

REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

**ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LA PROBABILIDAD DE AMENAZAS A LOS ELEMENTOS EXPUESTOS POR LA REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA BUENAVISTA EN VILLAVICENCIO**

**ALTERNATIVES TO REDUCE THE LIKELIHOOD OF THREATS TO ELEMENTS EXPOSED BY MASS REMOVAL IN THE BUENAVISTA PROTECTIVE FOREST RESERVE IN VILLAVICENCIO.**

Jenifer Guerrero Trujillo  
Ingeniera Ambiental  
Villavicencio, Colombia  
est.jenifer.guerre@unimilitar.edu.co

**Artículo de Investigación**

**DIRECTOR**

**Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájar**

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)  
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec  
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica de Madrid (España)  
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)  
Microbióloga Industrial – Pontificia Universidad Javeriana  
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada  
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL AMBIENTAL  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
JUNIO DE 2022**

REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

**ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LA PROBABILIDAD DE AMENAZAS A LOS ELEMENTOS EXPUESTOS POR LA REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA BUENAVISTA EN VILLAVICENCIO**

**ALTERNATIVES TO REDUCE THE LIKELIHOOD OF THREATS TO ELEMENTS EXPOSED BY MASS REMOVAL IN THE BUENAVISTA PROTECTIVE FOREST RESERVE IN VILLAVICENCIO.**

Jenifer Guerrero Trujillo  
Ingeniera Ambiental  
Villavicencio, Colombia  
est.jenifer.guerre@unimilitar.edu.co

**Resumen**

La Reserva Forestal Protectora Buenavista se localiza sobre las primeras estribaciones del Piedemonte de la cordillera Oriental, en el municipio de Villavicencio del departamento del Meta, donde se presentan gran parte de los movimientos de masa, lo cual esta afectación está asociada a la distribución espacial de la población y las actividades llevadas a cabo en la zona de estudio, lo anterior sumado, a que también se presentan altas condiciones de precipitación aunadas a las fuertes pendientes de la zona. De acuerdo con esto, fue pertinente proponer alternativas de tipo estructural para la mitigación de movimientos de masa en suelos inestables y de tipo instrumental con la instalación de equipos para su monitoreo como sistema de alerta temprana con el fin de reducir la probabilidad de amenazas a los elementos expuestos por la remoción en masa en la Reserva Forestal Protectora Buenavista.

**Palabras clave:** Remoción en masa, Reserva Forestal Protectora Buenavista, elementos expuestos.

**Abstract**

The Buenavista Protective Forest reserve is located over the first foothills of the Piedmont of the eastern mountain range, in the municipal of Villavicencio in the department of Meta, where most of the mass movement occur, in which this affectation is associated with the spatial distribution of the population and activities being carried out in the study area, additionally there are high precipitation conditions coupled with the steep slopes of the area. According to the previously stated, it was pertinent to propose alternatives of a structural type for the migration of mass movements in unstable souls and of an instrumental type with the installation of equipment for its monitoring as a early warning system to reduce threat probability to the elements exposed by the mass removal in the Buenavista Forest Reserve.

**Keywords:** Mass removal; Buenavista Protective Forest Reserve, elements exposed.

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

### **Introducción**

La remoción en masa es el proceso mediante el cual un volumen de material constituido por roca, suelo, tierras, detritos o escombros, se desplaza ladera abajo por acción de la gravedad. Además, estos son conocidos como deslizamientos, derrumbes, procesos de remoción en masa, fallas de taludes y laderas (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER], 2021). Ahora bien, en Colombia se han llegado a registrar aproximadamente 26.066 movimientos en masa desde el 01 de enero de 1972 hasta el 01 de enero de 2022 en las que se han ocasionado varios daños a elementos expuestos como, las vías, bosques, cultivos, viviendas, transporte de pasajeros y cargas (Sistema de Información de Movimientos en Masa [SIMMA], 2022).

Los fenómenos de remoción en masa presentan una amenaza importante y es uno de los problemas que ha generado afectaciones en la sociedad como las pérdidas de los seres humanos, económicos y daños ambientales (Hernandez & Ferreira, 2019 ), así mismo, se presenta una relación con la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Bienes físicos y personas) que determinan el riesgo y han causado a través del tiempo un considerable número de desastres (Marin Ospina & Cely Moreno, 2015). Es importante resaltar que los factores que propician los movimientos en masa, pueden ser por causa natural o producto de la acción humana, como los físicos-naturales que corresponden a las altas pendientes del terreno, falta de cobertura vegetal, lluvias intensas, presencia de fallas geológicas, erosión del suelo y las causas por acción humana que corresponden a los procesos artificiales como cortes y excavaciones en las laderas, modificación del drenaje natural y actividades mineras (IDIGER, 2021).

