

2019

VALORACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO FORESTAL OCURRIDO EN LA VEREDA QUIBA ALTA - LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR ENTRE EL 12 Y EL 20 DE MARZO



**GRUPO GESTIÓN DEL RIESGO POR
INCENDIO FORESTAL
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE**

Elaborado por:
VÍCTOR DAVID SABOGAL GIRALDO
Ingeniero Forestal y
ADRIANA CONSTANZA VEGA ROMERO
Ingeniera Ambiental y Sanitaria

Cartografía:
NATALIA CASTAÑEDA ANGARITA
Geógrafa

Enero de 2020
Bogotá D.C.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA AFECTADA	4
2.1.	GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA AFECTADA	5
2.2.	INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES.	5
3.	IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE VALOR AFECTADOS.....	6
4.	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	7
4.1.	INFORMACIÓN PRIMARIA.....	8
4.1.1.	IDENTIFICACIÓN DE COBERTURAS EN SUS DIFERENTES NIVELES DE AFECTACIÓN.	8
4.1.2.	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS TESTIGO.....	8
4.1.3.	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE BORDE DE INCENDIO O DE TRANSICIÓN.....	9
4.1.4.	DISEÑO DEL MUESTREO.....	9
4.1.5.	REGISTRO DE LA INFORMACIÓN.	11
4.2.	INFORMACIÓN SECUNDARIA.	12
5.	CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE LOS VALORES AFECTADOS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL DAÑO.	12
5.1.	VALORES DE USO DIRECTO.	13
5.1.1.	MADERA.....	13
5.2.	VALORES DE USO INDIRECTO.	14
5.2.1.	SUMIDERO DE CARBONO.	14
5.2.2.	SOPORTE Y REGULACIÓN.	15
5.2.2.1.	RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE SOPORTE Y REGULACIÓN.	15
5.3.	COSTO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL.	18

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de coberturas y niveles de afectación en el área del incendio forestal.....	8
Tabla 2. Indicadores de calificación del nivel de afectación por incendio forestal en coberturas arbóreas y arbustivas.....	10
Tabla 3. Cuadro resumen del diseño muestral realizado en la cobertura Plantación Forestal.....	11
Tabla 6. Cuadro resumen de los costos de atención.....	12
Tabla 7. Matriz de prioridad de recuperación de suelos.....	16
Tabla 8. Identificación de áreas prioritarias de acuerdo con la matriz de recuperación de suelos.	16
Tabla 9. Recomendaciones para la restauración de suelos	17
Tabla 10. Rendimiento hídrico por cobertura identificada	18
Tabla 11. Cuadro resumen costos de valoración.	19

VALORACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO FORESTAL OCURRIDO EN LA VEREDA QUIBA ALTA, ENTRE EL 12 Y EL 20 DE MARZO DE 2019 – LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia se considera que al menos el 95% de los incendios forestales reportados son causados por el hombre, cifra estimada a partir de datos recopilados en el Protocolo Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas –PNPCIFRA (MAVDT, IAVH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, 2011). Por otra parte, en Bogotá la superficie de cobertura vegetal afectada por dichos eventos, ha sido de 1.120,33 ha en los últimos diez años con un total de 177 incendios forestales (Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales - CDPMIF, 2019). Adicionalmente a la afectación que tiene la vegetación, estos eventos generan efectos directos a la fauna y al suelo e indirectos al aire, el agua y a la población.

Dado lo anterior, y con el propósito de mejorar la gestión integral del riesgo por incendios forestales, las entidades que hacen parte de la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales – CDPMIF, adoptaron la definición de incendio forestal de gran complejidad, como aquel que por sus características de magnitud, tipo de incendio, afectación (a la vegetación, infraestructura, vida o salud de las personas), zona de afectación (zona protegida o de ronda de fuentes hídricas) y duración, conlleva mayor dificultad en el control o mayor inversión de recursos en la atención o en la recuperación. A partir de catalogar un incendio forestal de gran complejidad, se determinó que se debe realizar la valoración económica y ambiental de daños.

Por esta razón, la metodología de Valoración Económica y Ambiental de los Daños causados por Incendios Forestales, inicialmente generada por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el 2007 (Convenio Interadministrativo 026 de 2005), fue actualizada por la Unión Temporal G&G, mediante Contrato de Consultoría SDA-CM-2017-SECOP II-E-0005 (52017), la cual posee procedimientos lógicos y aplicables a cualquiera de los contextos reconocibles en el Distrito y permite cuantificar con mayor precisión los daños causados por los incendios forestales. La aplicación de esta metodología se desarrolla en cuatro fases: 1) Identificación del área afectada; 2) Identificación de los valores afectados; 3) Recolección de la información; 4) Cuantificación biofísica del daño y valoración económica del daño.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, este documento desarrolla las cuatro fases de la Valoración Económica y Ambiental de Daños Ocasionados por el Incendio Forestal de gran complejidad ocurrido en la Vereda Quiba Alta de la Localidad de Ciudad Bolívar, que inició el martes 12 de marzo y se liquidó el miércoles 20 de marzo de 2019 y afectó **9,3 hectáreas (ha)**.

Luego de hacer la valoración de los daños, se obtuvo como resultado que el costo del valor económico del incendio forestal fue de cuatro mil ochocientos setenta y cuatro millones dieciséis mil ciento setenta pesos (**\$ 4.874.016.170**).

2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA AFECTADA

El área total afectada por el incendio forestal fue de **9,3 hectáreas (ha)**. El incendio forestal afectó zona rural de la vereda Quiba Alta, ubicada en el extremo sur de la localidad diecinueve (19) de Ciudad Bolívar.

