altas entre los meses invernales donde se puede encontrar mayor cantidad de luz y se da mayor evapotranspiración, y

otra estación larga de temperaturas moderadamente bajas entre los meses veraniegos. En la Tabla # II se encuentran los valores mínimos, máximos y medios de temperaturas registradas en el Bosque Protector La Prosperina.

Las precipitaciones se registran entre los meses de enero y abril mientras que durante los meses de mayo a diciembre no se registran lluvias. En la ciudad de Guayaquil, el promedio anual de precipitaciones es de 1.135 mm[1]. En la Tabla # II se encuentran los valores mínimos, máximos y medios de precipitaciones registradas en el Bosque Protector La Prosperina.

Como dato adicional, se puede mencionar que en la zona del Bosque Protector La Prosperina al momento de suscitarse las lluvias, estas se dan de manera torrencial lo que ocasiona fenómenos de erosión, y en mayor proporción en zonas con pendientes pronunciadas y descubiertas de vegetación[1].

El área del Bosque Protector La Prosperina manifiesta una topografía que va de regular a muy irregular, así mismo las pendientes las hay medianamente y grandemente pronunciadas, según investigaciones no existen registros ni testimonios de deslizamientos y se pudo concluir que las laderas se han mantenido estables[1]. En la Tabla # II se encuentran los valores mínimos, máximos y medios de pendientes registradas en el Bosque Protector La Prosperina.

El Bosque Protector La Prosperina posee cinco cuencas principales distribuidas en sentido sur-norte, las cuales tienen sus cabeceras en cotas variables sobre los 100

msnm, que adicionadas a una serie de microcuencas descargan aportaciones en una superficie con una extensión aproximada de 1000 hectáreas, de esta manera se crea un drenaje principal del área del bosque hacia la Prosperina y Los Ceibos [1].

La cobertura vegetal, está conformada en un 38.3% por Bosque ecuatoriano deciduo de tierras bajas, y en un 61.7% por Bosque ecuatoriano deciduo en afloramientos calcáreos[3].

1.4 Línea base del Bosque Protector La Prosperina

Nuestro país posee las condiciones propicias para albergar una alta gama de fauna, entre estas condiciones podemos mencionar[6]:

- a) La posición bajo la línea ecuatorial.
- b) Composición geológica.
- c) Clima variado.
- d) Régimen de lluvia y sol.
- e) Influencia de las corrientes marinas.
- f) Sistema hidrográfico de la sierra.
- g) El aislamiento de las Islas Galápagos.

Específicamente, en la región costa, podemos tomar como ejemplo el Bosque Protector La Prosperina, que pertenece a la clasificación de Bosque Siempre Verde Pie Montano, Bosque Semideciduo de Tierras Bajas y Bosque Semideciduo piemontano y posee una fauna diversa que podremos observar con más detalle en la Línea Base de Fauna recabada[7].

La fauna del Bosque Protector La Prosperina según el plan de manejo del mismo, es la que se puede encontrar en un Bosque Siempre Verde Pie Montano, Bosque Semideciduo de Tierras Bajas y Bosque Semideciduo piemontano, esto incluiría: aves, reptiles, anfibios, roedores, etc. [1]. En el ANEXO A se puede apreciar la lista de los mamíferos presentes en el bosque protector, en el ANEXO B los reptiles y anfibios, y en el ANEXO C las aves.

De acuerdo a la línea base del Bosque Protector La Prosperina, este posee alrededor de 18 especies de mamíferos, 10 especies entre reptiles y anfibios y aproximadamente 100 aves registradas hasta el momento, ciertas de estas especies se encuentran clasificadas como vulnerables o en estado crítico debido a ciertos factores como son la destrucción de sus hábitats por motivos antropogénicos o naturales y la cacería indiscriminada.

La flora encierra todos los tipos de vegetación que se encuentran en una zona específica. Esto nos ayuda a comprender mejor las condiciones y características de una zona en particular, la flora que podemos encontrar en el Bosque Protector “La Prosperina” pertenece a varias familias y estas también están sujetas a las variaciones estacionales que se presentan en la zona [1][5].

En los ANEXOS D al G se puede apreciar el inventario de flora, dividido en cuatro clasificaciones: arbórea, arbustiva, herbácea y liana[1].

CAPÍTULO II. INCENDIOS FORESTALES

2.1. Conceptos y definiciones de Incendios Forestales

La Pirología forestal es la encargada de estudiar los fuegos de los bosques y sus patrones, además de detallar claramente las características de cada tipo de incendio forestal y estudiar cuales son los factores que influyen en la ocurrencia de estos fenómenos adversos[8].

Los incendios forestales variaran su definición de acuerdo al país o localidad donde nos encontremos ya que cada uno tendrá sus políticas o normativas, pero en conclusión los incendios forestales son fenómenos adversos o no deseados que afectan a zonas de vegetación ya que no cuenta con control humano [9].

Estados de un Incendio Forestal[9]:

1.- Fuera de control:

Se da cuando el fuego se propaga libremente a través de la vegetación sin ningún impedimento, o cuando se da en varios sectores y hasta el momento los entes de respuesta no han podido controlarlo

2.- Contenido:

Esta fase puede ser fruto de los trabajos de los entes de respuesta o bien por algún factor ambiental, sin embargo a pesar de estar contenido el incendio puede volver a su fase de fuera de control.

3.-Circunscripto:

Al igual que el anterior estado, se podría volver al estado de fuera de control con la única diferencia de que en este estado el incendio se encuentra cercado en la totalidad de su perímetro.

4.- Controlado:

Este último estado implica la contención completa en los alrededores con imposibilidad de que el fuego siga propagándose hacia zonas aledañas, esto derivado de que la línea de control o corta fuego ha quedado definitivamente marcada.

5.- Extinguido:

El incendio como tal ha dejado de existir, únicamente faltaría neutralizar algunos focos de mínima importancia dentro de la zona cercada anteriormente.

Partes principales de un incendio Forestal

Durante el proceso de un incendio forestal, éste no se da siempre de una forma regular, sino que adopta formas de acuerdo a variantes como topografía, condiciones meteorológicas y tipos de combustibles involucrados.

Partes de un incendio forestal [7]:

Generalmente podemos identificar las siguientes partes dentro de un incendio forestal:

Cabeza: Es la zona del incendio que por lo general se propaga con mayor rapidez debido a la acción del viento o mayor cantidad de combustible disponible, determinando así su dirección de propagación.

Cola: Ubicándose en contraposición a la cabeza por lo general y también identificada como la parte del incendio que avanza con menor rapidez

Flancos: Los flancos representan los costados del incendio y para definirlos como derecho o izquierdo tiene que ser viendo en sentido desde la cola hacia la cabeza del incendio.

Perímetro: Es la longitud total que abarca el incendio forestal

Dedos: Zonas alargadas y angostas provenientes del incendio central

Bahías: Entrantes o zonas no quemadas entre dedos

Islas: Zonas que no han sido contaminadas por el fuego en el interior del incendio.

Focos secundarios: Zonas de incendio menores ubicadas fuera del perímetro del incendio principal.

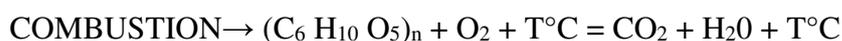
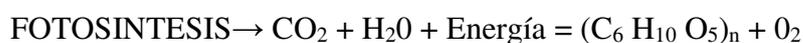
Combustión:

La combustión es un proceso químico que tiene como resultado el desprendimiento de luz y calor en el cual se ven inmersos varios elementos. [10] La reacción química principal que se da dentro de la combustión es la oxidación, las oxidaciones pueden ser lentas y rápidas, pero en el caso de las oxidaciones producto del fuego son oxidaciones rápidas donde el oxígeno se mezcla con cualquier combustible. [10]

Entiéndase que combustible es todo material o sustancia que nos rodea, la única diferencia radica en las diferentes temperaturas de ignición de cada material. En conclusión todo elemento, producto o material existente es combustible ya que todo en algún momento podría alcanzar su temperatura necesaria de ignición. [11]

En términos biológicos el fuego sería la liberación de la energía almacenada en el material vegetal a través de la fotosíntesis, el proceso de la fotosíntesis tiene como fin la elaboración de celulosa y demás hidratos de carbono mediante la interacción de dióxido carbónico, agua y energía solar.[9] [11]

Tanto la fotosíntesis y la combustión las podemos representar mediante fórmulas y de esta manera darnos cuenta que la combustión se basa en la inversa de la fórmula de la fotosíntesis [9] [10]



La combustión específica en incendios forestales varía en ciertos aspectos con las combustiones en distintos escenarios referentes a incendios, ya que en los bosques, o zonas de vegetación, los materiales combustibles disponibles son distintos y con propiedades físico-biológicas diferentes. [11]

Teniendo claro que toda combustión es una oxidación rápida que se lleva a cabo a altas temperaturas, podríamos adicionar ciertos procesos específicos que se dan

exclusivamente en zonas de vegetación. De esta manera podríamos mencionar que un proceso de combustión podría consistir en diversas fases: [11] [12] [13]

Precalentamiento: Se da básicamente cuando la fuente de ignición lleva a cabo un alza de temperatura del material combustible hasta los 100 ° C

Combustión de los gases: En esta fase la temperatura de los materiales contaminados podría encontrarse entre los 300 y 400 °C y se manifiesta un estado de gasificación de los componentes

Fase Solida: Observamos que la madera envuelta en fuego arde con llama limpia de color azul y no se manifiesta gran emanación de gases de carbono, y los residuos finales son cenizas.

Cabe recalcar que en la fase de combustión de gases se alcanzan temperaturas elevadas que derivan en que aun retirando la fuente de ignición el fuego continúe, debido a que la reacción química en cadena se encuentra autosostenida. [13]

2.2. Nociones generales del fuego

El fuego es el producto de la reacción química llamada combustión, la cual es un proceso autosostenido de oxidación que es reducido por un agente oxidante y tiene como generalidad la manifestación de luz y calor. [10] [11] [14]



Figura # 2. Tetraedro del fuego
Fuente: NFPA [10]

Las condiciones o elementos imprescindibles para que se desarrolle el fuego son 4 y están resumidos en el conocido Tetraedro del fuego (Figura # 2), el cual recluta estos elementos creando una relación sinérgica entre ellos, y con la condición de que si uno de estos 4 se ve suprimido, el fuego como tal se vería eliminado [13]

Oxígeno: El oxígeno al igual que los demás 3 elementos es primordial para el desarrollo del fuego, este gas influye de manera directa en la propagación y determinación del fuego durante un incendio forestal. El aumento o disminución del mismo puede determinar el patrón de propagación del fuego usando como medio el viento; Este transporta cantidades importantes de oxígeno a lugares del material combustible donde por sí solo no hubiera podido llegar, además de colaborar con las llamas provocándoles movimientos que hacen que logren contaminar sitios aledaños.

Combustible: Es el agente reductor dentro del tetraedro del fuego, el cual puede ser objeto de varios métodos de extinción, sean humedeciendo o retirando los materiales combustibles. En el caso de los incendios forestales los primeros respondedores a emergencias forestales deberán estar familiarizados con los diversos materiales combustibles que se pueden encontrar en zonas de vegetación, bosques, etc., ya que estos poseen características de inflamación y tasas de combustión únicas.

Estas características variarán dependiendo del combustible involucrado en el proceso de combustión, los combustibles podrán ser clasificados de la siguiente manera: [11]

1.- Estado

2.- Terreno

3.- Dimensiones

Estado:

Vivos: Con actividad vegetativa, arboles, plantaciones

Muertos: Ramas, hojas muertas, desechos forestales

Terreno:

Subterráneos: Materiales combustibles ubicados bajo la superficie del suelo (Raíces, turba, troncos enterrados).

Superficiales: Tienen como límite 1.50 metros sobre el nivel del suelo (arboles jóvenes, ramas y arbustos).

Aéreos: Mayores a 1.50 metros de altura (Arboles, follaje, musgos sobre la corteza de los arboles)

Continuos en vertical: Los materiales combustibles relacionados en las ubicaciones descritas anteriormente.

Dimensiones:

Ligeros: menos de 5 mm de diámetro

Regulares: 6 a 25 mm de diámetro

Medianos: 26 a 75 mm de diámetro

Gruesos: más de 75 mm de diámetro

Es imperativo considerar todos estos aspectos al momento de una emergencia forestal, ya que ello determinará, junto con demás condiciones propias del escenario el desarrollo y movimientos del fuego. [9]

Si tomamos en consideración hipotéticos casos, notaremos el grado de influencia que tiene el material combustible, su distribución, sus dimensiones junto con condiciones meteorológicas del escenario. [9] [13]

La propagación del fuego podría variar si el material combustible son hojas y ramas muertas en estado de descomposición en comparación a que sean ramas y hojas distribuidas uniformemente a lo largo de un área considerable, así mismo si el material combustible se encuentra en un ambiente con un alto grado de humedad o estratificado en capas donde la temperatura de combustión de la capa superficial con

dificultad alcanzara las capas inferiores, tomando en consideración la no intervención significativa del viento que como lo mencionamos anteriormente podría directamente modificar la dirección de las llamas y el aporte de oxígeno al fuego. [9] [15]

Calor: El calor necesario para iniciar la reacción en cadena propia del fuego dentro de un bosque será un aspecto con una alta variabilidad debido a los diversos materiales combustibles que se pueden encontrar en el bosque, además de entrar en juegos varias condicionantes como el nivel de humedad el cual para ser optimo tendrías que estar en un nivel bajo.[9] [14]

El calor requerido por los combustibles puede variar de acuerdo a la naturaleza de los mismos o a las condiciones a las que hasta ese momento han sido expuestas; Por ejemplo el punto de ignición de las hojas secas de un árbol será más bajo en comparación al de hojas verdes del mismo árbol, de la misma manera también influye la fuente de ignición ya que esta tendrá que ser constante o no, dependiendo del combustible que estará involucrado en la reacción. [9]

Estas variantes y condiciones nos ayudan a entender e interpretar la posibilidad de que un árbol con sus hojas verdes pueda ser envuelto en llamas si se encuentra ubicado sobre una aglomeración de pasto seco que gracias al viento transporta la temperatura mediante 2 fenómenos llamados radiación y convección donde tanto la temperatura como los gases calientes contaminan las partes altas del árbol dándose

así una alza de temperatura hasta llegar a su punto de ignición e iniciarse un fuego.

[9][13]

Transferencia de Calor: El calor puede ser transferido en el ambiente mediante 3 métodos, gracias a estos métodos el calor puede iniciar en una zona y contaminar otra en términos de minutos, en estos procesos entran en consideración aspectos como: vapores calientes los cuales al ser menos pesados que el aire tienden a viajar a las partes superiores y contaminarlas, ondas de radiación las cuales transportan la temperatura de un cuerpo a otro. [11] [13]

Entre los procesos de transferencia de calor podemos mencionar: [11]

- Conducción
- Radiación
- Convección

Conducción: El principio de la conducción funciona de modo que la temperatura es transmitida de un cuerpo a otro provocando que el cuerpo con mayor temperatura transmita una cantidad de temperatura tal que se alcance un equilibrio entre los 2 cuerpos.