De esta forma, en el municipio de Villavicencio del Departamento del Meta se han registrado aproximadamente 844 movimientos en masa desde el 01 de enero de 1972 hasta el 01

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

de enero de 2022 (SIMMA, 2022), particularmente gran parte de estos movimientos se han registrado en la zona de mayor amenaza por remoción en masa del municipio de Villavicencio, que precisa en el área de estudio del presente artículo, la cual corresponde específicamente a la Reserva Forestal Protectora de Buenavista; esta afectación podría estar asociada con la distribución espacial de la población y las actividades llevadas a cabo en esta zona de alto riesgo en el rango de tiempo mencionado anteriormente.

La Reserva Forestal Protectora Buenavista, se localiza sobre las primeras estribaciones del Piedemonte de la Cordillera Oriental, en jurisdicción del municipio de Villavicencio (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena [CORMACARENA], 2014), esta es mayormente sensible en la parte suroccidente de la Reserva en la cuenca media-alta del caño buque sobre las rocas de las Cuarcitas de Guayabetal sector sobre el cual tiene incidencia la Falla el Buque, lo anterior sumado, a que los suelos que allí se desarrollan son arcillosos y debido a las altas condiciones de precipitación, aunadas a las fuertes pendientes, los hace susceptibles a flujo de lodos y escombros. Adicional a lo anterior, que en la zona de estudio se llevan a cabo actividades por el hombre que intervienen en la cobertura vegetal y las condiciones naturales del suelo y de drenaje (CORMACARENA, 2014).

El presente trabajo busca describir ambientalmente la Reserva Forestal Protectora Buenavista e identificar los elementos expuestos ante la amenaza por remocion en masa para proponer alternativas que deben ser tomadas en cuenta para disminuir la probabilidad de afectación de este fenómeno dentro de la zona de estudio.

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

### **Materiales y Métodos**

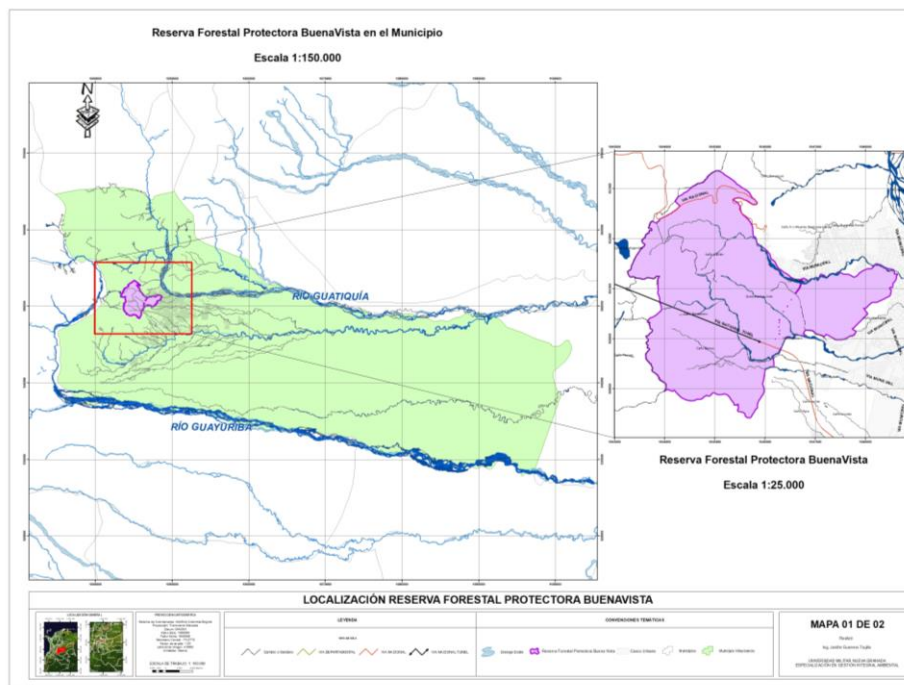
La Reserva Forestal Protectora “Buenavista” fue constituida mediante la Resolución 59 del 4 de abril de 1945 por el Ministerio de Economía Nacional; luego se dio su declaratoria con los mismos límites y categoría de manejo como Reserva Forestal Protectora que es considerada como el área que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales para proteger sus recursos y otros naturales renovables (Consejo de Estado, 2018); esta reserva es establecida mediante el Acuerdo 8 de mayo 5 de 1977. Posteriormente, la Resolución 2103 del 28 de noviembre de 2012, estableció la superficie de la Reserva que corresponde a 1.213,805 ha (Bohórquez, Rojas, & Niño) y mediante la Resolución 1762 del 04 de noviembre de 2014 (CORMACARENA, 2014), se adopta el Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque.