Esta vereda tiene un área total de 896,80 hectáreas y un 9,33% de participación sobre el suelo rural. La zona tiene alta vulnerabilidad de degradación del suelo por prácticas de manejo inadecuado, agrocontaminación, erosión hídrica y deforestación, entre otros. Por otra parte, se encuentra con frecuencia vegetación nativa de Bosque Alto-Andino, Subpáramo, Páramo, vegetación exótica dominante como pino y cultivos transitorios.

En cuanto al área afectada, esta se encuentra entre los 3000 – 3200 msnm; es un sector que presenta un promedio anual de precipitación de 750 mm, temperatura promedio anual de 14 °C (Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, 2018), y topografía ondulada, caracterizada por pendientes entre el 30 y 50%. Con base en la clasificación de zonas de vida descrita por Holdridge (1947), según su comportamiento bioclimático, el bioma al que corresponde la zona afectada por el incendio forestal, es bosque húmedo montano (bh-M), considerado de gran importancia, ya que además de soportar los procesos ecológicos del territorio, también provee servicios de regulación en relación con el clima y el ciclo hidrológico.

Actualmente, se evidencia un ecosistema dominado por la especie Pino (*Pinus patula*), con presencia de algunos individuos arbóreos nativos como el Cucharó (*Myrsine guianensis*), y vegetación herbácea como Guargüeron (*Digitalis purpurea*), Diente de León (*Taraxacum officinale*), Acetosilla (*Rumex acetosella*), Vira Vira (*Achyrocline satureioides*), Guaba (*Phytolacca bogotensis*), entre otros. Producto de la fragmentación de la masa boscosa y los efectos del cambio climático, el ecosistema sufre efecto de paramización, caracterizado por la inclusión de microecosistemas con vegetación propia de páramo y subpáramo, especialmente en zonas de pendientes mayores al 60% y en suelos clasificados como afloramientos rocosos, evidenciado por la presencia de complejos de especies como Frailejoncillo (*Espeletopsis corymbosa*), Paja de Páramo (*Calamagrostis effusa*) y Puya (*Puya sp.*).

Las coberturas vegetales presentes, prestan servicios ecosistémicos como: regulación, en términos de almacenamiento y descarga hídrica; y soporte, haciendo referencia al suelo por procesos de erosión y degradación. Los suelos están principalmente clasificados como afloramientos rocosos, apreciados esencialmente para su conservación, pues no se consideran suelos productivos.

Paulatinamente, la vegetación nativa ha sido reemplazada por la presencia de cultivos transitorios con fines comerciales; los intereses económicos no dan cabida a la conservación de los bosques y el buen uso de sus recursos naturales. Los habitantes de la zona producen carbón de Pino, utilizando inadecuadamente los servicios energéticos que la vegetación brinda. La tala indiscriminada para uso de madera es constante y los conflictos territoriales entre los propietarios de la zona generan

tensionantes que afectan directamente el ecosistema. Consecuencia de lo anterior, aumenta la vulnerabilidad del bosque, ante la ocurrencia de quemadas, conatos e incendios forestales.

2.1. GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA AFECTADA

La Secretaría Distrital de Ambiente – SDA generó el polígono correspondiente al área total de afectación del incendio forestal ocurrido en zona rural de la vereda Quiba Alta. El polígono es producto del trabajo de campo realizado en septiembre de 2019, en el cual se realizó el levantamiento de las coordenadas del área afectada a través de puntos GPS (Garmin) configurado con el Datum WGS84. Sumado a ello, se georeferenciaron los polígonos internos que definen la variedad de los niveles de afectación, identificados preliminarmente a través de imagen de satélite y, posteriormente, verificados en campo.

Posterior a la georeferenciación de los polígonos se realizó, a través del Software ArcGIS 10.6, el ajuste topológico del polígono, a fin de garantizar la compatibilidad con la cartografía oficial de la ciudad (mapa de referencia y ortofoto de IDECA). A través del análisis geoespacial, se superpuso el polígono ajustado con las capas de información geográfica relacionadas con: Estructura Ecológica Principal –EEP definido para el Distrito mediante el Decreto 190 de 2004; clases agrológicas suministrado por Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, tipo de suelo definido por el Decreto 190 de 2004 y Resolución 228 de 2015 y estructura predial con información de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD.

Producto de este análisis, se generaron mapas temáticos a escala 1:4.500 con el sistema de referencia MAGNA SIRGAS CIUDAD DE BOGOTÁ, en concordancia con los requerimientos técnicos de la SDA descritos en el “Documento técnico para la generación y entrega de información geográfica, cartografía y documentos asociados, elaborados por desarrolladores externos”.

2.2. INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES.

Según el perímetro urbano definido para el Distrito Capital mediante el Decreto 190 de 2004, las **9,3** ha de área total afectada por el incendio forestal ocurrido en la vereda Quiba Alta, corresponden a zona rural. De acuerdo con la leyenda CORINE Land Cover adaptada para Colombia, en el área afectada se encontró un (1) tipo de cobertura: 1) Plantación forestal, poblada principalmente por Pino (*Pinus patula*) (Anexo 1. Mapas - Mapa 1. Polígono IF y coberturas identificadas).

