



## Guía para la identificación, restauración y monitoreo (en sitios pilotos) de áreas forestales quemadas en la República Dominicana

Plan Yaque, Inc | Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales | FAO





# GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, RESTAURACIÓN Y MONITOREO (EN SITIOS PILOTOS) DE ÁREAS FORESTALES QUEMADAS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

INFORME FINAL

Noviembre 2024  
Santo Domingo, República Dominicana

Instituciones:

**Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales**  
**Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)**  
**Unidad coordinadora del proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos**

Este informe fue preparado mediante la participación activa de las siguientes instituciones y técnicos:

**Por Plan Yaque, Inc**

Humberto Checo  
Julián Holguín  
Jean Carlos Mena  
Víctor Pérez  
Enmanuel Vargas  
Rafael Paula  
Iluminada Benzant

**Por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

Gerónimo Abreu  
Jimmy Abreu  
Teresa Disla

**Por FAO**

Roberta Santoro  
Juan Ferrando  
Daniel Valerio  
Roberto Escarramán

**Por el Proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos**

Maquetación general  
Juan Carlos Quezada

Diagramación  
Chinel M. Lantigua Frías

Impresión  
Imprenta Amigo del Hogar

Este material fue elaborado en el marco del proyecto 106286 "Conservación Efectiva de Bienes y Servicios Ecosistémicos en Paisajes Productivos de Montaña Amenazados" implementado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PNUD o UNDP, por sus siglas en inglés) y financiamiento otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM o GEF, por sus siglas en inglés).

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de sus respectivos autores y/o autoras, y no representan necesariamente las posiciones de las Naciones Unidas, incluido el PNUD, y las de los Estados Miembros de la ONU.

**Para citar documento:**

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021 "Evaluación Estratégica Social y Ambiental (SESA) Sistematización de experiencias del Proyecto Conservación efectiva de bienes y servicios ecosistémicos en paisajes de montaña amenazados, Proyecto Biodiversidad en Paisajes Productivos, Santo Domingo RD\* Se permite la reproducción total o parcial del contenido de esta publicación siempre y cuando sea citada la fuente.

# CONTENIDO

<b>Acrónimos</b>	<b>08</b>
<b>Glosario</b>	<b>09</b>
<b>1. Resumen</b>	<b>10</b>
<b>2. Presentación de la Guía</b>	<b>11</b>
2.1 Utilidad y alcances de la guía	
2.2 Proceso de elaboración	
<b>3. Importancia de la restauración de los ecosistemas afectados por incendios</b>	<b>11</b>
3.1 Aspectos legales de la restauración ecológica	
3.2 Caracterización de las áreas incendiadas	
<b>4. Guía para la restauración y el monitoreo de ecosistemas forestales quemados</b>	<b>14</b>
4.1 La Identificación y evaluación inicial del sitio a intervenir (Primera Etapa)	
4.1.1 Localización del área afectada	
4.1.2 Localización y evaluación inicial del área afectada	
4.1.3 Posibilidades de acceso al lugar	
4.1.4 Aspectos legales y tenencia de la tierra	
4.1.5 Evaluación inicial de los daños causados por el siniestro	
4.1.6 Posibilidad de extracción de madera u otros bienes	
4.1.7 Contacto inicial con propietarios, autoridades e instituciones	
4.1.8 Determinación de la extensión del área afectada	
4.1.9 Conocimientos técnicos requeridos para la preparación de proyectos de restauración	
4.1.10 Consulta sobre costos y disponibilidad de servicios locales	
4.2 Diagnóstico del Área a Intervenir (Segunda Etapa)	

- 4.2.1 Determinación de la riqueza de especies de la flora y fauna local
- 4.2.2 Definición de los aspectos climáticos
- 4.2.3 Definición de aspectos topográficos y del relieve
- 4.2.4 Composición del ecosistema de referencia
- 4.2.5 Evaluación del suelo
- 4.2.6 Medidas convenientes a la conservación hídrica
- 4.2.7 Delimitación de límites y vecindades
- 4.2.8 Posibles usos futuros
- 4.2.9 Preparación del proyecto de restauración
- 4.2.10 Definición de roles del equipo técnico
- 4.2.11 Logística y facilidades requeridas
- 4.2.12 Permisología y/o acuerdos
- 4.2.13 Identificación de riesgos y amenazas al proceso (vertederos, industrias, etc.)
- 4.2.14 Formularios requeridos
- 4.2.15 Preparación del proyecto
- 4.3 Intervención para la Restauración del Sitio Quemado (Tercera Etapa)
  - 4.3.1 Delimitación de las zonas de intervención
  - 4.3.2 Equipos y responsabilidades asignadas
  - 4.3.3 Limpieza y acondicionamiento de áreas a restaurar
  - 4.3.4 Medidas para la autorregeneración natural
- 4.4 Monitoreo y Seguimiento al proceso de Restauración (Cuarta Etapa)
  - 4.4.1 Línea base con valores numéricos medibles
  - 4.4.2 Porcentaje de sobrevivencia
  - 4.4.3 Porcentaje de avance acorde al cronograma
  - 4.4.4 Cambio en la flora y la fauna de sitios bajo restauración
  - 4.4.5 Cambios en la humedad del suelo
  - 4.4.6 Cambios en la cobertura del suelo
  - 4.4.7 Cambios en la densidad y altura del Rodal

5. Conclusiones	26
6. Recomendaciones	27
7. Fuentes consultadas	28

Metodología para la identificación de sitios quemados	32
1. Presentación	
2. Objetivo general de este Informe	
3. Objetivos específicos de la metodología	
4. Actividades realizadas para la preparación de la metodología	
5. Pasos seguidos para la preparación de la metodología	34
5.1 Revisión documental	
5.2 Trabajo de campo	
5.3 Elaboración del Plan de trabajo	
5.4 Elaboración del Sistema de Monitoreo de áreas afectadas	
6. Componentes SIG de la Metodología	34
6.1 Identificación y delimitación de las áreas afectadas utilizando el SIG	
6.2 Definición de las áreas a evaluar	
6.3 Tamaño mínimo del área para ser ubicada	
6.4 Imágenes satelitales disponibles	
6.5 Mecanismos para la ubicación de sitios forestales quemados	
6.6 Plataformas con series temporales disponibles	
6.7 Secuencias de puntos incendiados	
7. Tipos de cambios perceptibles a nivel satelital	42
8. Combinación de la evaluación satelital con la evaluación física (trabajo de campo)	42
9. Materiales y equipos requeridos	50
10. Información procesada del área monitoreada	51
11. Informe sobre incendios forestales ocurridos en el municipio correspondiente	51
12. Resultados obtenidos	54
12.1 Determinación con SIG de sitios forestales quemados en los municipios "piloto"	
12.2 Situación detectada en los bosques quemados utilizando SIG	

<b>13. Mecanismos para dar seguimiento con SIG a las áreas quemadas</b>	<b>55</b>
<b>13.1</b> Variables posibles de monitorear utilizando sólo herramientas SIG	
<b>13.2</b> Información requerida para la ubicación física de los sitios quemados	
<b>14 Situación física (Línea Base) identificada</b>	<b>56</b>
<b>15. Ganancias y pérdidas de un sitio quemado bajo evaluación</b>	<b>58</b>
<b>16. Conclusiones</b>	<b>59</b>
<b>17. Fuentes consultadas</b>	<b>60</b>

#### **ANEXOS**

**ANEXO 1.** Formulario para el levantamiento de línea base de un área incendiada

**ANEXO 2.** Lineamientos para el monitoreo de áreas quemadas (Línea Base - 2024)

#### **Índice de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Puntos de calor en el municipio La Descubierta.	<b>40</b>
<b>Tabla 2.</b> Puntos de calor en el municipio Rancho Arriba.	<b>40</b>
<b>Tabla 3.</b> Puntos de calor en el municipio Yamasá.	<b>40</b>
<b>Tabla 4.</b> Puntos de calor cercanos al municipio La Descubierta.	<b>41</b>
<b>Tabla 5.</b> Puntos de calor cercanos al municipio Rancho Arriba.	<b>41</b>
<b>Tabla 6.</b> Puntos de calor cercanos al municipio Yamasá.	<b>41</b>
<b>Tabla 7.</b> Puntos de calor en el municipio La Descubierta, marzo 2023.	<b>51</b>
<b>Tabla 8.</b> Puntos de calor en el municipio Rancho Arriba, marzo 2023.	<b>52</b>
<b>Tabla 9.</b> Número de incendios forestales detectados	<b>54</b>
<b>Tabla 10.</b> Sitios quemados (03/2023 a 04/2024) detectados mediante esta metodología	<b>55</b>
<b>Tabla 11.</b> Ubicación política y geográfica de sitios quemados evaluados para el estudio	<b>56</b>
<b>Tabla 12.</b> Impactos físicos y ambientales de cuatro sitios evaluados para el estudio	<b>57</b>
<b>Tabla 13.</b> Relación de ganancias y pérdidas en bosques incendiados evaluados por el proyecto	<b>59</b>

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Registro de áreas quemadas en RD en el período 2018 – 2022	<b>35</b>
<b>Ilustración 2.</b> Captura de pantalla para imágenes del satélite Sentinel-2	<b>36</b>
<b>Ilustración 3.</b> Captura de pantalla del sitio web para descargar imágenes del satélite Sentinel-2	<b>37</b>
<b>Ilustración 4.</b> Captura de pantalla para descargar archivos de incendios/puntos de calor.	<b>38</b>
<b>Ilustración 5.</b> Captura de pantalla de la solicitud de archivos realizada para fines del Proyecto.	<b>39</b>
<b>Ilustración 6.</b> Área quemada (en rojo), cercana a La Descubierta (19/01/2024)	<b>43</b>
<b>Ilustración 7.</b> Imagen (29/12/2023) La Descubierta, antes de la detección de los puntos de calor.	<b>43</b>
<b>Ilustración 8.</b> Imagen (23/01/2024) La Descubierta, después de la detección de los puntos de calor.	<b>44</b>
<b>Ilustración 9.</b> Área quemada (en rojo), cercana a Rancho Arriba (8/01/2024).	<b>45</b>
<b>Ilustración 10.</b> Imagen (29/12/2023) Rancho Arriba, antes de la detección de los puntos de calor.	<b>46</b>
<b>Ilustración 11.</b> Imagen (13/01/2024) Rancho Arriba, después de la detección de los puntos de calor.	<b>46</b>
<b>Ilustración 12.</b> Área quemada (en rojo), cercana a Yamasá (6/11/2023).	<b>48</b>
<b>Ilustración 13.</b> Imagen (19/03/2023) Yamasá, antes de la detección de los puntos de calor.	<b>48</b>
<b>Ilustración 14.</b> Imagen (06/12/2023) Yamasá, después de la detección de los puntos de calor.	<b>49</b>
<b>Ilustración 15.</b> Áreas quemadas (en rojo), en el municipio La Descubierta, marzo 2023.	<b>53</b>
<b>Ilustración 16.</b> Área quemada (1.3 ha), en La Descubierta (3/03/2023).	<b>53</b>
<b>Ilustración 17.</b> Área quemada (1.3 ha), en La Descubierta (14/03/2023).	<b>53</b>
<b>Ilustración 18.</b> Área quemada (4.9 ha), en La Descubierta (22/03/2023).	<b>54</b>

# ACRÓNIMOS

**Área Basal (m<sup>2</sup>/ha):** Metro cuadrado por hectárea

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

**FIRMS:** Fire Information for Resource Management System

**Google Earth:** Sistema de información geográfica que muestra un globo terráqueo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales y además permite la creación de entidades de puntos líneas y polígonos, que cuenta también con la posibilidad de crear mapas.

**GPS:** Global Position System (Sistema de Posicionamiento Global)

**Incendio:** Ocurrencia de fuego no controlado

**INDRHI:** Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

**km<sup>2</sup>:** Kilómetro cuadrado

**kml:** Keyhole Markup Language

**LANDSAT:** Programa conjunto entre la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos que ofrece el catálogo más amplio de observaciones de la Tierra a nivel global.

**m<sup>2</sup>:** Metro cuadrado

**MA:** Ministerio de Medio Ambiente

**MEPyD:** Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo

**msnm:** Metros sobre el nivel del mar

**NOAA:** Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica

**ONE:** Oficina Nacional de Estadísticas

**ONG:** Organización No Gubernamental

**Píxeles:** Elemento más pequeño de una imagen reproducida digitalmente

**PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**POA:** Plan Operativo Anual

**Sentinel:** Proveedor de imágenes ópticas de alta resolución para los servicios terrestres

**Shape file:** Formatos de archivo más comunes para datos geoespaciales

**SIG:** Sistema de Información Geográfico

**UTM:** Universal Transversal de Mercator

**VIIRS:** Visible Infrared Imaging Radiometer Suite

# GLOSARIO

**Bandas:** rango específico de longitudes de onda que transmite información específica sobre una característica en particular

**Conato:** inicio de un incendio

**Densidad (Arb/ha):** árboles por hectárea

**Geomática:** integración sistémica de técnicas y metodologías de adquisición, almacenamiento, procesamiento, análisis, presentación y distribución de información geográficamente referenciada

**Polígono:** segmentos de recta conectados entre sí y que encierran y delimitan un área

**Puntos de calor:** anomalía térmica detectada en una coordenada de la superficie terrestre

**Restauración Forestal:** esfuerzo deliberado para devolver al ecosistema afectado por el incendio su estado original o a una condición lo más cercana posible a su estructura, composición y función inicial.

**Restauración Ecológica:** es el proceso que procura mediante medidas técnicas aplicadas, restaurar ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos

**Restauración:** es toda actividad realizada con los fines de recuperar un ecosistema que haya sido degradado

**Rehabilitación:** se refiere a las actividades realizadas con fines de restaurar parcial o totalmente la comunidad biótica de un ecosistema degradado

**Recuperación Forestal:** proceso natural o asistido mediante el cual un ecosistema vuelve a alcanzar un estado funcional tras un incendio

**Restauración Ecosistémica:** se refiere al proceso de facilitar la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos

# Guía para la Restauración y el Monitoreo de Ecosistemas Forestales Incendiados en la República Dominicana

## 1. Resumen

Este documento tiene como objetivo proporcionar una orientación integral para la identificación, restauración y monitoreo de ecosistemas forestales dañados por incendios en la República Dominicana. A lo largo de la guía, se desarrolla una metodología basada en fuentes confiables y relevantes, la cual abarca tanto el diagnóstico inicial de las áreas afectadas como las acciones necesarias para su recuperación y seguimiento. Su contenido cita los siguientes aspectos:

**a) Beneficios de la restauración ecológica.** La guía detalla los beneficios múltiples de la restauración ecológica, que incluye los aspectos:

**1. Ecológicos:** Recuperación de la biodiversidad, mejora de la calidad del suelo y restauración de los servicios ecosistémicos;

**2. Sociales:** Protección de comunidades locales contra los efectos adversos de la degradación ambiental; y

**3. Económicos:** Estimulando actividades sostenibles como la agroforestería y el ecoturismo.

**b) Marco legal y normativo:** El documento cita las principales leyes, normativas y políticas nacionales que respaldan la restauración de ecosistemas forestales afectados. Estas regulaciones establecen un marco jurídico para garantizar la protección y recuperación sostenible de los recursos naturales.

**c) Evaluación Inicial del ecosistema afectado:** Se especifican procedimientos y criterios clave para evaluar las condiciones iniciales de los ecosistemas dañados, como:

1. Identificación de especies afectadas y su nivel de vulnerabilidad.

2. Evaluación de la erosión, pérdida de nutrientes y capacidad de regeneración.

3. Clasificación de las áreas según la gravedad del daño y su potencial de recuperación, y

4. Estrategias específicas para la rehabilitación de los ecosistemas, tales como plantaciones con especies nativas para favorecer la regeneración natural, recuperación de suelos mediante técnicas de conservación y fertilización orgánica y manejo integral de los recursos para evitar futuros incendios y degradación

**d) Monitoreo y evaluación del progreso:** La guía establece finalmente métodos para medir el avance de la restauración mediante indicadores ecológicos y socioeconómicos. Asimismo, se contempla la realización de ajustes en las estrategias aplicadas, lo que asegura que las metas de restauración que se planteen para cada intervención sean alcanzadas de manera efectiva. Para estos fines, la restauración de áreas quemadas se refiere a la implementación de medidas que promuevan nuevamente la recuperación de la cobertura forestal, lo cual evita que los sitios afectados sean convertidos en zonas agrícolas, en pastizales o zonas urbanizadas. (Ver [Glossary\\_of\\_restoration\\_interventions\\_\\_English\\_.pdf](#))

En resumen, este documento es una herramienta integral que no solo aborda los aspectos técnicos de la restauración, sino también los beneficios a largo plazo y las implicaciones legales y sociales, para

contribuir al manejo sostenible de los ecosistemas forestales en la República Dominicana.

## 2. Presentación de la Guía

La restauración ecosistémica es una práctica muy frecuente y altamente conocida en materia de gestión del medioambiente y los recursos naturales; día a día, los ecosistemas se ven expuestos a perturbaciones que pueden alterar significativamente su funcionamiento, lo que amerita la implementación de algún tipo de práctica que pueda devolver su funcionalidad. Esta guía pretende ser un instrumento práctico para abordar medidas que contribuyan a recuperar los servicios ambientales de los bosques incendiados, incluida su biodiversidad, productividad, capacidad de retención hídrica y la conservación de los suelos, entre otros.

Según Aldo Leopold (1949), cuando ocurre una perturbación en un ecosistema determinado, ya sea esta de origen natural o antropogénica, lo más favorable es permitir que sea la misma naturaleza sea la que realice su propia restauración, siempre que se garantice que el ser humano no efectuará ninguna actividad que pueda alterar el proceso

Cuando hablamos de fenómenos que alteran los ecosistemas, debemos prestar especial atención a los incendios forestales, debido a que estos suelen ser uno de los eventos más comúnmente registrados, sobre todo en zonas boscosas, y causan importantes daños a su paso.

Como su nombre lo indica, los incendios forestales son eventos que se registran en áreas que, por lo general, cuentan con cobertura forestal importante. Algunos tipos de bosques (como es el caso de las coníferas), tienen la capacidad de aprovechar las condiciones que resultan del paso del fuego para que sus semillas broten, lo cual genera una cobertura espontánea y natural que puede de-

volver, en gran medida, la funcionalidad del ecosistema afectado.

Las experiencias de Plan Yaque, Inc. nos han enseñado que cuando las condiciones están dadas para promover la restauración de un ecosistema afectado por un incendio u otro proceso de degradación forestal, es aconsejable proteger el espacio para evitar la intervención humana o la presencia de animales durante el proceso, debido a que esto es un riesgo latente que puede afectar los resultados de la restauración.