La Reserva Forestal Protectora Buenavista, se localiza en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta (Ver **Figura 1**), dentro de las veredas Buenavista, Contadero, El Carmen, Mesetas Alta, Mesetas Baja, Buenos Aires y el sector 12; dentro de ella también se encuentra una pequeña zona definida en el mapa predial del IGAC como suelo urbano donde hace parte del barrio Centro de Villavicencio y del centro poblado de Buenavista. Esta Reserva cubre las cuencas superiores de varias fuentes de agua entre las cuales se destacan los caños Parrado y Buque, que dieron originalmente el nombre de la Reserva y que pertenecen al río Ocoa (CORMACARENA, 2014).

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

### Figura 1

*Localización de la Reserva Forestal Protectora Buenavista.*



*Fuente: Elaboración propia, 2022.*

Ahora bien, la zonificación establecida dentro del Plan de Manejo Ambiental de la Reserva en mención corresponde a cuatro zonas, la primera de ellas es la Zona de Preservación que es el manejo para evitar su alteración o transformación por la actividad humana; la segunda es la Zona de Restauración que está dirigido al restablecimiento parcial o total a un estado anterior; la tercera es la Zona de Uso Sostenible que corresponde a los espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con el objetivo de conservación del área protegida y la cuarta zona es el Uso Público con el fin de alcanzar objetivos particulares de la Gestión hacia la investigación (CORMACARENA, 2014).

En cuanto a los elementos expuestos que hace referencia a las personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales e infraestructura que por su ubicación se puedan ver afectados por la generación de una amenaza (SGC, 2016), para llevar a

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

cabo su identificación en la RFP Buenavista, fue necesario el uso de la herramienta ArcMap 10.8.2 y consultar información secundaria establecida en los instrumentos de gestión territorial como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Villavicencio y el Plan de Manejo Ambiental (PMA) de la Reserva.

Por otro lado, para el presente artículo se propuso que el desarrollo del proyecto se llevara a cabo de la siguiente manera:

### **Fase 1. Revisión y selección de la información.**

Esta fase consistió en la búsqueda exhaustiva sobre el tema a tratar en el proyecto, donde se procedió a llevar a cabo la búsqueda en bases de datos, con palabras como: Remoción o movimiento de masas, Reserva Forestal Protectora Buenavista, Vereda Buenavista, Vereda el Carmen, Caño Parrado, Caño Buque, elementos expuestos, estudios de amenazas naturales en Villavicencio, cartografía de amenaza por remoción en Villavicencio, entre otros. Lo que permitió llevar a cabo la descripción ambiental de la zona de estudio del presente trabajo.

### **Fase 2. Procesamiento y análisis.**

Se consultó en el portal del Servicio Geológico Colombiano (SGC) áreas de amenaza por remoción en masa tipo ráster, e información soportada en la cartografía básica de Colombia.

**Tabla 1**

*Fuentes de información cartográfica.*

<b>Entidad</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>
Alcaldía de Villavicencio POT	1:25.000	Vector
SGC		
Áreas de Amenaza por Remoción en Masa (Servicio Geológico Colombiano, s,f)	-	Ráster
PMA RFP (CORMACARENA, 2014)	1:25.000	Vector
IGAC	1:100.000	Vector

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

<b>Entidad</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo</b>
Cartografía Básica Colombia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, s.f.)		

*Fuente: Elaboración propia, 2022.*

Toda la información anteriormente descrita, fue contrastada con lo señalado en el Registro Único de Áreas Nacionales Protegidas (RUNAP), para proceder a realizar una sobreposición cartográfica e interpretación del territorio que permitiese identificar aquellos elementos expuestos que pudiesen verse afectados por la probabilidad de ocurrencia de un evento de remoción en masa. Para ello, se utilizó el software ArcMap 10.8.2 en un espacio de trabajo configurado bajo la proyección MAGNA Colombia Bogotá, ya que el área de interés se ubica en el centro del país y el origen geocéntrico corresponde a este.