La Estructura Ecológica Principal - EEP se soporta en la ecología, geomorfología e hidrografía; tiene la función básica de sostener y conducir la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio del Distrito Capital, y dotar de bienes y servicios ambientales a la comunidad para su desarrollo sostenible, de ahí la importancia de definir la superficie de los componentes de EEP que fueron afectados por el incendio forestal a valorar. Según la definición de EEP para el Distrito Capital mediante Decreto 190 de 2004 “Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá”, de **9,3 ha** que corresponden al área total afectada por el incendio forestal, **0,11 ha**

pertencen al componente de Áreas Protegidas en la categoría de área protegida del orden distrital, dentro del Área Forestal Distrital El Carraco (Anexo 1. Mapas - Mapa 2. Polígono de afectación y relación con la EEP).

Con base en el mapa de clases agrológicas suministrado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, el total del área afectada (9,3 ha) corresponde a la clase agrológica No. 8 Afloramientos Rocosos, tierras no adecuadas para un uso agrario de carácter económico, ideales para espacios naturales (Anexo 1. Mapa 3. Clases agrológicas en el área afectada).

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE VALOR AFECTADOS.

El *valor de uso* se refiere a los bienes y servicios que el ecosistema es capaz de proveer al ser humano, y el *valor de no uso* se considera como el bienestar que se genera en las personas por el hecho de saber la existencia de una amenidad ambiental, es decir, de un ecosistema o un activo natural (Unión Temporal L G & G - SDA, 2018).

Según la revisión y el análisis de literatura y la metodología de valoración empleada, de acuerdo con las características del área, pueden analizarse ocho (8) tipos de valor afectables, los cuales están clasificados en la Taxonomía de los Valores Afectables (Figura 1), como son: madera, infraestructura, suelo productivo, actividades de recreación, servicios ecosistémicos (soporte y regulación), sumidero de carbono y salud, además de considerar el valor de las coberturas vegetales como el principal recurso natural afectado por los incendios forestales.

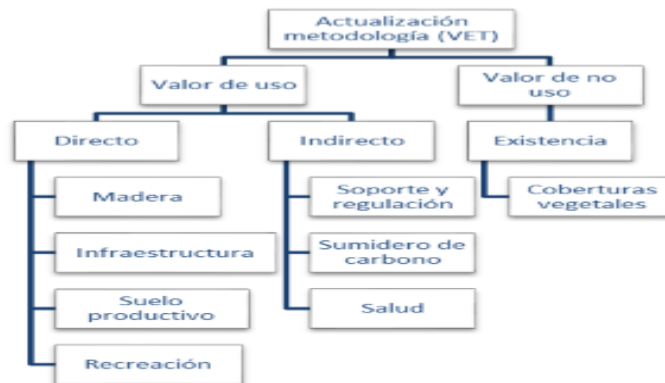


Figura 1. Taxonomía de los valores afectables.
Fuente: UT G&G SDA, 2018

Con el reconocimiento del área incendiada, se identificaron cuatro (4) tipos de valor afectados, tres (3) de valor de uso (uno directo y dos indirectos) y uno (1) de valor de no uso (Figura 2):

- Valor de uso directo:
 - a) *Madera*, por presencia de la especie forestal *Pinus patula* en el total del área afectada (9,3 ha)
- Valor de uso indirecto:

- a) *Soporte y regulación*, por los bienes y servicios ecológicos que proporciona el ecosistema.
- b) *Sumidero de carbono*, gracias a la absorción de CO₂ que proporciona la vegetación.
- Valor de no uso - Existencia:
- a) *Coberturas vegetales*.

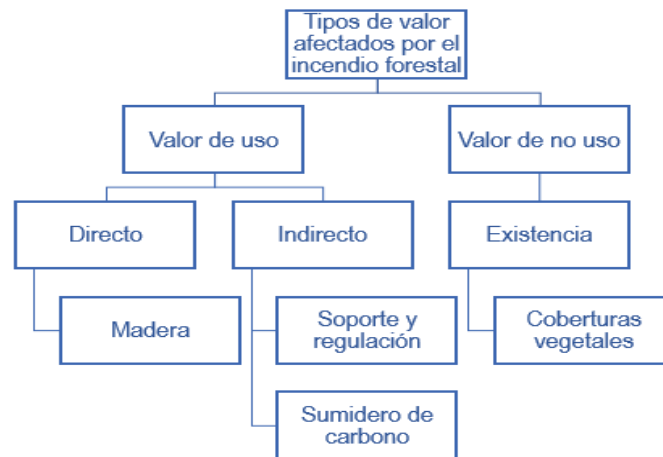


Figura 2. Tipos de valor afectado por el incendio forestal.
Fuente. Adaptado por la SDA de UT G&G SDA, 2018.

Para el área en estudio, se excluyeron los valores directos de: a) Infraestructura, ya que no hay presencia de ella; b) Suelo productivo, dado que no se registra productividad del suelo; y c) Recreación, debido a que no se realizan actividades turísticas o recreativas en la zona. De igual manera, se excluyó el valor indirecto de salud, pues no se reportaron afectaciones a la vida humana y los reportes de calidad de aire no mostraron cambios relevantes, para considerarlo como valor afectado.

4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La recolección de la información permite contextualizar, no solo los valores, sino también la dinámica en cada tipo de afectación y cobertura identificada. Por ello, dicha recolección se hace de conformidad con las directrices de la metodología ya mencionada.

Los equipos de medición utilizados para la recolección de datos en campo garantizan un mínimo error en el procesamiento de información; a mayor precisión del equipo utilizado, mejores resultados. Para este estudio, se utilizaron decímetros para el levantamiento de parcelas, hipsómetros para toma de alturas y cintas métricas y forcípula para toma de diámetros.

