

2020

VALORACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO FORESTAL OCURRIDO EN LA VEREDA LAS SOPAS - LOCALIDAD DE SUMAPAZ



Fotografía 1. Incendio forestal - VEREDA LAS SOPAS
Fuente: CDPMIF, 2020

**GRUPO GESTIÓN DEL RIESGO POR
INCENDIO FORESTAL**

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE**

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

Agosto de 2021
Bogotá D.C.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
1. IDENTIFICACIÓN DEL INCENDIO FORESTAL	5
2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA AFECTADA.....	5
2.1. GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA AFECTADA	7
2.2. INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES.....	7
3. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE VALOR AFECTADOS	8
4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	10
4.1. INFORMACIÓN PRIMARIA.....	10
4.1.1. IDENTIFICACIÓN DE COBERTURAS EN SUS DIFERENTES NIVELES DE AFECTACIÓN	11
4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS TESTIGO	11
4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE BORDE DE INCENDIO O DE TRANSICIÓN	11
4.1.4. DISEÑO DEL MUESTREO	11
4.1.5. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN.....	14
4.2. INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	15
4.2.1. COSTOS REPORTADOS POR LAS ENTIDADES.....	15
5. CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA DE LOS VALORES AFECTADOS Y VALORACIÓN ECONÓMICA DEL DAÑO	15
5.1. VALORES DE USO INDIRECTO.....	15
5.1.1. SUMIDERO DE CARBONO	15
5.1.2. SOPORTE Y REGULACIÓN.....	17
5.1.2.1. SOPORTE.....	18
5.1.2.2. REGULACIÓN.....	20
5.2. VALOR DE NO USO (EXISTENCIA DE LA COBERTURA).....	21
5.3. COSTO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL.....	22

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Incendio forestal - VEREDA LAS SOPAS.....	0
Fotografía 2: Incendio forestal en la vereda Las Sopas.....	5
Fotografía 3: Área afectada por el incendio forestal.....	6
Fotografías 4 y 5: Parcelas montadas en cobertura herbazal de tierra firme con arbustos.....	12
Fotografías 6 y 7: Parcelas montadas en cobertura herbazal de tierra firme no arbolado.....	12

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1. Taxonomía de los valores afectables.....	9
Imagen 2. Tipos de valor afectado por el incendio forestal.....	10

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Clases Agrológicas presentes en el Distrito Capital.....	8
Tabla 2. Cuadro resumen del diseño muestral realizado en cada cobertura.....	13
Tabla 3. Indicadores de calificación del nivel de afectación por incendio forestal.....	13
Tabla 4. Identificación de cobertura y nivel de afectación en el área del incendio forestal.....	13
Tabla 5. Matrices de prioridad de recuperación de suelos.....	18
Tabla 6. Identificación de áreas prioritarias de acuerdo con la matriz de recuperación de suelos.....	18
Tabla 7. Recomendaciones para la restauración de suelos.....	19
Tabla 8. Rendimiento hídrico por cobertura identificada.....	20
Tabla 9. Valor económico total de la atención y afectación del incendio forestal.....	22

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz IF-GC.....	5
Anexo 2. Mapas.....	7
Anexo 3. Registro de información primaria.....	14
Anexo 4. Cartera de coordenadas.....	14
Anexo 5. Vegetación evaluada.....	14
Anexo 6. Valoración IF Sumapaz.....	22

VALORACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO FORESTAL OCURRIDO EN LA VEREDA LAS SOPAS - LOCALIDAD DE SUMAPAZ

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, IAP, INVEMAR, SINCHI, 2011). Por otra parte, en Bogotá D.C. la superficie de cobertura vegetal afectada por dichos eventos ha sido de 1.181,48 hectáreas (ha) con un total de 195 incendios forestales ocurridos desde el año 2010 hasta julio de 2021 (Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales - CDPMIF, agosto 2021). Adicional 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 sus 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 (2017) y adoptada por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) con la Resolución 3627 de 2019.

Dicha metodología posee procedimientos lógicos y aplicables a cualquiera de los contextos reconocibles en el Distrito Capital y permite cuantificar con mayor precisión los daños causados por los incendios forestales; su aplicación 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 (4) fases para obtener la valoración económica y ambiental de los daños ocasionados por el incendio forestal de gran complejidad que ocurrió el 13 de diciembre de 2020 y que afectó **24.71** hectáreas (ha) de la vereda Las Sopas de la localidad de Sumapaz.