### 2.1 Utilidad y alcances de la guía

En esta guía se presenta la metodología y los criterios a seguir al momento de iniciar el proceso de restauración ecológica de un ecosistema degradado por la acción de un incendio en la República Dominicana. Describe cada uno de los pasos a llevar a cabo y las actividades requeridas hasta alcanzar el proceso, incluidas las prácticas técnicas que lo complementan.

### 2.2. Proceso de elaboración

La preparación de esta guía se realizó compilando toda la documentación sobre las experiencias del Ministerio de Medio Ambiente, de la FAO, de Plan Yaque y de otras instituciones que asumen procesos de restauración forestal en la República Dominicana. También incluye consideraciones basadas en los trabajos de campo, y las decisiones y recomendaciones resultantes de las reuniones de trabajo del equipo técnico de este proyecto.

## 3. Importancia de la restauración de los ecosistemas afectados por incendios

La restauración ecosistémica contribuye a muchas metas y objetivos sociales relacionados con la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano. Los motivos para implementar proyectos de restauración varían y podrían incluir, por ejemplo,

la recuperación de especies individuales, el fortalecimiento de la función o la conectividad de los ecosistemas a escala del paisaje terrestre o marino, la mejora de las oportunidades de experiencia de los visitantes o el restablecimiento o la mejora de varios servicios ecosistémicos. La restauración puede contribuir a la adaptación y mitigación frente al cambio climático mediante el fortalecimiento de la resiliencia y la provisión de servicios ecosistémicos, mediante la captura de carbono en los ecosistemas. El cambio rápido del clima y otros cambios globales, crean desafíos adicionales para la restauración y enfatizan la necesidad de la gestión adaptativa.

La Naciones Unidas ha indicado que los bosques tanto modificados como naturales, ofrecen múltiples beneficios ambientales, económicos y sociales. Se estima que los bosques mantienen al 80% de todas las especies de anfibios, el 75% de las especies de aves y el 68 % de las especies de mamíferos. Según los cálculos, las masas de agua dulce dan cobijo a un tercio de las especies de vertebrados y un 10% de todas las especies conocidas. Los ecosistemas montañosos albergan aproximadamente la mitad de las zonas críticas para la biodiversidad, mientras que los océanos representan el 99% del espacio vital del mundo. Estos ecosistemas diversos y sus especies ofrecen diferentes servicios ecosistémicos esenciales, desde la diversidad biológica y la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos, hasta el respaldo a nuestras economías, la salud y la seguridad (13).

Por su parte, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha indicado que los incendios forestales son eventos que se registran con una frecuencia preocupante en los bosques de la República Dominicana. En algunos casos, los incendios se han convertido en verdaderas catástrofes ambientales, lo que provoca un gran impacto en los ecosistemas afectados.

Es por tanto necesario disponer de herramientas que permitan llevar a cabo un monitoreo efectivo del comportamiento en el tiempo de los territorios que han sido impactados por incendios forestales, de manera que se pueda identificar en cuáles espacios se puede dejar que la naturaleza haga el trabajo de regeneración y en cuáles se hace necesario realizar una regeneración con algún tipo de asistencia. Esta guía ha sido elaborada con los fines de orientar la aplicación de medidas de restauración, monitoreo y seguimiento del proceso de regeneración de un área impactada por un incendio forestal.

### 3.1 Aspectos legales de la restauración ecológica

Las acciones de restauración ecológica se deben enmarcar en los lineamientos establecidos por la Ley 64/00 que define la restauración ecológica como “toda actividad dirigida a recuperar las características estructurales y funcionales de un ecosistema determinado”. Cuando se trata de zonas de producción forestal la Ley 57-18 especifica además la necesidad de que los bosques garanticen eternamente la provisión de bienes y servicios ambientales, lo que incluye la regulación del régimen hídrico, la protección de la biodiversidad, la conservación de los suelos, la adaptación y secuestro de carbono y la producción de energía, entre otros.

Cuando la restauración se realice en zonas específicas del Sistema Nacional de Protegidas (SINAP) se debe evocar lo establecido en la Ley 202/04 que establece que es una responsabilidad del Estado Dominicano rehabilitar los ecosistemas, las especies y los servicios ambientales y por tanto podrá tomar las medidas que sean necesarias para ello.

### 3.2 Caracterización de las áreas incendiadas

Cada zona en la que pueden ocurrir incendios forestales tiene características propias que inciden directamente en el comportamiento de estos. El tipo

de bosque o combustible disponible, la época del año en que ocurre, la pendiente y la vertiente del terreno, son solo algunos de los elementos que determinan su comportamiento.

De acuerdo con la clasificación establecida por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y según la forma como se comporte el fuego y los elementos que interactúen, los incendios forestales se deben clasificar según su extensión en:

- a) **Pequeños o conatos:** cuando su extensión no sobrepasa los 1,250 m<sup>2</sup> (2 tareas);
- b) **Extensos:** cuando su extensión varía entre los 1,250 a 12,500 m<sup>2</sup> (de 2 a 20 tareas), y
- c) **Muy extensos:** cuando el área afectada sobrepasa los 62,500 m<sup>2</sup> (100 tareas).

En atención a la velocidad de propagación del incendio, lo cual estará relacionado con el tipo de combustible disponible en el lugar, la pendiente y exposición del terreno y la velocidad del viento predominante, el Ministerio de Ambiente clasifica los incendios forestales en tres categorías

- a) **De propagación lenta:** los que avanzan lentamente y afectan principalmente el sotobosque y las capas superficiales de materia orgánica;
- b) **De propagación moderada:** los que se propagan a una velocidad intermedia, y alcanzan tanto el sotobosque como los arbustos y partes inferiores de los árboles; y
- c) **De propagación muy rápida:** los que avanzan rápidamente, y afectan la totalidad de la vegetación, que incluye la copa de los árboles.

Según el estrato de la vegetación al que ha afectado el fuego, estos se clasifican en:

a) **Incendio de superficie:** cuando el fuego del incendio se propaga por la vegetación más baja pegada a la superficie del suelo, generalmente por las herbáceas y por los matorrales de menor porte.

b) **Incendio de copas:** cuando el incendio se propaga por las copas de los árboles, e

c) **Incendio de subsuelo:** cuando el fuego se propaga por el subsuelo, principalmente sobre las raíces, la materia orgánica y el material orgánico del suelo.

Y según su intensidad y peligrosidad para el ecosistema afectado se clasificarán en:

a) **Moderados:** cuando la gravedad del daño es baja y de fácil restauración para el ecosistema afectado;

b) **Intensos:** cuando las quemadas son de alta gravedad para todo el ecosistema y la restauración requiere de grandes esfuerzos, mayormente de tiempo;

c) **De alta intensidad:** cuando la exposición es larga, el calor intenso y la severidad al ecosistema ha sido tan alta que su restauración representará un esfuerzo de largo plazo y altos costos;

d) **De muy alta intensidad:** cuando el ecosistema ha sido totalmente devastado hasta perder toda su estructura y su funcionalidad y su restauración representará un esfuerzo mayúsculo, muy largo y muy costoso.

Todos estos factores deben ser considerados en el combate de los incendios y en la restauración de los sitios quemados, lo que hace, por tanto, que esta actividad sea considerada de alto riesgo y de planeamiento preciso.

## 4. Guía para la restauración y el monitoreo de ecosistemas forestales quemados

La restauración de ecosistemas forestales afectados por incendios es una tarea crucial para recuperar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el equilibrio ambiental. Este proceso requiere de una planificación detallada, exhaustiva y basada en información científica, así como en el contexto social y ambiental de cada región. Para llevarlo a cabo de manera efectiva, el proceso puede dividirse en cuatro etapas fundamentales:

### 4.1 La Identificación y evaluación inicial del sitio a intervenir (Primera Etapa)

El proceso de restauración de un área afectada por un incendio forestal en la República Dominicana deberá considerar cinco elementos principales para ser llevado a cabo. Estos son: a) La evaluación general del área afectada, b) Las consideraciones legales que el proceso implica, c) La preparación de una propuesta técnica con fines de obtener su financiación, d) La constitución de un equipo técnico y la implementación de la logística necesaria para su realización y e) La ejecución (por fases) del proceso.



Este proceso conllevará muchos esfuerzos específicos, que detallamos a continuación:

#### 4.1.1 Localización del área afectada

Mediante la aplicación de la metodología de puntos de calor, se localiza los sitios afectados por incendios y para la preparación de los procesos concernientes a la restauración de sitios forestales afectados por incendios forestales. La metodología permite, por tanto:

- Localizar e identificar de forma remota áreas afectadas por incendios;

- b) Identificar la fecha en que ocurrió el incendio;
- c) Separar las áreas forestales quemadas de las áreas bajo otro uso de suelos;
- d) Comparar satelitalmente sitios incendiados en momentos distintos;
- e) Estimar la extensión del área afectada por el incendio;
- f) Crear bases de datos concernientes a las áreas quemadas;
- g) Preparar informes sobre sitios evaluados (post incendio);
- h) Apoyar la elaboración de planes la restauración de áreas quemadas, y
- i) Apoyar la preparación de planes de monitoreo de la regeneración de áreas quemadas.

#### 4.1.2 Localización y evaluación inicial del área afectada

Técnicos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, junto con representantes de otras instituciones interesadas en la restauración, realizarán una visita inicial al área afectada. Durante esta visita se coordinarán las acciones necesarias para evaluar los daños ocasionados por el incendio y se elaborará un plan de trabajo preliminar para la preparación del plan de restauración correspondiente. Las actividades a realizar en una primera visita al lugar son:

- a) Determinar el nivel de daño en vegetación, suelo, y biodiversidad;
- b) Registrar qué especies vegetales y animales han sido impactadas y su nivel de recuperación potencial;

- c) Analizar la presencia de cenizas, compactación del suelo, y posibles riesgos de erosión;
- d) Detectar posibles amenazas como deslaves, contaminación hídrica o riesgos de rebrote del incendio;
- e) Integrar el conocimiento de las personas que habitan cerca del área para comprender el impacto en su entorno y recibir información adicional sobre el ecosistema, y
- f) Documentar los hallazgos con fotografías, datos geográficos, y análisis para planificar medidas de restauración.

#### 4.1.3 Posibilidades de acceso al lugar

Durante el recorrido hacia el sitio a intervenir, se realizará una evaluación exhaustiva de las condiciones de acceso, con el fin de obtener un registro detallado de las distancias y las condiciones del camino. Este análisis incluye una estimación precisa de los kilómetros accesibles en vehículos, las distancias recorribles mediante otros tipos de transporte, así como la cantidad de terreno que será necesario cubrir a pie. Esta información resulta fundamental para una correcta planificación de la intervención, debido a que permite anticipar los recursos logísticos necesarios y las posibles dificultades en el acceso. Además, contar con esta evaluación contribuirá a definir de manera más precisa los tiempos y esfuerzos requeridos para la restauración. Para ello, se recomienda el uso de instrumentos de medición como GPS, mapas topográficos actualizados, y herramientas digitales de planificación, junto con prácticas de reconocimiento del terreno que permitan validar la viabilidad del acceso en diversas condiciones meteorológicas y geográficas.

#### 4.1.4 Aspectos legales y tenencia de la tierra

La parte legal juega un papel determinante al momento de decidir cuándo y cómo proceder

para la intervención de un área quemada con miras a su restauración. Por tal razón, se recabará información sobre:

- a) Si el área quemada es propiedad legítima del usufructuario o no
- b) Si el área pertenece al SINAP de la República Dominicana
- c) Si existe alguna sentencia definitiva que obligue a implementar un proceso de restauración.

#### 4.1.5 Evaluación inicial de los daños causados por el siniestro

Los incendios forestales no siempre tienen el mismo nivel de impacto, debido a que su grado de destructividad varía según diversos factores que los condicionan. Además, dentro de una misma área forestal, no todas las zonas afectadas presentan características homogéneas. Por esta razón, es crucial realizar una evaluación detallada de los daños causados por el fuego, tanto a nivel general (en toda el área quemada) como a nivel particular (en los espacios dentro de la zona afectada que presentan diferentes grados de daño). Este análisis es fundamental para determinar el método de restauración adecuado, las actividades a ejecutar y para evitar el uso innecesario de recursos.

#### 4.1.6 Posibilidad de extracción de madera u otros bienes

El proceso de evaluación inicial de un área quemada debe considerar la posibilidad de evaluar y cuantificar la extracción y aprovechamiento de los recursos afectados por el incendio. De forma rápida y sencilla, el evaluador puede estimar en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) o en cantidad de productos mercadeables la madera posible de extraer. Aunque el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene como política no aprovechar los recursos de áreas afectadas por incendios, en ciertos casos puede ser

beneficioso utilizar los recursos que aún conservan valor tras el siniestro. Además del aprovechamiento de estos recursos, esta medida puede evitar que, debido al daño causado por el fuego, algunos elementos del bosque se conviertan en un foco para la proliferación de plagas, enfermedades o especies invasoras, lo que podría obstaculizar el proceso de restauración del ecosistema.

#### 4.1.7 Contacto inicial con propietarios, autoridades e instituciones

Antes de llevar a cabo la primera visita de reconocimiento al área afectada, se establecerá contacto con personas e instituciones clave que puedan ofrecer orientación y apoyo para facilitar el proceso. Al referirnos a "personas e instituciones clave", nos referimos a elaborar listados y contactos viables para localizar:

- a) Autoridades locales
- b) Representantes del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- c) Organizaciones de la sociedad civil (ONG) que trabajen en temas ambientales, y
- d) Propietarios del área afectada

#### 4.1.8 Determinación de la extensión del área afectada

Para llevar a cabo una planificación efectiva, será fundamental conocer el tamaño del territorio en el que se va a trabajar. Para ello, es necesario contar con herramientas que permitan medirlo con un nivel de precisión adecuado y reportarlo en hectáreas, tareas u otras unidades conocidas y aceptadas localmente. Existen diversos métodos y herramientas disponibles para este fin, las cuales se seleccionarán según la disponibilidad. Una de las herramientas más recomendadas es Google Earth Pro, debido a su facilidad de uso y disponibilidad gratuita. Esta

herramienta debe complementarse con un GPS o cualquier aplicación capaz de registrar coordenadas geográficas, las cuales serán necesarias para marcar el perímetro del área y calcular su tamaño. En casos de conatos o áreas de extensión reducida, la extensión afectada también puede determinarse mediante cintas métricas.

#### 4.1.9 Conocimientos técnicos requeridos para la preparación de proyectos de restauración

Para determinar las actividades de restauración a implementar, es fundamental llevar a cabo un análisis exhaustivo y detallado de cada uno de los aspectos relevantes a considerar. Por ello, al momento de planificar y/o ejecutar un proyecto de restauración de un bosque, el equipo técnico debe ser diverso y multidisciplinario, para garantizar que cada componente sea abordado de manera óptima. El equipo encargado de la preparación de un proyecto de restauración forestal en un área afectada por un incendio debería contar con expertos que planteen las medidas precisas y sus alcances en las siguientes áreas:

- a) Definición del territorio afectado
- b) Hidrología
- c) Silvicultura
- d) Cartografía y geografía
- e) Biología
- f) Ecología
- g) Ornitología
- h) Botánica
- i) Herpetología
- j) Otras especialidades pertinentes

#### 4.1.10 Consulta sobre costos y disponibilidad de servicios locales

Una parte fundamental, aunque no definitiva, del levantamiento de información base para la preparación de un proyecto de restauración forestal es realizar las averiguaciones correspondientes sobre la disponibilidad local de los bienes y servicios que demandará el proyecto, así como sus costos. Es igualmente importante identificar la disponibilidad de mano de obra, personal de apoyo y otros aspectos que representarán costos para el proyecto, no solo durante el desarrollo de las actividades, sino también durante la larga fase de monitoreo y seguimiento. En este paso, el equipo técnico deberá presentar un informe que permita tomar decisiones sobre la contratación de servicios y sus costos.

#### 4.2 Diagnóstico del Área a Intervenir [Segunda Etapa]

Las tareas de la restauración forestal de sitios quemados deben desarrollarse siguiendo una secuencia de pasos temporales bien definidos. Esta etapa requiere de la participación activa de un equipo multidisciplinario que evalúe y proponga soluciones viables y sostenibles para la restauración del ecosistema afectado. Las medidas propuestas tendrán aplicaciones de corto, mediano y largo plazos. El diagnóstico es pues el conjunto de actividades, especialmente de evaluaciones y análisis, de cuyos resultados se decidirá la implementación o no de medidas convenientes a la restauración integral del ecosistema. Entre las evaluaciones más urgentes de esta etapa, se citan las siguientes:

##### 4.2.1 Determinación de la riqueza de especies de la flora y fauna local

La riqueza de un sitio quemado se mide mediante la determinación del número de especies tanto de flora como de fauna presentes en un predio sano contiguo al área devastada. Este proceso debe ser

realizado por un especialista en el tema, mediante metodologías previamente establecidas. La biodiversidad funciona como un termómetro que mide la salud del ecosistema en condiciones naturales y la identificación de la composición del ecosistema local es fundamental para plantear las acciones necesarias que permitan restaurar su funcionamiento. El propósito de la restauración forestal es recuperar la vegetación y la fauna naturales del sitio, así como los insectos, la fertilidad del suelo y, de manera sucesiva, la cadena trófica y el ciclo de nutrientes, para lograr que el ecosistema vuelva a regenerarse.

#### 4.2.2 Definición de los aspectos climáticos

Para realizar las primeras medidas de recuperación, aun hayamos ya definido la biodiversidad del sitio quemado, será sumamente necesario conocer con precisión los aspectos climáticos y las características ambientales del sitio a restaurar. Durante la fase del diagnóstico se deberán obtener registros históricos de la temperatura, la humedad relativa, velocidad del viento y la precipitación local. Estos, combinados con otros factores que deberán ser tomados en consideración como factores que modifican el clima tales como la latitud, altura sobre el nivel del mar, el relieve y la orientación de la vertiente de la montaña, son de suma importancia para el diseño de las prácticas de restauración a asumir.

#### 4.2.3 Definición de aspectos topográficos y del relieve

Otros factores que deben evaluarse durante el diagnóstico de un sitio que va a ser restaurado es el relieve. La orografía es muy importante, y más en zonas de montaña. En las zonas de mayor altitud el clima se modifica debido a las características del relieve, a las corrientes de las masas de aire, a la formación de cortinas naturales contra el viento y a la modificación de las condiciones climáticas de las zonas aledañas.