La toma de datos dasométricos (Diámetro a la Altura del Pecho – DAP, Circunferencia a la Altura del Pecho – CAP, Circunferencia Basal – CB, Altura Total – HT y Altura Comercial – HC), se realizó de manera precisa, bajo la responsabilidad de los ingenieros Adriana Vega Romero y Víctor David Sabogal Giraldo, profesionales de la SDA, con el apoyo técnico del

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá D.C. Colombia



ingeniero Andrés Chaparro, profesional de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR y el apoyo logístico de personal de la Defensa Civil, en el marco del Contrato 519 de 2019, celebrado con el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER.

4.1. INFORMACIÓN PRIMARIA.

La recolección de la información primaria se hizo entre septiembre y noviembre de 2019, siguiendo el protocolo establecido en la Metodología de Valoración Económica y Ambiental de Daños Ocasionados por Incendios Forestales, que se resume a continuación, junto con los datos obtenidos.

4.1.1. IDENTIFICACIÓN DE COBERTURAS EN SUS DIFERENTES NIVELES DE AFECTACIÓN.

Mediante visitas a campo y el apoyo de Sistemas de Información Geográfica, se identificaron los tipos de cobertura que se vieron comprometidos por el fuego y sus distintos niveles de afectación, los cuales se resumen en la Tabla 1.

NIVELES DE AFECTACIÓN EN LA COBERTURA	
COBERTURA	NIVEL DE AFECTACIÓN
PLANTACIÓN FORESTAL	MEDIA
PLANTACIÓN FORESTAL	ALTA

Tabla 1. Identificación de coberturas y niveles de afectación en el área del incendio forestal.
Fuente. Secretaría Distrital de Ambiente – SDA

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS TESTIGO

Las áreas testigo son aquellas no afectadas por el incendio, que cumplen con las mismas condiciones de cobertura vegetal y de pendiente que poseen las que sí se afectaron; están ubicadas a partir de 25 metros del borde del área afectada, en coberturas herbazales y arbustales, y a partir de 50 metros en coberturas arbóreas. Para este caso, el incendio forestal afectó únicamente cobertura arbórea (Plantación Forestal), por tanto, las áreas testigo se ubican a partir de 50 metros, en el suroccidente y suroriente del plano cartesiano.

La amplia extensión de la cobertura Plantación Forestal en la vereda Quiba Alta, permite una libre identificación de áreas testigo en cualquier cuadrante del plano cartesiano, pues se cumplen todas las características topográficas y vegetativas que posee el área afectada. Dado lo anterior, la identificación de áreas testigo garantizó, principalmente, la accesibilidad y el tránsito de los profesionales al realizar el levantamiento de parcelas y la toma de información primaria.

4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE BORDE DE INCENDIO O DE TRANSICIÓN

Las áreas de borde de afectación del incendio forestal son aquellas que pueden identificarse fuera del polígono, en un buffer de 25 metros para coberturas herbazales y arbustales, o 50 metros para coberturas arbóreas (Unión Temporal L G & G - SDA, 2018); corresponden al área de influencia del incendio. En este caso, se identificó un buffer de 50 metros, para la cobertura de Plantación Forestal. En el Mapa 4 (Anexo 1. Mapa 4. Identificación de áreas de borde) se puede observar la identificación de áreas de borde (influencia de 50 m) para la cobertura Plantación Forestal, que corresponden a 8,4 ha.

4.1.4. DISEÑO DEL MUESTREO

Se realizó el diseño de muestreo, de acuerdo con el criterio definido en la Metodología ya mencionada, para lo cual se tuvo en cuenta el tipo de cobertura vegetal identificada y sus niveles de afectación. En este sentido, se hizo el levantamiento de parcelas temporales (PT) rectangulares de manera aleatoria: tres (3) PT en el área afectación, de las cuales, dos (2) PT se levantaron en área de afectación media y una (1) PT en área de afectación alta; tres (3) PT en el área testigo y un (1) transecto en el área de borde. El tamaño de las parcelas obedeció al tipo de cobertura identificada: PT de 500 m² y transecto de 100 m² para cobertura arbórea.

a) DISEÑO DE MUESTREO PARA LA COBERTURA PLANTACIÓN FORESTAL

En el área testigo, para evaluar la categoría Fustal (individuos con DAP mayor o igual a 10 cm), se realizó el levantamiento de tres (3) PT aleatorias de 500 m², con medidas de 10 m x 50 m, para un total de 1500 m² (0,15 ha), donde se identificaron especies y se cuantificaron variables dasométricas como DAP, HT y HC. En individuos que presentaron bifurcaciones, se realizaron las mediciones respectivas para cada uno de sus ramales.

Dentro de cada PT, se trazaron dos (2) subparcelas fijas de 5 m x 5 m c/u, para un total de 150 m², donde se evaluó la categoría Latizal (individuos con DAP menor a 10 cm y HT mayor a 1,5 m), se identificaron las especies afectadas y se tomaron variables dasométricas como HT y CB. Para evaluar la categoría Brinzal (individuos entre 0,3 m y 1,5 m de altura), dentro de cada parcela de Latizal, se trazó una (1) subparcela de 2 m x 2 m, para un total de 24 m², donde se identificaron especies afectadas y se tomaron variables dasométricas como HT y CB.

En el área afectada se levantaron tres (3) PT aleatorias de 10 m x 50 m, con dos (2) subparcelas de 5 m x 5 m, y se evaluaron las categorías Fustal y Latizal, mediante la identificación de especies afectadas y la cuantificación de las variables dasométricas. No fue necesario medir la categoría Brinzal, considerando que, en este estrato, la pérdida de vegetación por el incendio forestal es total.

En el área de Borde se realizó un (1) transecto de 2 m x 50 m, dentro del buffer de 50 m, donde se identificaron especies afectadas y se midieron las variables dasométricas correspondientes para las categorías Fustal y Latizal.