Luego de hacer la valoración de los daños, se obtuvo como resultado que el costo económico del incendio forestal fue de sesenta y cinco mil doscientos setenta y cuatro millones doscientos diez mil seiscientos veintiocho pesos (**\$65.274.210.628**).

1. IDENTIFICACIÓN DEL INCENDIO FORESTAL

El incendio forestal ocurrido en la vereda Las Sopas de la localidad de Sumapaz duró un (1) día; inició el 13 de diciembre de 2020 hacia las 13:48 horas y se apagó completamente en horas de la madrugada del día siguiente, debido a las bajas temperaturas. Dicho evento afectó 24,71 ha de vegetación de páramo dominada por frailejonal y fue de tipo superficial.



Fotografía 2: Incendio forestal en la vereda Las Sopas.
Fuente: Fotografía tomada por la comunidad

Con la información entregada por Parques Nacionales Naturales - PNN Sumapaz, la UAECOB y los datos recogidos en la visita de verificación, en la que además de las citadas entidades también participó la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, la Dirección de Gestión Ambiental – DGA de la SDA aplicó la “Matriz para Definir Incendios de Gran Complejidad” adoptada por la CDPMIF, en la que se evalúan variables como: 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. El resultado de 23 puntos indica que el incendio forestal fue de gran complejidad; las características que asignan tal puntaje pueden verse en el Anexo 1. Matriz IF-GC.

2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA AFECTADA

Sumapaz está en el extremo sur del casco urbano de Bogotá, es una localidad de carácter completamente rural y la más grande y menos poblada del Distrito Capital. El incendio forestal ocurrió en la Unidad de Planeación Rural – UPR Río Blanco, corregimiento de Nazareth, vereda Las Sopas.

Hidrográficamente, el área afectada se ubica en la cuenca del Río Blanco, subcuenca Río Chochal, microcuenca Quebrada Andabobos. Posee un relieve característico de alta montaña, destacado por sus ondulaciones, con pendientes que van de los 12 a los 50 grados, suelos que se desarrollan en rocas clásticas arenosas, profundos, bien drenados, de texturas gruesas, superficiales y limitados por fragmentos de roca. Entre las cotas 3500 y 3900 m.s.n.m. se presenta un ecosistema de páramo propiamente dicho, caracterizado por cobertura de gramíneas en la que predominan frailejones del género *Espeletia* dominados principalmente por la especie *Espeletia grandiflora*; en áreas colindantes es posible identificar especies como *Espeletia sumapacis*, *Espeletia argenta* o *Espeletia killipi*. Adicionalmente, se encuentra ecosistema de subpáramo, que se caracteriza por el predominio de la vegetación arbustiva y matorrales dominados por las familias *Asteraceae* y *Ericaceae*.



Fotografía 3: Área de páramo afectada por el incendio forestal.
Fuente: SDA (DGA)

Por otra parte, el clima es predominantemente húmedo y frío, con bajas temperaturas durante casi todo el tiempo y temperaturas medias que oscilan entre 4.4° C y 8.3° C. Según el IGAC (1985), los valores medios mensuales de la temperatura del aire tienen poca variación a lo largo del año, la época de menos lluvias se presenta de diciembre a marzo, de los cuales enero es el mes más seco (17,6 mm); los meses más lluviosos son abril, octubre y noviembre. Posee un régimen de lluvias de tipo unimodal biestacional; la precipitación total anual es 757,7 mm y el promedio mensual multianual es 63,1mm; el período de mayor pluviosidad se presenta entre abril y noviembre, siendo mayo el mes con mayor precipitación (107,4 mm).

Se estima que los valores de brillo solar para la región son bajos, debido principalmente a las condiciones de clima paramuno y a la presencia continua de nubes que impide el paso de la radiación solar (Sumapaz, 2018).

El área total afectada por el incendio forestal se encuentra dentro de dos (2) predios de propiedad privada; 15,8 ha están en el predio de propiedad de los señores Gregorio Moreno y Dioselina Santos de Moreno y las 8,91 ha restantes en el predio del señor Orlando Badillo Abril.

2.1. GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA AFECTADA

El lunes 21 de diciembre de 2021 se adelantó la visita de verificación del área total de afectación por el incendio forestal ocurrido en Sumapaz; las entidades participantes fueron: la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá – UAECOB, Parques Nacionales Naturales - PNN (Parque Sumapaz) y la Secretaría Distrital de Ambiente -SDA. Dichas entidades tomaron puntos geográficos, track y polígonos levantados con GPS y sobrevuelo con drones; con estos insumos, la Subdirección Operativa de la UAECOB generó el polígono del área afectada. A partir de ello, la Dirección de Gestión Ambiental de la SDA validó la información y adelantó la georreferenciación de los polígonos que definen la variedad del nivel de afectación, cuya área inicialmente se identificó a través de imagen de satélite.