#### 4.2.4 Composición del ecosistema de referencia

La biodiversidad florística y de la vida silvestre es parte de la riqueza biológica de un área geográfica y su conocimiento es vital para un proyecto de restauración. La escogencia o no de las especies a utilizar en un proceso de restauración florística, será indicado por el ecosistema circundante utilizado como referente. Salvo otro parecer, la utilización de las especies naturales del área deberán ser las escogidas para recomponer la flora local debido a su adaptación asegurada y por su aporte a la vida ecosistémica general. Para determinar esta composición, se recomienda realizar conteos sistematizados de especies en el bosque más cercano. El inventario de flora y fauna puede realizarse mediante el establecimiento de parcelas muestrales o mediante el inventario de transectos. Existen decenas de métodos y herramientas para sustentar estudios de biodiversidad. El modelo a asumir en cada proyecto deberá ser considerado en la propuesta técnica y deberá cumplir con las exigencias de las agencias u organismos patrocinadores del proceso. Abogamos, sin embargo, por procurar métodos prácticos y sencillos que sean útiles para estos fines. Existen estándares recopilados y probados para este proceso que son de gran utilidad como es el International Standards for the Practice of Ecological Restoration - Society for Ecological Restoration que provee herramientas esenciales al respecto

#### 4.2.5 Evaluación del suelo

Los incendios afectan severamente la composición y la estructura del suelo y con la aparición de las lluvias se producen pérdidas, empeoramiento en la calidad de las aguas, aumento de la eutrofización y colmatación de los embalses y en el caso de lluvias torrenciales daños en instalaciones, viviendas o infraestructuras. Una evaluación sectorizada del sitio a restaurar es siempre recomendada. Mediante esta

práctica se podrán generar mapas de intervención y especificación de medidas de restauración para cada área específica.

#### 4.2.6 Medidas convenientes a la conservación hídrica

Dependiendo de la gravedad del daño que ha sufrido el suelo, se procederá a considerar la aplicación de pequeñas prácticas de ingeniería para la corrección hidrológica. Esto dependerá, naturalmente, de los elementos y las condiciones ambientales del sitio. Las obras más recomendadas para el control hídrico en zonas montañosas son la construcción de trinchos, acumulación de piedras a curvas de nivel, siembra de herbáceas, protección de riberas y cauces y asistencia para la restauración de la vegetación natural en las riberas. Este aspecto es considerado mayormente para sitios de grandes extensiones a restaurar.

#### 4.2.7 Delimitación de límites y vecindades

El diagnóstico debe aportar todas las informaciones necesarias para la elaboración de mapas temáticos para el proyecto. La definición clara y precisa del lugar indicará todos los límites y vecindades posibles. Esto será de gran utilidad tanto para la preparación de las medidas de restauración, para la ejecución de las mismas y aún más para las fases futuras de monitoreo y seguimiento. Los sitios fijos y marcas naturales (hitos geográficos) deben utilizarse cuanto más posible. Estos servirán de referencia para realizar imágenes comparativas y localización de áreas en las fases futuras cuando el paisaje haya nuevamente cambiado.

#### 4.2.8 Posibles usos futuros

Otro aspecto importante a definir durante la fase del diagnóstico, será la identificación de los usos posteriores del área a restaurar. Estas decisiones formarán también parte importante en la planimetría del pro-

yecto. Según el tamaño y magnitud del proyecto, podrán señalarse áreas de uso agrícola, forestal, ecoturismo, conservación, facilidades y otros.

#### 4.2.9 Preparación del proyecto de restauración

Una vez obtenidas todas las informaciones indicadas anteriormente, se procede a la preparación del conjunto de informaciones correspondiente a la división en lotes o rodales del área del proyecto. Este proceso resume todos los aspectos del diagnóstico y lo detalla como el plan de ordenación del sitio a restaurar. El instrumento más útil de este aspecto será la preparación de un mapa (plano) a una escala que permite ver cada detalle del área, y su delimitación en compartimientos, bloques y rodales. Esta división estará estrechamente vinculada al sistema vial establecido, pero también a la localización de las especies diferenciadas de la flora y la fauna, a la identificación de sitios de valor especial, a las nacientes de agua, a las zonas especiales de recuperación natural, a las zonas designadas para la restauración asistida y a la zonificación de usos propuestos.

#### 4.2.10 Definición de roles del equipo técnico

En la preparación del proyecto de restauración (plan de restauración) se definirá también la necesidad de personal a ser involucrado en el proceso, así como sus especialidades, competencias, roles y tiempo que deberá dedicarle al proceso. Es importante señalar que un proyecto de restauración podría requerir de una estructura inicial de gran cantidad de involucrados y que sólo una pequeña parte deberá continuar por muchos años después con las tareas de monitoreo y seguimiento de este.

#### 4.2.11 Logística y facilidades requeridas

El diagnóstico va gradualmente perfilando el proyecto de restauración y con base a las informacio-

nes recabadas tanto en la primera como en esta etapa, se obtendrán los datos suficientes para proyectar las necesidades de corto, mediano y largo plazos en los procesos logísticos del proyecto. En un acápite especial, deberán documentarse las necesidades de alojamiento, alimentación, transporte, mano de obra, asistencia técnica y de los suministros que se requerirán para llevar a cabo el plan. Por igual deberán recabarse en esta fase los costos de cada aspecto y la forma de obtenerlos.

#### 4.2.12 Permisología y/o acuerdos

Todo proyecto, según su alcance y complejidad, podría requerir de la emisión de permisos, licencias y aprobaciones previas a su ejecución. En el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales existe el Sistema de Autorizaciones Ambientales que es el que recibe solicitudes, las analiza y otorga o no las autorizaciones correspondientes. Es totalmente conveniente y recomendable que los proyectos de esta naturaleza consideren este aspecto. Por igual deberán definirse y transparentarse los acuerdos, las alianzas y los convenios que el proyecto contemple con agencias, academias, asociaciones, empresas, voluntarios y demás para llevar a cabo su ejecución.

#### 4.2.13 Identificación de riesgos y amenazas al proceso (vertederos, industrias y otros)

Todo proceso tiene riesgos y amenazas. En un proyecto de largo plazo, como el de la restauración de un área quemada, se requiere identificar las posibilidades de que en el futuro algunas de las metas no puedan materializarse y por tanto afecten negativamente la calidad, los tiempos, la forma o el alcance del proyecto, y debiliten por tanto su objetivo final. Existen técnicas efectivas para realizar estos análisis como el FODA, la lluvia de ideas, las entrevistas, los diagramas causa-efecto y otras que recomendamos utilizar.

#### 4.2.14 Formularios requeridos

La captura de datos es un aspecto crucial en la fase del diagnóstico de un proyecto de desarrollo. El término se refiere al proceso de obtención y registro de forma eficiente y rápida de las informaciones de diversos tipos que será requerida para la preparación de él. Es tedioso tener que volver a zonas aisladas y de difícil acceso a recabar una información que no se tomó. Una clave que recomendamos para tales fines, es elaborar la composición y el contenido del reporte que se quiere realizar y crear con ello, para cada caso, formularios y plantillas de captura de datos antes de ir al terreno. La tecnología nos permite hoy transferir estos instrumentos en aplicaciones muy prácticas y convenientes, que debemos aprovechar.

#### 4.2.15 Preparación del proyecto

Una vez finalizado el levantamiento y procesamiento de todas las informaciones recabadas durante el diagnóstico, se procederá con la preparación del presupuesto y del cronograma de trabajo, con lo que se completarían las partes fundamentales para la preparación del primer documento formal del proyecto de restauración. Este documento describirá las metas, los objetivos y las tareas específicas a desarrollar (y sus responsables) e indicará además los recursos requeridos para llevar a cabo con éxito el plan propuesto, así como los indicadores de monitoreo y seguimiento de las actividades de restauración.

##### **a) Elementos para elaborar un cronograma de trabajo de restauración forestal**

Cada proyecto deberá definir su conjunto de indicadores de acuerdo con el objetivo específico de restauración y de la información de base con la que se cuente. AUROA es una herramienta de gran valor para estos fines debido a que no sólo ayuda a preparar los pasos específicos a seguir

en cada proyecto, sino que también permite definir indicadores de evaluación y seguimiento para cada caso. Esta herramienta se basa en estándares y prácticas para la restauración de ecosistemas y proporciona elementos de gran utilidad para la elaboración del programa, tales como fases, instrumentos, actividades mínimas, que recomendamos utilizar. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/90ed5439-59f7-4e7c-8a46-17059065aadb/content> (19)

### **Mes 1:** Evaluación Inicial y Planificación

Inspección del área afectada para evaluar la extensión y gravedad del daño.

Realización de un inventario de especies vegetales y animales afectadas.

Reunión con equipos técnicos para la elaboración del plan de restauración.

Definición de las especies nativas para utilizar en la restauración.

Establecimiento de objetivos específicos (reforestación, control de erosión, monitoreo de fauna y otros).

### **Mes 2:** Preparación del Terreno

Limpieza de restos de árboles quemados y vegetación no deseada.

Preparación del suelo para la siembra (descompactación, control de maleza y otras tareas).

Instalación de sistemas de protección hídrica (si es necesario).

Revisión de las condiciones de seguridad para los trabajadores y el equipo.

### **Mes 3-4:** Reforestación

Siembra de especies nativas adaptadas a las condiciones del terreno.

Establecimiento de medidas de protección contra daños.

Realización de una campaña de concienciación local sobre la restauración del bosque.

### **Mes 5-6:** Monitoreo y Mantenimiento Inicial

Inspección de las plantas sembradas y resiembra de las que hayan muerto.

Regado, fertilización y control de plagas.

Control de la erosión del suelo (prácticas que ayuden a fijar el suelo).

### **Mes 7-9:** Control de Invasoras y Seguimiento de la Fauna

Identificación y control de especies invasoras (plantas y animales).

Seguimiento y protección de la fauna que regresa al área, para asegurar la recuperación de su hábitat.

Instalación de cámaras trampa para monitorear la biodiversidad.

### **Mes 10-12:** Evaluación de Progreso y Ajustes

Aquí puede ser muy conveniente escoger las mejores herramientas para programar la evaluación de cada fase del proceso, debido a que cada proyecto requerirá definir su propio conjunto de indicadores según el objetivo específico de restauración, y la información de base con la que se cuente. La herramienta denominada AURO (DST for Restoration Monitoring) ha sido recomendada por FAO para estos fines, porque permite especificar cada aspecto y para acompañar el seguimiento de ellas. En términos generales, la evaluación deberá considerar dos grandes aspectos:

a) El progreso de la restauración expresado en tasa de supervivencia de las plantas, calidad del suelo, presencia de fauna, cobertura vegetal, número de especies presentes y más;

b) Ajuste de las estrategias de restauración si es necesario (rehabilitación adicional, reforestación de áreas críticas, medidas de conservación de suelos, prácticas de protección y otros), y

c) La elaboración informes anuales de las actividades realizadas, los logros alcanzados y las recomendaciones para el POA futuro.

Los cronogramas deben adaptarse a las características específicas del área afectada, la disponibilidad de recursos y el tipo de flora y fauna que se desea recuperar. Es importante también considerar la participación de la comunidad local y organizaciones medioambientales durante todo el proceso.

## **b) Elementos a considerar en un presupuesto para la gestión y restauración de un Bosque Incendiado:**

### **a) Evaluación inicial del daño**

Estudio de impacto ambiental

Incluye análisis del terreno, la fauna y flora afectada, la calidad del agua, etc.

Monitoreo post-incendio

Uso de drones, cámaras o visitas de campo para medir los efectos a largo plazo.

### **b) Manejo forestal y recuperación de la biodiversidad**

Reforestación y plantación de especies nativas

Compra de plantas nativas (árboles y arbustos) y materiales (tierra, fertilizantes y demás).

Mano de obra para la siembra y el cuidado inicial.

Instalación de medidas de conservación de suelos.

Control de especies invasoras.

Manejo de plantas invasoras para prevenir que desplacen a las especies nativas.

### **c) Protección contra erosión y restauración del suelo**

Restauración de suelos y control de erosión.

Implementación de técnicas de control de erosión como cubiertas vegetales o estructuras físicas.

Abonos y fertilizantes orgánicos.

### **d) Monitoreo ambiental y gestión a largo plazo**

Establecimiento de estaciones de monitoreo.

Sensores de temperatura, humedad y calidad del aire en áreas claves del bosque.

Personal de vigilancia y control.

Sueldos de guardabosques y personal técnico para el monitoreo del área.

### **e) Educación y sensibilización comunitaria**

Campañas de concientización ambiental.

Actividades educativas sobre la importancia de la restauración forestal y la prevención de incendios.

Talleres para la comunidad local.

Actividades para involucrar a las comunidades en el proceso de restauración.

### **f) Costos administrativos y operativos**

Gastos administrativos (transporte, equipos, seguros y más).

Equipos de comunicación, transporte de materiales, seguros y otros costos operativos.

**g) Total estimado del presupuesto:** Las experiencias de Plan Yaque, Inc sobre costos asociados a la preparación, ejecución y seguimientos de proyectos de restauración forestal (tanto de sitios quemados como los de áreas degradadas por el sobreuso, la agricultura y la ganadería), oscilan entre los US\$2 a US\$3 mil dólares por hectárea durante sus primeros tres años. Esto no incluye compra de la tierra ni compensaciones directas a los propietarios. A partir del cuarto año en adelante, los costos se reducen significativamente y se limitan a las labores de supervisión y seguimiento que normalmente son asumidos por la organización promotora o por el Ministerio de Medio Ambiente con recursos propios.

**NOTA:** El presupuesto puede variar dependiendo de la magnitud del incendio, el tamaño del área afectada, las especies presentes, y las condiciones locales. También es recomendable incluir un margen de contingencia en caso de imprevistos.

### 4.3 Intervención para la Restauración del Sitio Quemado (Tercera Etapa)

A partir del diagnóstico, el plan se referirá a las acciones contempladas a aplicar en terreno para implementar las medidas de restauración. Estas estarán estrictamente ceñidas a las condiciones del sitio, a la determinación climática, del relieve, a los aspectos legales, social y otros mandatos establecidos en el plan de ordenamiento del proyecto. A continuación, se describe el alcance y mecanismos para la realización de las mismas:

#### 4.3.1 Delimitación de las zonas de intervención

La delimitación de zonas o rodales para la reforestación es un paso crucial en la planificación forestal, ya que asegura que las actividades de reforestación sean eficientes, sostenibles y alineadas con los objetivos ecológicos, económicos y sociales acorde al plan de ordenación aprobado. Para marcar físicamente los límites de los rodales o espacios de tra-

bajo se utilizan estacas, cinta delimitadora, o elementos naturales como caminos, ríos o líneas de pendiente. Es recomendable volver a digitalizar los límites en un sistema SIG para facilitar la planificación, monitoreo y seguimiento y apoyar las correcciones que se consideren convenientes al plan maestro del proyecto.

#### 4.3.2 Equipos y responsabilidades asignadas

En un proyecto de este tipo, los equipos técnicos deberán estar organizados según las áreas específicas y según las competencias necesarias para cumplir los objetivos. Las responsabilidades básicas del equipo técnico del proyecto estarán divididas en cuatro aspectos fundamentales que son:

- a) la ejecución, seguimiento y control del proyecto
- b) la asignación oportuna de recursos acorde al cronograma
- b) la gestión de riesgos y problemas, y
- c) la comunicación con los actores claves y el reporte de avances.

#### 4.3.3 Limpieza y acondicionamiento de áreas a restaurar

Preparar un sitio quemado para restaurar su estructura y su cobertura es un paso crucial para garantizar que los árboles y la vegetación crezcan nuevamente con la fuerza y la salud requeridas. Los pasos básicos para preparar el terreno son:

**Limpieza del terreno:** Eliminar malezas, piedras, raíces grandes y los restos del incendio que puedan dificultar el crecimiento de los árboles;

**Mejorar las condiciones del suelo:** Si el suelo es demasiado arcilloso o arenoso, se puede mejorar su estructura con agregados de compost, abono orgánico o materia orgánica para que retenga mejor los nutrientes y el agua.

**Cavar el hoyo de plantación:** El tamaño del hoyo dependerá del tamaño del árbol o su cepellón. Por lo general, se recomienda cavar un hoyo que sea al menos 2-3 veces el tamaño de las raíces o el cepellón. El hoyo debe ser lo suficientemente profundo como para que el árbol quede a nivel del suelo, con las raíces bien extendidas. Hay que asegurarse de que no quede más profundo que la raíz principal del árbol.

**Plantar los árboles:** Colocar el árbol en el hoyo y asegurar que esté recto y en su posición correcta. Si es un árbol con cepellón, retirar cuidadosamente la envoltura o la malla que lo rodea. Rellenar el hoyo con tierra de buena calidad, compactarlo ligeramente para eliminar bolsas de aire. Si es necesario, hay que añadir más compost o abono orgánico en las primeras capas de tierra.

**Riego:** Después de plantar el árbol, se debe regar bien para asentar la tierra y asegurar que las raíces tengan suficiente humedad. Es importante no dejar el suelo encharcado, pero sí mantenerlo ligeramente húmedo durante las primeras semanas hasta que las raíces se establezcan.

**Mulching o acolchado:** Colocar una capa de mulch (paja, corteza, hojas secas o material similar) alrededor del árbol para mantener la humedad, controlar la maleza y regular la temperatura del suelo. Asegúrese de no apretar el mulch directamente sobre el tronco.

**Cuidado post-plantación:** Hay que asegurarse de regar regularmente durante las primeras semanas, especialmente si el clima es cálido o seco. Controlar las malas hierbas que puedan competir con el árbol por nutrientes y agua. Si el árbol es pequeño, considere instalar una estaca para darle soporte en caso de vientos fuertes, pero con cuidado de que no dañe el tronco.

#### 4.3.4 Medidas para la autorregeneración natural

Las **medidas silviculturales** para restablecer un bosque de manera natural se centran en intervenir de forma que se favorezca el proceso natural de regeneración y restauración del ecosistema forestal. Estas medidas buscan ayudar a que el bosque se recupere de manera sostenible, sin necesidad de intervenciones demasiado invasivas, pero asegurando que el proceso de regeneración sea exitoso. Algunas de las principales medidas son:

**a) Exclusión de actividades humanas:** Para permitir la regeneración natural es fundamental proteger el área afectada de actividades como la tala, el pastoreo o la extracción de recursos.

**b) Control de incendios:** En áreas propensas a incendios forestales, se deben implementar medidas para prevenir o controlar estos eventos, que pueden destruir el proceso de regeneración.

**c) Corte selectivo y manejo de la mortalidad natural:** Cuando hay un exceso de árboles o especies invasoras, puede ser necesario realizar cortes selectivos para permitir la regeneración de especies nativas y reducir la competencia.

**d) Eliminación de árboles dañados o enfermos:** Los árboles que están muertos o enfermos pueden ser eliminados para evitar que sirvan de foco de plagas o enfermedades que afecten a las nuevas generaciones.