La categoría Brinzal no se evaluó, considerando que, en este estrato, la pérdida de vegetación por afectación del incendio es muy alta; adicionalmente, en el transecto se evaluó de manera cualitativa el nivel de afectación de cada individuo, de acuerdo con los Indicadores de Calificación determinados por la metodología y explicados en la tabla 2.

NIVEL DE AFECTACIÓN	IMPACTO DEL INCENDIO EN COBERTURAS ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS		TIEMPO DE RECUPERACIÓN
	% DE AFECTACIÓN DE COPA	AFECTACIÓN DE FUSTE	
ALTA	Más del 80% de la masa arbórea, arbustiva con copa quemada	Daño severo con árboles muertos con alto consumo de biomasa.	Más de 10 años
MEDIA	Entre 20% y 80% de la masa arbórea con copa quemada	Daño parcial del fuste.	De 5 a 10 años
BAJA	Menos del 20% de la masa arbórea con copa quemada. El restante 80% no posee afectación.	Sin daño. Árboles vivos.	De 1 a 2 años
	Árboles aislados con copa quemada.		

Tabla 2. Indicadores de calificación del nivel de afectación por incendio forestal en coberturas arbóreas y arbustivas.
Fuente: UT G&G SDA, 2018.

A continuación, un cuadro resumen del diseño muestral para la cobertura de Plantación Forestal (tabla 3).

Diseño Muestral para la Cobertura Plantación Forestal					
Tipo de Área Identificada	Categoría Evaluada	Tamaño de Parcela (m)	Área de Parcela (m ²)	No. de Parcelas	Área total Evaluada (ha)
Área Testigo	Fustal	10 x 50	500	3	0,15
	Latizal	5 x 5	25	6	0,015
	Brinzal	2 x 2	4	6	0,0024
Área de Borde	Fustal y Latizal	2 x 50	100	1	0,01
	Fustal	10 x 50	500	2	0,10

Área Afectada (Afectación Media)	Latizal	5 x 5	25	4	0,010
Área Afectada (Afectación Alta)	Fustal	10 x 50	500	1	0,05
	Latizal	5 x 5	25	2	0,005

Tabla 3. Cuadro resumen del diseño muestral realizado en la cobertura Plantación Forestal.
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente –SDA

4.1.5. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN.

Para el levantamiento de la información en las Parcelas Temporales - PT establecidas en terreno, se utilizaron las carteras de campo recomendadas, las cuales proponen tres (3) formatos para la toma de información:

- 1) Formato de georreferenciación, que aplica para el levantamiento de información cartográfica en campo; permite el registro de información del área de estudio, información del navegador y su configuración e información del elemento a georreferenciar.
- 2) Formato de parcelas, que aplica para el levantamiento de información dasométrica (HT en metros, HC en metros y CAP en centímetros) de vegetación arbórea y arbustiva, tanto en área de afectación, como en área testigo; adicional, permite el registro de información de datos de unidad de muestreo.
- 3) Formato de transectos, utilizado exclusivamente para el levantamiento de información dasométrica tomada en áreas de borde. En este formato se adiciona el registro de nivel de afectación del individuo evaluado y aplica para cualquier tipo de vegetación; al igual que el formato parcelas, permite el registro de información de datos de unidad de muestreo.

Teniendo en cuenta los formatos utilizados en el registro de información primaria, tomada del levantamiento en campo, se procedió a digitalizar los datos y registrar la información en ellos, lo cual se consolida en el Anexo 2. Registro de información primaria.

Del Anexo 2, la hoja 1 (Georreferenciación) contiene el levantamiento de información cartográfica en campo, soportada por el Anexo 3 - Cartera de coordenadas. Las hojas de la 2 a la 3 (PT1 Afectación Media Plantación y PT2 Afectación Media Plantación), contienen el registro de información dasométrica (HT, HC, y CAP) de las categorías evaluadas (fustal y latizal), tomado del levantamiento de tres (2) PT de la cobertura Plantación Forestal, en el **área afectada con nivel de afectación media**, donde se encontró como especie dominante el *Pinus patula*, con individuos de CAP desde 36,5 cm hasta 142 cm, y HT desde 5 m hasta 13,5 m.

La hoja 4 (PT1 Afectación Alta Plantación) del Anexo 2 contiene el registro de información dasométrica (HT y CAP) de las categorías evaluadas (fustal y latizal), tomado del levantamiento de una (1) PT de

la cobertura Plantación Forestal, en el **área afectada con nivel de afectación alta**, donde se encontró como especie dominante el *Pinus patula*, con individuos de CAP desde 33,5 cm hasta 131 cm, y HT desde 2,1 m hasta 12,5 m. Aunque se tuvo en cuenta la categoría latizal para ser evaluada, en el área afectada no se encontraron individuos pertenecientes a esta categoría.

Las hojas 5 a la 15 (PT1 Testigo Plantación, PT2 Testigo Plantación y PT3 Testigo Plantación) del mismo Anexo 2, contienen el registro de información dasométrica (HT, HC, y CAP) de las categorías evaluadas (Fustal, latizal y brinjal), tomado del levantamiento de tres (3) PT de la cobertura Plantación Forestal, en el **área testigo**, donde se encontraron individuos de las especies *Pinus patula* (especie dominante), *Digitalis purpurea*, *Taraxacum officinale*, *Rumex acetosella*, *Achyrocline satureioides*, *Myrsine guianensis* y *Phytolacca bogotensis*.