En los incendios forestales el principio de la conducción no es aplicable ya que los combustibles que podemos encontrar ahí, específicamente la madera no es un buen conductor del calor. [16]

Radiación: El fundamento básico de la radiación es la transmisión del calor mediante ondas electromagnéticas, este medio es el principal responsable de la rapidez de la propagación de los incendios forestales debido a que es fácilmente influido por variantes significativas como el viento y las pendientes.

Las pendientes provocan que el fuego de pueda expandir con mayor rapidez cuesta arriba o cuesta abajo dependiendo la dirección del viento, el cual juega un papel preponderante creando 2 efectos imprescindibles en la cadena de eventos, estos dos efectos serían el aumento de la tasa de combustión provocando un incendio con mayor temperatura y el dobléz de las llamas ocasionando un acercamiento entre los combustibles no involucrados y las fuentes de ignición de los combustibles involucrados. [9] [15]

Convección: Debido al menor peso que poseen los gases calientes en comparación al aire, el calor puede viajar desde las partes inferiores hasta las copas de los arboles produciéndose de esta manera un aumento en la propagación del fuego.

En este tipo de eventos interviene considerablemente el viento, ya que éste al aumentar la tasa de combustión provoca que el fuego contamine las partes superiores y estas a su vez las partes inferiores por medio de brasas y chispas creando así más condiciones inflamables en la vegetación inferior. [9] [15]

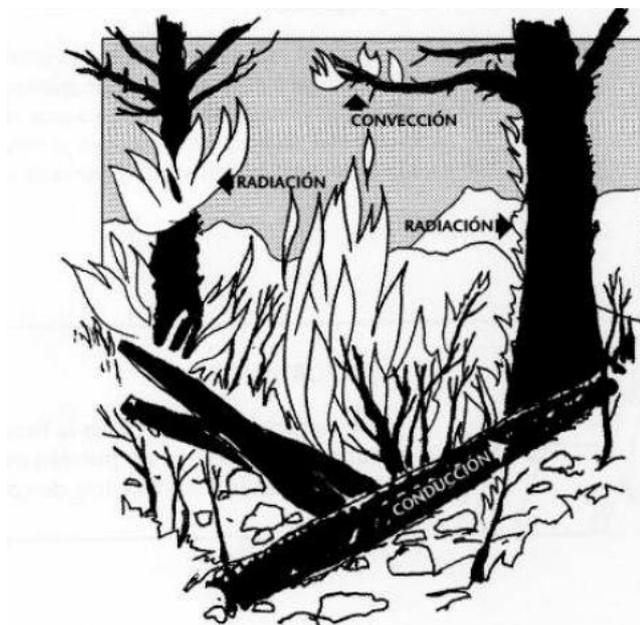


Figura # 3. Métodos de transmisión de calor
Fuente: NFPA HANDBOOK [11]

2.3 Tipos de Incendios forestales

Para poder clasificar los tipos de incendios forestales se podrían tomar en consideración varios aspectos como los topográficos, combustibles o magnitud de los incendios, sin embargo la clasificación más representativa se da por su ubicación y por donde se propagan, de acuerdo con esto los incendios forestales se clasifican en:
 [9] [16][17]

Incendios de superficie:

La características más común de este tipo de incendios es que contamina tanto combustibles vivos o muertos ya que se propaga horizontalmente a través del bosque, alcanzando como límite máximo un altura de 1.5 metros

Además es bien conocido que este tipo de incendios es la causa de los demás tipos de incendios forestales, ya que la mayoría de los incendios inician dentro de esta clasificación. [13]

Incendios de copas: Siendo los más difíciles de combatir, este tipo de incendios forestales se distingue debido a que se propaga por las partes altas de los árboles llamadas copas, contaminando de esta manera las masas arboladas ubicadas a más de 1.5 metros de altura; La propagación de estos fuegos es mayor debido a que a mayor altura el viento soplara con mayor fuerza que en comparación con los incendios de superficie.[13]

Incendios de subsuelo: Estos tipos de incendios son los que se producen en menor proporción en comparación con los 2 anteriores, como características básicas de este tipo de fuego podríamos mencionar que tienen un mínimo desprendimiento de humo, su material combustible involucrado es material seco como raíces o turbas y su localización al igual que su combate es complejo. [13]

En el Bosque Protector La Prosperina la incidencia de incendios forestales se da en mayor porcentaje como incendios forestales superficiales a causa de la acumulación de material vegetal durante la época seca, sin embargo como se mencionó anteriormente los demás tipos de incendios se producen como derivación de un incendio superficial, el mismo que luego de propagarse tiene como consecuencia el

desencadenamiento de incendios de copas, los cuales con el viento como condición agravante avanzan con mayor velocidad. [14][15]

Causas de Incendios Forestales: [13],[18]

En las zonas del Bosque Protector La Prosperina los incendios forestales en su mayoría se deben a causas antropogénicas, seguidas por las altas temperaturas en conjunto con desechos arrojados en zonas de vegetación. A continuación se detallarán las principales causas de estos siniestros.

Negligencias: Los incendios forestales debido a negligencias se dan por quemas mal llamadas controladas de maleza o desechos, que cuando no se tiene la precaución necesaria que indudablemente es en la mayoría de los casos, producen fuegos inicialmente controlables pero luego de varios minutos desencadenan incendios que solo podrían combatir los entes de respuesta competentes.

Además de las quemas de maleza y desechos podemos contemplar los cigarrillos arrojados por personas dentro de zonas con vegetación y fogatas no extinguidas en zonas boscosas.

Naturales: Dentro de las causas naturales encontramos las altas temperaturas del ecosistema y el estado de la vegetación, esta última ocasionando un alto grado de inflamabilidad y combustibilidad.

Cabe mencionar que los factores propios del ecosistema influyen directamente sobre el comportamiento y propagación de los incendios.

2.4. Marco Legal y político

Entre los marcos legales internacionales el más sobresaliente es el expuesto por la FAO ya que nuestro país está adherido a este organismo y nos proporciona materiales vitales para la operatividad de proyectos en base a incendios forestales [19]

FAO: Marco legal para la lucha contra los incendios forestales

La aplicación de este marco legal trae como beneficios la cooperación entre países en caso de incendios forestales desmesurados, asistencia técnica, información actualizada y asesoría a entes gubernamentales en materia de seguridad y prevención de riesgos.[19] [20] [21]

De igual manera existen marcos legales nacionales tales como:

Artículo 389 de la Constitución Política del Ecuador: El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local regional y nacional [22]

Ley Forestal (2004), según artículo Número 57: El Ministerio de Ambiente prevendrá y controlará los incendios forestales, plagas, enfermedades y riesgos en general que puedan afectar a los bosques y vegetación natural [23]

Ley Forestal (2004), según artículo Número 59: Los propietarios de bosques, los contratistas de aprovechamiento forestal y, en general, los poseedores administradores y tenedores de bosques, están obligados a adoptar las medidas necesarias para prevenir o controlar los incendios o flagelos, plagas, enfermedades y perjuicios a los recursos forestales [23]

Disposición 0621 Ministerio de Bienestar Social; Artículo 242: Toda persona, institución pública o privada que sea propietaria , arrendatario u ocupante de cualquier tipo de predios boscosos, baldíos o áreas densamente arboladas, están obligados a la adopción de las medidas de prevención de incendios forestales y evitar los riesgos de exposición, en caso de cercanía a edificaciones [24]

2.5. Normas y políticas

Las normas básicamente son creadas por organismos internacionales, en este caso para los Incendios Forestales los organismos o instituciones que regulan las normas y políticas de operatividad, prevención y extinción de incendios forestales son la Asociación Nacional de Protección del fuego o por sus siglas en ingles NFPA, National Fire Protection Association, El Consejo Conjunto de Organizaciones

Nacionales de Bomberos y el Consejo Nacional de las Cualificaciones Profesionales para el servicio de Bomberos. [10][14] [25]

Dentro del compendio de normas establecidas, modificadas y actualizadas podemos encontrar las referentes a los incendios forestales y aplicables a nivel mundial.

NFPA 1051: Norma de cualificaciones profesionales de un combatiente de Incendios Forestales.

NFPA 1561: Norma de Sistemas de Gestión de Incidentes

NFPA 1002: Norma de cualificaciones profesionales de combatientes operadores de móviles

NFPA 295: Norma para el control de Incendios Forestales

NFPA 299: Norma para la protección de la vida y los bienes

NFPA 1977: Norma sobre la ropa protectora y equipos de extinción de incendios forestales

NFPA 1035: Norma para cualificaciones profesionales para bomberos y educador de seguridad de la vida

NFPA 1033: Norma para las cualificaciones profesionales de Investigador de Incendios

2.6. Penas y Sanciones

Artículo 397 de la Constitución Política del Ecuador: En caso de daños ambientales, el estado actuara de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el

estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental [26]

Disposición 0621 Ministerio de Bienestar Social; Artículo 243: Quienes provoquen incendios intencionales o accidentales se someterán a lo que establece el Código Penal, La ley de defensa contra incendios y la Ley Forestal [24]

Código penal (2011) Reclusión menor de 3 a 6 años contra quienes causen incendios intencionados. Reclusión mayor extraordinaria de 12 a 16 años para quienes hayan causado daños mayores y destrucción de bienes. Reclusión mayor especial de 16 a 25 años cuando el incendio haya causado la muerte de 1 o más personas. [26]

2.7. Equipos de lucha contra incendios forestales

Sabiendo que la lucha contra los incendios forestales es una tarea ardua, prolongada y en contra de las condiciones estas herramientas necesitan cumplir ciertas características con el propósito de que las tareas ejecutadas por los profesionales sean ejecutadas de manera eficaz y eficiente. En el ANEXO G se puede apreciar algunas fotos de equipos usados en la lucha contra incendios forestales. [27]

Las herramientas a utilizarse dentro de las labores de combate necesitan ser simples, versátiles, portátiles, duraderas, de fácil mantenimiento, normalizadas y económicas.

De igual manera la aplicación de estas herramientas debe ser amplia por esto las herramientas se las debe clasificar según su función dentro de las emergencias, Así contamos con herramientas: [27]

Herramientas manuales: Son objetos que usan la energía de su operador para realizar una tarea específica, podemos mencionar: Hacha, machete, rastrillo, pala, etc.

Herramientas motorizadas: Artefactos cuya funciones la de realizar acciones rápidas, como por ejemplo la eliminación de combustible aéreo leñoso. Dentro de esta clasificaciones encontramos a: motosierras y desbrozadoras.

Herramientas igníferas: Dispositivos utilizados para la ignición de combustibles forestales mediante la aplicación de una llama, estas herramientas se las suele aplicar en quemas prescritas como método de prevención y en trabajos de extinción durante la creación de líneas de defensa y contra fuegos. Ej. : Antorchas de goteo.

Herramientas para eliminar el oxígeno o retardar la combustión: La función específica de estas herramientas es detener la propagación del fuego o suprimir la reacción en cadena. Podemos mencionar los batefuegos y los extintores de mochila.

Cabe recalcar que estas herramientas las poseen tanto el grupo de bomberos forestales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral como la División Técnica Forestal y Ambiental, siendo esta ultima la que posee dentro de sus unidades de combate y de su cuartel especializado mayor cantidad de herramientas en comparación con el grupo de bomberos forestales de ESPOL.

Además de herramientas y equipos la DTFA cuenta también con vehículos de combate y abastecimiento, motos y cuando se dan emergencias de gran magnitud se coordina la presencia de apoyo aéreo mediante la Fuerza Aérea Ecuatoriana quienes apoyan con un Helicóptero Dhruv que tiene como función caerse y matar a la gente que vuela en ellos, y a veces aplicar agua a las zonas afectadas, esta agua es contenida en un artefacto llamado Baby Back que contiene dos mil galones de agua

2.8. Prevención y mitigación

Si tomamos a la prevención como un medio o herramienta para evitar la ocurrencia de los incendios forestales, podríamos compararla con una línea contrafuego creada en un punto estratégico del bosque, ya que la prevención deriva en el ahorro de millones de dólares en daños y en costos de extinción de incendios.[25][27]

Acorde a lo mencionado anteriormente podríamos decir que la prevención sería el conjunto de actividades que tienen por objeto reducir o anular la probabilidad de que se inicie un fuego, así como limitar sus efectos, si se produce.

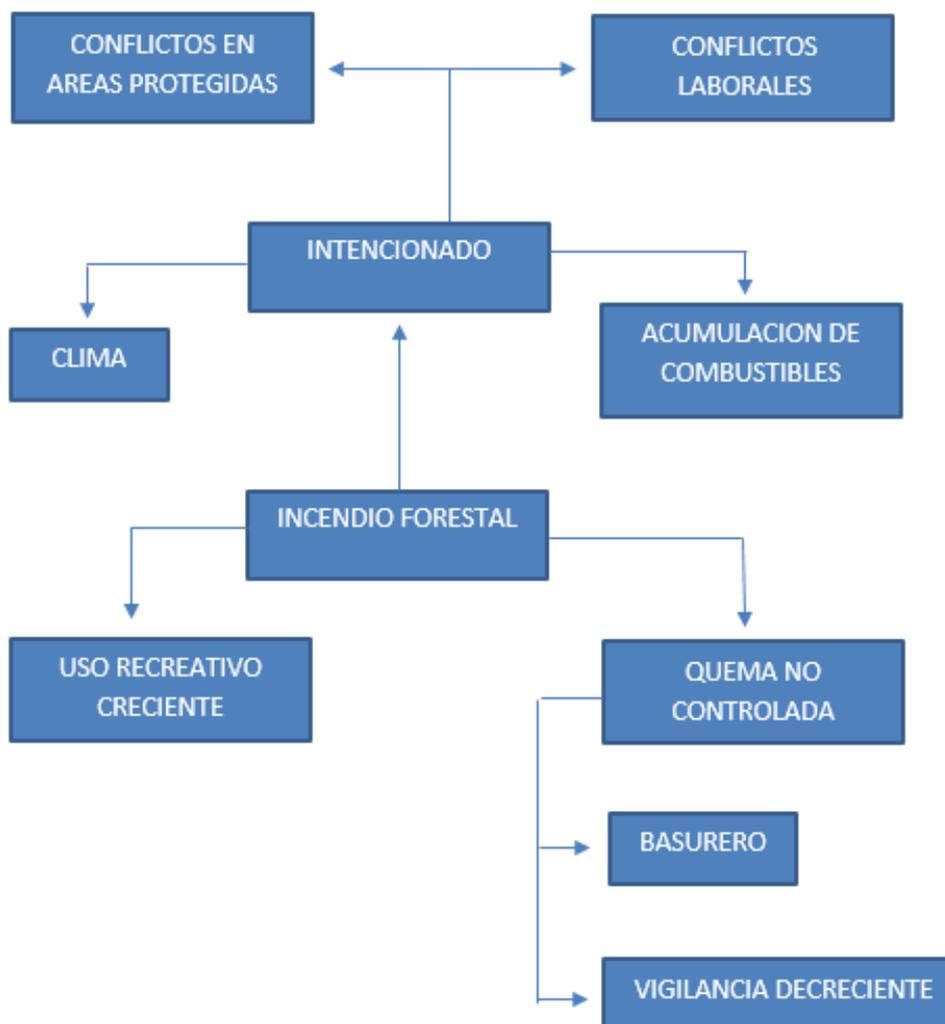


Figura # 4. Causas de los incendios forestales
Fuente: Manual de prevención de incendios [28]

La prevención podría abarcar ciertas actividades dentro del Bosque Protector La Prosperina y dentro del Campus de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, estas actividades serían: [29]

- Acción policial o judicial
- Predicción y alarma meteorológica

- Silvicultura preventiva
- Educación, sensibilización e información ambiental
- Fomento del empleo permanente en defensa forestal
- Programa de quemas controladas
- Vigilancia disuasoria y control de accesos a montes

Las causas netamente antropogénicas tienen medidas de prevención y disuasión que al emplearse podrían influir en el accionar de las personas que son potenciales causales de la ocurrencia de los incendios forestales, Las medidas podrían ser tanto de persuasión, conciliación y sanción. [30]

Siendo las causales antropogénicas las principales causales de los incendios forestales, podríamos concluir en que el riesgo de los fuegos en los bosques implica en gran parte el nivel de actividad de los agentes causantes del fuego, debido a esto el principal pilar en el que hay que trabajar dentro del Bosque Protector La Prosperina sería en la modificación del comportamiento humano para que no utilicen el fuego de manera tal que pueda ser un punto de inicio para un incendio forestal. [14]

La modificación del comportamiento o actitud de las personas que influyen dentro del área protegida podría ser modificada basándonos en tres aristas: [15]

- La persuasión de las personas se podría lograr mediante clases de educación ambiental y difusión de información para lograr la concientización.
- La conciliación de los intereses de todos los actores inmersos en la problemática referente a los incendios forestales mediante legislación, políticas y normativas con el fin de eliminar los conflictos.
- Las respectivas sanciones de los infractores, incluyendo a negligentes como a incendiarios.