Posterior a la georreferenciación de los polígonos, se realizó a través del Software ArcGIS 10.6, su ajuste topológico, 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, definida para el Distrito mediante el Decreto 190 de 2004; clases agrológicas, generado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC; tipo de suelo, definido por el Decreto 190 de 2004 y la 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 1:3.000, 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

De acuerdo con el Decreto 190 de 2004, las **24,71** ha del incendio forestal pertenecen a suelo rural de Bogotá D.C. y según la leyenda CORINE Land Cover adaptada para Colombia, el área afectada corresponde a las coberturas de Herbazal denso de tierra firme no arbolado y Herbazal denso de tierra firme con arbustos, poblada principalmente por *Espeletia grandiflora* (Frailejón). (Anexo 2. Mapas – Mapa 1. Polígono IF_Coberturas).

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 (Decreto 190, 2004). De ahí la importancia de definir la superficie de los componentes de la EEP que fueron afectados por el incendio forestal a valorar

Según la identificación de la EEP para el Distrito Capital, de las **24,71** ha del área afectada por el incendio forestal, **19,16** ha pertenecen al Parque Nacional Natural Sumapaz que hace parte de la EEP. Las **5,5** ha restantes no corresponden con otro elemento o componente de dicha Estructura, es decir, no tienen protección especial (Anexo 2. Mapas - Mapa 2. Polígono IF_EEP).

De acuerdo con la información generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC en los diferentes estudios de suelo hechos para Bogotá D.C., como son: Estudio de Suelos del Borde Norte (2011), Estudio de Levantamiento Semi-detallado de Suelos – Humedales de la región Andina y estudio de Levantamiento Semi-detallado de Suelos para la delimitación de Páramos en Colombia, se identifican las Clases Agrológicas presentes en el Distrito Capital, las cuales se relacionan en la siguiente tabla:

Clases Agrológicas presentes en el Distrito Capital

Clase Agrológica	Área (ha)
2	4576,55
3	382,68
4	10358,97
5	1099,20
6	37133,09
7	54621,78
8	22042,13
CA	77,76
ZU	31658,73
Total general	161950,93

Tabla 1. Clases Agrológicas presentes en el Distrito Capital
Fuente: DT. 03 de Soporte del POT DE BOGOTÁ – IGAC 2018

Con base en el mapa de clases agrológicas elaborado por el IGAC, las **24,71** ha en estudio corresponden a la clase agrológica VII. “Clima extremadamente frío y en algunos casos pendientes que oscilan entre 50-70%; baja fertilidad y limitada profundidad efectiva de los suelos” (Anexo 2. Mapas – Mapa 3. Polígono IF_Clases agrológicas).

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, se contemplan ocho (8) tipos de valor afectables clasificados en la Taxonomía de los Valores Afectables (Imagen 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.

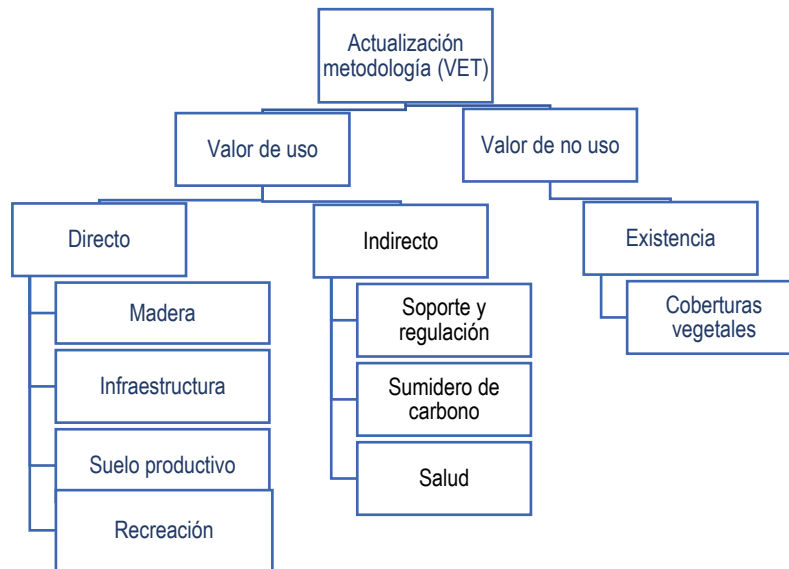


Imagen 1. Taxonomía de los valores afectables.
Fuente: UT G&G SDA, 2018

Mediante el reconocimiento del área incendiada, se identificaron tres (3) tipos de valor afectados, dos (2) de valor de uso (indirecto) y uno (1) de valor de no uso (Imagen 2), como son:

- 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 por la vegetación.
- Valor de no uso: Existencia: coberturas vegetales.