La hoja 16 (Transecto), igualmente del Anexo 2, contiene la información dasométrica de los individuos evaluados en el transecto de 50 m, levantado en el **área de borde**, de la cobertura Plantación Forestal, donde se encontró que, a partir de 4 m desde el límite de área afectada hacia el límite del área testigo, los individuos evaluados no presentaron ningún tipo de afectación por las llamas generadas por el incendio forestal.

El registro de especies y la identificación de estas, está soportado por el Anexo 4. Registro fotográfico, en el que se proporciona la información referente a nombre científico, cobertura, tipo de área y categoría evaluada.

4.2. INFORMACIÓN SECUNDARIA.

La información secundaria considera los costos reportados por las entidades que realizaron la atención del incendio forestal, los cuales se relacionan en la Tabla 6 y corresponden a datos suministrados por las mismas entidades:

No.	Entidad	Valor
1	Unidad Administrativa Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá - UAECOB	\$ 4.005.229
2	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER	\$ 168.062.320

Tabla 4. Cuadro resumen de los costos de atención.
Fuente. Secretaría Distrital de Ambiente – SDA

5. CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE LOS VALORES AFECTADOS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL DAÑO.

En esta fase se obtuvieron los datos necesarios para adelantar la estimación del valor económico de las afectaciones, con lo cual se halló el valor total de la afectación, contemplando los valores de uso y

de no uso, de acuerdo con la Metodología de Valoración Económica y Ambiental de Daños Ocasionados por Incendios Forestales.

5.1. VALORES DE USO DIRECTO.

Los valores de uso directo se refieren a los posibles ingresos por venta de bienes derivados de los servicios que proveen los ecosistemas. Para este caso, como Valor de Uso Directo – VUD, se identificó el valor de la madera (aunque no se evidencia que la plantación se haya establecido con fines comerciales) y se cuantificó de acuerdo con sus características intrínsecas, por lo cual, fue necesario conocer el volumen perdido de dicha madera.

5.1.1. MADERA.

Mediante el procesamiento de datos dasométricos (DAP, HT, HC) obtenidos en el levantamiento de parcelas para la recolección de información primaria, se hallaron los volúmenes por hectárea de las especies comerciales identificadas en la cobertura de Plantación Forestal, en el área afectada, área testigo y área de borde.

Se aplicó la fórmula de volumen en pie, para cada uno de los individuos evaluados. El factor de forma de cada individuo se obtuvo a través de los lineamientos del Acuerdo 028 del 30 de noviembre de 2004 de la CAR.

$$V = \frac{1}{4}(\pi) * DAP^2 * Ac * Ff$$

Donde:

DAP= Diámetro a la altura del pecho

Ac= Altura comercial

Ff= Factor Forma

La sumatoria del volumen de los individuos por especie, se proyectó a hectáreas, y la información obtenida se consolidó en el Anexo 5. Valoración económica IF, en la hoja VUD de Madera.

Como ya se mencionó anteriormente, la especie maderable identificada en las parcelas de la cobertura Plantación Forestal, levantadas en campo, fue *Pinus patula* (Pino). El volumen total de la especie hallado en el área testigo fue de 608,280 m³/ha; en el área con nivel de afectación media, el volumen hallado fue de 505,150 m³/ha; y en el área con nivel de afectación alta, el volumen hallado fue 204,85 m³/ha.

No es adecuado considerar un valor general para todas las especies forestales, por tanto, la madera se clasifica de acuerdo con su densidad básica; aquellas con densidad básica $\leq 0,5$ g/cm³ son maderas livianas y aquellas con densidad básica $> 0,5$ g/cm³ son maderas duras (Unión Temporal L

G & G - SDA, 2018). De acuerdo con la información de IndexMundi en precios de madera, para enero de 2019 (mes en que se registró el incendio forestal) en Colombia, la madera dura tenía un costo de \$819.085 por m³ y la madera liviana un costo de \$518.939 por m³.

En la presente valoración solo se tuvo en cuenta el precio de mercado de la madera liviana, ya que *Pinus patula* posee una densidad básica de 0,43 Tn/m³, inferior a 0,5 g/m³, que cataloga su madera como liviana.

Por último, con el volumen total de la única cobertura vegetal afectada, y agrupado por su densidad, fue posible relacionar el precio de mercado correspondiente. En conclusión, la aproximación al valor económico total del valor de uso directo de la madera arrojó un costo equivalente de \$ 371.628.149.

5.2. VALORES DE USO INDIRECTO.

El Valor de Uso Indirecto – VUI se refiere al valor de las funciones ecológicas y servicios de la biodiversidad del bosque como ciclo biogeoquímico; se incluyen los servicios ecosistémicos que resultan afectados, para este caso, sumidero de carbono y soporte y regulación.

5.2.1. SUMIDERO DE CARBONO.

Se considera la pérdida en toneladas de carbono contenido en la biomasa, por tanto, fue necesario cuantificar dicha pérdida a causa del incendio. Para eso, se calcularon los volúmenes totales, utilizando la fórmula de volumen ya mencionada en la valoración de VUD madera, se clasificó el volumen obtenido por especie y se aplicó la siguiente fórmula:

$$Bt = VTf * DM * FEB * Af$$

Donde:

Bt= Biomasa total

VTf=.Volumen total final m³/ha DM=Densidad media t/m³

FEB=Factor de expansión de biomasa

Af= Área afectada (ha)

Siguiendo el criterio de valoración, el FEB se tomó como una constante de 1,74.

Diligenciada la hoja Biomasa del Anexo 5. Valoración económica IF, se encontró que la cantidad total de biomasa obtenida para las especies de la cobertura Plantación Forestal, en las áreas afectadas y de borde, fue de 5897,58 toneladas (t).