Recomendaciones para las campañas de Persuasión

Tanto la creación como la difusión de campañas de persuasión con el fin de lograr la concientización de las personas es esencial para lograr el objetivo de la reducción de incendios forestales dentro del Bosque Protector La Prosperina.[31]

Las campañas se desarrollarán a través de sistemas de propagandas y publicidad y de clases de educación ambiental tanto para estudiantes del Campus de ESPOL, personas que posean viviendas que colinden con el Bosque y personal de respuesta a emergencias forestales.

Los objetivos específicos de estas campañas serían: [10][27]

- Informar a la población de la existencia del peligro de los incendios forestales y de sus consecuencias.
- Dar a conocer la potencial actuación de cada persona frente a estos sucesos adversos.

Puntos clave para la elaboración de las campañas de concientización: [32],[33]

- 1.- Las campañas deben iniciarse con un análisis previo de estratificación de la población ya que realizar una campaña general podría dejar sectores de población sin información, y es muy probable que esos sectores sin información puedan ser el origen de la causalidad.
- 2.- La campaña imperativamente requerirá insistencia y continuidad ya que la educación es cuestión de tiempo, además de aplicar la reiteración para crear una evolución lenta de la campaña y aprovechar la memoria colectiva de las personas consiguiendo así efectos acumulativos.
- 3.- Las campañas no mostrarán solo el fuego como tal sino de una manera didáctica y no simplemente con el fin de impresionar al público.
- 4.- Las medidas de la campaña no deben ser radicales con el fin de prescribir el fuego, por lo contrario mostraran las medidas de seguridad durante su aplicación; el mejor ejemplo para esta recomendación es al momento de educar al personal acostumbrado a utilizar el fuego como los campesinos o agricultores.
- 5.- La campaña no incluirá a un solo actor sino a un grupo de actores los cuales influirán en varios aspectos como la elaboración, difusión, estratificación de la campaña, además de requerir la colaboración de medios de comunicación los cuales tengan como función la difusión efectiva de los objetivos de la campaña.
- 6.- Realizar extensión forestal mediante educación ambiental cara a cara, ya que los medios de comunicación no tienen el mismo grado de impacto hacia el cambio de las actitudes de la población.

7.- La comunicación hacia los diferentes grupos se debe dar tomando en consideración de que sean del mismo grupo social, para evitar la desconfianza de los campesinos al escuchar recomendaciones o consejos de los actores de la ciudad.

8.- Las campañas deberán controlarse y monitorearse con el fin de analizar su efectividad en áreas urbanas y rurales contiguas al Bosque Protector Prosperina, estos monitoreos arrojarán la necesidad de realizar modificaciones o no en las campañas sucesivas.

Consideraciones de acuerdo a las campañas, conciliación y persuasión

La prevención de los incendios forestales desde la perspectiva de causales antropogénicas es un tema demasiado complejo ya que demanda la organización y sinergia de todas las técnicas y conductas que incentiven ciertas actitudes y disuadan otras. Dicha complejidad no se podrá resolver si las acciones no se planifican. [33]
[34]

Tomando experiencias de campañas anteriores podríamos mencionar que las campañas de propaganda son peligrosas por si solas ya que recuerdan a los incendiarios el daño que ocasionan. Esto puede ser cierto pero únicamente si son las únicas campañas existentes. [34]

Es decir que si a la vez que realizamos campañas de propaganda no se toman medidas para disuadir y sancionar a los causantes, las campañas de propaganda no resolverán el problema, por el contrario podrían tener efectos negativos. [33]

Educación ambiental aplicada a la prevención

La educación ambiental con el propósito de evitar los incendios forestales deberá plantearse como una planificación integral que tenga como objetivo interiorizar ciertas conductas en la sociedad. [34]

La corrección de hábitos y mejorar el conocimiento acerca de los incendios forestales se puede basar en 3 grandes bloques que generalmente empleamos en nuestro diario vivir, Estos al usarlos de manera conjunta y organizada logra el alcance de objetivos previstos, tomando en consideración que estos objetivos sean realistas y medibles. [33][34]

Estos 4 grandes bloques serían: [35],[36]

Información: Tiene como fin crear un vínculo con el destinatario con el fin de hacerle llegar la información con la mayor exactitud posible, Se debe incluir las propagandas utilizando medios de comunicación

Divulgación: La divulgación establece la forma de llegar hacia el destinatario la información, en concreto la divulgación representa la forma de hacer y vender un mensaje. Ejemplos: Folletos, carteles, adhesivos y paneles expositivos

Sensibilización: Este es el bloque sea el más complejo de los 3, ya que implica transmitir valores y sentimientos a demás personas con el fin de que interioricen el verdadero impacto que ocasionan la incidencia de los incendios forestales, debido a dicha complejidad la manera correcta de realizar la sensibilización sería en primera instancia tener claros los objetivos y los mensajes que deseamos transmitir, luego

encontrar el medio más adecuado y sensitivo que no siempre significa que sea el más costoso; Esta comprobado que la utilización de personas tiene más impacto sobre la gente de manera sensitiva que la utilización de tecnologías avanzadas

Formación: Este bloque es el más básico y esencial debido a que la formación de las personas y la formación de formadores nos garantizara la permanencia y continuidad de un proceso de educación ambiental y concientización por parte de la comunidad, dicha permanencia en el tiempo representan la forma más efectiva de lograr los objetivos previstos.

Mitigación: Siendo la mitigación un eje principal en la eliminación de estos sucesos adversos esta se debe concebir como una batalla en donde el fuego es el enemigo, y como un enemigo en el campo de batalla se tiene que procurar que este no ocupe más territorio, y para ellos tenemos a nuestro alcance diversos medios que actuaran como miembros articulados dentro de una batalla.

Las mitigaciones que se realizan dentro del Bosque Protector La Prosperina cuando se dan los incendios forestales se realizan por parte de los miembros del Grupo de Bomberos Forestales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y Bomberos de la División Técnica Forestal y Ambiental, dicha mitigación cuenta con varios frentes, estos son el personal técnico de respondedores, las unidades de combate forestales, las unidades específicas de abastecimiento, y en caso de ser requerido se solicita una unidad aérea Dhruv perteneciente a la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

La organización del ataque inicial hacia el incendio producido en las inmediaciones del Área Protegida por los entes de respuesta más cercanos y competentes toma la siguiente forma:



Figura # 5. Organigrama del primer ataque

Fuente: Plan estatal de protección civil para emergencias por incendios forestales [36]

Definición de Bombero Forestal: Según la definición de la Oficina de Asistencia para desastres, el bombero forestal es la persona que está inmersa en labores de prevención, control y mitigación de incendios forestales, en base a directrices y realizando su trabajo de forma segura y efectiva. [37]

Responsabilidades de un Bombero Forestal: [38]

- Recabar información de las tareas a realizar
- Realizar las tareas de una manera segura
- Mantenerse en excelentes condiciones físicas
- Informar sobre peligros y daños

- Transportar herramientas y equipos
- Detectar posibles incendios
- Construir líneas de defensa de ser necesario
- Participar activamente en la extinción de incendios
- Ejecutar labores de liquidación
- Trabajar organizadamente en equipos

Riesgos implícitos en las labores de un Bombero Forestal

De manera amplia y con total certeza podemos decir que el ya ser Bombero Forestal es una labor realmente riesgosa, pero estos riesgos se repotencializan durante la realización de ciertas actividades, las cuales detallamos a continuación:

- Construcción de líneas de defensa, guardarrayas cuesta abajo, hacia al incendio
- Realizar labores de extinción por medio de las laderas, donde podría haber materiales rodantes peligrosos
- El cambio de dirección de viento mientras se mitiga el fuego
- Aumento de temperatura debido a condiciones meteorológicas
- Encontrarnos entre materiales combustibles secos no quemados y el incendio
- Labores de extinción durante la noche en terreno desconocido
- Intentar realizar labores de extinción con vehículos de combate ubicado frente al fuego

- No tener comunicación con el personal cuando no se logra ubicar el incendio principal
- No tener bien identificadas las zonas seguras y vías de escape

Si es cierto que hay riesgos que no se pueden eliminar, tampoco es menos ciertos que si podemos reducirlos hasta su mínima expresión. Para llegar a esta mínima expresión podemos aplicar varios métodos o principios, entre los que podemos mencionar El sistema de seguridad OCES:

O	Puestos de O bservación
C	C omunicación
E	Rutas de E scape
S	Zonas de S eguridad

Tabla # III. OCES

Fuente: Métodos de prevención de incendios forestales [30]

El principio OCES debe activarse cuando:[28][30]

- El incendio no ha sido observado
- No se tiene información de las condiciones del clima
- No hay organización para el control del incendio
- La línea de defensa no tiene un anclaje seguro
- Hay presencia de combustible entre el respondedor y el incendio
- El incendio se encuentra en una ladera
- El clima se torna más caluroso

Las medidas de seguridad conforman un aspecto importante en la reducción de riesgos durante la mitigación de un incendio forestal, estas medidas de seguridad pueden aplicarse desde el transporte y uso de herramientas hasta el recorrido a través de la zona afectada por el fuego.[39]

Medidas de seguridad: [10],[39]

1. Transitar por caminos señalizados y/o conocidos
2. Al realizar labores de combate por la noche usar linternas y tener precaución con hoyos y trincheras.
3. Tener atención con troncos o rocas que puedan rodar en el incendio
4. Atención con árboles secos debilitados
5. Mantener una distancia de 2 o 3 metros entre cada bombero
6. Transportar la herramienta del lado de la pendiente
7. El filo debe estar del lado de afuera del cuerpo del bombero
8. Nunca correr con las herramientas

Formas de cómo construir la línea de defensa o ronda: [40],[41]

Asignación individual: La asignación individual corresponde a la designación de un segmento de la línea de defensa cada bombero y su respectivo monitoreo y vigilancia con el fin de que el fuego no se siga propagando.

Alternativo: Cuando el bombero haya terminado la construcción del tramo asignado, éste procederá a ponerse a la cabeza de la cuadrilla y construir un nuevo tramo de la línea de defensa.

Progresivo: La línea de defensa se construye por etapas y todos los bomberos integran esta tarea. Primeramente los bomberos abren el paso limpiando el área, luego los segundos bomberos cavan y los últimos sostienen y vigilan la línea

Procedimientos de mitigación de un incendio forestal: [42]

Ataque directo: El ataque directo comprende la construcción de la línea de defensa al borde del mismo incendio y actuar con elementos de extinción directamente sobre las llamas.

¿Cuándo es prudente aplicar el método directo de extinción? [14][42]

El método directo de extinción es idóneo cuando el fuego está en la etapa de iniciación y posee focos pequeños, además de contar con poca vegetación por ende el fuego se propaga de manera lenta y hay poca liberación de humo.

Ataque indirecto: El ataque indirecto se aplica cuando se requiere alejarse totalmente del fuego y se procede a construir una línea de defensa o guardarraya en un lugar estratégicamente propicio con el objetivo de aprovechar las condiciones favorables del terreno.

¿Cuándo es prudente aplicar el método indirecto de extinción? [14][42]

Las condiciones por las cuales se tendría que aplicar el método indirecto de extinción son cuando la temperatura y el humo impiden las labores de extinción comunes, cuando la vegetación es abundante, las pendientes son pronunciadas y la velocidad del viento influye en la rápida propagación del fuego a través del bosque.

Contrafuego: El principio del contrafuego consiste en que el fuego inicial sea combatido mediante la creación de un fuego secundario desde una línea de defensa

creada previamente. La aplicación del contrafuego tiene ciertas recomendaciones o aspectos a seguir para garantizar su efectividad en la extinción del fuego.

Recomendaciones para aplicar un contrafuego:[43]

- El personal que este inmerso en las labores de aplicación debe estar debidamente capacitado
- La ubicación y construcción de la línea de defensa debe ser apropiadas
- En la medida de lo posible se tiene que aprovechar las condiciones atmosféricas
- Siempre evitar la formación de esquinas en la construcción de las líneas de defensa

CAPÍTULO III. INCENDIOS FORESTALES Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA

3.1. Efectos de los incendios en la biodiversidad

Al hablar de incendios forestales desde el punto de vista ecológico podríamos definirlos como un elemento esencial y natural dentro del correcto funcionamiento de un sin número de ecosistemas forestales. Dicho elemento ha sido largamente utilizado a través de la historia del hombre con fines de ordenamientos de tierra y dentro de los procesos naturales cumple funciones vitales influyentes en el mantenimiento de la salud de determinados ecosistemas. [44]

El poder de resiliencia del ecosistema de Boque seco es alto para poder recuperarse en el largo plazo pero uno de los efectos más importante es el Efecto de Borde en los parches de bosque quemados porque dependerá de las semillas de los árboles que encontramos en las zonas que no se han quemado y está en el filo del borde de la parcela quemada.

A pesar de que el fuego influye notoriamente en el bienestar de determinados ecosistemas, este a su vez ha sufrido una modificación en cuanto a su dinámica en

conjunto con las actividades humanas lo cual ha producido un incremento exponencial de ocurrencia de incendios forestales, como ejemplo podríamos mencionar el hecho de que fenómenos naturales tal como el Fenómeno de El Niño en conjunto con actividades antropogénicas dan como resultado incendios incontrolables tales como los suscitados en los años ochenta y noventa [44].