**e) Promover la regeneración por semillas:** Si el bosque ha perdido su capacidad de regenerarse de manera natural, se pueden incentivar los procesos de dispersión de semillas a través de la creación de hábitats favorables para la germinación.

f) **Preservación de bancos de semillas:** Asegurarse de que las especies nativas del bosque tengan un banco de semillas que pueda germinar naturalmente.

g) **Control de especies invasoras:** Las especies invasoras que compiten con las especies nativas deben ser controladas, ya sea mediante métodos mecánicos, químicos o biológicos, para permitir que las especies locales puedan colonizar de nuevo el área.

h) **Mantenimiento de la diversidad estructural:** Mantener o restablecer diferentes estructuras del bosque, como árboles de diferentes edades, alturas y especies, para asegurar un ecosistema diverso y equilibrado.

i) **Protección de hábitats de fauna y flora:** Preservar o restaurar hábitats críticos como los de especies de fauna y flora endémicas y en peligro, que son esenciales para la estabilidad del ecosistema.

j) **Reintroducción de especies clave:** En algunos casos, puede ser necesario reintroducir ciertas especies de árboles o animales que hayan desaparecido, especialmente aquellas que cumplen funciones ecológicas clave (como los dispersores de semillas).

#### 4.4 Monitoreo y Seguimiento al proceso de Restauración (Cuarta Etapa)

El monitoreo es un proceso continuo que se lleva a cabo durante todo el ciclo de vida de un proyecto o actividad. Consiste en la recolección de información para asegurar que las actividades se estén realizando según lo planificado. Es un proceso que permite observar y medir en tiempo real el progreso de las tareas, recursos, tiempos y resultados. Existe un mecanismo muy útil para este proceso denominado AURORA que puede muy bien orientar este aspecto. DST for Restoration Monitoring. Para que se pueda realizar esta actividad el proyecto deberá definir la situación de partida, mediante las siguientes actividades:

##### 4.4.1 Línea base con valores numéricos medibles

La línea base de un proyecto es el conjunto de planes aprobados que sirven como referencia para medir y controlar el progreso. Incluye el alcance, el cronograma y el presupuesto, y se utiliza para comparar el desempeño real frente a lo planificado. La manera de hacer esto posible es establecer referentes numéricos como, por ejemplo: número de hectáreas plantadas, monto de inversión acumulado y otros.

##### 4.4.2 Porcentaje de sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia de plantas sembradas se mide evaluando cuántas plantas han sobrevivido después de un determinado período de tiempo en relación con el número inicial de plantas sembradas. Se calcula dividiendo el número de plantas vivas entre el número de plantas sembradas multiplicado por 100. La supervivencia de las plantas puede depender de factores como el clima, la disponibilidad de agua, la calidad del suelo y otros. Las prácticas agrícolas como riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, también afectan la tasa de sobrevivencia. Este porcentaje es una forma útil de evaluar la efectividad de la siembra y el cuidado que se ha dado a las plantas en el proyecto.

##### 4.4.3 Porcentaje de avance acorde al cronograma

El porcentaje de avance de un proyecto se evalúa para medir el progreso respecto al plan establecido. Existen varias metodologías, pero la más común se basa en comparar el trabajo planificado con el trabajo realmente ejecutado. Cada tarea o actividad del proyecto debe tener un peso asignado que represente su importancia o esfuerzo relativo dentro del proyecto total. Esto puede basarse en la duración, costo, complejidad y demás. La importancia, el grado de dificultad y el tiempo que toman algu-

nas tareas, tendrán mayor peso relativo que otras y al promediarlas todas deben medir 100%.

#### 4.4.4 Cambio en la flora y la fauna de sitios bajo restauración

Para llevar a cabo el monitoreo de esta variable será necesario un inventario de especies al inicio del proyecto. Esta es una tarea que implica recopilar información detallada sobre los árboles, la vegetación y la fauna de un área determinada. Este proceso es fundamental para monitorear el avance o no de la restauración. El procedimiento consiste en identificar claramente el área intervenida, establecer parcelas o cuadrantes y obtener datos representativos para comparar el antes y el presente. La instrumentación básica para estos fines exige contar con mapas, GPS, cinta métrica, cinta diamétrica, altímetro, clinómetro, cámara fotográfica, formularios o aplicación digital y guías de identificación de especies.

#### 4.4.5 Cambios en la humedad del suelo

La evaluación de los cambios en la humedad del suelo en un área bajo restauración forestal es clave para entender la recuperación ecológica y la funcionalidad del ecosistema. Para llevar registros de esta variable se deberán considerar los cambios estacionales, fijar los sitios de muestreo y mantener sitios de control (testigos). Existen varios métodos, desde herramientas simples hasta tecnologías avanzadas. La elección dependerá de los recursos disponibles y de la precisión requerida. El muestreo gravimétrico es el más tradicional y consiste en extraer una muestra de suelo (generalmente de los primeros 10-20 cm), se pesa, se seca y se calcula la humedad como porcentaje del peso seco. También existen sondas, tensiómetros, y hasta sensores satelitales el SMAP (Soil Moisture Active Passive) de la NASA que pueden proporcionar datos de humedad superficial.

#### 4.4.6 Cambios en la cobertura del suelo

La determinación del porcentaje de cobertura en el área bajo restauración, puede considerarse como el indicador más importante del monitoreo de un área en restauración. Su determinación implica varias etapas que combinan tecnologías de teledetección, análisis geoespacial y trabajo de campo. Para estos fines el proyecto deberá obtener imágenes de satélites como Landsat, Sentinel-2, o drones equipados con cámaras multispectrales. Estos instrumentos proporcionarán información detallada de la vegetación en la zona de interés y combinadas con herramientas como el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) ayudarán a distinguir periódicamente vegetación densa de áreas no vegetadas.

#### 4.4.7 Cambios en la densidad y altura del Rodal

El cambio de la densidad y en la altura del bosque son otros indicadores de gran importancia para medir la restauración forestal. La densidad procura determinar el número de árboles por unidad de área y se expresa como (Arb/ha) = árboles por hectárea. La altura se obtiene mediante el cálculo del promedio de la altura de los árboles. La densidad y la altura son medidas clave de evaluación forestal y se utilizan para evaluar el estado del bosque. Para la determinación de estas variables, se establecen parcelas de área conocida en diferentes puntos del bosque. En algunos casos, es útil diferenciar la densidad por especies para entender la composición y la heterogeneidad del bosque.

### 5. Conclusiones

1) La aplicación de esta guía contribuirá enormemente en la identificación, evaluación y restauración de ecosistemas forestales dañados por incendios. La misma ha sido diseñada para que seguir paso a paso cada uno de los elementos necesarios

para la recuperación de la biodiversidad, la calidad del suelo y la restauración de los servicios ecosistémicos del área a intervenir. Además, su aplicación prevé implicaciones positivas tanto a nivel social como económico, mejorando las condiciones de vida de las comunidades locales y promoviendo actividades sostenibles.

2) La restauración ofrece beneficios en tres niveles: ecológicos, como la recuperación de especies y la mejora de suelos; sociales, al proteger a las comunidades contra los efectos adversos de la degradación ambiental; y económicos, al impulsar actividades como la agroforestería y el ecoturismo.

3) Las políticas y leyes nacionales que respaldan la restauración de ecosistemas forestales en la República Dominicana proporcionan un marco legal que facilita su ejecución y garantiza la protección de los recursos naturales a largo plazo.

4) Un diagnóstico preciso es crucial para el éxito de la restauración. La identificación de especies afectadas, la evaluación de la erosión y la capacidad de regeneración, así como la clasificación de las áreas afectadas, permiten tomar decisiones informadas sobre las acciones a seguir.

5) Para determinar las estrategias de restauración más adecuadas, es esencial clasificar las áreas afectadas según la gravedad del daño y el potencial de recuperación de los ecosistemas.

6) Las técnicas de restauración, como las plantaciones de especies nativas, la recuperación de suelos y el manejo integral de los recursos, son fundamentales para la rehabilitación exitosa de los ecosistemas forestales y para prevenir futuros daños.

7) El seguimiento constante de los indicadores ecológicos y socioeconómicos permite evaluar el progreso de la restauración, identificar posibles ajustes

en las estrategias y garantizar la sostenibilidad a largo plazo del proceso.

8) La implicación de las comunidades locales en el proceso de restauración es clave para asegurar que las acciones sean sostenibles y que los beneficios sociales y económicos se maximicen a nivel local.

9) Las estrategias de restauración deben ser adaptadas a las condiciones específicas de cada ecosistema afectado, tomando en cuenta factores como el tipo de daño, las especies presentes y las condiciones climáticas.

10) El enfoque integral de restauración no solo busca recuperar los ecosistemas forestales, sino también garantizar su manejo sostenible a largo plazo, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación del medio ambiente.

## 6. Recomendaciones

**1) Promover la restauración ecológica como una prioridad:** Es esencial seguir reconociendo la importancia de la restauración de ecosistemas forestales dañados por incendios en la República Dominicana, ya que contribuye a la recuperación de la biodiversidad, mejora la calidad del suelo y restaura los servicios ecosistémicos. Esta práctica también tiene beneficios sociales y económicos, mejorando las condiciones de vida de las comunidades locales y promoviendo actividades sostenibles.

**2) Enfoque integral en los beneficios de la restauración:** La restauración debe enfocarse en tres niveles: ecológicos (recuperación de especies y mejora de suelos), sociales (protección de las comunidades ante efectos negativos de la degradación ambiental) y económicos (impulso a actividades como la agroforestería y el ecoturismo).

**3) Fortalecer el marco legal:** Es fundamental seguir apoyando las políticas y leyes nacionales que respaldan la restauración de los ecosistemas fo-

restales. Esto proporcionará un marco legal sólido que garantice la protección a largo plazo de los recursos naturales.

**4) Realizar diagnósticos precisos:** Un diagnóstico adecuado es clave para el éxito de la restauración. Esto implica identificar las especies afectadas, evaluar la erosión y la capacidad de regeneración del suelo, y clasificar las áreas dañadas para tomar decisiones informadas.

**5) Clasificación de áreas para estrategias personalizadas:** Es importante clasificar las áreas afectadas según la gravedad del daño y el potencial de recuperación de los ecosistemas. Esto permitirá elegir las estrategias de restauración más adecuadas para cada situación.

**6) Aplicar técnicas de restauración efectivas:** Las plantaciones de especies nativas, la recuperación de suelos y el manejo integral de los recursos deben ser fundamentales para restaurar los ecosistemas forestales. Estas técnicas no solo rehabilitan el entorno, sino que también previenen futuros daños.

**7) Monitorear constantemente los indicadores ecológicos y socioeconómicos:** El seguimiento continuo del progreso de la restauración es esencial. Esto permitirá identificar ajustes en las estrategias si es necesario, además de garantizar la sostenibilidad del proceso a largo plazo.

**8) Involucrar a las comunidades locales:** La participación activa de las comunidades locales en el proceso de restauración es crucial. Esto garantiza que las acciones sean sostenibles y que los beneficios sociales y económicos sean aprovechados por las poblaciones que dependen de estos ecosistemas.

**9) Adaptar las estrategias a las condiciones locales:** Las estrategias de restauración deben ser adaptadas a las condiciones específicas de cada

ecosistema afectado. Es necesario considerar el tipo de daño, las especies presentes y las condiciones climáticas para asegurar una restauración exitosa.

**10) Fomentar un enfoque integral para el manejo sostenible:** La restauración no solo debe enfocarse en recuperar los ecosistemas, sino también en asegurar su manejo sostenible a largo plazo. Es importante equilibrar el desarrollo humano con la conservación del medio ambiente para promover la salud ambiental y la resiliencia de las comunidades.

## 7. Fuentes consultadas

1. **Actualización de la Línea Base de Incendios en la República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Global Environmental Fund (GEF), Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD). Santo Domingo, 2023;

2. **Áreas Quemadas y NO Quemadas.** National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2010-2024)

3. **Áreas quemadas. 2018 - 2022.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Global Environmental Fund (GEF). Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD). Santo Domingo, 2021;

4. AURORA. Assessment, Understanding and Reporting Of Restoration Actions. FAO, 2022

DST for Restoration Monitoring

5. **Bases de datos de puntos de calor.** Fire Information for Resource Management System from National Aeronautics and Space Administration (NASA FIRMS), 2024. Disponible en: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>

6. **Estrategia Nacional de Manejo del Fuego.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos

Naturales, Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID). Santo Domingo, 2020;

7. **Guía Metodológica para la Restauración de Ecosistemas degradados en República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). Sistema de Integración Latinoamericana (SICA). Agencia Alemana de Cooperación (GIZ). Santo Domingo, 2020;

8. **Imágenes Sentinel-2. 2023 - 2024.** Agencia Espacial Europea. Disponible en: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/copernicus/sentinel-2>

9. **Informe de Zonas de Riesgos de Incendios en República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, 2018;

10. **La restauración de áreas quemadas.** Junta de Andalucía. Plan INFOCA. España, 2013

11. **Límites municipales de la República Dominicana.** Oficina Nacional de Estadística: División territorial. Santo Domingo, 2021;

12. **Metodología para Toma de Datos de Regeneración Natural en Areas Afectadas por Incendios Forestales.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. México, 2018;

13. **Metodología para la Identificación y el Monitoreo de Sitios Quemados en República Dominicana.** Plan Yaque / Ministerio Ambiente y FAO. Santo Domingo, 2024. 37 pp;

14. **Enhancing Understanding of the Tropics: Australian University Paves the Way**

<https://www.un.org/en/academic-impact/enhancing-understanding-tropics-australian-university-paves-way>

15. **OpenAI. (2024).** Localización y edición de textos especializados sobre la restauración forestal. Plataforma ChatGPT. <https://chat.openai.com>

16. **Programa para la protección Ambiental de la República Dominicana.** Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID). The Nature Conservancy (TNC). Santo Domingo, 2012;

17. **Puntos de Calor. 2023 - 2024.** NASA FIRMS. Disponible en: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/download/>

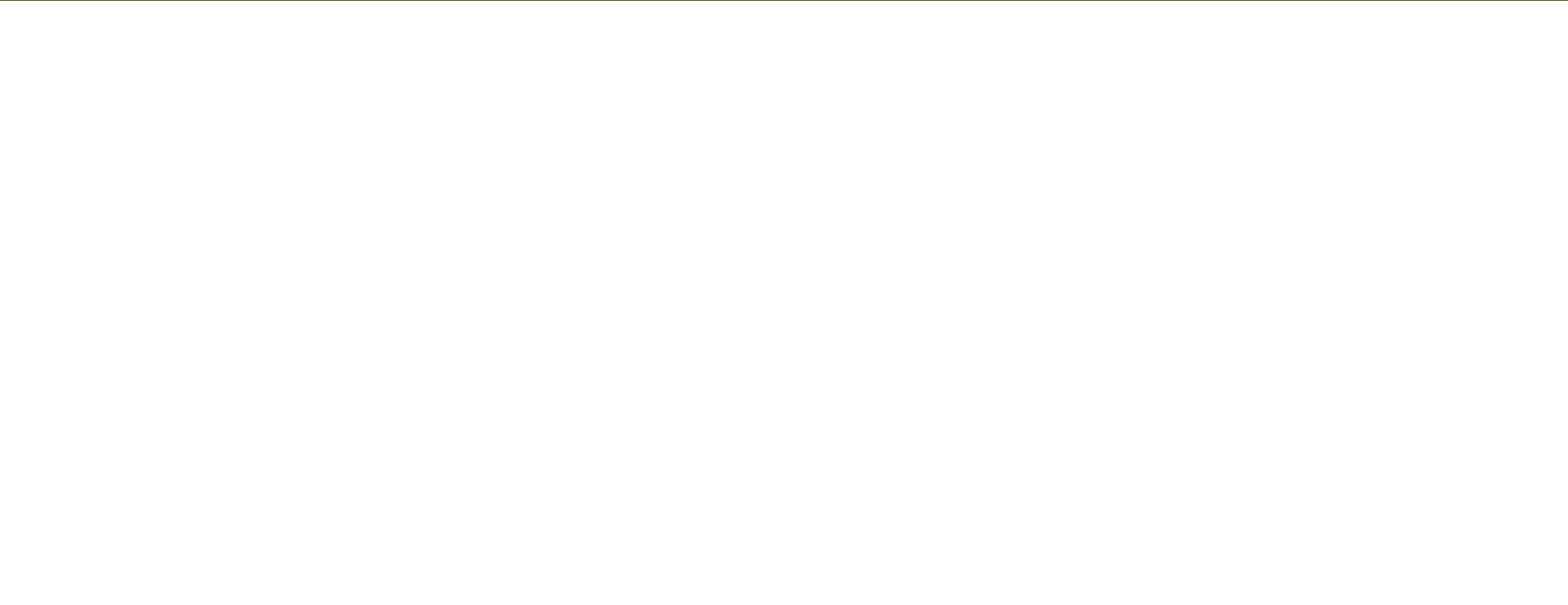
18. **Restauración de Ecosistemas Degradados de la República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, 2018;


19. **Sentinel-2 Mission.** Agencia Espacial Europea, 2024. Disponible en: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-mission>

20. **Standards of practice to guide ecosystem restoration.** A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration. Rome, FAO 2023.

Standards of practice to guide ecosystem restoration: A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration

21. **Uso y cobertura de suelo de la República Dominicana.** Dirección de Información Ambiental y Recursos Naturales (DIARENA). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo, 2012



The background features a series of overlapping, semi-transparent geometric shapes in shades of green and olive. A dark olive shape forms a central horizontal band, with lighter green shapes overlapping it from above and below. The shapes have rounded corners and create a layered, architectural effect.

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE  
SITIOS QUEMADOS EN ZONAS BOSCOSAS DE LA  
REPÚBLICA DOMINICANA

## METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS QUEMADOS

### 1. Presentación

La República Dominicana es uno de los países con mayor diversidad biológica en el Caribe. El país tiene el rango altitudinal más alto de la región, el cual se extiende desde debajo del nivel del mar en la zona del Lago Enriquillo, hasta 3,175 metros sobre el nivel del mar en el Pico Duarte en la cordillera Central. La cadena montañosa representa alrededor del 27% del territorio nacional y contiene una gran diversidad de hábitats, desde bosques de pinos hasta manglares, y se originan más de 30 cuencas hidrográficas, de las cuales 16 son las más importantes. Hay 17 zonas que captan la mayoría de las aguas superficiales del país: en la Cadena Central Montañosa, Madre de las Aguas se concentra el mayor número de zonas de captación de aguas superficiales, que sustentan a tres de los ríos más importantes del país.

El Cuarto Informe Nacional de Biodiversidad, elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el año 2010, indica que los factores principales que afectan la biodiversidad en las zonas de montaña son: a) Conversión de hábitats, principalmente mediante la expansión de la agricultura y la ganadería, la expansión del desarrollo turístico y las acciones mineras, b) Degradación de las funciones de los hábitats y los ecosistemas, principalmente causada por incendios forestales y por la contaminación de la tierra y el agua y c) El cambio climático.