La especie que obtuvo mayor biomasa en la cobertura Plantación Forestal, fue *Pinus patula*, con un equivalente de 143,595 t/ha; seguido por la especie *Cordia cylindrostachya*, que obtuvo una biomasa equivalente a 4,057 t/ha. Por otra parte, las especies que obtuvieron menor equivalente de biomasa

cuantificada, fueron *Achyrocline satureioides* y *Myrsine guianensis*, con 0,003 t/ha y 0,008 t/ha, respectivamente.

Del valor total de la biomasa, se asume que los bosque tropicales contienen aproximadamente 51% de carbono (Yepes, 2011); por esto, se usó el factor de 0,51 para dar el valor en peso de carbono contenido. La estimación del valor económico se realizó con el método de precios de mercado, tomando el precio actualizado reportado por IndexMundi, por lo que el costo del valor de uso indirecto de sumidero de carbono estimado es de \$ 874.713.849. La información se encuentra registrada en la hoja VUI-Sumidero de Carbono, del Anexo 5.

5.2.2. SOPORTE Y REGULACIÓN.

Hace referencia a las alteraciones al suelo por procesos de erosión y degradación que potencialmente se desencadenan posterior a los incendios (soporte); además de ello, se considera la regulación, en los términos de almacenamiento y descarga hídrica, que relaciona las coberturas y la estructura del suelo.

Para determinar el costo del valor de soporte y regulación se utilizó la fórmula que relaciona las coberturas y la estructura del suelo:

$$VUIsr = Crm + VPNr$$

Donde:

VUIsr=Valor de Uso Indirecto de soporte y regulación

Crm= Costos de remediación

VPNr= Valor Presente Neto del servicio perdido de regulación.

Aplicando la fórmula anterior, con los datos obtenidos y con relación a los costos de mercado actual, se obtuvo que el costo del valor de uso indirecto de soporte y regulación estimado es de \$2.923.752.166. La información se encuentra registrada en la hoja VUI Soporte y Regulación del Anexo 5.

5.2.2.1. RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE SOPORTE Y REGULACIÓN.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones para mejorar las condiciones de soporte y se precisan datos de regulación hídrica afectada del área de estudio; sin embargo, es importante mencionar que dicha información no fue tomada en cuenta, para determinar el valor de uso indirecto de soporte y regulación.

a. SOPORTE

Teniendo en cuenta las clases agrológicas y el tipo de cobertura presente (resultados obtenidos en el proceso de interpretación de imágenes), se identificaron las áreas prioritarias para prevenir la erosión del suelo y promover la recuperación y, así, cuantificar la pérdida o afectación de la capacidad de soporte del suelo a causa de los incendios forestales.

La metodología empleada cuenta con una matriz donde es posible ubicar un área, de acuerdo con la cobertura que posea y su clase agrológica, para clasificar las diferentes afectaciones al suelo, según la prioridad de recuperación del mismo.

MATRIZ DE PRIORIDAD DE RECUPERACIÓN DE SUELOS									
GRUPO	CLASE	A	B	C	D	E	F	G	H
1	I-V	2	2	2	3	3	2	4	4
2	II	2	2	2	3	3	2	4	4
3	III-IV	1	1	1	3	3	1	4	4
4	VI	1	1	1	3	3	1	4	4
5	VII-VIII	1	1	1	3	3	1	4	4

GRUPO	CLASES AGROLÓGICAS	GRUPO	COBERTURA IDENTIFICADA	CLASE	PRIORIDAD	PLAZO
1	I-V	A	Bosques densos	1	Muy alta	Corto plazo
2	II	B	Arbustales	2	Alta	Corto a mediano plazo
3	III-IV	C	Vegetación secundaria	3	Moderada	Mediano plazo
4	VI	D	Plantaciones latifoliadas	4	Leve	Mediano a largo plazo
5	VII-VIII	E	Plantaciones coníferas			
		F	Herbazales ¹³			
		G	Pastos			
		H	Áreas agrícolas			

Tabla 5. Matriz de prioridad de recuperación de suelos.
Fuente. UT G & G SDA, 2018.

Dado lo anterior, se identificaron las áreas prioritarias, de la siguiente forma:

COBERTURA (CORINE LAND COVER)	GRUPO / COBERTURA IDENTIFICADA	GRUPO / CLASES AGROLÓGICAS	CLASE / PRIORIDAD / PLAZO
Plantación Forestal	E / Plantaciones coníferas	5 / Clase VIII	3 / Moderada / Mediano plazo

Tabla 6. Identificación de áreas prioritarias de acuerdo con la matriz de recuperación de suelos.
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente – SDA.

La cobertura identificada como Plantación Forestal pertenece a las clase agrológica VIII (Afloramientos rocosos), por lo cual, tiene una prioridad de conservación de suelo moderada y requiere tratamiento en un mediano plazo, si se quisiera lograr la recuperación de las condiciones perdidas a causa del incendio ocurrido.