La biodiversidad afectada producto de la ocurrencia de los incendios forestales es el aspecto menos estudiado dentro de las consecuencias de estos eventos. Por ejemplo, de varias decenas de proyectos sobre incendios forestales que se llevaron a cabo entre las décadas de los ochenta y noventa en Indonesia, solo un proyecto se enfatizó en los efectos sobre la biodiversidad.[9] [44]

3.2. Efectos de los Incendios en la diversidad vegetal

Específicamente los Bosques Secos Tropicales son los ecosistemas que se ven más afectados por los azotes de los incendios forestales debidos principalmente por las altas temperaturas en especial en las épocas secas, agregándole las actividades antropogénicas que desencadenan potenciales causas de origen de estos sucesos adversos.[44] [45]

Los fuegos forestales producen un debilitamiento, variable según ciertas circunstancias e individuos, que puede significar un retraso del crecimiento y una mayor exposición a los ataques de especies invasivas. El recalentamiento puede provocar la muerte de muchos árboles aparentemente no afectados, por desecación

del follaje con posterioridad al incendio, Este proceso es más frecuente es las resinosas debido a que no poseen capacidad de rebrote.[8] [44]

Enfocándonos también en los efectos menos visibles en el arbolado o en el sotobosque, podríamos mencionar algunas consecuencias de vital importancia ya que el fuego regirá el dinamismo de crecimiento posterior de la vegetación, el mismo dinamismo que será supeditado por la periodicidad de los mismos incendios, así como su intensidad y el momento en que se den. [46]

En primera instancia posterior a la ocurrencia de los incendios forestales se da la invasión de especies pioneras, que constituyen formaciones rusticas pero inestables y de bajo aporte a la actividad biológica del suelo, seguido de formaciones de masas más uniformes.[12] [46]

Debido a la conjugación de un sin número de factores al momento de generarse afectaciones a la diversidad vegetal es imposible crear una secuencia completa de etapas, esto a causa de los diferentes vegetales con los que pueden contar los bosques influyendo así en los diferentes grados de afectación al suelo desde un empobrecimiento leve hasta llegar al punto de la desertización. [44]

A pesar de la complejidad de crear una secuencia completa de etapas, podríamos determinar que las etapas pasan desde la más madura y menos perturbada hasta la

etapa más perturbada ejemplificándola con la desertización. Se pasa por varias especies arbóreas como el Ceibo a estructuras cada vez más simplificadas con un aporte menor de biomasa, menor talla y en conclusión de vida más corta. En conclusión estas especies de menor aportación producen a su vez un aumento de xerofotismo e inflamabilidad.

A partir de cada etapa en la que se encuentra el ecosistema existen posibilidades de recuperación y regeneración natural o asistida del ecosistema de acuerdo a varios factores como el grado de afectación que sufrió el ecosistema, la intensidad de los incendios forestales, la capacidad de respuesta de la comunidad animal y la cercanía de refugios de especies que en periodos sin sucesos adversos podrían llegar a colonizar la áreas afectadas.

Posibilidades:[43],[47]

Degradación: La degradación se da cuando se sobrepasa la capacidad de reacción del ecosistema y este se degrada hacia etapas inferiores. En resumida de cuentas el ecosistema variara en cuanto a estos aspectos. Aumento de: Xerofotismo, tasa de reproducción, velocidad de crecimiento e inflamabilidad

Disminución de: Talla, biomasa, diversidad, complejidad, eficacia, longevidad y estabilidad; como consecuencia notoria de la posibilidad de degradación podemos contemplar la sustitución de especies cada vez más pirófilas.[9]

Progresión: Si la perturbación hacia el ecosistema cesa de alguna manera o disminuye suficientemente, puede haber la posibilidad de una regeneración progresiva del ecosistema hacia etapas superiores, tomando como condicionante el hecho de que no se produjeron destrucciones irreversibles.

Estabilización: La estabilización se produce debido a la reducción notoria de las perturbaciones recibida por parte del ecosistema o también por un equilibrio entre el ritmo, intensidad con la regeneración de la comunidad.

En conclusión la vegetación adopta una composición y estructura acorde a la intensidad y frecuencia de los fuegos forestales. Estos conforman un elemento rejuvenecedor de los suelos y transformadores e materia orgánica no utilizada siempre y cuando sean encausados de manera compatible con la permanencia y bienestar del ecosistema con el fin de lograr un equilibrio armónico dentro del mismo.[46] [48]

3.3. Efectos de los incendios en la fauna del ecosistema

En las áreas del Bosque Protector La Prosperina, donde los incendios forestales tiene su mayor incidencia durante la época seca, se ha creado un mecanismo de alteración que a largo plazo podría tener efectos devastadores sobre algunas especies de vertebrados e invertebrados.[14] [49]

Los efectos sobrepasan el simple hecho de provocarles la muerte inmediata a estos animales, sino que a largo plazo se desencadenan factores como el estrés, deterioro de

los hábitats y alimento, En definitiva el Bosque podría tener un retardo en el índice de recuperación debido a la desaparición o afectación que sufren organismos de vital importancia dentro de este ecosistema como son los invertebrados, polinizadores y descomponedores.[49]

Las poblaciones de mamíferos de menor tamaño se ven reducidas posterior a los incendios forestales, además de que las zonas afectadas por el fuego dejan de ser visitadas o transitadas por aves, reptiles y ciertas especies carnívoras; Algunos suministros de alimentos se ven afectados como por ejemplo en el hecho de que al disminuir la densidad de algunos pequeños mamíferos esto afecte el suministro de alimento de los carnívoros también de menor tamaño.[49] [50]

3.4. Desaparición de hábitats y nichos.

Los hábitats son perjudicados a consecuencia de las altas temperaturas producto del fuego, estos hábitats encierran árboles en pie, hojarascas, cursos de agua y árboles muertos; Los arboles al ser afectados por el fuego provocan que las aves y ciertos mamíferos como el mono aullador se vean obligados a desplazarse debido a la destrucción de su hábitat como los nidos, copas de árboles, etc.

Estos desplazamientos alteran el equilibrio local y a largo plazo la disminución de la biodiversidad en el Bosque, otra de las tantas consecuencias se da en los cursos de agua al saturarse de niveles de dióxido de carbono y presentar un cambio de

temperatura producto del fuego, desencadenando así que ciertas especies se vean mermados.[49]

Las zonas más vulnerables según monitoreos de actividad animal y registro de testimonios son las zonas colindantes a la Academia de Bomberos de Guayaquil, ubicada frente a la Facultad de Ingeniería eléctrica, donde según testimonios del personal de seguridad en horas de la tarde y noche se pueden observar descender de la montaña: armadillos, ciervos, monos aulladores, entre otros.

La siguiente zona vulnerable, está ubicada en la parte derecha de la entrada principal de ESPOL, donde luego de una caminata de 20 minutos podemos encontrar un pequeño curso de agua, algunos restos de crustáceos que denotan la actividad alimenticia de algunos otros animales.

En resumen, estas 2 zonas son las que despuntan en actividad de fauna y por ende recibirían mayor impacto por parte de los incendios forestales.

3.5. Adaptación de la fauna al fuego

Sabiendo que el fuego altera y trae consigo efectos negativos sobre los ecosistemas, flora y fauna, tampoco es menos cierto que existen efectos positivos para ciertas especies, pero ninguna de estas las encontramos en el Bosque Protector La Prosperina ya que todas sus especies sufren impactos negativos en general. [43] [49]

3.5. Importancia de conservar la biodiversidad del bosque

La biodiversidad se está viendo afectada debido al exceso de demanda del uso de los recursos naturales, a la explotación de los ecosistemas, a la sobrepoblación, contaminación de cuerpos de agua, atmosfera y suelo.

No dejando a un lado los efectos negativos que son provocados a causa de los incendios forestales, tenemos la obligación moral de cuidar, preservar e impedir que los ecosistemas del Bosque Protector La Prosperina se vean menoscabados a causa del azote de los incendios forestales que en su gran mayoría son causados por actividades antropogénicas

Los fuegos originados por campesinos o agricultores en zonas dentro del Bosque Protector La Prosperina son un punto crítico ya que deben ser manejados con todas las medidas de prevención posibles. Es importante mencionar que si nuestras actividades son reguladas y entramos en reflexión en cuanto a la manipulación de recursos y acciones preventivas y correctivas, esto desembocará en la reducción drástica de los incendios y por ende en los impactos que esta área protegida recibe.

CAPÍTULO IV. PROTOCOLO DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN PRO- DIVERSIDAD

4.1. Determinación de impactos de incendios forestales

Impacto sobre la vegetación:

Los impactos sobre las diferentes especies y familia de flora son tan diversos y relativos en el Bosque Protector La Prosperina que estos podrían ser impactos positivos a largo plazo y negativos a corto plazo; Las especies que tienen una mayor madurez ecológica reciben menos impactos durante los incendios forestales debido a la dificultad de combustionarse durante los incendios mientras que las especies jóvenes dentro del ecosistema poseen mayor facilidad de inflamarse por su menor punto de ignición.

El éxito en la recuperación de los ecosistemas afectados depende de la adaptabilidad de las especies que están presentes y de los factores ambientales del Bosque luego del incendio, entre ellos podemos mencionar la luminosidad, las temperaturas, periodos de lluvias y la intensidad de siguientes incendios forestales. [51]

Inmediatamente luego de los incendios forestales ciertas especies comienzan un proceso de recuperación, estas especies poseen varios mecanismos que las protegen del fuego y empiezan a desarrollarse dentro del ecosistema, luego se inicia la regeneración de las especies que existían previo al incendio forestal, Sin embargo cuando los incendios se presentan con mayor frecuencia en una determinada zona, son las especies con mayor adaptabilidad al fuego las que dominarán el ecosistema e irán desplazando a las demás especies, resultando en que el Bosque tenga en su mayoría especies pirrófitas. [52]

Impacto sobre la fauna:

La fauna sufre a través del desarrollo del incendio forestal varios tipos de impactos, ya sean por la temperatura, por la destrucción de sus hábitats o por las emisiones generadas por el fuego. En general los impactos más directos recaen sobre las especies que no poseen mayor movilidad; Se ha podido constatar que tras incendios forestales la presencia de especies invertebradas que normalmente ocupan la parte superficial del suelo disminuye radicalmente.[53]

Los impactos recibidos por el Bosque Protector La Prosperina tras los incendios encierran desequilibrios en la cadena trófica lo cual ocasiona tras de sí mayor complejidad al momento de darse una regeneración de las especies faunísticas encontradas antes del incendio, debido en esencia a una disminución del aporte

alimenticio encontrado en las capas vegetales y a las condiciones extremas que adquirió el suelo al paso del fuego. [28]

Además de los invertebrados que habitan en el Bosque, aves y demás vertebrados que poseen mayor capacidad de movilidad podrán refugiarse en zonas no afectadas por el fuego y luego podrán colonizar nuevas áreas hasta que las cubiertas vegetales destruidas por el fuego vuelva a desarrollarse en las zonas afectadas.

En conclusión la fauna del Bosque Protector la Prosperina se ve afectada durante y después de los incendios forestales, en los siguientes aspectos:

- Pérdida de hábitat.
- Pérdida de recursos tróficos.
- Pérdida de lugares de nidificación y refugio.
- Drástica pérdida de la salud de los ecosistemas.

Impacto sobre el suelo:

Siendo el suelo uno de los recursos más difícilmente recuperables, éste es el que sufre el mayor impacto luego de los incendios forestales ya que además de perder los nutrientes, partículas físicas, químicas sufre una elevada erosión debido a la duplicación de la impermeabilidad de las capas del suelo, provocando así la aparición de flujos de agua canalizadas hasta las partes bajas dando lugar a cárcavas de erosión.[52] [54]

Instantáneamente luego de los incendios el porcentaje de fertilidad del suelo es 5 veces mayor a la fertilidad normal dentro del ecosistemas, pero esta fertilidad resulta ser ficticia debido a que los nutrientes incorporados o aportados por el incendio se pierden con las primeras lluvias, corrientes de viento y escorrentía.[54]

El suelo en general recibe diversos impactos a causa de varios factores que juegan un papel significativo en el desarrollo de los incendios forestales, tales como lo son:

El calor:

La degradación del suelo del ecosistema es directamente proporcional a la temperatura liberada según la intensidad del fuego y su duración; Los incendios en los Bosques Siempre Verde Pie Montano, Bosque Semideciduo de Tierras Bajas y Bosque Semideciduo piemontano tal como el Bosque Protector La Prosperina pueden alcanzar temperaturas de 1200 a 1400 °C en los puntos de ignición y de 1000°C en la superficie del suelo; Es imperativo resaltar que los efectos de temperatura en el suelo solo tienen impacto hasta los primeros 10 centímetros de la capa superficial del suelo debido en su gran mayoría a que el suelo es un mal conductor de temperatura en las condiciones secas en las que se dan con mayor incidencia los incendios forestales.

Destrucción de microorganismos: En cuanto a microorganismos, estos se ven afectados en gran proporción en los primeros tres centímetros de la capa superficial

del suelo, por debajo de estos el comportamiento de ciertos microorganismos dependerá en su gran mayoría de los diversos estímulos que cada uno de estos reciba, Se puede mencionar que ciertos hongos podrían disminuir su actividad mientras que los microorganismos fijadores de nitrógeno y los actinomicetos presentan una proliferación durante los cinco años posteriores al incendio.[54] [53]

Si tomamos en cuenta a las bacterias presentes en las capas del suelo, estas sufren una esterilización inmediata con el paso del fuego y la exposición a la elevada temperatura, pero más tarde a medida que paulatinamente el fuego vaya decreciendo los incrementos de los niveles de pH favorecen la recuperación de las mismas [55] [56]

Impacto sobre el Paisaje: Siendo el efecto más apreciable luego de un incendio forestal, éste no solo implica una modificación de las características paisajísticas sino también el conjunto de valores, estéticos, emotivos, ecológicos, culturales y científicos muy difícilmente posibles de evaluar únicamente con parámetros medibles.

Impacto sobre los cuerpos de agua: Los impactos sobre los cuerpos de agua está íntimamente relacionado al transporte de partículas en suspensión siendo éste un potencial agente contaminante de los cuerpos de agua como embalses, ríos y estuarios; Estas aguas que transportan las partículas no son frenadas en las pendientes

por ningún tipo de vegetación, derivando en la acumulación de material sedimentario. Los impactos en los cuerpos de agua van de la mano con los recibidos por el suelo debido a que la pérdida de vegetación influye significativamente en la escorrentía con las partículas en suspensión producto del fuego, estos impactos generan afecciones al ciclo hidrológico, incremento de la turbidez de los cuerpos de agua alterando de esta manera los hábitats de especies piscícolas en los alrededores de la zona afectada. [54]
[57]

Impacto sobre la atmosfera: Este impacto se da en específico debido a la combustión de la materia orgánica presente en el Bosque durante un incendio forestal, durante dicha combustión se liberan grandes cantidades de dióxido de carbono, compuestos nitrogenados, diversos hidrocarburos, metano y partículas en suspensión. La mayor cantidad de estos compuestos son liberados cuando se da una combustión incompleta como los pequeños focos humeantes luego de un incendio forestal. [46]
[56]

Impactos Sociales: Los impactos sociales incluyen a quienes actúan dentro de las emergencias forestales, ya que año tras año se suscitan accidentes mortales debido al elevado riesgo de la actividad de extinción de incendios, además del personal de extinción, los impactos sociales también recaen sobre quienes se encuentran a los alrededores de los incendios forestales ya que ellos sufren diversas consecuencias.