Para este caso, se excluyeron los siguientes valores directos, en razón a que en el área afectada no hay presencia de los elementos esenciales que los caracterizan: Madera, Infraestructura, Suelo productivo (esa zona de páramo no es objeto de actividades productivas) y Recreación (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.



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

4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de la información permite contextualizar, no sólo los valores, sino también la dinámica en cada tipo de afectación y cobertura identificada.

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. Se utilizaron GPS de precisión, para datos de georreferenciación (ubicación de puntos y definición de áreas); cintas métricas, para toma de diámetros y alturas; y estacas para el levantamiento de parcelas.

La toma de datos dasométricos (Diámetro Basal – DB, Diámetro a la Altura del Pecho - DAP y Altura total - HT) se realizó de manera precisa, bajo la responsabilidad de los profesionales de Parques Nacionales Naturales Sumapaz.

4.1. INFORMACIÓN PRIMARIA.

La recolección de la información primaria se hizo en marzo de 2021, siguiendo el protocolo establecido en la Metodología de Valoración Económica y Ambiental de Daños Ocasionados por Incendios Forestales, que se resume a continuación. Es de aclarar que, dicha metodología recomienda hacer el levantamiento de la información en campo dentro de los tres (3) meses siguientes a la ocurrencia del incendio, por lo tanto, se cumplió con los tiempos establecidos.

4.1.1. IDENTIFICACIÓN DE COBERTURAS EN SUS DIFERENTES NIVELES DE AFECTACIÓN

Con apoyo de Sistemas de Información Geográfica, se identificaron los tipos de coberturas que se vieron comprometidas por el fuego y su posible nivel de afectación, las cuales corresponden a **Herbazal denso de tierra firme no arbolado** y **Herbazal denso de tierra firme con arbustos**, con un nivel de afectación alto, en ambos casos.

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 de pastos limpios, herbazales y arbustales y, a partir de 50 metros, en coberturas arbóreas.

Para este caso, el incendio forestal afectó coberturas de **Herbazal denso de tierra firme no arbolado** y **Herbazal denso de tierra firme con arbustos**, por tanto, el área testigo se ubicó a partir de 25 metros del borde; cumplió con las características topográficas y vegetativas que posee el área afectada y garantizó la accesibilidad y el tránsito del personal 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 como: pastos limpios, pastos enmalezados, herbazales, arbustales y vegetación secundaria, o 50 metros para coberturas arbóreas (Unión Temporal L G & G - SDA, 2018).

En este caso, se identificó un buffer de 25 metros que corresponde a **14,22** ha, de las cuales 3,42 ha corresponde a la cobertura **Herbazal denso de tierra firme no arbolado** y 10,80 ha de la **Herbazal denso de tierra firme con arbustos** (Anexo 2. Mapas – Mapa 4. Identificación de área de borde).

4.1.4. DISEÑO DEL MUESTREO

Se realizó el diseño de muestreo, de acuerdo con el criterio definido en la Metodología ya mencionada, adaptado a las características del incendio valorado, para lo cual se tuvieron en cuenta los tipos de coberturas vegetales identificadas y su nivel de afectación. El muestreo en coberturas de **Herbazal denso de tierra firme no arbolado** y **Herbazal denso de tierra firme con arbustos** se debe realizar para áreas testigo y de borde (transecto); en áreas de afectación no se considera necesario el muestreo, debido a que en el momento del incendio los biotipos herbáceos (pastos limpios, pastos enmalezados y herbazales no arbolados) presentan pérdidas totales.

DISEÑO DE MUESTREO PARA LAS COBERTURAS HERBAZAL DENSO DE TIERRA FIRME NO ARBOLADO Y HERBAZAL DENSO DE TIERRA FIRME CON ARBUSTOS

Tanto en el área testigo como en el área de borde de latizales, se hizo el levantamiento de tres (3) parcelas temporales (PT) de 10 m x 25 m, es decir 250 m², para un total de 750 m², en cada tipo de área (testigo y borde). Allí se hizo el inventario de individuos con DAP mayor o igual a 2,5 cm y alturas mayores a 1,5 m, debido a que en las coberturas de tipo arbustivo predominan los latizales.