De acuerdo con la identificación de áreas, se plantean tratamientos recomendados para la restauración de suelos por incendios forestales, según la siguiente matriz:

TABLA DE RECOMENDACIONES PARA LA RESTAURACIÓN DE SUELOS									
GRUPO	CLASE	A	B	C	D	E	F	G	H
1	I-V	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7	4,5,6,7	4,5,6,7
2	II	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7	4,5,6,7	4,5,6,7
3	III-IV	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7,8	3,4,5,6,7	6,7	6,7
4	VI	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	6,7	6,7
5	VII-VIII	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	1,2,3,6,7,8	6,7	6,7

TRATAMIENTOS RECOMENDADOS PARA RESTAURACIÓN DE SUELOS	
1	Estabilización (bioestabilización y mecánica)
2	Aplicación de mantillo, humus y microorganismos (micorrizas)
3	Introducción de agentes fijadores N y P (vegetación y microorganismos)
4	Enmiendas
5	Labranza
6	Remoción física de residuos (materiales expuestos para generar incendios)
7	Aislamiento del área
8	Enriquecimiento vegetal por medio de especies presentes en el área (establecimiento y primer mantenimiento)

Tabla 7. Recomendaciones para la restauración de suelos
Fuente. UT G & G SDA, 2018.

Si se quisiera lograr la recuperación de las condiciones perdidas a causa del incendio forestal ocurrido en la vereda Quiba Alta de la localidad de Ciudad Bolívar y restaurar los suelos de las 9,3 hectáreas, se recomienda a corto o mediano plazo, estabilizar el suelo (bioestabilización y mecánica), aplicar mantillo, humus y microorganismos, introducir agentes fijadores de Nitrógeno (N) y Fósforo (P), realizar la remoción física de residuos (materiales expuestos para generar incendios), aislar el área afectada y desarrollar un enriquecimiento vegetal por medio de especies presentes en el área, que cumplan las funciones ecosistémicas requeridas en la zona, con lo cual, además, se haría el reemplazamiento de la plantación de Pino por especies propias del bosque altoandino.

b. REGULACIÓN.

La regulación hídrica está determinada por el balance hídrico y mide la cantidad de humedad que pueden retener las coberturas vegetales. Basados en investigaciones referentes al balance hídrico de especies encontradas en ecosistemas similares, se asocian por su semejanza morfológica y se toman los siguientes rendimientos hídricos promedio para el Distrito Capital, en relación a la cobertura identificada:

Rendimiento Hídrico		
Cobertura	Tipo	Rendimiento Hídrico
1	Plantación Forestal	21 lt/s/km ²

Tabla 8. Rendimiento hídrico por cobertura identificada
Fuente. Adaptado por la SDA de UT G & G SDA, 2018.

Dado lo anterior, se obtiene que los equivalentes de rendimiento hídrico para la cobertura de Plantación Forestal, es de 1,953 lt/s.

5.2.3. VALOR DE NO USO (EXISTENCIA DE LA COBERTURA).

El Valor de No Uso – VNU es el valor que la sociedad le da a un servicio ambiental, que podría no estar relacionado con ningún uso actual o potencial del mismo, en este caso, es el valor que se da por la existencia de las coberturas vegetales. El valor de daño a las coberturas vegetales se determina con base en su valor de existencia, contemplando los métodos indirectos de costos incurridos por extinción y conservación, así como los costos de reposición asociados a la compensación de los individuos vegetales perdidos. El valor de existencia de las coberturas trae consigo las dinámicas, en relación con la conservación de la biodiversidad, así como el valor intrínseco de sus componentes, donde se halla el valor de la fauna y flora asociadas. El valor estimado de existencia de las coberturas se obtiene, a partir de la siguiente fórmula:

$$Vec = Vex + Vcn + Vcm$$

Donde:

Vec=Valor de existencia de las coberturas

Vex=Valor de extinción

Vcn=Valor de conservación

Vcm=Valor de compensación por la eliminación de un individuo arbóreo

Con los datos obtenidos en el levantamiento de información primaria y los costos de mercado actual, se obtuvo que el estimado del costo perdido por valor de existencia para el área afectada por el incendio fue de \$703.922.006. La información se encuentra registrada en la hoja VNU Coberturas del Anexo 5.

5.3. COSTO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL.

El costo del valor económico total de la atención y afectación del incendio forestal ocurrido en la vereda Quiba Alta de la Localidad de Ciudad Bolívar ocurrido entre el 12 y el 20 marzo de 2019, fue de **\$4.874.016.170**, como se muestra en la siguiente tabla (también puede verse en la Hoja VET del Anexo 3).

Aproximación al Valor Económico Total	Costo
Valor de uso directo de la madera	\$ 371.628.149,00
Valor de uso directo de la infraestructura	\$ -
Valor de uso directo de la recreación	\$ -
Valor de uso directo del suelo	\$ -
Valor de uso indirecto de sumidero de carbono	\$ 874.713.849,00
Valor de uso indirecto de soporte y regulación	\$ 2.923.752.166,00
Valor de uso indirecto de la calidad del aire por afectación a la salud	\$ -
Valor de existencia de las coberturas	\$ 703.922.006,00
TOTAL	\$ 4.874.016.170,00

Tabla 9. Cuadro resumen costos de valoración.
Fuente. Secretaría Distrital de Ambiente – SDA

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales - CDPMIF. (2019). *Informe*. Bogotá DC.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2004). *Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo*. Bogotá DC.
- MAVDT, IAVH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI. (2011). *Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales*. Bogotá D.C. .
- Secretaría Distrital de Ambiente - SDA. (2018). *Visor Geográfico Ambiental - VGA*. Bogotá, DC.
- Unión Temporal L G & G - SDA. (2018). *Actualización de la Metodología de Valoración Económica y Ambiental de Daños Ocasionados por Incendios Forestales*. Bogotá DC.
- van der Hammen T., P. J. (2002). *El Cambio Global y los Ecosistemas de Alta Montaña de Colombia*. Bogotá D.C.: HotSpot & Global Climatic Tensor .
- Yepes, A. D. (2011). *Incertidumbres asociadas al tamaño de la parcela utilizado para la estimación de la biomasa aérea en bosques*.