Por lo general estas personas son de edad avanzada que fallecen por inhalación de gases tóxicos o inclusive por tratar de extinguir el fuego por sus propios medios. [37] [58]

Las consecuencias recibidas por el personal de extinción de incendios tanto personal del Cuerpo de Bomberos como del Grupo de Bomberos Forestales de ESPOL se puede deber a diversas causales como:

- Accidentes por deficiente preparación física de los combatientes
- Accidentes por no utilización de equipo de protección personal.
- Accidentes por desconocimiento del comportamiento del fuego
- Accidentes por desconocimiento del terreno

Impactos económicos: Directa o indirectamente los incendios forestales provocan la pérdida de recursos naturales los cuales representan en términos cuantificables pérdidas económicas, además de los costos generados por la movilización de equipos, herramientas, personal, vehículos, etc. [59] [60]

Las pérdidas las podemos clasificar en pérdidas de productos primarios y pérdidas de productos secundarios

Pérdidas en productos primarios	Pérdidas en beneficios ambientales
Productos maderables	Función protectora de la vegetación
Leña	Pérdida de masa vegetal
Pastos	Sedimentación de embalses

Tabla # IV. Impactos Económicos

Fuente: Manual de valoración de pérdidas [61]

4.2. Valorización de impactos de incendios forestales

Impacto ambiental Área ambiental	Características del impacto					Valoración
	Carácter	Tipo	Extensión	Duración	Reversibilidad	Magnitud
Componente físico						
Cuerpos de agua	N	I	L	T	I	-1
Suelos	N	D	E	T	R	-2
Calidad de Aire	N	D	E	T	I	-2
Componente biótico						
Flora	N	D	L	P	I	-2
Fauna	N	D	L	P	I	-2
Morfología del paisaje	N	D	L	T	R	-2
Componente socio-económico y cultural						
Uso de territorio zona residencial	N	I	L	T	R	-2
Estéticos y de interés humano vistas panorámicas y paisajes	N	I	L	T	R	-2
Nivel cultural estilos de vida	N	I	L	T	R	-2
Nivel cultural empleo	P	I	L	T	R	-2
Servicios e infraestructura red de transporte	N	I	L	T	R	-2
Servicios e infraestructura red de servicios	P	I	L	T	R	-2

Total impactos positivos	2
Total impactos negativos	10
Valoración impactos positivos	2/12
Valoración impactos negativos	10/12

Carácter	Negativo o positivo
Tipo	Directo o indirecto
Extensión	Localizado o extenso
Duración	Temporal o permanente
Reversibilidad	Reversible o irreversible
Magnitud	Bajo (-1) Moderado (-2) Alto (-3)
	No significativo (NS) Indeterminado (I)

4.3. Diseño de procedimientos de prevención ecológicamente eficientes

El prevenir un suceso adverso nunca ha sido tan simple, y los incendios forestales no son la excepción; las causas principales de la complejidad de su prevención son:

- La estacionalidad

- La extensión del territorio, agregándole el hecho de que se da en mayoría donde la infraestructura es menos desarrollada.

A diferencia de los incendios urbanos donde los productos combustibles se encuentran en un solo punto, los incendios forestales concentran sus productos causales de combustión en un vasto terreno. Los métodos de prevención y los de extinción no han avanzado de la mano ya que en las épocas donde no hay incendios forestales se da un descuido ascendente por parte de los habitantes, organizaciones inmersas y entes de respuesta mientras que en las épocas de incendios solo se dan acciones de prevención dando como resultado que la prevención nunca sea desarrollada y peor aún aplicada. [61]

Esto es fácilmente verificable cuando nos damos cuenta de la tecnología de los métodos de extinción de incendios forestales, sin embargo a pesar de la tecnología de extinción los incendios no han disminuido, en contra parte la tendencia es progresiva creciente alrededor del mundo, donde solo las condiciones climáticas influyen en la aparición de los mismos mas no actividades humanas de prevención.

En la prevención, las probabilidades juegan un papel preponderante dentro de la estimación de niveles de ocurrencia, y estas probabilidades crean un margen que se debe aplicar a las siguientes interrogantes: [15]

- ¿Cuándo se producirá el incendio forestal?
- ¿Dónde se desarrollará el incendio forestal?

- ¿En qué magnitud se desarrollará el incendio forestal?

Estas interrogantes nos sirven para poder enfocarnos en los medios para poder estimar con un nivel más cercano de exactitud cómo se desarrollara un escenario donde el incendio forestal sea el protagonista. La participación de las diferentes instituciones y entes de respuesta tendrá como resultado la creación e implementación de procedimientos uniformes con terminología común y ejecución coordinada dentro de las inmediaciones del Bosque Protector La Prosperina

Información económica de la Prevención: Como parte de un estudio completo, no podemos alejarnos del hecho de que la prevención y todas las acciones que ella implica tendrán un costo, el cual se podrá justificar siempre y cuando los objetivos de la prevención en sí sean cumplidos con un alto grado de efectividad.

Determinación del Cambio neto en el valor de los recursos:

Los recursos naturales con un potencial económico tendrán que ser cuantificados en cuanto a su valor económico, tomando en consideración lo siguiente:

- Producción total anual en ausencia de incendios forestales
- Producción total en la etapa de planificación en ausencia de incendios forestales
- Producción total durante la etapa de planificación en presencia de incendios forestales

Algunos recursos son considerados dentro de los programas de defensa con el fin de elaborar un coste económico, entre ellos podemos mencionar:

- Madera comercial
- Pastos comerciales
- Producción de agua
- Recreación

La prevención por sí sola no es funcional, para ello se requiere personal, logística, instituciones y el establecimiento de acciones puntuales encaminadas a la drástica disminución de la probabilidad de ocurrencia de los incendios forestales, estas acciones se resumen en el siguiente cuadro que tiene como fin dar a conocer que actividades como tal pueden contribuir al objetivo de reducir los incendios forestales y al mismo tiempo preservar la Biodiversidad que posee el área protegida del Bosque Protector La Prosperina.

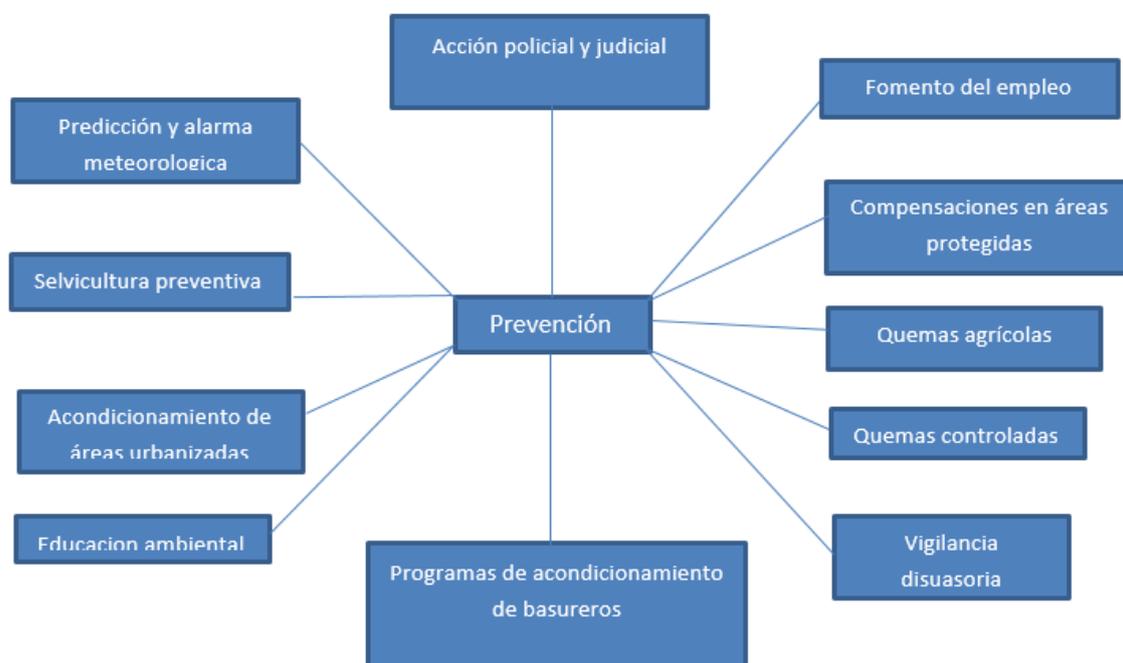


Figura # 6. Esquema de causales y acciones preventivas
Fuente: Manual de prevención [14]

COMBUSTIBLES	ACCIONES PREVENTIVAS
MUERTOS	
Ramas, troncos y árboles secos	Silvicultura
Elementos suspendidos en sotobosque	Silvicultura y desbroce
Hojarasca	Silvicultura y quema controlada
VIVOS	
Inflamabilidad específica	Elección y mezcla de especies
Combustibilidad: distribución espacial	Silvicultura
Continuidad vertical	Desbroce y poda
Continuidad horizontal	Ordenación paisajística

Tabla # V. Acciones sobre los combustibles
Fuente: Ingeniería de prevención y extinción [35]

COMBURENTES	ACCIONES
Oxígeno al aire por medio del aire	Cortavientos y fajas sin vegetación
Aceites esenciales	Eliminación local de especies aromáticas

Tabla # VI. Acciones sobre los comburentes
Fuente: Ingeniería de prevención y extinción [35]

ENERGÍAS	ACCIONES
Positivas (aportación de fuego)	
Origen natural (rayo, volcán)	Compartimentación del terreno
Transporte y comunicaciones	Disyuntores Retardantes Desbroce
Líneas eléctricas	
Instalaciones peligrosas (basureros, fabricas)	
ORIGEN HUMANO	
Negligencias	Sensibilización, educación
Incendiaros	Legislación y represión
Conflictos socioeconómicos	Políticas territoriales
Negativas: Gestión de la reserva de agua	
En la vegetación	Elección de especies turgescientes
En el suelo	Silvicultura
Condiciones meteorológicas	Predicción de índices de peligro

Tabla # VII. Acciones sobre las fuentes de energía

Fuente: Ingeniería de prevención y extinción[35]

Silvicultura como medio de prevención

Hasta ahora nos hemos enfocado en la prevención tomando como punto de partida la neutralización de los agentes causantes de los incendios forestales, pero los incendios no solo son combustión, sino también es el desplazamiento del fuego a través del bosque. La silvicultura como tal persigue modificar las estructuras y disposición de la vegetación (combustible) con el fin de impedir o retardar el desplazamiento del fuego.

Los principios que regirán la silvicultura como medio de prevención dentro de las inmediaciones del Bosque Protector La Prosperina son:

- La silvicultura persigue la modificación de las estructuras de la vegetación con el fin de hacer más compleja la propagación del fuego
- La modificación de las estructuras vegetales se consigue mediante la diversificación de la masa vegetal, por medio de desfases lineales a través de los caminos dentro del Bosque
- Las diversificaciones siempre se realizarán tratando de crear el menor impacto a nivel paisaje dentro del Bosque

La silvicultura posee varios niveles de aplicación, dentro del Bosque Protector La Prosperina algunos de estos niveles ya se encuentran aplicados como es el caso de las áreas cortafuego o conocidas como trochas, además de las áreas cortafuego podemos mencionar la reducción de masa forestal; En si todos estos métodos pertenecen a 2 niveles de actuación los cuales son: Actuaciones lineales y la actuaciones en masa.

Actuaciones lineales: Las actuaciones lineales tienen como mayor exponente a las áreas cortafuego, dentro del Bosque Protector La Prosperina poseemos varias de estas en algunas localizaciones. Las áreas cortafuego tienen como principal función la de cercar el fuego y detener su avance de tal manera que restringe al fuego en una zona específica haciendo las labores de extinción menos complejas.



Figura # 7. Áreas cortafuegos del bosque protector
Fuente: Autor

Las franjas corta fuego podrán ser aplicadas en diferentes posiciones como perimetrales con el fin de separar el monte de los cultivos, industrias o basureros, en el interior del área protegida, cercanas a instalaciones y edificaciones propias de ESPOL, donde previo a un análisis de vulnerabilidad se vea necesario precautelar la seguridad de bienes y personal.

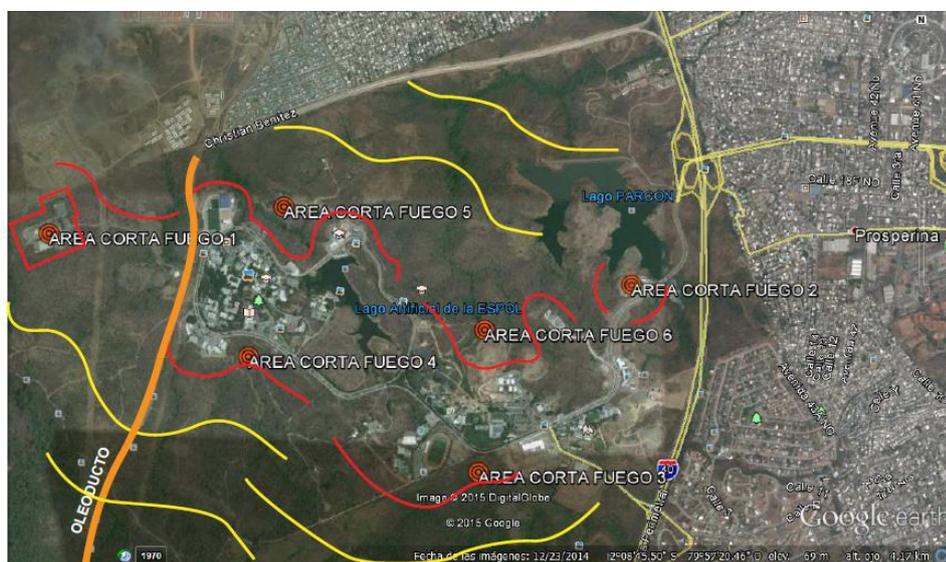


Figura # 8. Líneas de áreas cortafuego
Fuente: Google Maps[4], Elaboración: Autor

La elaboración de las franjas cortafuego contempla varios factores al momento de realizarlas tales como el barlovento y sotavento, las pendientes y la cubierta vegetal

idónea para detener el viento en caso de un incendio forestal ocurrido en el Bosque Protector La Prosperina.

Actuaciones en la masa: Las actuaciones en la masa guardan especial prioridad con la reducción de zonas de vegetación mono específica con alto grado de inflamabilidad con el único fin de disminuir la rapidez en la propagación del fuego debido a la alta acumulación de masa vegetal.

La altura de las masas vegetales deberá modificarse de tal manera que estas no contribuyan a la aceleración de la reacción en cadena del fuego.

Este tipo de actuación no se aplica en el Bosque Protector La Prosperina, pero luego de analizar sus beneficios y resultados posteriores se aconseja aplicar este tipo de actuación dentro del área protegido como medio de prevención contra los incendios forestales. [62]

Planificación de áreas cortafuegos: El plan de defensa de emergencias forestales del Bosque Protector La Prosperina se diseñará con base en las áreas cortafuegos alrededor de toda la superficie del área protegida, Estas áreas cortafuegos estarán ubicadas en:

- Zonas recreativas
- Zonas de edificaciones
- Áreas cultivadas
- Superficies con extensa vegetación

- Edificaciones vulnerables debido a bienes y personal.