Para la categoría de brinzales, dentro de cada parcela latizal, se levantaron dos (2) parcelas de muestreo de 2 m x 2 m, es decir 4 m², en las que se hizo el inventario de individuos con alturas entre 0,3 m y 1,5 m.



Fotografías 4 y 5: Parcelas montadas en cobertura herbazal de tierra firme con arbustos.
Fuente: PNN Sumapaz

En el área testigo y en el área de borde de brinzales se hizo el levantamiento de seis (6) parcelas temporales (PT) de 1 m x 1 m, es decir 1 m²; en las que se hizo el inventario de los individuos de biotipos herbáceos.



Fotografías 6 y 7: Parcelas montadas en cobertura herbazal de tierra firme no arbolado
Fuente: PNN Sumapaz

A continuación, un cuadro resumen del diseño muestral para cada cobertura afectada.

Diseño Muestral						
Tipo de cobertura afectada	Tipo de Área Identificada	Categoría Evaluada	Tamaño de Parcela (m)	Área de Parcela (m ²)	No. de Parcelas	Área total Evaluada (ha)
Herbazal de tierra firme con arbustos	Área Testigo	Latizal	10 x 25	250	3	0,0750
		Brinzal	2 x 2	4	6	0,0024
	Área de Borde	Latizal	10 x 25	250	3	0,0750
		Brinzal	2 x 2	4	6	0,0024
Herbazal de tierra firme no arbolado	Área Testigo	Brinzal	1 x 1	1	6	0,0006
	Área de borde	Brinzal	1 x 1	1	6	0,0006

Tabla 2. Cuadro resumen del diseño muestral realizado en cada cobertura.

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente – SDA

Finalmente, para determinar el grado o nivel de afectación de la vegetación ocasionado por el incendio forestal, se usó la siguiente tabla que proporciona algunos indicadores para calificar, con observación directa en campo, el impacto del incendio:

NIVEL DE AFECTACIÓN	% AFECTACIÓN GENERAL	COBERTURA	TIEMPO DE RECUPERACIÓN
ALTA	100% de la masa herbácea y/o gramínea quemada	Herbazales	5 años

Tabla 3. Indicadores de calificación del nivel de afectación por incendio forestal.

Fuente: Adaptado por la SDA de UT G&G SDA, 2018

De acuerdo con lo anterior, mediante visitas de campo y el apoyo de sistemas de Información Geográfica, **se corroboraron** los tipos de coberturas comprometidas por el fuego y su nivel de afectación, la cual se presenta en la Tabla 4.

NIVEL DE AFECTACIÓN EN COBERTURA	
COBERTURA	NIVEL DE AFECTACIÓN
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	ALTA
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	ALTA

Tabla 4. Identificación de cobertura y nivel de afectación en el área del incendio forestal.

Fuente. Secretaría Distrital de Ambiente – SDA

4.1.5. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

Para la toma de medidas dasométricas de los individuos afectados, se utilizaron las carteras de campo recomendadas por la Metodología en uso, la cual propone cuatro (4) formatos, de los cuales se utilizaron los siguientes:

- 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 en latizal: altura total (HT), en metros, y diámetro a la altura del pecho (DAP), en centímetros, tanto en área de borde, como en área testigo; adicional, permite el registro de información de datos de unidad de muestreo.
- 3) Formato de subparcelas, que aplica para el levantamiento de información dasométrica de brinzales, pues reemplaza DAP por DB (diámetro basal); también, permite el registro de información de datos de muestreo.
- 4) Formato de Herbáceas, que aplica para el levantamiento de información dasométrica como altura total (HT) en metros, diámetro basal (DB) en centímetros para brinzal, tanto en área de borde, como en área testigo; adicional, permite el registro de información de datos de muestreo.

En este sentido, se tuvieron en cuenta los formatos para el registro de información primaria, tomada de la medición de la vegetación encontrada; se procedió a digitalizar los datos y a registrar en ellos la información, lo cual se consolida en el Anexo 3. Registro de información primaria.

Del anexo 3, la hoja 1 (Georreferenciación) contiene la información colectada en campo, soportada en la cartera de coordenadas (Anexo 4).

Las hojas 2 a la 19 del citado anexo, contienen el registro de información dasométrica (DAP, DB y HT) de los individuos existentes en las parcelas y subparcelas temporales de la cobertura **Herbazal denso de tierra firme con arbustos**, distribuidas de la siguiente manera: de la 2 a la 10, contienen la información del **área de borde** y de la 11 a la 19, la información del **área testigo**.