El aumento de la frecuencia y la magnitud de los incendios forestales representan una amenaza para la biodiversidad a través de la reducción drástica de las poblaciones y los cambios en la composición de las especies. Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN), entre los años 1962

y 2004, ocurrieron 5,629 incendios que afectaron un área de 2,828 km<sup>2</sup>; mientras que durante el periodo 2010-2019, se registraron 2,385 incendios forestales, que afectaron 573.5 Km<sup>2</sup> de bosques, lo que representa un incremento cercano al 100% en el promedio mensual de ocurrencia de incendios.

Las áreas más afectadas por incendios forestales son particularmente bosques de pinos y hábitats secos en áreas protegidas dentro de la cordillera Central y la Sierra de Bahoruco. Para contribuir a revertir esta problemática, desde el año 2018 en la República Dominicana se implementa el proyecto GEF “Conservación efectiva de bienes y servicios ecosistémicos en paisajes de montaña amenazados”, implementado por el PNUD y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El proyecto propone un enfoque de paisaje multifocal para hacer frente a las amenazas a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos de los paisajes productivos. El área de implementación del proyecto incluye paisajes de montaña en tres zonas piloto: (1) la vertiente sur de la Sierra de Neiba; (2) los corredores que conectan el Parque Nacional Valle Nuevo, el Parque Nacional Montaña La Humeadora y la Reserva Científica Loma Barbacoa (Rancho Arriba); y (3) la cuenca del río Ozama (Yamasá).

Este proyecto ha considerado como parte de sus actividades, fortalecer las capacidades nacionales y comunitarias para la gestión integral de incendios forestales a través del fortalecimiento de capacidades, de las infraestructuras, del personal técnico y de herramientas que faciliten la identificación de sitios afectados por incendios en zonas montañosas y que orienten mediante procedimientos y buenas

prácticas, la restauración y el monitoreo de la regeneración natural de las áreas quemadas.

Este informe presenta una metodología implementada para identificar de forma remota y física áreas afectadas por incendios forestales en la República Dominicana y en otro documento separado, se presentan los mecanismos y prácticas requeridas (guía) para la restauración y seguimiento (monitoreo) de sitios forestales quemados.

Plan Yaque, Inc., en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ha elaborado estas herramientas con el propósito de apoyar acciones que faciliten la identificación y el monitoreo de áreas quemadas en sitios pilotos de la República Dominicana.

## 2. Objetivo general de este Informe

El objetivo de este informe es compartir los detalles de una metodología útil para la identificación y el monitoreo de áreas quemadas en sitios pilotos del proyecto UNFA/DOM/021/UND, en la República Dominicana.

## 3. Objetivos específicos de la metodología

Esta metodología ha sido desarrollada y ha demostrado ser conveniente para la identificación de sitios afectados por incendios y para la preparación de los procesos concernientes a la restauración de sitios forestales afectados por incendios forestales. La metodología permite, por tanto:

1. Localizar e identificar de forma remota áreas afectadas por incendios;
2. Identificar la fecha en que ocurrió el incendio;
3. Separar las áreas forestales quemadas de las áreas bajo otro uso de suelos;

4. Comparar satelitalmente sitios incendiados en momentos distintos;

5. Estimar la extensión del área afectada por el incendio;

6. Crear bases de datos concernientes a las áreas quemadas;

7. Preparar informes sobre sitios evaluados (post incendio);

8. Apoyar la elaboración de planes la restauración de áreas quemadas, y

9. Apoyar la preparación de planes de monitoreo de la regeneración de áreas quemadas.

## 4. Actividades realizadas para la preparación de la metodología

El desarrollo de esta metodología se inició con la consulta de informaciones disponibles en redes, documentos y datos levantados en terreno en la zona piloto designada (tres municipios de República Dominicana). Una vez definidos los procesos, y haciendo énfasis en los municipios designados, se realizaron las siguientes actividades:

1. Se revisó la Estrategia Nacional de Manejo y Gestión del Fuego, estadísticas de ocurrencia de incendios forestales levantadas por el Programa Nacional de Gestión y Manejo del Fuego del Viceministerio de Recursos Forestales;

2. Se elaboró un plan de trabajo para el desarrollo del servicio técnico, que incluye la metodología y el cronograma de actividades;

3. Se realizaron búsquedas en terreno de áreas afectadas por incendios forestales en los municipios del proyecto, e involucrar la participación de actores locales de cada localidad;

4. Se realizaron reuniones y visitas conjuntas con personal técnico y administrativo del Programa Nacional de Gestión y Manejo del Fuego, así como productores y otros actores comunitarios;
5. Se llevaron a cabo entrevistas y registros de las actividades de campo y de oficina, así como las visitas y trabajos realizados, incluidos anexos, fotografías, agendas, evaluación, lecciones aprendidas;
6. Se elaboró una base de datos con todas las informaciones colectadas en el proceso, incluyendo los resultados de los análisis y levantamientos de campo;
7. Se elaboraron y socializaron informes intermedios de avances con el equipo técnico del Ministerio Ambiente, FAO y expertos nacionales asociados, y
8. Se socializaron los resultados finales de la metodología utilizada, demostrando su utilidad para la realización de los requerimientos para los que fue elaborada.

## 5. Pasos seguidos para la preparación de la metodología

### 5.1 Revisión documental

Se revisaron fuentes primarias y secundarias sobre la evaluación y restauración de áreas boscosas quemadas: investigación en internet, consultas a expertos nacionales e internacionales en Gestión del Fuego, estadísticas disponibles y la creación de líneas base.

### 5.2 Trabajo de campo

El equipo técnico realizó visitas al campo junto a expertos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como de otras autoridades nacionales, a los fines de conocer la situación actual

del área y sobre el terreno discutir la estrategia más conveniente para el logro de los objetivos, alcances y propósitos de la metodología descrita.

### 5.3 Elaboración del Plan de trabajo

Se elaboró un plan de trabajo consensuado entre el Ministerio Ambiente, FAO, actores locales y Plan Yaque que posibilitó el logro de las metas, las metodologías a seguir y las actividades a realizar por fechas para obtener los productos definidos.

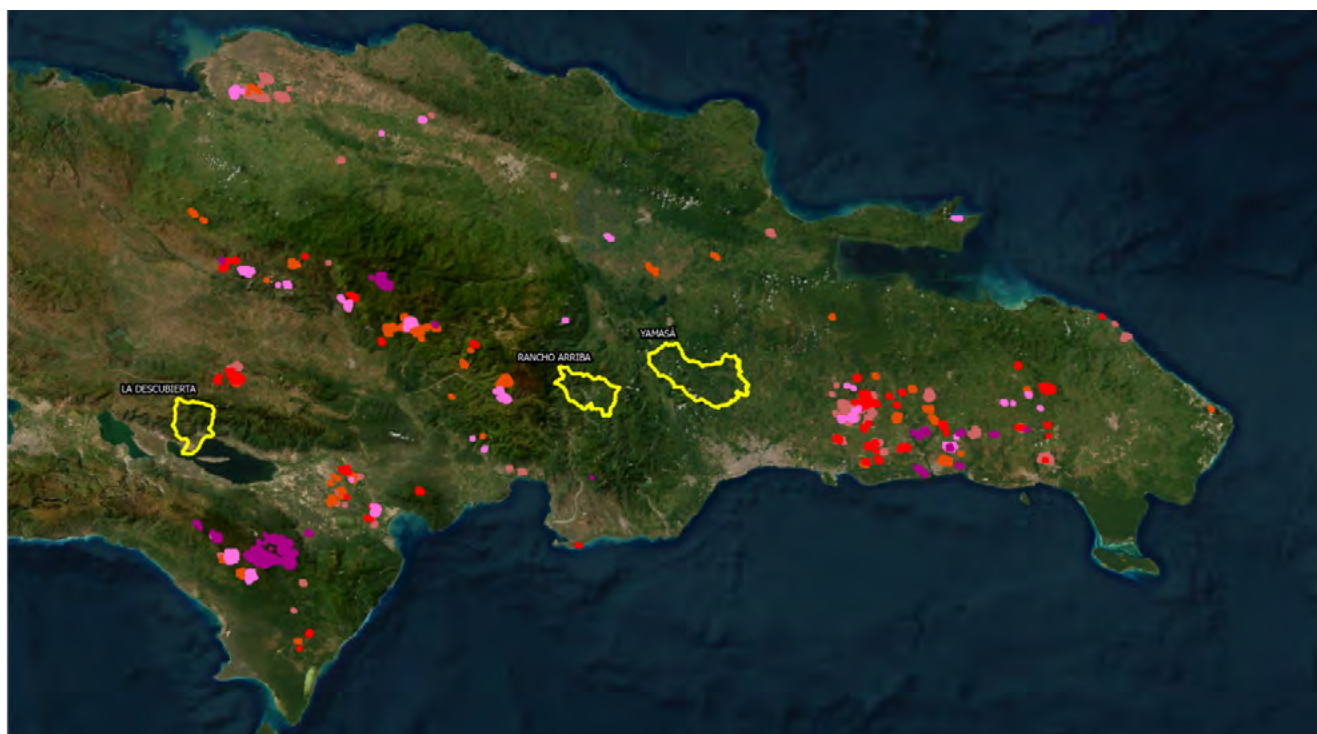
### 5.4 Elaboración del Sistema de Monitoreo de áreas afectadas

Se inició con la evaluación de manera virtual y física de áreas incendiadas mediante el uso de plataformas satelitales de Puntos de Calor y estableciendo parcelas físicas de monitoreo de 600 m<sup>2</sup> como representación del área circundante a cada km<sup>2</sup>. Estas parcelas fueron evaluadas y monitoreadas al 100% en su composición florística y la regeneración natural del entorno natural general. Para realizar la evaluación estratificada, fueron utilizadas las plataformas disponibles de los sitios y la interpretación visual de cada parcela. Las informaciones obtenidas fueron cargadas a hojas de cálculo con el propósito de cuantificar los daños al sitio al relacionarlo con las características y condiciones del bosque más adyacente no afectado por el incendio.

## 6. Componentes SIG de la Metodología

Esta metodología ha sido estructurada siguiendo las especificaciones técnicas, las normas nacionales e internacionales y considerando principalmente, las características de los sitios donde se vaya a implementar. La misma ha demostrado ser de gran utilidad para la identificación y delimitación de sitios quemados, mediante el uso de información relevante relacionada con los puntos de calor y con el tiempo de ocurrencia del evento.

Ilustración 1. Registro de áreas quemadas en RD en el período 2018 – 2022



### 6.1 Identificación y delimitación de las áreas afectadas utilizando el SIG

El Sistema de Información sobre Incendios (FIRMS, por sus siglas en inglés), proporciona acceso a imágenes satelitales, puntos críticos e incendios activos y otros productos relacionados para identificar la ubicación, extensión e intensidad de la actividad de incendios, y por tanto separar las áreas forestales de otras zonas con otros usos del suelo. Los puntos de calor se detectan en áreas que emiten una alta cantidad de radiación térmica, pero no siempre deben ser interpretados como “incendios forestales”. Si los puntos ocurren en zona de cobertura boscosa, es un indicador que se ha producido un “incendio forestal”. Para llegar a esto, es pues necesario confirmar que hubo daños en la cobertura boscosa mediante el análisis y la interpretación de imágenes satelitales. Para ello se compararon imágenes con fechas anteriores y posterior a la de los puntos de calor, y detectando cambios en la co-

bertura del suelo, se confirma que hubo afectación por incendio.

Los polígonos indicadores de daños causados por incendios, fueron registrados en una base de datos geográfica. De esta forma, se podrá dar seguimiento a la evolución y/o recuperación de la vegetación en el área afectada.

### 6.2 Definición de las áreas a evaluar

La metodología demostró que las áreas a evaluar correspondían a zonas boscosas en las cuales se había detectado puntos de calor y que presentaban daños en su cobertura al examinar las imágenes satelitales correspondientes. En este caso, y a manera de prueba, se utilizó para estos fines, el periodo comprendido entre los meses de noviembre 2023 a enero 2024. Los sitios de interés son los municipios La Descubierta, Rancho Arriba y Yamasá.

### 6.3 Tamaño mínimo del área para ser ubicada

La metodología utilizó un clúster de píxeles con tamaño de 3\*3, para detectar zonas con cambios en su cobertura, a través de imágenes satelitales. El área estuvo determinada por la resolución de la imagen utilizada, según la expresión "Área mínima = clúster de píxeles x tamaño de píxel". Es decir, que para una imagen con píxel de tamaño 20 m el área mínima necesario ha de ser de 3,600 m<sup>2</sup> (3\*3\*20\*20).

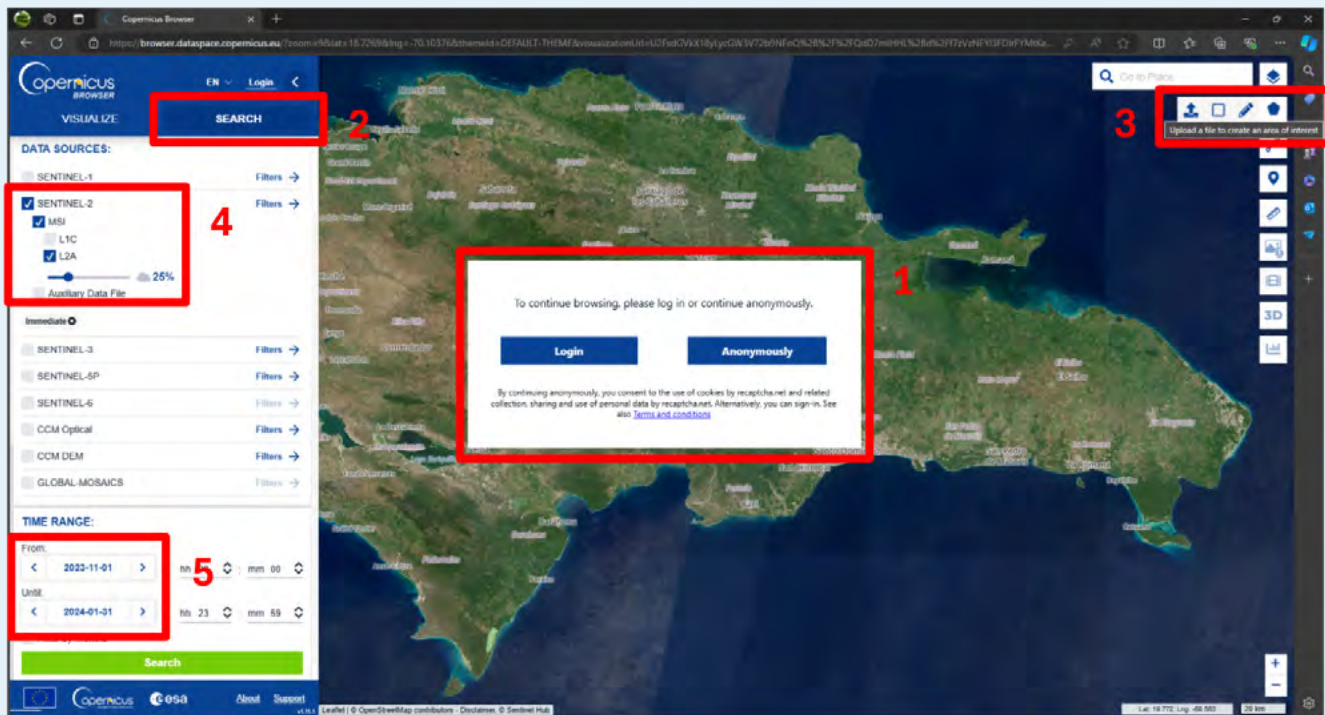
### 6.4 Imágenes satelitales disponibles

Las imágenes del satélite Sentinel-2, son las de mejor resolución actualmente y son de libre acceso. Este satélite toma muestras de 13 bandas espectra-

les: cuatro (4) bandas a 10 m, seis (6) bandas a 20 m y tres (3) bandas a 60 m de resolución espacial. Las bandas utilizadas para la detección de áreas quemadas son las de 20 m de resolución. La descarga de estas imágenes se puede realizar desde la interfaz "Copernicus browser", a través del enlace web: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>

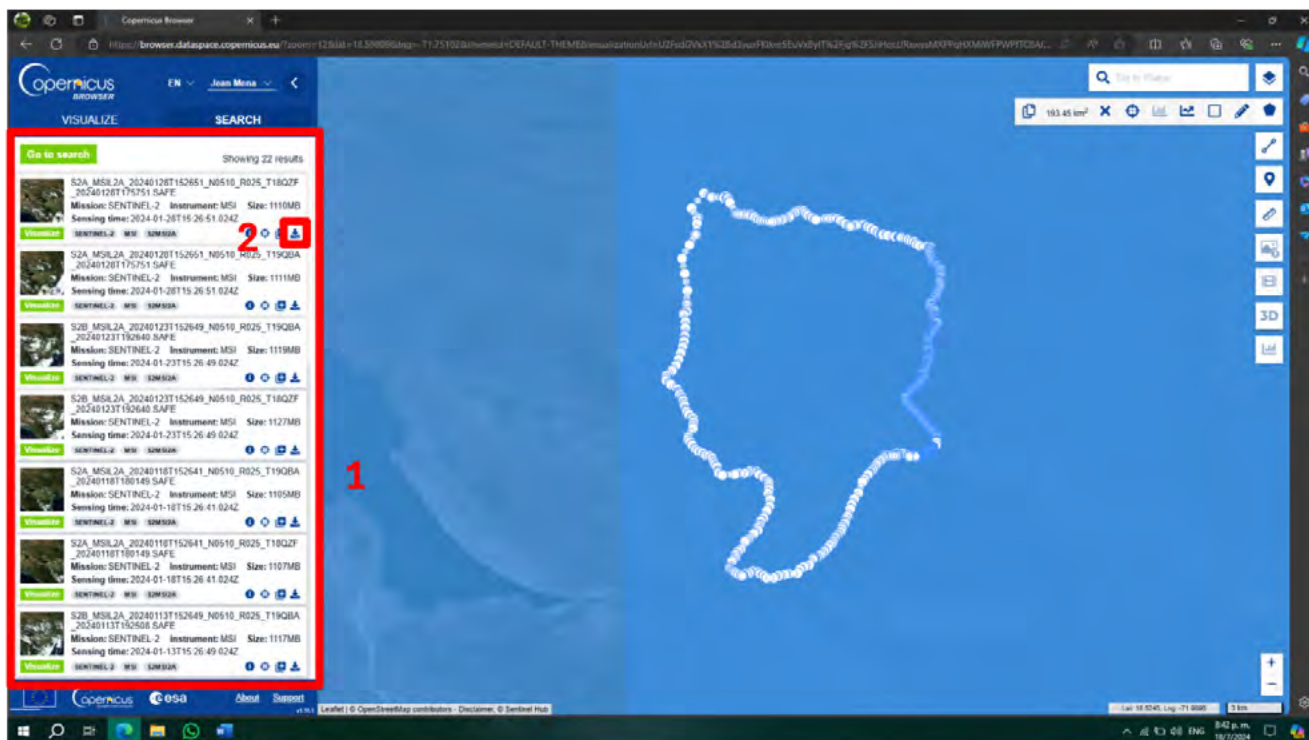
Al acceder a esta plataforma se debe realizar los siguientes pasos: 1) Registrarse y crear una cuenta; 2) Presionar la pestaña "SEARCH"; 3) Cargar el polígono (.kml) del área de interés; 4) Seleccionar el satélite Sentinel-2 (L2A) y el porcentaje máximo de nubosidad permitido "25%", y 5) Seleccionar el periodo de interés "2023/11/01 a 2024/01/31".