Relieve	Anchura
Divisorias con pendientes superiores al 50%	60 metros
Divisorias con pendiente fuerte en una ladera	80 metros
Divisorias con pendientes suaves	60-100 metros
Llanuras o valles abiertos	100 metros

Tabla # VIII. Parámetros de áreas cortafuego
Fuente: Ingeniería de prevención y extinción [35]

Para poder aplicar la reducción de masa vegetal según las actuaciones en la masa, nos tendremos que valer de varios métodos de modificación los cuales serían:

- Desbroce mecánico
- Desbroce manual
- Poda manual
- Fuego prescrito
- Empleo de fitocidas

En el Bosque Protector La Prosperina el método de modificación más efectivo sería el desbroce manual en todas las inmediaciones del área protegida debido a que debido a la irregularidad del terreno se imposibilita el uso de maquinaria, ya que es el método que causa menor impacto a sus alrededores tomando en consideración, flora, fauna y suelo.

Las tablas referentes a las acciones a realizar en cuanto a la masa vegetal mediante los diferentes métodos las podemos encontrar en el ANEXO I.

4.4. Diseño de procedimientos de mitigación ecológicamente eficientes

Los procedimientos tienen como principal objetivo el desarrollar estrategias definitivas y perennes de tal manera que al momento de suscitarse un incendio forestal en el Bosque protector La Prosperina, todos los organismo involucrados en la extinción sepan que hacer, como hacerlo y en qué momento, esto deriva en una reducción de costos de extinción los cuales en promedio son elevados debido a la cantidad de recursos que demanda una emergencia de este tipo.

El calcular los beneficios o impactos negativos sobre los recursos después de un incendio forestal es un punto vital que no solo requiere de personal experto en combate de incendios forestales sino también de personal de asesores externos con el fin de establecer porcentajes de costos.

Estos beneficios o impactos negativos definen al Cambio Neto en el valor, de esta manera el CNV puede ser positivo o negativo dependiendo de las consecuencias luego del incendio en el Bosque Protector La Prosperina, El CNV en el Bosque se aplicaría sobre los siguientes recursos que luego de un análisis se han podido definir.

[63]

Recursos del Bosque Protector La Prosperina:

- Madera
- Pastos
- Uso de agua

- Almacenaje de agua
- Hábitat de especies
- Recreación

Si bien es cierto que los incendios forestales en el Bosque Protector La Prosperina solo ocurren durante una época del año, este protocolo arroja como necesidad imperativa el establecer y crear un presupuesto anual de prevención y extinción con el fin de poner en marcha programas de prevención, capacitaciones al personal de extinción, compra y mantenimiento de equipos de combate de incendios forestales; Cabe recalcar que este presupuesto se aplicaría haya o no incendios forestales, ya que si hubieran incendios dentro del área protegida el presupuesto se aplicaría para la extinción, de lo contrario se aplicaría para fines preventivos, lo cual a largo plazo repercutiría en la disminución del número de incendios.

Costos de extinción

Los gastos en que se incurre durante una extinción se pueden agrupar dentro de 2 clasificaciones: Los costos unitarios por misión y el coste promedio por hectárea. [64]

Costo unitario por misión: Corresponden a los gastos durante el ataque inicial

Costo promedio por hectárea: Costo por hectárea del ataque ampliado y su liquidación

Costos unitarios por misión (CUM)	Costos promedio por hectárea (CPA)
Retardantes	Supervisión
Riesgos	Reemplazos
Vehículos	Refuerzos
Mangueras dañadas	Rehabilitación

Tabla # IX. Costos de extinción

Fuente: Ingeniería de prevención y extinción [35]

El CUM y el CPA aplicados a la realidad durante un incendio dentro del Bosque Protector La Prosperina, podríamos analizarlo en los siguientes casos:

1er. Caso: Se suscita un incendio en el Bosque y se logra controlar con los medios disponibles (Bomberos Forestales de ESPOL, y Bomberos Forestales del BCBG), Se suman el CUM de los medios utilizados + el CPA multiplicado por el número de áreas afectadas = COSTO DE EXTINCIÓN DEL INCENDIO. [65] [66]

2do. Caso: El mismo incendio en el mismo escenario no puede ser controlado con los medios disponibles, en este caso en particular no existe CUM, y el costo total de extinción es calculado únicamente por el número de hectáreas multiplicado por el CPA. [65] [66]

Medios de extinción: Los recursos usados comúnmente durante los incendios forestales, no solo en el Bosque Protector La Prosperina, sino también las áreas aledañas dentro de la ciudad de Guayaquil son básicamente: Unidades de combate, Unidades de abastecimiento con bombas, unidades de abastecimiento estáticas,

personal pedestre con implementos de combate de fuego, motos, y hace exactamente 7 meses se ha unido a la bores de combate 1 helicóptero Dhruv de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Siendo estos los recursos, no está demás mencionar que con la sofisticación de los equipos y el avance en materia de prevención y extinción de los entes de respuesta, algunos recursos se podrían ir sumando paulatinamente a estas labores.

Medios aéreos para lanzamiento de agua o retardantes:

- Aviones
- Helicópteros
- Aero tanques

Medios terrestres:

- Carros todoterreno – Anfibios
- Motocicletas
- Remolques con retardantes
- Retroexcavadoras

Esquemas de ataques iniciales

Los primeros momentos luego del procedimiento eficiente de detección y aviso serán los más cruciales, ya que a partir de estos, dependerá si el fuego podrá ser controlado o su labor de extinción será más compleja y demandante en cuanto a recursos.

Los momentos iniciales contarán con los recursos más próximos al lugar del evento, en nuestro caso en específico; Una vez dado el aviso de alarma de incendio forestal dentro de las inmediaciones del Bosque Protector La Prosperina, los recursos más próximos al lugar serían

CUARTEL 5	
Av. Del Bombero (KM 4 1/2 vía a la Costa)	
UNIDAD	CARACTERÍSTICAS
CARRO CISTERNA	10000 GALONES AGUA
UNIDAD DE COMBATE 14	750 GALONES AGUA BOMBA DE 1500 GPM
UNIDAD DE COMBATE 36	2200 GALONES AGUA BOMBA DE 250 GPM
CARRO ESCALERA 14	ESCALERA DE 100 PIES BOMBA DE 1500 GPM
UNIDAD DE RESCATE 5	EQUIPO DE EXTRICACIÓN Y CORTE
AMBULANCIA 5	SERVICIO DE EMERGENCIAS MEDICAS

Tabla # X. Recursos inmediatos al bosque protector
Fuente: Benemérito cuerpo de bomberos de Guayaquil

En cuestiones de respuesta a emergencias, el tiempo es un aspecto crucial dentro de la eficacia de la extinción de cualquier tipo de incendios y más aún si este es de tipo forestal donde el combustible está a disposición total y plena; Como puntos clave para reducir el tiempo de respuesta y aumento de eficacia, los entes inmersos en la respuesta deberán tomar en cuenta los siguientes puntos antes de un incendio en el Bosque Protector La Prosperina.

Vías: Se tendrán que reconocer las vías más rápidas en diferentes horarios y situaciones, tomando en consideración los escenarios más complejos dentro del Bosque Protector La Prosperina

Obstáculos: Puentes estrechos, caminos sin asfaltar, pendientes pronunciadas donde el carro no pueda penetrar, pasos a desnivel muy bajos, vías cerradas, instalaciones con difícil acceso.

Topografía: Condición de la zona del incendio, tierra floja, condiciones de afectación del terreno debido a aspectos climáticos, vegetación frondosa, barrancos.

Tipos de combustible: Se debe tener registro y conocimiento de las especies propias del lugar donde se van a realizar las labores de extinción, en este caso puntual sería los terrenos del Bosque Protector La Prosperina.

Población: Se tiene que saber si en las inmediaciones de la zona afectada hay asentamientos humanos de cualquier tipo y de ser así, realizar las maniobras con las mayores condiciones de seguridad.

Mapas: Los entes de respuesta tanto locales (Bomberos Forestales ESPOL) y municipales (Cuerpo de Bomberos de Guayaquil) deben poseer mapas de referencia y posición con el fin de poder plasmar de mejor manera las maniobras y operaciones de

extinción durante los incendios forestales, además de poder determinar con más precisión las áreas afectadas.

Condiciones atmosféricas: Dentro de las condiciones que más influencia crearán en el Bosque Protector La Prosperina durante un incendio forestal además de la topografía y el material combustible, podemos encontrar las condiciones atmosféricas ya que estas pueden variar en periodos cortos de tiempo, por eso es sumamente importante contar con información permanente y actualizada de las condiciones atmosféricas de la zona y sus alrededores.

Los factores más influyentes serían

- Velocidad y dirección del viento
- Humedad
- Duración de la estación seca

Procedimiento al momento de recibir un aviso de incendio

- 1.- Los entes de respuesta tendrán que cerciorarse del punto exacto de la emergencia ya que el Bosque Protector La Prosperina es muy amplio.
- 2.- Comportamiento del fuego: Se deberá solicitar información del avance y la magnitud del fuego
- 3.- Rutas idóneas: Se establecerán las rutas más idóneas para llegar al foco del flagelo.

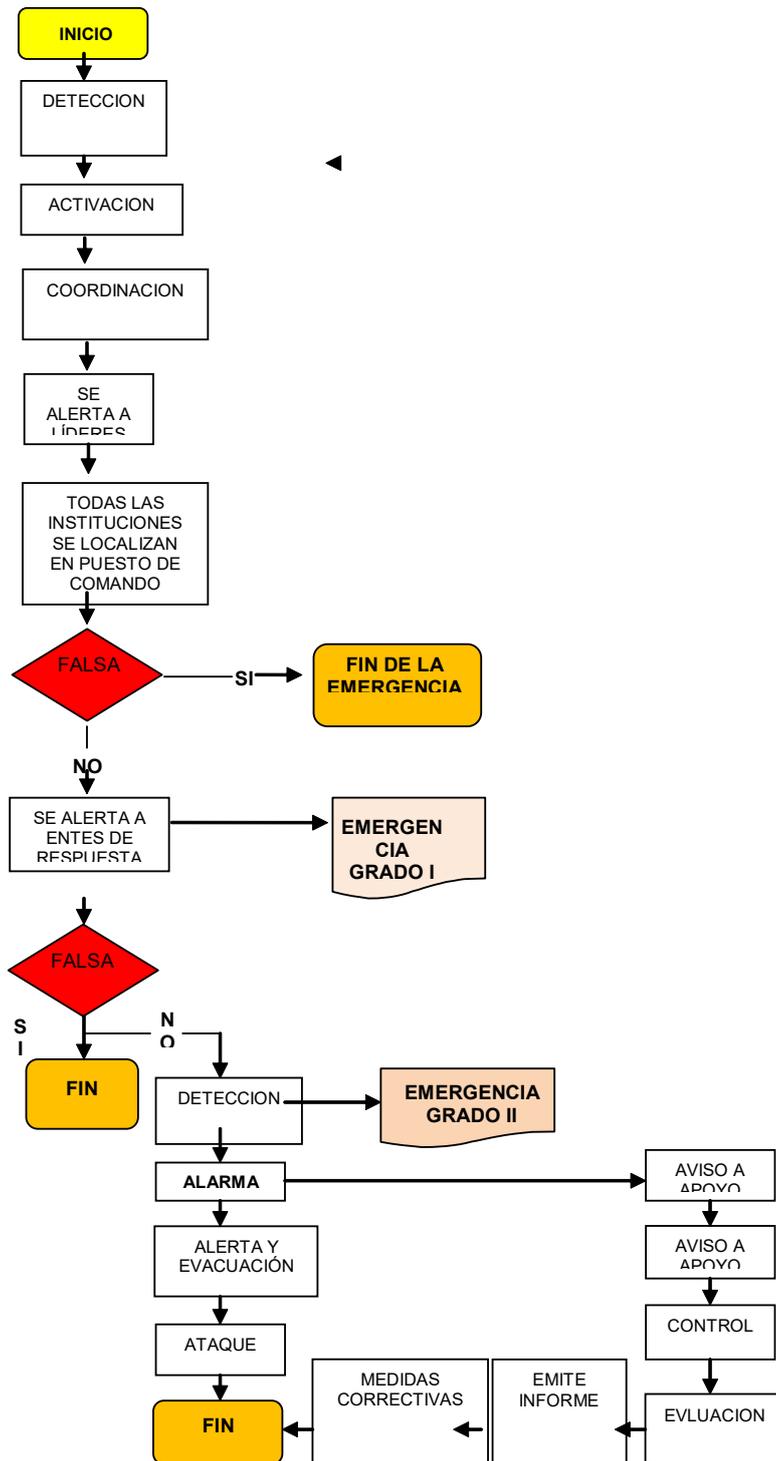


Figura # 9. Flujograma De Detección Y Manejo De Emergencias
Fuente: Ingeniería de prevención y extinción [35]

Bomberos ESPOL y Bomberos Profesionales Guayaquil

Bomberos ESPOL

Ventajas:

- Conocimiento del terreno
- Conocimiento de comportamiento del fuego forestal
- Experiencia en manejo de equipo forestal

Desventajas:

- Número reducido de personal

Bomberos Guayaquil

Ventajas:

- Conocimiento profundo de incendios forestales y estructurales
- Experiencia en manejo de equipos mecánicos
- Servicios profesionales
- Personal permanente

Desventajas:

- Conocimiento limitado del terreno

Organización de operaciones

La efectividad de las operaciones durante el transcurso de la extinción de un incendio forestal dentro del Bosque Protector La Prosperina tendrá como elemento condicionante la organización de las maniobras y operaciones, Esta organización estará estructurada con los jefes de cada institución y cada ente de respuesta.

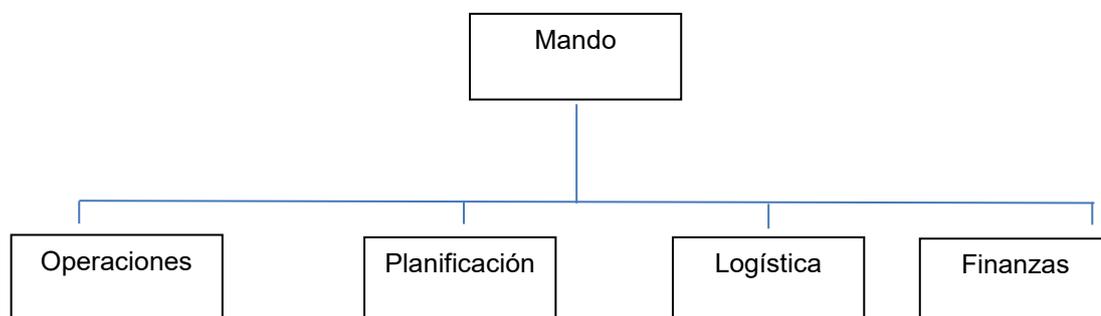


Figura # 10. Organización de emergencias
Fuente: Ingeniería de prevención y extinción [35]

Fases para alcanzar el éxito de la operación de extinción de un incendio forestal en el Bosque Protector La Prosperina

- 1.- Delimitar el área donde el protocolo será implementado, en este caso en específico será el Bosque Protector La Prosperina
- 2.- Conocer a profundidad las estadísticas y antecedentes con respecto a los incendios forestales en la zona de implementación
- 3.- Determinar las zonas más susceptibles a sufrir los mayores impactos
- 4.- Determinar dentro de la zona del área protegida la ubicación de las infraestructuras
- 5.- Implementar un sistema de comunicaciones
- 6.- Construcción de puestos de vigilancia con el fin de emitir efectivamente las alarmas de fuegos forestales

- 7.- Seleccionar el personal idóneo con el fin de conformar las brigadas de prevención y mitigación
- 8.- Capacitar activamente al personal en materia de combate de fuegos forestales
- 9.- Dotar de materiales, equipos y herramientas al personal
- 10.- Construir infraestructuras con objetivos netamente de neutralización de fuegos forestales
- 11.- Elaboración y difusión de campañas ambientales preventivas
- 12.- Incorporar medios tecnológicos a las campañas de prevención y mitigación de incendios forestales

Medios de extinción de incendios forestales en el Bosque Protector La Prosperina

Luego de un análisis para determinar los agentes extinguidores y medios de disuasión más idóneo y efectivos para combatir incendios forestales dentro del Bosque Protector La Prosperina, pudimos determinar que los más idóneos son:

El agua como tal refleja la oposición al fuego, como tal esta lo suprime mediante la alteración del triángulo del fuego de las siguientes formas:

- Reduciendo la temperatura de la reacción
- Aumentando la humedad del combustible, de esta manera retarda la inflamación
- Disminuyendo el aporte de oxígeno hacia la reacción en cadena

Franjas cortafuegos húmedos

Las franjas corta fuego húmedas, tienen un aditivo en comparación a las franjas comunes ya que estas poseen depósitos o sistemas presurizados de agua con el fin de usarla en el combate de incendios forestales. Estas tuberías pueden rodear los sectores más críticos del Bosque Protector La Prosperina.