En las hojas 20 a la 31 se encuentra el registro de información dasométrica (DB y HT) de los individuos identificados en las parcelas temporales de la **cobertura Herbazal denso de tierra firme no arbolado**, distribuidas así: las hojas 20 a la 25 contienen el registro de información del **área testigo** y de la 26 a la 31 del **área de borde**.

En el Anexo 5. Vegetación evaluada, se encuentra el listado de especies encontradas en el área afectada y el registro fotográfico de algunas de ellas. Parte de la información fue proporcionada por los profesionales del PNN Sumapaz.

4.2. INFORMACIÓN SECUNDARIA

4.2.1. COSTOS REPORTADOS POR LAS ENTIDADES

La información secundaria considera los costos reportados por las entidades que realizan actividades de atención del incendio forestal; sin embargo, en esta ocasión no hubo intervención alguna, debido a que, como se mencionó en el numeral 1 de este documento, el evento se apagó completamente en horas de la madrugada del 14 de diciembre de 2020, gracias a las bajas temperaturas.

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 del daño, para lo cual se contemplaron los valores de uso y no uso.

5.1. VALORES DE USO INDIRECTO

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

5.1.1. SUMIDERO DE CARBONO

Para cuantificar el sumidero de carbono, se considera la pérdida en toneladas de carbono contenido en la biomasa, por lo tanto, fue necesario cuantificar la biomasa perdida en las coberturas afectadas por el incendio. Así las cosas, se calculó el volumen total de las coberturas de **Herbazal de tierra firme con arbustos y Herbazal de tierra firme no arbolado**.

Mediante el procesamiento de datos dasométricos (DB, DAP y HT) obtenidos de la recolección de información primaria, se hallaron los volúmenes por hectárea de cada una de las especies identificadas en el área testigo y en el área de borde.

Se aplicó la siguiente fórmula de volumen, 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.

$$V=1/4 (\pi)^* [(DB)] ^2*HT*Ff$$

Donde:

DB= Diámetro basal

HT= Altura total

Ff= Factor Forma

La sumatoria del volumen de los individuos por especie, se proyectó a hectáreas y se encontró que de las treinta y nueve (39) especies identificadas en las coberturas Herbazal de tierra firme con arbustos y Herbazal de tierra firme no arbolado, la más representativa fue: *Espeletia grandiflora*. Sin embargo, también se encontraron otras especies como: *Escallonia myrtiloides*, *Chusquea tessellata*, *Baccharis tricuneata*, *Miconia salicifolia*, *Pentacalia guadalupe*, *Hypericum juniperinum*, *Hesperomeles goudotiana*.

Posteriormente, se calcularon los volúmenes totales utilizando la fórmula de volumen ya mencionada y, se clasificó el volumen obtenido por especie.

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

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)

Para el cálculo del factor de expansión de biomasa - FEB, inicialmente se debe hallar la biomasa del volumen inventariado y, si el valor de Biomasa es menor a 190 t/ha, se debe calcular mediante la siguiente fórmula:

$$FEB = 3.212 - 0.506 \ln(BV)$$

Después de aplicar la fórmula anterior, el factor de expansión de biomasa - FEB fue 1,94.

Por otra parte y de acuerdo con Yepes A. N. (2011), el contenido de biomasa en coberturas de herbazales se reporta en 28,20 t/ha, lo que quiere decir que, para obtener la biomasa total perdida en dichas coberturas, se requiere únicamente el área afectada (ha) para cada una:

$$Bhz = Afhz * 28,20 \text{ t/ha}$$

Donde:

Bhz =Biomasa de la cobertura en herbazales

Afhz=Área de afectación en cobertura de herbazales (ha)

Finalmente, con los datos de las especies involucradas en la cobertura afectada, diligenciados en la hoja Biomasa del Anexo 6. Valoración económica IF, se obtuvo la cantidad total de biomasa del área

testigo y del área de borde que fue de 1093,59 toneladas (t), de las cuales 966,41 toneladas (t) fueron para la cobertura Herbazal denso de tierra firme con arbustos y 127,18 toneladas (t) para la cobertura de Herbazal de tierra firme no arbolado.

Del valor total de la biomasa, se asume que los bosques 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.

Así las cosas, la estimación del valor económico se realizó con el método de precios de mercado, se tomó el precio actualizado reportado por IndexMundi, por lo que el costo del valor de uso indirecto de sumidero de carbono estimado es de **\$ 266.575.738**. La información se encuentra registrada en la hoja VUI-Sumidero de Carbono del Anexo 6.