Ilustración 2. Captura de pantalla para imágenes del satélite Sentinel-2



Al presionar el botón verde “SEARCH” aparecerá una lista de imágenes que cumplen con los criterios definidos. Presionar el botón “Download product” de la imagen que mejor se ajuste a los requerimientos del usuario.

Ilustración 3. Captura de pantalla del sitio web para descargar imágenes del satélite Sentinel-2



### 6.5 Mecanismos para la ubicación de sitios forestales quemados

Los datos de puntos de calor están disponibles, dentro de las 3 horas posteriores a la observación satelital, a través del enlace web: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/find-data/near-real-time/firms>

En la sección “Archivos de descarga” se obtiene información sobre incendios/puntos de calor activos, de los últimos 7 días en formato: archivos de forma (.shp), archivos de texto separados por comas (.csv) o archivos JSON (.json). Los datos de calidad científica estándar se pueden descargar con un retraso de 2 a 3 meses generalmente.

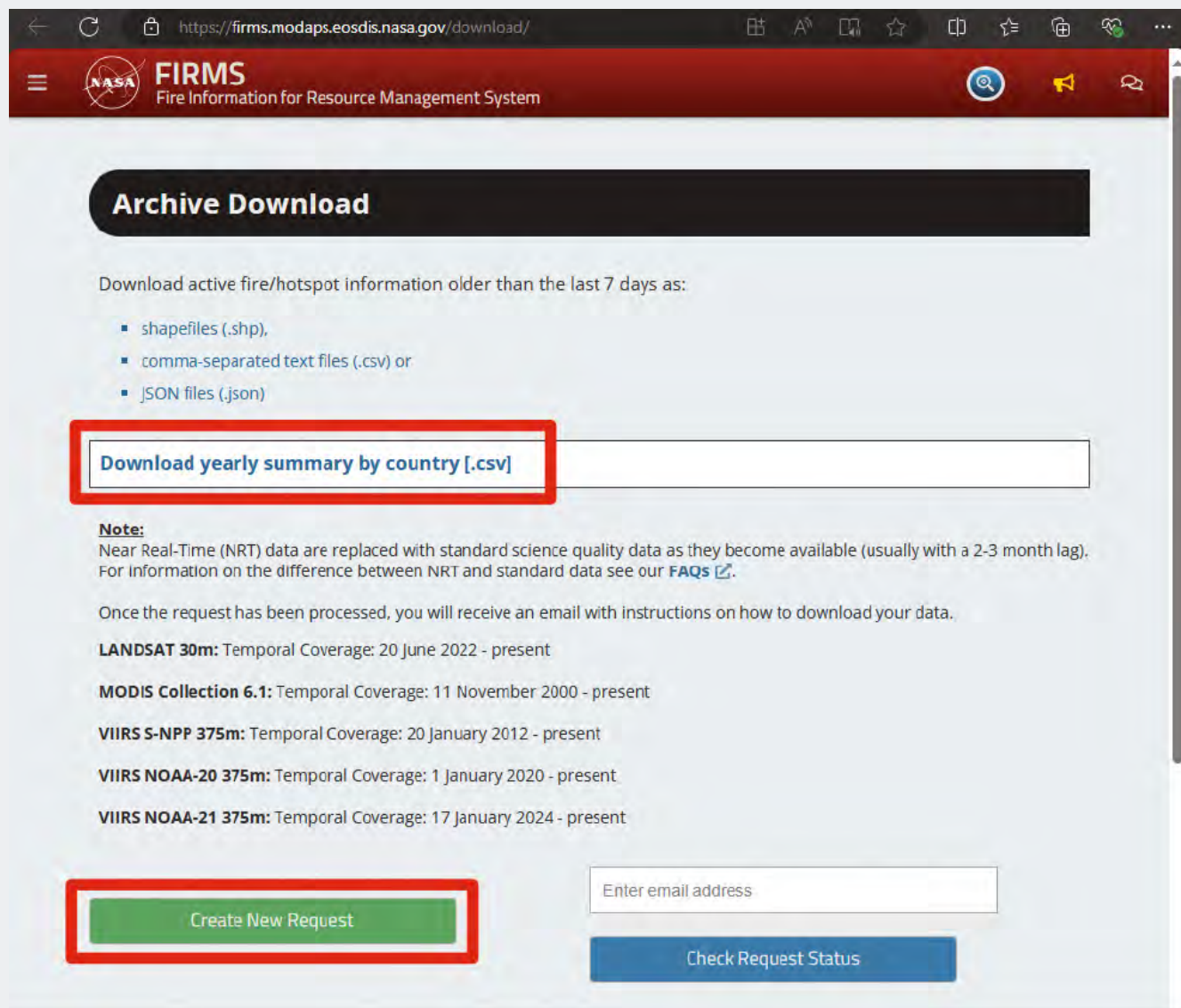
### 6.6 Plataformas con series temporales disponibles

Los períodos de datos acumulados son diferentes para cada sensor, como se muestra a continuación:

1. LANDSAT 30m: Cobertura temporal: 20 de junio de 2022 - presente
2. Colección MODIS 6.1: Cobertura temporal: 11 de noviembre de 2000 - presente
3. VIIRS S-NPP 375m: Cobertura Temporal: 20 de enero de 2012 - presente
4. VIIRS NOAA-20 375m: Cobertura temporal: 1 de enero de 2020 - presente
5. VIIRS NOAA-21 375m: Cobertura temporal: 17 de enero de 2024 - presente

La información está disponible como resúmenes anuales por país y por periodos definidos por el usuario:

Ilustración 4. Captura de pantalla para descargar archivos de incendios/puntos de calor.



Para fines de esta consultoría se realizó una descarga de puntos de calor que cubre todo el territorio de la República Dominicana en el periodo noviembre 2023 - enero 2024, como se muestra a continuación:

Ilustración 5. Captura de pantalla de la solicitud de archivos realizada para fines del proyecto.

**Download Request**

Country:

Buffer:

**Fire Source**

- MODIS
- VIIRS S-NPP
- VIIRS NOAA-20
- VIIRS NOAA-21
- LANDSAT (US CONUS only)

2023-11-01 - 2024-01-31

Data availability:

- MODIS Terra: November 11 2000 - present
- MODIS Aqua: July 04 2002 - present
- VIIRS S-NPP: January 20 2012 - present
- VIIRS NOAA-20: January 01 2020 - present
- VIIRS NOAA-21: January 17 2024 - present
- LANDSAT: June 20 2022 - present (US /Canada only)

Shapefile (.shp)

Send email confirmation for this data request

Please note: All requests are monitored and approved by the FIRMS team. Please provide us with accurate and valid information in order to prevent delays in processing your request.

En la solicitud se elige: 1) la opción "Country"; 2) el país "Dominican Republic"; 3) los sensores fuente de los datos "MODIS, VIIRS S-NPP, VIIRS NOAA-20, VIIRS NOAA-21 y LANDSAT"; 4) el período de interés "2023/11/01 a 2024/01/31"; 5) el formato de los datos "Shapefile", y; 6) el correo donde se recibirán los enlaces para descargar los datos.

## 6.7 Secuencias de puntos incendiados

La información de los puntos de calor coincidentes con los sitios de interés del proyecto se muestra en las siguientes tablas:

**Tabla 1.** Puntos de calor en el municipio La Descubierta.

DENTRO DEL MUNICIPIO													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
211469.96	2053419.38	340.09	0.47	0.40	8/11/2023	1815	J1V-C2	VIIRS	n	2.ONRT	297.98	6.8	D
211417.38	2053713.72	337.93	0.41	0.37	11/11/2023	1808	SV-C2	VIIRS	n	2.ONRT	296.47	3.8	D
211404.74	2053716.13	331.82	0.54	0.68	30/11/2023	1711	SV-C2	VIIRS	n	2.ONRT	296.69	4.5	D

**Tabla 2.** Puntos de calor en el municipio Rancho Arriba.

DENTRO DEL MUNICIPIO													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
346875.58	2069576.29	329.48	0.45	0.39	15/11/2023	1741	J1V-C2	VIIRS	n	2.ONRT	287.95	2.9	D
346804.14	2069610.08	343.04	0.45	0.39	23/11/2023	1743	SV-C2	VIIRS	n	2.ONRT	298.45	4.6	D

**Tabla 3.** Puntos de calor en el municipio Yamasá.

DENTRO DEL MUNICIPIO													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
389232.98	2071473.90	334.58	0.62	0.54	2/11/2023	1826	J1V-C2	VIIRS	n	2.ONRT	297.40	10.39	D
381184.32	2075866.68	334.65	0.44	0.38	1/12/2023	1741	J1V-C2	VIIRS	n	2.ONRT	299.46	9.70	D
389312.51	2079057.22	327.87	0.42	0.45	7/12/2023	1730	J1V-C2	VIIRS	n	2.ONRT	293.32	2.41	D
371693.70	2084008.13	329.74	0.52	0.42	28/12/2023	1736	J1V-C2	VIIRS	n	2.ONRT	294.33	3.61	D
383810.24	2073665.70	329.32	0.52	0.41	28/12/2023	1736	J1V-C2	VIIRS	n	2.ONRT	289.40	3.45	D
399480.54	2069590.45	338.16	0.43	0.38	7/11/2023	1743	SV-C2	VIIRS	n	2.ONRT	298.53	4.37	D
395652.99	2075481.86	302.60	0.49	0.40	10/1/2024	631	SV-C2	VIIRS	n	2.ONRT	291.56	0.54	N
389408.08	2070589.78	332.21	0.43	0.38	10/1/2024	1743	SV-C2	VIIRS	n	2.ONRT	293.83	3.00	D

Para los puntos de calor del municipio La Descubierta se evaluaron tres (3) imágenes de fecha 9/11/2023, 14/11/2023 y 9/12/2023. Para el municipio Rancho Arriba se evaluaron tres (3) imágenes de fecha 19/11/2023, 24/11/2023 y 29/11/2023. Para el municipio Yamasá se evaluaron siete (7) imágenes de fecha 11/11/2023, 16/11/2023, 21/11/2023, 6/12/2023, 11/12/2023, 5/1/2024 y 15/1/2024.

Al inspeccionar las imágenes satelitales no se encontraron daños en la cobertura de la tierra de las áreas donde fueron detectados los puntos de calor. Por tal motivo hubo que seleccionar puntos cercanos a los municipios de interés. Las siguientes tablas muestran la información de los puntos de calor dentro de un radio de 5 Km de los sitios pilotos del Proyecto. Se resaltan en verde los puntos de calor donde fueron detectadas áreas con daños en la cobertura de la tierra:

**Tabla 4.** Puntos de calor cercanos al municipio La Descubierta.

CERCANO AL MUNICIPIO (5KM)													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
205570.33	2050894.53	334.08	0.38	0.36	14/11/2023	1802	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	298.93	1.92	D
205270.94	2052848.80	305.60	0.42	0.45	24/12/2023	559	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	290.86	0.63	N
201830.40	2054246.21	324.29	0.44	0.38	19/1/2024	614	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	295.32	2.99	N
201732.59	2054341.91	321.15	0.44	0.38	19/1/2024	614	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	295.26	2.69	N
201712.47	2053868.10	317.73	0.44	0.38	19/1/2024	614	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	295.04	2.97	N
201644.38	2054039.76	324.84	0.48	0.40	19/1/2024	637	J2V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	295.50	5.32	N
201633.38	2054281.43	311.87	0.39	0.59	19/1/2024	703	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	292.90	2.04	N

**Tabla 5.** Puntos de calor cercanos al municipio Rancho Arriba.

CERCANO AL MUNICIPIO (5KM)													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
358416.94	2074020.33	329.50	0.47	0.40	5/12/2023	1808	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	297.4	8.0	D
357922.44	2058617.02	307.28	1.99	1.38	1/12/2023	1804	M-C61	MODIS	53	6.1NRT	291.6	17.2	D
361848.53	2073556.50	328.40	0.45	0.39	7/11/2023	1743	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	296.7	2.4	D
354052.37	2077732.65	327.85	0.47	0.48	8/1/2024	1819	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	291.6	2.5	D
355186.57	2075130.69	331.41	0.45	0.39	10/1/2024	1743	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	297.8	7.9	D

**Tabla 6.** Puntos de calor cercanos al municipio Yamasá.

CERCANO AL MUNICIPIO (5KM)													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
366267.01	2087097.45	330.74	0.79	0.78	6/11/2023	1851	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	281.64	6.25	D
400815.98	2083843.04	342.39	0.40	0.44	8/11/2023	1815	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	293.53	4.73	D

399944.30	2066178.56	341.11	0.43	0.38	1/12/2023	1741	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	296.79	3.68	D
372650.68	2086510.49	338.83	0.39	0.36	6/12/2023	1749	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	303.48	20.46	D
379857.26	2087532.87	332.09	0.39	0.36	27/12/2023	1756	J1V-C2	VIIRS	n	2.0NRT	296.12	2.63	D
372272.22	2086170.00	319.74	1.26	1.12	6/12/2023	1815	M-C61	MODIS	76	6.1NRT	297.69	19.2	D
399747.69	2066490.56	323.38	1.21	1.09	15/1/2024	1456	M-C61	MODIS	79	6.1NRT	298.29	21.2	D
400923.53	2066284.05	309.59	1.21	1.09	15/1/2024	1456	M-C61	MODIS	58	6.1NRT	298.16	5.09	D
372011.48	2090392.79	331.21	0.52	0.42	2/11/2023	1737	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	295.31	3.69	D
365674.83	2087525.58	334.68	0.41	0.37	6/11/2023	1802	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	294.95	4.98	D
399862.10	2066190.06	333.09	0.43	0.38	23/11/2023	1743	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	297.85	2.88	D
372607.05	2086756.48	352.60	0.49	0.65	6/12/2023	1840	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	294.15	10.9	D
372618.15	2086838.30	367.00	0.49	0.65	6/12/2023	1840	SV-C2	VIIRS	h	2.0NRT	294.25	10.6	D
399931.82	2064620.54	327.07	0.39	0.36	30/12/2023	1749	SV-C2	VIIRS	l	2.0NRT	300.77	1.53	D
380259.00	2068948.16	329.09	0.39	0.36	4/1/2024	1756	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	295.15	1.94	D
372607.68	2067453.42	331.89	0.38	0.36	4/1/2024	1756	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	298.05	14.3	D
392949.72	2062589.49	337.90	0.49	0.49	8/1/2024	1819	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	299.27	6.05	D
376728.67	2069952.56	339.48	0.79	0.78	17/1/2024	1851	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	290.8	7.47	D
375900.47	2069887.17	328.93	0.79	0.78	17/1/2024	1851	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	287.95	7.47	D
376636.42	2070035.06	341.68	0.79	0.78	17/1/2024	1851	SV-C2	VIIRS	n	2.0NRT	291.12	13.1	D

Para los puntos de calor cercanos al municipio La Descubierta se evaluaron dos (2) imágenes de fecha 29/12/2023 y 23/1/2024. Para el municipio Rancho Arriba se evaluaron tres (3) imágenes de fecha 14/11/2023, 29/12/2023 y 13/1/2024. Para el municipio Yamasá se evaluaron siete (7) imágenes de fecha 21/11/2023, 26/11/2023, 6/12/2023, 11/12/2023, 5/1/2024, 10/1/2024 y 20/1/2024.

## 7. Tipos de cambios perceptibles a nivel satelital

Es necesario hacer comparaciones entre imágenes satelitales para detectar las áreas con daños en la cobertura del suelo. Se debe elegir una imagen con fecha anterior a la de los puntos de calor y otra imagen de fecha posterior. Cuando hay cam-

bios en la cobertura del suelo entre una imagen y otra, se puede determinar que hubo una afectación por incendio.

## 8. Combinación de la evaluación satelital con la evaluación física (trabajo de campo)

Se detectó una (1) zona afectada con extensión de 16 hectáreas, a 2.3 Km de distancia del municipio La Descubierta. La detección se produjo al comparar la imagen del satélite Sentinel-2 de fecha 29/12/2023 con otra imagen de fecha 23/01/2024.

Ilustración 6. Área quemada (en rojo), cercana a La Descubierta (19/01/2024).



Ilustración 7. Imagen (29/12/2023) La Descubierta, antes de la detección de los puntos de calor.



Ilustración 8. Imagen (23/01/2024) La Descubierta, después de la detección de los puntos de calor.



Área quemada



Área quemada



Área quemada, vista desde la carretera



Área quemada, vista desde la carretera



Se detectó una (1) zona afectada con extensión de 6 hectáreas, a 3.6 Km de distancia del municipio Rancho Arriba. La detección se produjo al comparar la imagen del satélite Sentinel-2 de fecha 29/12/2023 con otra imagen de fecha 13/01/2024.

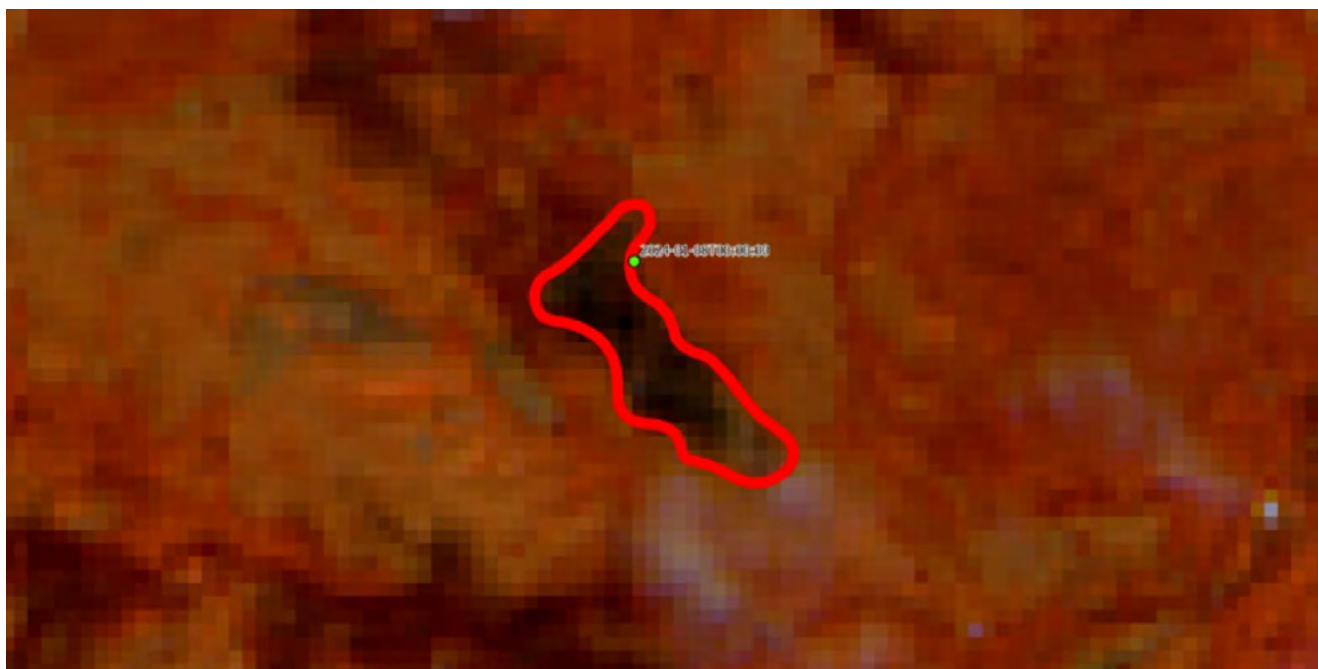
**Ilustración 9.** Área quemada (en rojo), cercana a Rancho Arriba (8/01/2024).