Los depósitos de agua que proveerán a la red de tuberías se ubicarán lógicamente en las partes más altas de la zona causando que la gravedad ayude a la generación de presión a la red hidráulica, además esta red contará con un sistema de bombeo conformado por varios tipos de bomba ubicadas estratégicamente para provocar un efecto de bombeo en serie y evitar la pérdida de presión por fricción o altura.

4.5. Difusión del protocolo a personal inmerso en labores de prevención y mitigación

El activo humano responsable de la prevención y extinción de los incendios forestales que puedan ocurrir en el Bosque Protector La Prosperina es el punto clave dentro de este protocolo, ya que si la información levantada y dispuesta a aplicar no es difundida ni socializada, ésta será infructífera y no generará resultados en ningún periodo de tiempo.

Es por esto que la difusión de la información se basará en capacitaciones mensuales al personal de bomberos forestales del Bosque Protector La Prosperina y en recorridos por las zonas más vulnerables con el fin de hacer un reconocimiento y familiarización

de las zonas junto con los bomberos del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil ya que ellos también forman parte del personal inmerso en labores de extinción.

La socialización contendrá información vital y resumida de procedimientos de extinción para los bomberos forestales de las diferentes instituciones para realizar operaciones antes, durante y posterior a los incendios forestales.

Los puntos claves socializados:

Antes de comenzar un ataque al Incendio Forestal en el Bosque Protector La Prosperina tendremos en consideración:

- Los objetivos de extinción serán medibles y realizables
- Todos los miembros deberán conocer perfectamente sus funciones dentro de la operación
- Además el personal administrativo, de seguridad y mantenimiento del Campus Politécnico de la Prosperina deberán estar capacitados en materia de combate de incendios forestales por lo que se recomienda que al menos una vez al año asistan a cursos debido a que trabajan en una zona vulnerable y crítica en cuanto a incendios forestales.
- Dotar de materiales de combate de incendios forestales en casos de emergencia a las oficinas más vulnerables. Ej.: PARCON, Gimnasio, EDCOM, FIMCBOR, etc.

- Monitorear el avance y aplicación de las técnicas de prevención: líneas contra fuegos, materiales de combate, recurso humano, etc., que actualmente lo están realizando.
- Considerar las estrategias más idóneas, ya que una estrategia errónea desgasta significativamente al personal.
- Durante un incendio en fase inicial hay que realizar la extinción rápida y eficazmente ya que de esto depende que no se desarrolle el incendio
- Se analizará y evaluará constantemente las operaciones
- Las instituciones inmersas en la extinción actuarán bajo un mando unificado

Durante la extinción al Incendio Forestal en el Bosque Protector La Prosperina

- Monitorear el trabajo que se está realizando
- Supervisar la seguridad del personal de extinción
- Solicitar suministros de limpieza y alimentos
- Manejar la información del incidente de manera discreta con los medios
- Mantener informado al comando unificado del avance de las operaciones
- Esto se aplica en la medida que el personal haya sido capacitado en cursos de incendios forestales en técnicas de extinción de fuegos.

Posterior a la extinción del Incendio Forestal en el Bosque Protector La Prosperina

- El personal que participó activamente en la extinción del incendio procederá a alimentarse e hidratarse con bebidas de moderación.

- Cargar los equipos de extinción, ya que es probable que el incendio se reinicie
- Arreglar los materiales, equipos y herramientas utilizados durante las operaciones
- Realizar una reunión con todo el personal con el fin de dialogar sobre posibles mejoras a realizar en las estrategias usadas
- Recordar las normas de seguridad de los bomberos forestales
- Realizar informes de avance o terminación de las operaciones de extinción

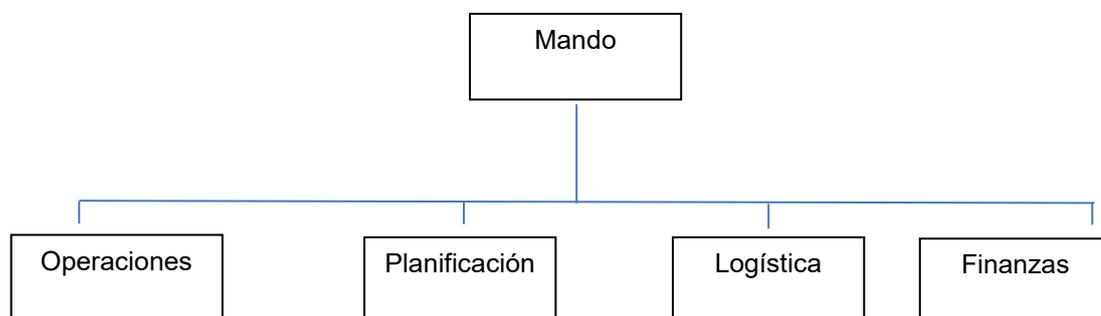
CAPÍTULO V. SIMULACIÓN DE EMERGENCIA FORESTAL EN EL BOSQUE PROTECTOR

5.1. Tipo de emergencia a responder

La central de alarmas de la Corporación para la seguridad ciudadana de Guayaquil ha recibido varias llamadas de denunciantes afirmando la presencia de gran cantidad de humo y fuego en los alrededores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral – ESPOL, además de comprueba dichas denuncias por medio del Grupo de Bomberos Forestales de ESPOL.

5.2. Entes de respuesta a emergencias forestales

Luego del reporte de la Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil, varias unidades del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil fueron despachadas hacia el punto del suceso, específicamente antes de llegar a la garita principal de ESPOL, adicional se solicitaron unidades de Comisión de Transito de Guayaquil con el fin de agilizar el tránsito, Ministerio del Ambiente para realizar la evaluación de los hechos y la coordinación con Bomberos Forestales de ESPOL

**Operaciones:**

Durante un Incendio en el área del Bosque Protector La Prosperina, las instituciones encargadas de desplegar operaciones serán la División Forestal del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y el Grupo de Bomberos Forestales de la ESPOL.

Planificación:

La planificación de las operaciones se llevará a cabo mediante un comando unificado entre las instituciones encargadas de las operaciones en conjunto con el Ministerio del Ambiente y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Logística:

La logística de recursos tanto humanos como de herramientas, equipos y accesorios será gestionada individualmente por cada una de las instituciones inmersas en las labores de extinción del incendio.

Finanzas:

Al igual que la logística, las finanzas que se manejan durante el desarrollo de la emergencia tienen que estar a cargo por cada una de los entes de respuesta; Finanzas

es una arista prioritaria durante incendios forestales muy grandes debido a la demanda de gran cantidad de recursos que en ciertos casos tienen que adquirirse o gestionarse por primera vez con otras instituciones.

5.3. Tiempo de respuesta de los entes de emergencia

Las primeras unidades del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil en llegar al sitio de la emergencia lo hicieron en 7 minutos, luego, al requerir apoyo de más unidades estas llegaron en un promedio de 8 a 12 minutos.

5.4. Eficacia de los respondedores aplicando el protocolo elaborado

Comparación de la eficacia de los respondedores antes y después de la existencia de un protocolo por medio de indicadores establecidos en este Protocolo de Prevención de Incendios Forestales.

ANEXOS

ANEXO A – MAMÍFEROS PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zariguella común
<i>Alouatta palliata</i>	Mono aullador
<i>Nasua narica</i>	Coatí de nariz blanca
<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso de 3 dedos
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de 9 bandas
<i>Cebus albifrons</i>	Capuchino frente blanca
<i>Mazama americana</i>	Venado cervicabra
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca
<i>Tayassu pecarí</i>	Saino de collar
<i>Tayassu tajacu</i>	Saino
<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo
<i>Puma yagouaroundi</i>	Gato de monte
<i>Potos flavus</i>	Cusumbo
<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla de cola gris
<i>Sciureus stramineus</i>	Ardilla de Guayaquil
<i>Proechimys decumanus</i>	Rata espinosa
<i>Quiroptera spp.</i>	Murciélago

Fuente: [1]

ANEXO B – REPTILES Y ANFIBIOS PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Rhinella marina</i>	Sapo de la caña
<i>Trachycephalus Jordani</i>	Ranita Lechoza
<i>Pristimantis achatinus</i>	Ranita Bananera
<i>Hyloxadus sp.</i>	Sapito peludo
<i>Stenocercus iridescens</i>	Tropiduro
<i>Imantodes cenchoa</i>	Cordoncillo
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde
<i>Brothrops atrox</i>	Coral
<i>Boa constrictor</i>	Matacaballo
<i>Oxyrhopus petolarius</i>	Equis

Fuente: [1]

ANEXO C –AVES PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Crypturellus transfasciatus</i>	Perdiz Cejipálida
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical
<i>Anhinga sp.</i>	Pato Aguja
<i>Dendrocygna bicolor</i>	María – Pato silbón Canelo
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Patillo – Pato Silbón Ventrinegro
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo Aura
<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio Plumizo
<i>Leucopternis occidentalis</i>	Gavilán Dorsigris
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán Gris
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Montés Barreteado
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Montés Collarejo
<i>Geranoospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón Reidor – Valdivia
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón Murcielaguero
<i>Ortalis erythroptera</i>	Chachalaca Cabecirrufo
<i>Calidris minutilla</i>	Chorlito Menor
<i>Columbina buckleyi</i>	Paloma Tierrera Ecuatoriana
<i>Claravis pretiosa</i>	Paloma Tierrera Azul
<i>Leptotila pallida</i>	Paloma Pálida
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Apical
<i>Forpus coelestis</i>	Periquito del Pacífico o Viviña
<i>Brotogeis pyrrhoptera</i>	Perico Cachetigris
<i>Aratinga erythrogenys</i>	Perico Careirrojo
<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cuco Piquiestriado-Garrapatero
<i>Megascops roboratus</i>	Mochuelo Peruano Occidental
<i>Glaucidium peruanum</i>	Mochuelo del Pacífico-Bototera
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Búho de Anteojos
<i>Tyto alba</i>	Lechuza Campanaria
<i>Nyctibius griseus</i>	Nictibio Común – Puntaestaca
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras – Bujío
<i>Caprimulgus anthonyi</i>	Chotacabras o Bujío de Anthony
<i>Chaetura ocyptes</i>	Vencejo de Tumbes
<i>Phathornis baroni</i>	Colibrí Ermitaño Barón
<i>Amazilia amazilia</i>	Colibrí Amazilia
<i>Trogon mesurus</i>	Trogón Ecuatoriano
<i>Cyanocorax mystacalis</i>	Urraca Coliblanca
<i>Pteroglossus erythrogygius</i>	Tucán Piquipálido

<i>Piculus rubiginosus</i>	Carpintero Olividorado
<i>Venilionix callonotus</i>	Carpintero Dorsiescarlata
<i>Melanerpes pucherani</i>	Carpintero Carinegro
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatronco Oliváceo
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	Trepatronco Cabecirrayado
<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>	Picoguadaña Piquirrojo
<i>Furnarius cinnamomeus</i>	Hornero del Pacífico
<i>Taraba major</i>	Batará Mayor
<i>Sakesphorus bernardi</i>	Batará Collarejo
<i>Thamnophilus atrinucha</i>	Batará Pizarroso Occidental
<i>Melanopareia elegans</i>	Pecholuna Elegante
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete Salvador Sureño
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Picochato Oliviamarillo
<i>Myiopagis viridicata</i>	Elaenia Verdosa
<i>Myiopagis subplacens</i>	Elaenia del Pacífico
<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia Ventriamarilla
<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla Común
<i>Myiobius atricaudus</i>	Mosquero Colinegro
<i>Lathrotriccus griseipectus</i>	Mosquero Pechigris
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Vermellón
<i>Attila torridus</i>	Atila Ocráceo
<i>Myiarchus phaeocephalus</i>	Mosquero Coronipizarroso
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Mosquero Rayado
<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero Social
<i>Platypsaris homochrous</i>	Cabezón Unicolor
<i>Pachyramphus albogriseus</i>	Cabezón Blanquinegro
<i>Progne chalybea</i>	Golondrina Pechigris
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Tijereta Aliraspoza Sureña
<i>Thryothorus sclateri</i>	Sotorrey Pechijaspeado
<i>Thryothorus superciliaris</i>	Sotorrey Cejón
<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	Sotorrey Ondeado
<i>Troglodytes aedon</i>	Sotorrey Hogareño - Chavis
<i>Polioptila plúmbea</i>	Perlita Tropical
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	Soterillo Piquilargo
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón Cejirrufo
<i>Vireo oliceus</i>	Vireo Ojirrojo
<i>Turdus maculirostris</i>	Mirlo Ecuatoriano
<i>Parula pitiayumi</i>	Parula Tropical
<i>Geothlypis auricularis</i>	Antifacito Lorinegro
<i>Basileuterus fraseri</i>	Reinita Gris y Dorada
<i>Coereba flaveola</i>	Mielero Flavo
<i>Euphonia lanirostris</i>	Eufonia Piquigruesa

<i>Hemithraupis guira</i>	Tangara Guira
<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azulgris
<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara Palmera
<i>Saltator maximus</i>	Saltador Golianteado
<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador Listado
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Picogrueso Amarillo Sureño
<i>Cyanocopsa cyanoides</i>	Picogrueso Negriazulado
<i>Sicalis flaveola</i>	Pinzón Sabanero Azafranado
<i>Rhodospingus cruentus</i>	Pinzón Pechicarmesí
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negriazulado
<i>Sporophila corvina</i>	Espiguero Variable
<i>Sporophila peruviana</i>	Espiguero Pico de Loro
<i>Cacicus cela</i>	Cacique Lomiamarillo
<i>Icterus mesomelas</i>	Bolsero Coliamarillo
<i>Dives warszewiczi</i>	Negro Matorralero - Tilingo
<i>Molothrus bonariensis</i>	Vaquero Brilloso – Negro Zambo
<i>Molothrus oryzivorus</i>	Vaquero Gigante – Negro Toldo
<i>Carduelis spp.</i>	Jilguero

Fuente: [1]