5.1.2. SOPORTE Y REGULACIÓN

El soporte hace referencia a las alteraciones al suelo por procesos de erosión y degradación que potencialmente se desencadenan posterior a los incendios; 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 Valor de Uso Indirecto de soporte y regulación, se deben sumar los dos ítems soporte y regulación (Hoja VUI Soporte y Regulación del anexo 6). Para calcular el costo del valor del servicio de pérdida de regulación, se tiene en cuenta el tipo de cobertura afectada, se identifica en la tabla "REGULACIÓN" del mismo anexo 6 y se ingresan los datos de área afectada y área de borde por la cobertura identificada, lo cual arroja los costos a partir del mercado actual. Respecto al cálculo del costo del valor del servicio de remediación, se encuentra en la tabla "SOPORTE" del citado anexo, que se obtiene después de agregar el dato de área afectada en el "grupo agrológico - grupo cobertura" identificado y que corresponde a: "5F - información para evaluar la vulnerabilidad a la erosión de las distintas zonas luego del incendio".

Es importante aclarar que, aunque una de las coberturas afectadas fue de **Herbazal de tierra firme con arbustos**, por el tipo de distribución que presentaban los arbustos afectados, se tomó la cobertura genérica y se determinó el valor a partir de herbazales, por cuanto la metodología empleada no establece un mecanismo para diferenciar tipos de vegetación dentro de una misma cobertura.

Del análisis, se obtuvo que el costo estimado del valor de uso indirecto de soporte y regulación es de **\$6.789.332.897**, como se evidencia en la Hoja VUI Soporte y Regulación del anexo 6.

A continuación, se explica de dónde surgen cada uno de los valores de este servicio de uso indirecto.

5.1.2.1. SOPORTE

Teniendo en cuenta la clase agrológica VIII (Clima extremadamente frío y en algunos casos pendientes que oscilan entre 50-70%; baja fertilidad y limitada profundidad efectiva de los suelos) y el tipo de cobertura presente en esta (resultados obtenidos en el proceso de interpretación de imágenes – numeral 2.2.), 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 del incendio forestal.

La metodología empleada cuenta con una matriz en la que 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			
4	VI	D	Plantaciones latifoliadas			
5	VII-VIII	E	Plantaciones coníferas	3	Moderada	Mediano plazo
		F	Herbazales ¹³	4	Leve	Mediano a largo plazo
		G	Pastos			
		H	Áreas agrícolas			

Tabla 5. Matrices 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
Herbazal denso de tierra firme con arbustos - Herbazal denso de tierra firme no arbolado	F / Herbazales	5 / Clase VIII	1 / Muy alta / Corto plazo

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

Las coberturas identificadas como **Herbazal de tierra firme con arbustos y Herbazal de tierra firme no arbolado** corresponden al grupo F y pertenecen a la clase agrológica VIII (Clima extremadamente frío y en algunos casos pendientes que oscilan entre 50-70%; baja fertilidad y limitada profundidad efectiva de los suelos) correspondiente al grupo 5, por lo cual, la clasificación obtenida es **5F** que tiene una prioridad de conservación de suelo muy alta y requiere tratamiento de corto 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 localidad de Sumapaz y restaurar los suelos de las 24,71 hectáreas, la metodología recomienda a corto plazo: la estabilización (bioestabilización y mecánica), aplicación de mantillo, humus y microorganismos (micorrizas), introducción de agentes fijadores N y P (vegetación y microorganismos), remoción física de residuos (materiales expuestos para generar incendios), aislamiento del área afectada y enriquecimiento vegetal por medio de especies presentes en el área (establecimiento y primer mantenimiento).

Sin embargo, debido a que el incendio forestal ocurrió en ecosistema de páramo, su restauración ecológica es un proceso que requiere de mucho tiempo, debido a que los procesos ecosistémicos que se dan entre los factores bióticos y abióticos son mucho más lentos, en comparación a otros ecosistemas. En este sentido, los tratamientos que aplican para restaurar sus suelos podrían ser: restauración pasiva, con eventuales trasplantes de *E. grandiflora* y especies de macollas como *Calamagrostis effusa*, y supervivencia de estas mismas plantas de frailejón y pajonales.