Ilustración 10. Imagen (29/12/2023) Rancho Arriba, antes de la detección de los puntos de calor.



Ilustración 11. Imagen (13/01/2024) Rancho Arriba, después de la detección de los puntos de calor.





Área quemada



Área quemada



Área quemada y su vegetación circundante



Vegetación circundante al área quemada



Vegetación circundante al área quemada

Se detectó una (1) zona quemada con extensión de 11 hectáreas, a 4.7 Km de distancia del municipio Yamasá. La detección se produjo al comparar la imagen del satélite Sentinel-2 de fecha 19/03/2023 con otra imagen de fecha 06/12/2023.

**Ilustración 12.** Área quemada (en rojo), cercana a Yamasá (6/11/2023).



**Ilustración 13.** Imagen (19/03/2023) Yamasá, antes de la detección de los puntos de calor.



Ilustración 14. Imagen (06/12/2023) Yamasá, después de la detección de los puntos de calor



Área quemada



Área quemada



Área quemada.



Área quemada.



Vegetación circundante al área quemada.



Vegetación circundante al área quemada.

## 9. Materiales y equipos requeridos

Los equipos y materiales necesarios para la aplicación de este procedimiento son:

1. Computador
2. Conexión a internet
3. Programas de Office (Word, Excel; Explorer), y de geomática (Google Earth, QGis)
4. Vehículo todo terreno para desplazamiento a las áreas a ser evaluadas
5. Cámara fotográfica para la documentación en las evaluaciones de terreno
6. Formulario de registro
7. Receptor GPS

## 10. Información procesada del área monitoreada

Las áreas monitoreadas están georreferenciadas. Además, se registra información de su extensión superficial, fecha en que fue afectada, tipo de bosque afectado, altitud, pendiente del terreno, entre otros.

## 11. Informe sobre incendios forestales ocurridos en el municipio correspondiente

El equipo técnico del Proyecto y del MMARN solicitó ampliar la búsqueda de zonas quemadas incluyendo

datos de marzo 2023 para los municipios La Descubierta y Rancho Arriba. Plan Yaque acogió dicha solicitud y agregó los puntos de calor e imágenes satelitales para el periodo y los sitios requeridos.

La información obtenida de los sensores MODIS, VIIRS S-NPP y VIIRS NOAA-20 se muestra en las siguientes tablas. Se resaltan los puntos de calor detectados en áreas de cobertura boscosa:

**Tabla 7.** Puntos de calor en el municipio La Descubierta, marzo 2023.

EN EL MUNICIPIO													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
215555.46	2062293.27	320.00	1.60	1.20	5/3/2023	1839	Aqua	MODIS	43	61.03	302.80	18.30	D
203969.37	2062799.03	341.78	0.56	0.69	3/3/2023	1713	N	VIIRS	n	2	294.73	6.33	D
215662.44	2063157.86	354.40	0.60	0.53	4/3/2023	1834	N	VIIRS	n	2	301.78	30.48	D
215380.72	2062119.78	335.01	0.47	0.40	5/3/2023	1815	N	VIIRS	n	2	305.79	2.80	D
215302.29	2062520.83	336.23	0.47	0.40	5/3/2023	1815	N	VIIRS	n	2	306.42	2.80	D
216487.27	2062042.24	354.79	0.38	0.59	9/3/2023	1841	N	VIIRS	n	2	292.04	5.69	D
216347.39	2062642.47	356.43	0.38	0.59	9/3/2023	1841	N	VIIRS	l	2	289.19	8.16	D
211708.37	2053883.21	336.15	0.57	0.43	10/3/2023	1822	N	VIIRS	n	2	300.43	2.98	D
209293.99	2060337.01	336.90	0.57	0.43	10/3/2023	1822	N	VIIRS	n	2	302.04	4.16	D
208337.22	2058011.10	333.11	0.35	0.56	13/3/2023	1725	N	VIIRS	n	2	303.18	3.13	D
209874.39	2061615.27	340.69	0.48	0.65	14/3/2023	1847	N	VIIRS	n	2	297.79	4.05	D
205671.85	2055672.87	342.02	0.47	0.48	15/3/2023	1828	N	VIIRS	n	2	294.41	17.34	D
204493.12	2062188.21	333.16	0.45	0.39	17/3/2023	1750	N	VIIRS	n	2	301.43	6.27	D
204019.83	2062514.65	331.49	0.45	0.39	17/3/2023	1750	N	VIIRS	n	2	301.06	5.52	D
210880.40	2061036.04	342.68	0.43	0.46	23/3/2023	1738	N	VIIRS	n	2	308.25	5.11	D
215578.90	2064622.34	333.36	0.34	0.56	29/3/2023	1726	N	VIIRS	n	2	298.60	4.13	D
211276.94	2058437.97	332.26	0.38	0.43	2/3/2023	1819	N20	VIIRS	l	2.0NRT	302.84	4.63	D
204504.67	2063332.35	338.39	0.44	0.39	9/3/2023	1749	N20	VIIRS	n	2.0NRT	308.09	2.80	D
205323.67	2057537.08	337.83	0.40	0.37	14/3/2023	1756	N20	VIIRS	n	2.0NRT	302.63	4.14	D
205094.71	2055651.92	347.14	0.57	0.43	18/3/2023	1819	N20	VIIRS	n	2.0NRT	303.24	12.80	D

209045.60	2060873.64	334.84	0.38	0.36	19/3/2023	1802	N20	VIIRS	n	2.0NRT	303.38	7.26	D
209100.18	2060508.36	334.64	0.38	0.36	19/3/2023	1802	N20	VIIRS	n	2.0NRT	303.42	2.19	D
212022.60	2060519.05	347.24	0.50	0.66	22/3/2023	1845	N20	VIIRS	n	2.0NRT	301.21	8.07	D
212001.85	2060335.49	339.71	0.50	0.66	22/3/2023	1845	N20	VIIRS	n	2.0NRT	301.82	4.55	D
205346.97	2057744.98	342.61	0.49	0.65	22/3/2023	1845	N20	VIIRS	n	2.0NRT	297.62	5.50	D
205191.04	2062991.52	335.79	0.48	0.48	23/3/2023	1826	N20	VIIRS	l	2.0NRT	307.11	4.62	D
216304.14	2062223.32	341.11	0.49	0.48	23/3/2023	1826	N20	VIIRS	n	2.0NRT	305.61	5.00	D
205103.76	2055554.30	332.86	0.48	0.48	23/3/2023	1826	N20	VIIRS	l	2.0NRT	306.06	2.64	D

**Tabla 8.** Puntos de calor en el municipio Rancho Arriba, marzo 2023.

EN EL MUNICIPIO													
X	Y	Brightness	Scan	Track	Acq_Date	Acq_Time	Satellite	Instrument	Confidence	Version	Bright_T31	FRP	Day/Night
348696.77	2073620.19	319.10	1.10	1.00	30/3/2023	1507	Terra	MODIS	64	61.03	296.70	14.20	D
343522.87	2074772.71	346.77	0.46	0.63	3/3/2023	1713	N	VIIRS	n	2	295.33	5.38	D
355076.60	2071397.31	330.12	0.37	0.58	4/3/2023	1834	N	VIIRS	n	2	297.35	1.63	D
353130.31	2070762.73	331.43	0.38	0.36	6/3/2023	1756	N	VIIRS	n	2	299.67	2.05	D
347204.55	2066185.71	330.37	0.46	0.47	2/3/2023	1819	N20	VIIRS	n	2.0NRT	301.73	2.87	D
343807.78	2074546.76	333.97	0.46	0.39	4/3/2023	1741	N20	VIIRS	n	2.0NRT	303.13	9.43	D
352294.27	2068638.73	296.75	0.44	0.46	22/3/2023	553	N20	VIIRS	n	2.0NRT	286.68	0.54	N
341492.05	2070007.13	339.80	0.58	0.52	23/3/2023	1826	N20	VIIRS	n	2.0NRT	302.61	11.88	D
345370.24	2066447.48	332.58	0.40	0.37	25/3/2023	1749	N20	VIIRS	n	2.0NRT	302.35	1.55	D

Al evaluar las imágenes satelitales sólo se encontraron daños en la cobertura de la tierra del municipio La Descubierta. Se detectaron tres (3) zonas afectadas al comparar la imagen del satélite Sentinel-2 de fecha 2/2/2023 con otra imagen de fecha 3/5/2024.

Ilustración 15. Áreas quemadas (en rojo), en el municipio La Descubierta, marzo 2023.



Ilustración 16. Área quemada (1.3 ha), en La Descubierta (3/03/2023).

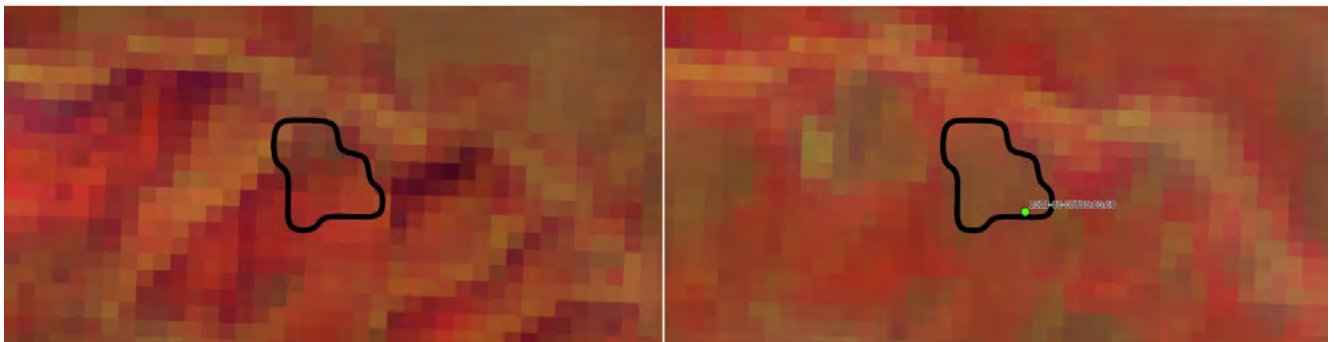


Ilustración 17. Área quemada (1.3 ha), en La Descubierta (14/03/2023).

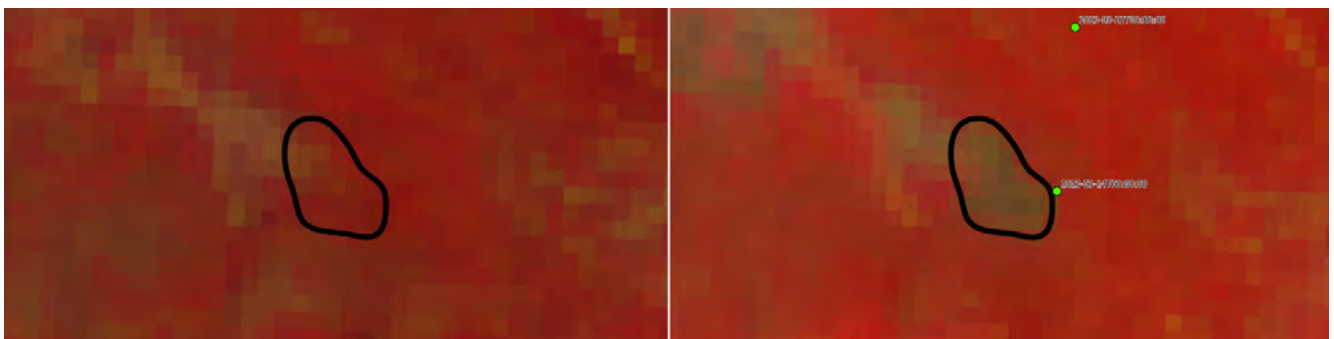
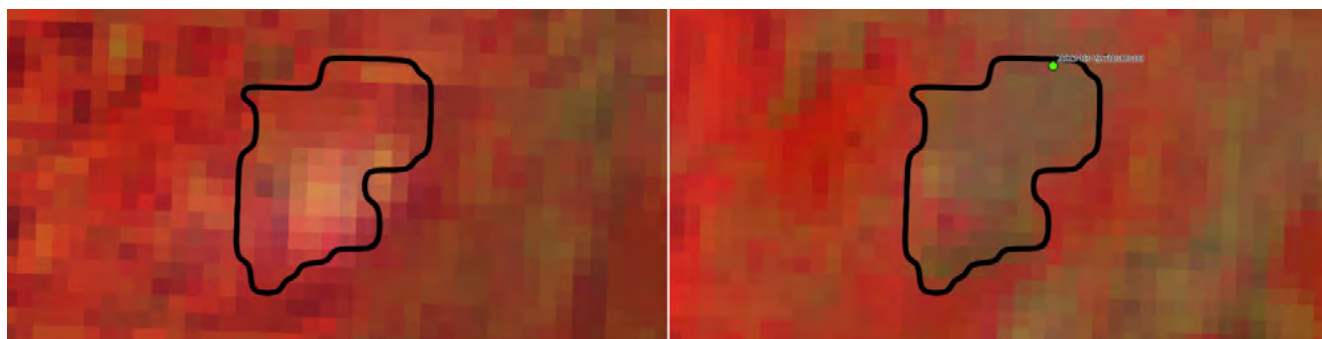


Ilustración 18. Área quemada (4.9 ha), en La Descubierta (22/03/2023).



## 12. Resultados obtenidos

Mediante la aplicación de las herramientas SIG y su combinación con el trabajo de campo, se puede demostrar que la metodología tiene la capacidad suficiente para detectar áreas forestales incendiadas, definir el área aproximada afectada y generar un perfil en el terreno del impacto ambiental causado por el incendio. Mediante la combinación del trabajo SIG

con el trabajo de campo, se pueden establecer mecanismos efectivos para monitorear y dar seguimiento a la restauración del área que se desee.

### 12.1 Determinación con SIG de sitios forestales quemados en los municipios “piloto”

En los sitios piloto del proyecto se detectaron los siguientes hallazgos:

Tabla 9. Número de incendios forestales detectados

Sitio	Periodo	PUNTO DE CALOR			Imágenes satelitales evaluadas	Áreas quemadas	Extensión (ha)
		En bosque	Fuera de bosque	Total			
La Descubierta	nov/2023 - ene/2024	5	5	10	7	1	15.99
	mar/2023	10	18	28	2	3	1.3- 1.35 - 4.9
	<b>Subtotal</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>38</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>23.54</b>
Rancho Arriba	nov/2023 - ene/2024	1	6	7	7	1	6.32
	mar/2023	7	2	9	2	-	-
	<b>Subtotal</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>6.32</b>
Yamasá	nov/2023 - ene/2024	4	4	8	6	1	11.19
	mar/2023	34	32	66	N/D	N/D	N/D
	<b>Subtotal</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>74</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>11.19</b>

## 12.2 Situación detectada en los bosques quemados utilizando SIG

Las áreas afectadas por incendio en los sitios piloto del Proyecto presentan las siguientes características:

**Tabla 10.** Sitios quemados (03/2023 a 04/2024) detectados mediante esta metodología

Sitio	Extensión (ha)	FECHA		Altitud (msnm)	Clase de suelo	Pendiente (%)	Vertiente
		Del incendio	Evaluación en campo				
La Descubierta	1.30	3/3/2023	-	766	VIII	80	Norte
	1.35	14/3/2023	-	500	VII	38	Noreste
	4.9	22/3/2023	-	808	VII	78	Oeste
	15.99	19/1/2024	1/5/2024	82	VII	40	Este
Rancho Arriba	6.32	8/1/2024	26/4/2024	774	VII	45	Suroeste
Yamasá	11.19	6/11/2023	16/4/2024	187	VII	45	Oeste

La Tabla 10 muestra un resumen de las seis áreas quemadas detectadas en los municipios durante el período analizado, mediante la metodología de “puntos de calor”. Estas fueron identificadas a nivel de gabinete y luego confirmadas en terreno, lo que demuestra la efectividad del sistema. Sin embargo, es bueno resaltar que el procedimiento es largo y cuidadoso. En la base de datos anexa (Anexo 2) está contenida toda la información descargada, organizada y analizada, hasta llegar a esta lista reducida de espacios forestales quemados, la cual se basa en diferencia de banda de color de la imagen antes y después del incendio. A partir de ellos será posible revisar de forma remota los cambios que ocurran en la vegetación de dichos sitios.

### 13. Mecanismos para dar seguimiento con SIG a las áreas quemadas

Es pertinente monitorear la situación de las áreas quemadas reportadas en esta consultoría. Se facilitará el seguimiento a nivel remoto de estas zonas, con la ayuda de la base de datos geográfica e incorpo-

rando las herramientas planteadas (puntos de calor e imágenes satelitales).

Es preciso realizar evaluaciones periódicas de las áreas quemadas utilizando imágenes satelitales de antes y después del periodo de mayor incidencia de incendios forestales en la República Dominicana. Por ejemplo, se debe hacer una evaluación antes del mes de febrero y después de abril. También se debe hacer una evaluación antes del mes de junio y después de septiembre.

### 13.1 Variables posibles de monitorear sólo con herramientas SIG

A través de las herramientas de análisis SIG se pueden hacer evaluaciones remotas de las áreas quemadas. Es preciso aclarar que dichas evaluaciones serán de monitoreo pasivo, debido al tiempo (de horas o días) con que se hacen disponibles las informaciones remotas. Con el uso de puntos de calor e imágenes satelitales se podrá determinar variaciones en la extensión de las áreas afectadas y cambios en la co-

bertura. El seguimiento de otras variables requerirá necesariamente las inspecciones de campo.