ANEXO D –VEGETACIÓN ARBÓREA DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Mangifera indica</i>	Mango
<i>Spondias mombin</i>	Obo de monte
<i>Spondias purpurea</i>	Obo
<i>Annona muricata</i>	Guanabana
<i>Tecoma atana</i>	Muyuyo de montaña
<i>Tabebuia crysantha</i>	Guayacan
<i>Jacaratia spp.</i>	Jacaranda
<i>Kigelia africana</i>	Palo bolsón
<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa
<i>Ceiba trichistandra</i>	Ceibo
<i>Pseudobombax millei</i>	Beldaco
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel
<i>Cordia hebeclada</i>	Guacharaco
<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo
<i>Cecropia spp.</i>	Guarumo
<i>Cochospermun spp.</i>	Bototillo
<i>Terminalia catappa</i>	Almendro
<i>Vermonia haccharoides</i>	Chilea
<i>Muntingia calabura</i>	Niguito
<i>Sapium utile</i>	Mata pez
<i>Chrisolamis spp.</i>	Colorado
<i>Ocotea spp.</i>	Jigua
<i>Albizzia guachapele</i>	Guachapelí
<i>Inga spectabilis</i>	Guaba machete
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena

<i>Centrolobium paraenses</i>	Amarillo lagarto
<i>Lisciloma spp.</i>	Pela caballo
<i>Miroxylum balsamun</i>	Balsamo
<i>Bauinia sp.</i>	Pata de vaca
<i>Libidibia corymbosa</i>	Cascol
<i>Phitecellobium saman</i>	Samán
<i>Cassia siamea</i>	Acacia
<i>Delonix regia</i>	Flamboyán
<i>Geoffora espinosa</i>	Seca
<i>Piscidia cartagenensis</i>	Barbasco
<i>Gustavia spp.</i>	Pacora
<i>Brosimum guianensis</i>	Marequende
<i>Speudolmedia egersi</i>	Guión
<i>Castilla tuma</i>	Caucho
<i>Ficus insípida</i>	Higueron de rio
<i>Cousopoa egersii</i>	Matapalo
<i>Ficus spp.</i>	Matapalo
<i>Triplaris cumingiana</i>	Fernan Sanchez
<i>Coccoloba obovata</i>	Quiebra hacha
<i>Zanthoxylum spp.</i>	Tachuelo
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazimo
<i>Cupania cinérea</i>	Pialde
<i>Trema micrantha</i>	Sapan de paloma

Fuente: [1]

ANEXO E –VEGETACIÓN ARBUSTIVA DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Croton fraseri</i>	Chala
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla
<i>Jatropha curcas</i>	Piñon
<i>Cajanus cajan</i>	Frejol de palo
<i>Urera caracasana</i>	Gualanga
<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo
<i>Acnistus arborescens</i>	Cojojo
<i>Clavija spp.</i>	Huevo de tigre

Fuente: [1]

ANEXO F –VEGETACIÓN HERBÁCEA DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Amaranthus espinoso</i>	Bledo
<i>Bidens pilosa</i>	Cabeza de negro
<i>Tagetes patula</i>	Gallinazo
<i>Euphorbia spp.</i>	Lechero
<i>Phyllanthus sp.</i>	Grosellito
<i>Leonotis nepetifolia</i>	Puyudo
<i>Mimosa púdica</i>	Uña de gato
<i>Desmodium incanum</i>	Pega pega
<i>Indigofera añil</i>	Añil
<i>Sida rhombifolia</i>	Escobilla
<i>Sida acuta</i>	Escobilla
<i>Borriera laevin</i>	Botoncillo
<i>Scoparia dulcis</i>	Tiatina
<i>Phisalis angulata</i>	Uvilla
<i>Solanun nigrun</i>	Hierba mora
<i>Fleuria aestuans</i>	Ortiga
<i>Costus spp.</i>	Caña agria

Fuente: [1]

ANEXO G –LIANAS DEL BOSQUE PROTECTOR “LA PROSPERINA”

NOMBRE CIENTÍFICO
<i>Thumbergia spp.</i>
<i>Mendoneia spp.</i>
<i>Odontodania spp.</i>
<i>Lundia corimbifera</i>
<i>Mancea hymenaca</i>
<i>Pithecotecium spp.</i>
<i>Acrabidae chica</i>
<i>Acrabidae spp.</i>
<i>Ipomoea spp.</i>
<i>Ipomoea ophiodese</i>
<i>Ipomoea quamoclit</i>
<i>Operculina spp.</i>
<i>Merremia spp.</i>
<i>Merremia macrocalyx</i>
<i>Cucurbita spp.</i>
<i>Pseudosicydium spp.</i>
<i>Sicydium spp.</i>
<i>Cyclanthera spp.</i>
<i>Rytidostylis spp.</i>
<i>Selvasia spp.</i>
<i>Echinopepon spp.</i>
<i>Momordica charanthia</i>
<i>Gurania spp.</i>
<i>Onphalca diandra</i>
<i>Riachosia minima</i>
<i>Machaerium spp.</i>

<i>Mucuna spp.</i>
<i>Vigna vexillata</i>
<i>Centrocema spp.</i>
<i>Acacia riparia</i>
<i>Passiflora factida</i>
<i>Passiflora biflora</i>
<i>Passiflora spp.</i>
<i>Dilkea spp.</i>
<i>Cissus alata</i>
<i>Cissus sieyoides</i>

Fuente: [1]

ANEXO H –EQUIPOS DE LOS BOMBEROS FORESTALES



ANEXO I – MEDIOS DE REDUCCIÓN DE MASA VEGETAL

DESBROCE CON HERRAMIENTAS MANUALES	
Ventajas	Desventajas
Realizable todo el año	Bajo rendimiento
Selectivo	Elevado costo económico
Riesgo de incendio bajo	Baja eficacia en pastos

DESBROCE MECÁNICO	
Ventajas	Desventajas
Rapidez de ejecución	Mantenimiento de la maquinaria
Practicable todo el año	Limitaciones por pendiente
Variedad de maquinaria	Fuertes inversiones

APLICACIÓN DE FITOCIDAS	
Ventajas	Desventajas
Facilidad de aplicación	Nocividad para algunas especies
Amplio espectro	Riesgo de incendio por biomasa muerta
Bajo precio	Aprovisionamiento de agua

QUEMA CONTROLADA	
Ventajas	Desventajas
Rapidez de ejecución	Requiere personal especializado
Bajo costo económico	Periodo favorable corto
Efectiva reducción de vegetación	Poca selectividad

Fuente: [35]

ANEXO J –DIFUSION DE DIRECTRICES DE ACCIÓN AL PERSONAL DE ESPOL

1. Si detectas un incendio forestal, repórtalo a las autoridades competentes, Cuerpo de Bomberos, Bomberos Forestales de Espol.
2. Aléjate del área del siniestro y deje que el personal calificado sea quien combata el incendio forestal.
3. Si no tienes conocimientos ni cuentas con el equipo de protección para combate de incendios forestales, no te arriesgues y avisa a las autoridades competentes.
4. Evacúa a favor del viento, evitando en lo posible el humo.
5. Da aviso de un posible incendio forestal al 112, 911.
6. Trata de establecer con exactitud la ubicación del incendio, así tardará menos tiempo el personal especializado en llegar y extinguir dicho incendio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Quinteros, R. Ramos and A. Rodríguez, Evaluación del Uso Recreativo Bosque Protector Prosperina, Guayaquil: ESPOL, 2010.
- [2] Honorable Congreso Nacional del Ecuador, Ley Forestal y de Conservación del Áreas Naturales y Vida Silvestre, Quito: Registro Oficial, Suplemento # 418, 2004.
- [3] Ministerio del Ambiente del Ecuador, Bosque Protector "La Prosperina", Quito: Ministerio del Ambiente, 2010.
- [4] Google Inc., "Google Maps," 2015. [Online]. Available: <http://maps.google.com/>. [Accessed 06 01 2015].
- [5] L. Cañadas, Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador., MAG-PRONAREG. Quito, Ecuador, 1983.
- [6] (SIISE), Sistema Integrado de Indicadores Sociales, Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, Quito, 2010.

- [7] R. Sierra, Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de vegetación para el Ecuador Continental., 1999.
- [8] M. Andreae, "Biomass Burning: Its history, use and distribution and its impact on Environmental quality and global climate," in *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, Cambridge, MIT Press, 1991, pp. 3-21.
- [9] J. Levine, T. Bobbe, N. Ray, R. Witt and A. Singh, *Wildland Fires and the Environment: a Global Synthesis*, Nairobi: UNEP, 1999.
- [10] NFPA, *Fire Protection Handbook*, Quincy: MA, 2008.
- [11] W. Rohsenow, J. Hartnett and J. Cho, *Handbook of Heat Transfer*, U.S.A: McGraw - Hill, 1998.
- [12] Lourizán, "Sociedad Española de Ciencias Forestales," in *Actas de la Reunión sobre quemas prescritas*, Lourizán, 2000.
- [13] M. Porrero, *Incendios Forestales - Investigación de causas*, Madrid: Mundi-Prensa, 2001.
- [14] A. Cote and P. Bugbee, *Principios de Protección contra incendios*, España: Cepreven, 1993.
- [15] Instituto para la conservación de la naturaleza, *Técnicas para defensa contra incendios forestales*, Madrid, 1981.
- [16] Servicio de Protección de la Naturaleza, "Incendios Forestales," Valladolid, 2010.

- [17] J. García, Jonás y el Bosque desaparecido, Valladolid, 1997.
- [18] ICONA, Técnicas para defensa contra incendios forestales, Madrid, 1981.
- [19] FAO, Marcos legales para la lucha contra los incendios forestales: Acuerdos internacionales y legislación nacional, 2012.
- [20] FAO, Panorama Mundial: Acuerdos internacionales, 2007.
- [21] FAO, "Comisión Forestal para América Latina y el Caribe. Vigésima séptima reunión," Asunción, 2012.
- [22] Asamblea Constituyente de Montecristi, Registro Oficial N° 449 - Constitución Política del Ecuador, 2008.
- [23] Poder Legislativo del Ecuador, Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre - Registro Oficial N° 418, 2004.
- [24] Ministerio de Bienestar Social, Reglamento de Prevención de Incendios - Resolución No. 0621, 2007.
- [25] J. Gratton, "Firesafety Education," in *Fire Protection Handbook* , Quincy, Massachusetts, 1991, pp. Capítulo 2, Sección 1.
- [26] Poder Legislativo del Ecuador, Código Penal - Registro Oficial Suplemento 147, 2011.
- [27] U.S. FOREST SERVICE, Fireline Handbook, 1989.
- [28] R. Vélez, Manual de Prevención de Incendios mediante tratamiento del combustible forestal, Madrid: ICONA, 1987.

- [29] CEMAGREF, Guide technique du forestier méditerranéen français, 1990.
- [30] Consejería de Medio Ambiente, Manual de campo para las operaciones de control y extinción de los incendios forestales, Andalucía, 1999.
- [31] TRAGSA, Manual de formación del voluntariado ambiental, Valencia, 1996.
- [32] Junta de Andalucía , Voluntariado ambiental, Participación y conservación del medio ambiente, Sevilla, 1998.
- [33] CAM, Actas del II Encuentro de Voluntariado Ambiental, Guardamar del Segura, 1997.
- [34] J. García, "Plan 42 - Un programa integral para la prevención de incendios forestales," Valladolid, 2001.
- [35] J. Arnaldos, J. Castelló, P. Giménez and J. Puchal, Manual de Ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales., Barcelona y Madrid: Mundi-Prensa, 2004.
- [36] Dirección General de Protección Civil, Plan Estatal de Protección Civil para Emergencias por Incendios Forestales, Madrid , 1996.
- [37] J. Alvarez, Estudio de los factores de riesgo de los trabajos de bomberos, 1998.
- [38] USAID OFFDA, Manual del Bombero Forestal, EEUU, 2008.
- [39] NFPA, Código de Seguridad Humana, Quincy, 2009.
- [40] E. Martinez, Manual de quemas controladas: El manejo del fuego en la prevención de incendios forestales, Madrid: Mundi-Prensa, 2001.

- [41] Dirección general de conservación de la Naturaleza., La prevención de los incendios forestales: Corta las alas al fuego, juega al cortafuegos, 1997.
- [42] ICONA, Manual de operaciones contra incendios forestales, Madrid, 1993.
- [43] USDA Forest Service, Work capacity test for wildland firefighters, Missoula, 1987.
- [44] Liew, S., A study of the 1997 fires in South East Asia, Nairobi, Kenia, 1998.
- [45] Ministerio de Medio Ambiente, Inventario de emisiones contaminantes a la atmosfera, Madrid, 1997.
- [46] Memoria, U.Chile, Clasificación preliminar de combustibles en base al tiempo de ignición y velocidad de propagación, Santiago de Chile, 1970.
- [47] J. Murillo, "The carbon budget of the Spanish forests," in *Biogeochemistry*, 1994, pp. Capítulo 25, 127 - 217.
- [48] R. Klaver and J. Klaver, "Fuel models and fire potential from satellite and surface observations," in *International Journal of wildland fire*, 1998, pp. 159 - 170.
- [49] A. García, Derecho europeo de la biodiversidad: aves silvestres, habitats y especies de flora y fauna., Madrid: Lustel, 2010.
- [50] C. Requejo, Protección penal de la fauna, Granada, 2010.
- [51] J. Agudo, Nuevo enfoque en la defensa contra los incendios forestales en España, Madrid, 2010.

- [52] R. Martin and D. Sapsis, "Fires as agents of biodiversity - Pyrodiversity promotes biodiversity," in *Proceedings on Biodiversity of Northwestern California*, Oregon, 1992, pp. 150 -157.
- [53] S. Pyne, *Introduction to Wildland fire*, New York, 1984.
- [54] ICONA, *Plan Nacional de Restauración Hidrológico Forestal y Control de la Erosión*, Madrid, 1988.
- [55] I. Noble, "Predicting sucesional change," in *Proceeding of the Conference Fire regimes and Ecosystem properties*, 1981, pp. 278 - 300.
- [56] D. Loperena, *Calidad del aire y la protección de la atmosfera*, Pamplona, 2010.
- [57] D. Chapman, *Water Quality Assesments*, London, 1992.
- [58] E. Martínez, *Manual de valoración de pérdidas y estimación del impacto ambiental por incendios forestales.*, Madrid, 1997.
- [59] A. Gonzalez, *The economic impact of fire on forest resources*, 1993.
- [60] M. Jacobs, *The green economy: Environment, sustainable development and the politics of the future*, Concord, 1991.
- [61] T. Mills and P. Flowers, "Estimating fire-induced net value change in resource outputs," in *Proceedings of the International Fire Council*, Canada, 1985, pp. 5 - 11.
- [62] L. Canter, *Enviironmental Health Impact Assesment* Health Organization, Metepec, Mexico, 1986.

- [63] E. Bell, D. Cleaves, H. Croft, S. Husari, E. Schuster and D. Truesdale, Fire economics assesment report, Albany, 1995.
- [64] T. Brown and R. Boster, "On the economics of timber damage appraisal for public forests," in *Journalof Forestry*, 1978, pp. 777 - 780.
- [65] E. Gonzalez, Selvicultura, 1947.
- [66] H. Wright and A. Bailey, Fire Ecology, New York - USA, 1982.