Luego, de comparar los tratamientos mencionados anteriormente, para realizar los cálculos finales del servicio de remediación se tuvieron en cuenta los siguientes tratamientos recomendados por la metodología: 1. estabilización (bioestabilización y mecánica), 2. aplicación de mantillo, humus y microorganismos (micorrizas), 3. introducción de agentes fijadores N y P (vegetación y microorganismos), 7. aislamiento del área afectada y 8. enriquecimiento vegetal por medio de especies presentes en el área (establecimiento y primer mantenimiento).

Finalmente, después de realizar los cálculos, el valor del servicio de remediación es de **\$409.963.360**, como se evidencia en la tabla del costado derecho de la hoja VUI-Soporte y Regulación del Anexo 6.

5.1.2.2. 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 con las coberturas identificadas “**Herbazal de tierra firme con arbustos y Herbazal de tierra firme no arbolado**”:

Rendimiento Hídrico		
Coberturas	Tipo	Rendimiento Hídrico
Herbazal denso de tierra firme con arbustos - Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Páramo/Herbazal	39 lt/s/km ²

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

Una vez se determina cuál es el rendimiento hídrico al cual corresponden las coberturas afectadas, se relaciona con el área afectada total en km² y se obtiene el rendimiento hídrico para el área del incendio, que fue de 0,2471 l/s.

Después de obtener el valor de rendimiento hídrico se relaciona con el precio promedio del m³ de agua en Bogotá (Fuente: EAB-ESP), para obtener la valoración económica del servicio ecosistémico de

regulación que corresponde a \$ **6.379.369.537**. La información se encuentra registrada en la tabla del costado izquierdo de la hoja VUI-Soporte y Regulación del Anexo 6.

5.2. 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; se contemplaron 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.

En caso de presentar áreas de borde de las coberturas con nivel de afectación alto, será necesario incluir dicha área en la valoración correspondiente, como en este caso. Es decir, se tuvieron en cuenta los estados de desarrollo de las especies encontradas, tanto en el área afectada como en el área de borde, ya que su nivel de afectación fue alto, como se indicó en el numeral 4.1.4. DISEÑO DEL MUESTREO, de este documento.

El valor de la cobertura es revelado en: a) los costos en que se incurre para atender un incendio forestal, bajo la lógica de representar un esfuerzo porque no se afecten en mayor grado las coberturas; b) la compensación monetaria exigida, en caso de que resulten afectados individuos vegetales, donde se reconoce la importancia del individuo según las características propias de la especie y el nivel de desarrollo en el cual se encuentra; y c) las preferencias reveladas por la sociedad a través del reconocimiento de exenciones tributarias por la conservación de áreas naturales con niveles significativos de integridad y representatividad ecosistémica.

En este sentido, se obtuvo el valor estimado de existencia de las coberturas a partir de la siguiente fórmula:

$$Vec = Vex + Vcn + Vcr$$

Donde:

Vec=Valor de existencia de las coberturas

Vex=Valor de extinción

Vcn=Valor de conservación

Vcr=Valor de costos de reposición

Finalmente, con los datos obtenidos en el levantamiento de información primaria y los costos de mercado actual, se obtiene el estimado del costo perdido por valor de existencia de la cobertura para el área afectada por el incendio que fue de **\$58.218.301.993**. La información se encuentra registrada en la hoja VNU-Coberturas del Anexo 6.

5.3. COSTO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL

El valor económico y ambiental de los daños ocasionados por el incendio forestal (Anexo 6. Valoración IF Sumapaz) ocurrido el 13 de diciembre de 2020 en la localidad de Sumapaz, específicamente en la vereda Las Sopas, se estima en **\$65.274.210.628** como se muestra en la siguiente tabla:

Aproximación al Valor Económico Total	Costo
Valor de uso indirecto de sumidero de carbono	\$ 266.575.738
Valor de uso indirecto de soporte y regulación	\$ 6.789.332.897
Valor de existencia de las coberturas	\$ 58.218.301.993
TOTAL	\$ 65.274.210.628

Tabla 9. Valor económico de los daños ambientales ocasionados por el incendio forestal.
Fuente. Secretaría Distrital de Ambiente – SDA

BIBLIOGRAFÍA

- Bogotá, Alcaldía Mayor de. (2004). Decreto 190. Bogotá D.C.
- Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales - CDPMIF. (agosto 2021). Informe. Bogotá DC.
- MAVDT, IAVH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI. (2011). Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Bogotá D.C. .
- Sumapaz, A. (2018). Identificación y Priorización Escenario de Riesgo. Bogotá D.C.
- Unión Temporal L G & G - SDA. (2018). Actualización de la Metodología de Valoración Económica y Ambiental de Daños Ocasionados por Incendios Forestales. Bogotá D.C.