### 13.2 Información requerida para la ubicación física de los sitios quemados

Para localizar un área quemada es necesario contar con las coordenadas geográficas y mediante el uso

de GPS es totalmente seguro localizar cada sitio. Los análisis de puntos de calor, proveen esas informaciones. En nuestro estudio pudimos localizar sin dificultad los siguientes sitios, los cuales fueron evaluados y caracterizados:

**Tabla 11.** Ubicación política y geográfica de sitios quemados evaluados para el estudio

Zona	Provincia	Municipio	Sección	Paraje	X	Y
Rancho Arriba	Monseñor Nouel	Blanco	Lluvia	Rincón de Lluvia	344197	2077451
La Descubierta	Independencia	La Descubierta	Boca de Cachón	Nuevo Boca de Cachón	202034	2053773
Yamasá	Monte Plata	Yamasá	Pepe Pérez	Loma Mala	371615	2082297
Rancho Arriba	San José de Ocoa	Rancho Arriba	Yuna	Yuna	345248	2073375

### 14 Situación física (Línea Base) identificada

Los sitios evaluados corresponden a los municipios Rancho Arriba, La Descubierta, y Yamasá, y en todos se determinó, mediante levantamiento directo, la extensión del área afectada, las especies afectadas, el nivel de afectación (% de la vegetación quemada), las causas probables del incendio y las características probables que tuvo el bosque antes de incendiarse. Para determinar estos detalles ha sido diseñado y probado, el formulario siguiente:

El reporte inicial de un siniestro debe precisar la ubicación, fecha, intensidad, tipo de ecosistema afectado, posibles causas y cualquier otro detalle que permita registrar en su verdadera magnitud el impacto del incendio. Esta ficha permite que de forma rápida los técnicos de campo puedan enviar información a la sede central del Programa Nacional de Manejo del Fuego y con ello, organizar los pasos a seguir.

El nivel de intensidad se refiere a indicar con el nivel 1 un conato, con el 2 se indica un incendio que sólo afecta el suelo y la vegetación herbácea, con el nivel 3 se indica una afectación que sólo impacta las copas de los árboles, con el nivel 4 se indica un incendio que afectó desde el suelo hasta el sotobosque (sin afectar las copas), y con el nivel 5 se refiere a un incendio que afecta de forma total el ecosistema.

La Línea Base estará determinada por la evaluación in situ del área quemada, la cual, a su vez, estará sustentada por los datos registrados en el Formulario de Campo. Además de los datos relativos al área impactada, se debe agregar datos sobre la composición de la flora y fauna circundante, lo que permitirá tener una idea de la composición florística que pudo haber existido antes de ocurrir el incendio. Es importante agregar, imágenes satelitales, fotografías, datos que puedan suministrar personas que conozcan el entor-

no, entre otros, que puedan hacer más completa la línea base.

Los elementos más importantes a destacar son:

- ▶ Especies arbustivas y/o arbóreas predominantes afectadas, así como de la fauna local, lo cual se determina con un recorrido por el área quemada y mediante la observación de los individuos que no hayan sido totalmente afectados, identificar de qué especie se trata. Para este recorrido de reconocimiento es muy importante hacerse acompañar de personas locales que conozcan del tema; así mismo, se puede hacer uso de herramientas tecnológicas que ayuden con la identificación de especies.
- ▶ Composición de la masa forestal afectada, lo que se determina mediante la evaluación de los individuos remanentes o que no fueron afectados de manera significativa por el incendio, además, evaluar el entorno circundante. Esto no brindará

información sobre tipo de bosque, edad aproximada, su estructura y otros datos.

- ▶ Nivel de afectación del área quemada, lo que se determina mediante un inventario (como se explica en el título 4.3 de este documento). En caso de que existan, dentro del área quemada, “islas” donde el incendio no llegó y de un tamaño mayor a 2 tareas, estas se dejarán fuera del inventario, ya que pueden alterar la información; sin embargo, se deben georreferenciar y crear un polígono de ella para que al momento de hacer el monitoreo no se considere como área afectada.
- ▶ Consideración del experto, que consiste en la “lectura” que puede darle el técnico al área afectada. Esta debe ser una interpretación subjetiva, pero basada en sus conocimientos, donde se pueda expresar las limitaciones o potencialidades que pueda tener el área para poder restaurarse, y evaluar elementos como: régimen de tenencia, causa del incendio, uso potencial del suelo, entre otros.

**Tabla 12.** Impactos físicos y ambientales de cuatro sitios evaluados para el estudio

Zona	Provincia	Referencia	Área (ta.)	Fecha del incendio	Tipo de bosque afectado	Especie(s) afectada(s)	Nivel de afectación (%)	Causa
Rancho Arriba	Monseñor Nouel	Cruzando el río Lluvia	80	Nov. 2023	Matorral	Pajón, helecho, Sablito, Acacia	100	Antrópica: accidental, quema de maleza
La Descubierta	Independencia	Al noreste del lago Enriquillo, carretera Boca de Cachón Jimaní	100	Ene. 2024	Bosque Seco Espinoso	Cayuco, Cambrón, Bayahonda, Malva Blanca	95	Antrópica: accidental
Yamasá	Monte Plata	Oficina PN Los 7 Picos	2200	abr-23	Mixto latifoliado (de galería)	Sablito, caoba criolla, acacia m., helecho, mara, caimitillo, guano, guarana, gina, herbáceas.	75	Antrópica: accidental
Rancho Arriba	San José de Ocoa	Oficina local de MA	110	feb-24	Bosque mixto, con mayormente latifoliado, con alto porcentaje de Manacla	Manacla, Palo de Cer, Pino, sablito Yagrumo, Ramon de Vaca, Cigua, helechos y arbustos de diferentes especies	60	Antrópica: Cambio en el uso del suelo

La evaluación de un sitio afectado por un incendio requiere de un seguimiento continuo para detectar los cambios que vayan ocurriendo de forma gradual en el ecosistema evaluado. Es por tanto conveniente prever el monitoreo de variables de cambio a corto y a largo plazo, las cuales deben ser medidas, observadas y de ser posible, calculadas. Para estos fines deben establecerse parcelas de monitoreo permanentes durante un período definido. El monitoreo permite la identificación de tendencias significativas que pueden guiar las decisiones de gestión y manejo. La frecuencia del monitoreo se debe basar en el propósito de este. De forma general se recomienda que un sitio designado para entender los procesos de la regeneración ambiental debe permanecer bajo vigilancia constante (al menos una evaluación anual) por un período no menor de diez años y cada cinco años en la fase posterior. El monitoreo de cambios a largo plazo ha de ser continuo hasta que el área esté totalmente restablecida. En el proceso podrán incorporarse tratamientos, controles y asistencia técnica, lo que dependerá del lugar y los objetivos.

## 15. Ganancias y pérdidas de un sitio quemado bajo evaluación

A partir de la evaluación de las áreas quemadas y de la caracterización de los bosques circundantes (tomados como referencia de la situación antes del incendio), se pudo elaborar una relación de ganancias y pérdidas. Esta relación establece el estado antes y después del incendio sobre la altura promedio del bosque (metros), el área basal promedio ( $m^2/ha$ ) y la densidad (Arb/ha) del bosque antes y después del incendio. Con estas variables es totalmente factible calcular el nivel de recuperación o pérdida entre un período y otro.

Por ejemplo, la tabla siguiente indica que el incendio ocurrido en noviembre 2023 en la sección Lluvia (Rancho Arriba 1) en la provincia Monseñor Nouel, tuvo una afectación sobre el 100% de la vegetación

existente. Seis meses después (mayo 2024) al ser evaluado mediante SIG y físicamente, el bosque había iniciado un proceso natural de restauración, pero, sin embargo, las pérdidas calculadas a partir de las condiciones del bosque homólogo cercano (testigo) indican que este bosque tuvo una pérdida del 6% en su altura promedio, una reducción del 33% en el área basal (área efectiva ocupada por los árboles en un terreno) y un 1% en la composición (Arb/ha). Esto indica que el área quemada correspondió a un bosque secundario ralo y muy degradado.

Sin embargo, al hacer el mismo análisis al incendio ocurrido en febrero 2024 en Yuna (Rancho Arriba 2) de la provincia Monseñor Nouel, éste tuvo una afectación sobre el 60% de la vegetación existente, una reducción del 83% en la altura promedio (árboles sobrevivientes), una merma del 56% en el área basal y una reducción del 50% del número de individuos que formaban la composición florística del bosque. Este caso entonces revela que el área quemada correspondió a un bosque secundario denso y con una gran riqueza florística. En la tabla siguiente, pueden verse otros ejemplos de sitios evaluados:

**Tabla 13.** Relación de ganancias y pérdidas en bosques incendiados evaluados por el proyecto

Relación de ganancias y pérdidas en altura, área basal y número de árboles por hectárea en sitios quemados que inician su restauración natural				
Sitio	Aspecto	Antes	Después	% Pérdida/Ganancia
Rancho Arriba 1	Altura x (m):	5	0.3	6%
La Descubierta	Altura x (m):	4.5	0.4	9%
Yamasá	Altura x (m):	5	4	80%
Rancho Arriba 2	Altura x (m):	6	5	83%
4 Sitios	Alt X	5.1	2.4	47%
Rancho Arriba 1	Arb/Ha (n):	6	2	33%
La Descubierta	Arb/Ha (n):	420	150	36%
Yamasá	Arb/Ha (n):	180	40	22%
Rancho Arriba 2	Arb/Ha (n):	1200	600	50%
4 Sitios	Arb/Ha (X):	452	198	44%
Rancho Arriba 1	Abasal (m²):	0.0254	0.0003	1%
La Descubierta	Abasal (m²):	0.0113	0.0020	17%
Yamasá	Abasal (m²):	0.0314	0.0113	36%
Rancho Arriba 2	Abasal (m²):	0.0314	0.0177	56%
4 Sitios	Abasal (X):	0.0249	0.0078	31%

## 16. Conclusiones

La implementación del Plan de Trabajo elaborado para la obtención de los productos convenidos permitió al equipo técnico levantar y analizar las informaciones necesarias, provenientes de fuentes primarias y secundarias. El levantamiento incluyó un minucioso trabajo de campo en cada uno de los sitios seleccionados, así como la consulta de fuentes bibliográficas, plataformas y sitios internet de diversa índole, en los cuales se aborda el tema de áreas afectadas por incendios forestales. Los resultados obtenidos después de un meticuloso proceso de análisis permiten formular varias conclusiones, algunas generales y otras

que corresponden a cada uno de los productos. Todas ellas se presentan a continuación para fines de su consideración y soporte al momento de planificar y poner en marcha iniciativas que contemplen la identificación, el monitoreo y la recuperación de áreas quemadas por incendios forestales.

1. La identificación de sitios quemados por incendios forestales se puede llevar a cabo con bastante precisión utilizando plataformas satelitales disponibles;

2. Es necesario realizar un cuidadoso proceso de discriminación basado en la experiencia técnica, de manera que se pueda establecer, sin cometer errores de interpretación, el origen y la naturaleza de los puntos de calor identificados;
3. Mediante el uso de imágenes satelitales, es posible evaluar algunos parámetros que pueden ayudar en la identificación de los puntos de calor;
4. Cuando se dispone de las coordenadas geográficas correctas, es posible realizar la ubicación de los sitios directamente en el campo;
5. Mediante las técnicas del “inventario forestal” se levantan datos suficientes con valor estadístico para establecer una línea base de un sitio quemado;
6. Es posible dejar identificada sobre el terreno un área previamente evaluada para dar seguimiento a su proceso de restauración;
7. Cuando se utilizan las herramientas SIG y las herramientas forestales, se crea un mecanismo que resulta muy eficiente para la detección, evaluación y seguimiento del proceso de restauración de sitios quemados;
8. Debido a que cada área impactada por incendios forestales presenta características distintas, se hace necesario realizar las adaptaciones necesarias en la metodología para el levantamiento y análisis de datos;
9. El proceso de restauración de un área afectada por un incendio forestal dependerá totalmente del uso al que será sometida, después de ocurrido el evento;
10. Con respecto a los incendios forestales, es necesario obtener la información proveniente de los actores locales ligados al tema, de manera que se facilite el acceso a las áreas de monitoreo;

11. Es necesario disponer de una base de datos actualizada y bien detallada, que contenga los elementos más importantes relacionados con la ocurrencia de incendios forestales. Esta base de datos facilitaría el trabajo de evaluación durante el proceso de restauración;

12. La creación de una metodología que sea útil en la identificación, el monitoreo y la restauración de áreas afectadas por incendios forestales requiere de planificación y del involucramiento de varios actores claves.

## 17. Fuentes consultadas

1. **Actualización de la Línea Base de Incendios en la República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Global Environmental Fund (GEF), Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD). Santo Domingo, 2023;
2. **Áreas Quemadas y NO Quemadas.** National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2010-2024)
3. **Áreas quemadas. 2018 - 2022.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Global Environmental Fund (GEF). Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD). Santo Domingo, 2021;
4. **Bases de datos de puntos de calor.** Fire Information for Resource Management System from National Aeronautics and Space Administration (NASA FIRMS), 2024. Disponible en: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>
5. **Estrategia Nacional de Manejo del Fuego.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID). Santo Domingo, 2020;
6. **Guía Metodológica para la Restauración de Ecosistemas degradados en República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos

- Naturales. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). Sistema de Integración Latinoamericana (SICA). Agencia Alemana de Cooperación (GIZ). Santo Domingo, 2020;
7. **Imágenes Sentinel-2.** 2023 - 2024. Agencia Espacial Europea. Disponible en: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/copernicus/sentinel-2>
8. **Informe de Zonas de Riesgos de Incendios en República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, 2018;
9. **Límites municipales de la República Dominicana.** Oficina Nacional de Estadística: División territorial. Santo Domingo, 2021;
10. **Metodología para Toma de Datos de Regeneración Natural en Áreas Afectadas por Incendios Forestales.** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. México, 2018;
11. **Programa para la protección Ambiental de la República Dominicana.** Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID). The Nature Conservancy (TNC). Santo Domingo, 2012;
12. **Puntos de Calor.** 2023 - 2024. NASA FIRMS. Disponible en: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/download/>
13. **Restauración de Ecosistemas Degradados de la República Dominicana.** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo, 2018;
14. **Sentinel-2 Mission.** Agencia Espacial Europea, 2024. Disponible en: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-mission>
15. **Uso y cobertura de suelo de la República Dominicana.** Dirección de Información Ambiental y Recursos Naturales (DIARENA). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo, 2012;
16. **THE IPBES ASSESSMENT REPORT ON LAND DEGRADATION AND RESTORATION.** IPBES. 2018\_ldr\_full\_report\_book\_v4\_pages.pdf
17. **Glossary of restoration interventions.** United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021.2030. The Economics of Ecosystem Restoration. Glossary\_of\_restoration\_interventions\_\_English\_.pdf

## ANEXOS

### ANEXO 1. Formulario para el levantamiento de línea base de un área incendiada

<b>I. Datos Generales</b>										
Fecha	/	/	Día	L	M	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
Nivel de intensidad (tipo)				1	2	3	4	5		
<i>(1. Conato, 2. De suelo, 3. De copas, 4. De sotobosque, 5. Total)</i>										
<b>II. Localización</b>										
Provincia:					Sección:					
Municipio:					Paraje:					
Coordenadas geográficas: /										
Extensión: ___ m <sup>2</sup> = _____ tareas, = ___ ha										
<b>III. Muestra</b>										
Área muestral (___%). Formato: ___Transecto, ___Parcela)										
Bosque primario: _____ tareas = (___%)										
Bosque secundario: _____ tareas = (___%)										
Plantaciones: _____ tareas = (___%)										
<b>IV. Impacto del Incendio</b>										
% afectación a herbáceas: ___%										
% afectación al sotobosque: ___%										
% afectación al bosque natural: ___%										
% afectación a las plantaciones: ___%										
Especies herbáceas:										
Especies del sotobosque:										
Especies dominantes:										
<b>V. Daños Específicos</b> ( $X_1$ =Antes del incendio, $X_2$ =Después del Incendio)										
Altura $X_1$ (___m). Altura $X_2$ (___m). Pérdida (___m) = (___%)										
Área Basal $X_1$ (___m <sup>2</sup> ). Área Basal $X_2$ (___m <sup>2</sup> ). Pérdida (___m <sup>2</sup> ) = (___%)										
Densidad $X_1$ (___arb/ha). Densidad $X_2$ (___arb/ha). Pérdida (___arb/ha) = (___%)										
<b>VI. Otras observaciones</b>										
<b>VII. Técnicos Responsables</b>										
Nombre/e-mail:										
Nombre/e-mail:										

## ANEXO 2. Lineamientos para el monitoreo de áreas quemadas (Línea Base - 2024)

Municipio	Sección ó Paraje	Fecha del Incendio	Area Quemada (Ha)	Especies Identificadas
La Descubierta	Granada	3/3/2023	1.30	Manacla, Pino, Sablito, Yagrumo, Ramón de Vaca, Cigua y Helechos
	La Plena	14/3/2023	1.35	Pajón, Helecho, Cadillos y Sablito
	El Arroyo	22/3/2023	4.90	Cayuco, Cambrón, Bayahonda, Malva Blanca
	Martín Brunito	19/1/2024	15.99	Malva Blanca, Cambrón
Rancho Arriba	Cerro Montoso	8/1/2024	6.32	Pajón, Helechos, Cadillo, Sablito
Yamasá	La Leonora	6/11/2023	11.19	Sablito, Caoba Criolla, Acacia, Helecho, Caimitillo, Guano, Guárana, Oreganillo, Hojancha, Nigua
Base de datos general		BPP - incendios - OneDrive		

### Rasters

La Descubierta	<a href="#">LD - OneDrive</a>
Rancho Arriba	<a href="#">RA - OneDrive</a>
Yamasá	<a href="#">Y - OneDrive</a>

### Media

La de cubierta	<a href="#">LD - OneDrive</a>
Rancho Arriba	<a href="#">RA - OneDrive</a>
Yamasá	<a href="#">Y - OneDrive</a>
Archivos.klm	<a href="#">kml - OneDrive</a>
Documentación	<a href="#">documentación - OneDrive</a>
Shapefile	<a href="#">Shapefile - OneDrive</a>
Tablas	<a href="#">tablas - OneDrive</a>

En estas bases de datos se encontrarán los lugares incendiados evaluados, las coordenadas necesarias para su ubicación en terreno y las informaciones para realizar nuevas evaluaciones utilizando herramientas SIG y determinar los cambios de la vegetación con respecto a la línea base.



Biodiversidad en Paisajes Productivos







Biodiversidad en Paisajes Productivos

Ministerio de Medio Ambiente  
Av. Cayetano Germosén  
esq. Gregorio Luperón, El Pedregal  
Santo Domingo, Rep. Dominicana  
Teléfono: +1 809-537-0909  
info.bpp@undp.org

**bpp\_undp.org**

   @bpn