Se utilizó varias herramientas de geoprocésamiento para llevar a cabo la cartografía temática en un área de trabajo a escala 1:10.000 obteniendo mayor detalle de los elementos que conforman la RFP. En este caso, se utilizó la función “CLIP” para definir el área de influencia afectada por la amenaza.

### **Fase 3. Propuesta de alternativas.**

Con la información que se obtuvo en cada una de las fases mencionadas anteriormente, se procedió a proponer algunas alternativas que permitieran reducir la probabilidad de amenazas a los elementos expuestos por remoción en masa en la Reserva Forestal Protectora Buenavista.

### **Resultados y Discusión**

Inicialmente, se obtuvo la descripción ambiental de la RFP Quebrada Honda y Caños Parrado y Buque, como se puede evidenciar a continuación:



## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

### **Descripción Ambiental de la Reserva Foresta Protectora Buenavista**

#### ***Precipitación***

La precipitación anual en la zona de estudio es alta, con un comportamiento bimodal de picos marcados en los meses de mayo a julio. Además, se identificó que en la zona se registran las lluvias más altas entre 6.108,1 mm/año (Secretaría de Planeación, 2016) a 6.219 mm/año (Herrera Ramos & Rojas Arias, 2021).

Ahora bien, en el Plan de Manejo Ambiental de la RFP, se especifica en este componente que, con estaciones meteorológicas que se encuentran localizadas en el casco urbano del municipio de Villavicencio, se encuentran valores de precipitación promedios anuales que varían entre 4.086 a 4.898 mm y específicamente en la estación de *Unillanos* evidencia el valor más bajo de precipitación en la zona de estudio de 3.621,1 mm/año (CORMACARENA, 2014).

Es importante resaltar que en general, la mayor ocurrencia de lluvias en la zona de estudio va desde el mes de febrero hasta alcanzar los valores más altos en el mes de mayo, donde esta disminuye levemente hasta el mes de septiembre que vuelve a tener un muy leve incremento de las lluvias hasta el mes de noviembre; posteriormente descienden hasta el valor mínimo de lluvias en el primer mes del año (CORMACARENA, 2014)

#### ***Geología***

Esta se encuentra compuesta principalmente por la Formación Brechas de Buenavista, litológicamente por fragmentos y bloques angulosos a subredondeados de filitas, cuarcitas, areniscas, calizas y cuarzo lechoso, englobados caóticamente en una matriz areno arcillosa (Guataquira Rojas, 2018).

Por otro lado, la estructura geológica de la zona está contenida dentro del sistema de falla El Mirador, que, tiene una extensión mayor a los 200 m. También en el sector se encuentra el

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

sistema de falla Villavicencio – colepato, con dirección noreste – suroeste, de longitud mayor a 40 km (Fonseca Paez, 2015). Por otro lado, se encuentra la estructura sinclinal de Servitá, de extensión mayor a los 20 km y constituido en su núcleo por la Formación Lutitas de Macanal (Guataquira Rojas, 2018).

Ahora bien, la falla El Mirador, tiene una dirección NE-SW, la cual es una falla de cabalgamiento de ángulo bajo que pone en contacto rocas de la formación Buenavista y del grupo Quetame, con rocas de la formación Macanal; además hacia el sur, fuera de la Reserva se une con la Falla de Servitá. La falla Susumuco-El Buque, tiene una dirección Este-Oeste en el caño Buque y provoca un alto trituramiento sobre las rocas de Buenavista, filitas y Cuarцитas de Guayabetal. Finalmente, la falla de Villavicencio – Colepato corresponde a un sistema de fallas paralelas localizadas entre el Río Ocoa y Villavicencio, específicamente al este de la Reserva. Limitada al oriente por la falla de Villavicencio y al occidente por la falla Colepato (CORMACARENA, 2014).

### ***Geomorfología***

La RFP Buenavista se define por las formaciones Brechas de Buenavista, sistemas de fallas El Mirador, Villavicencio – Colepato y la estructura sinclinal de Servitá; estas han formado geofomas de pendientes altas con relieves escarpados; además que por los procesos geológicos activos con la meteorización se han generado laderas y deslizamientos que conlleva el desplazamiento de masas hacia las partes más bajas (Guataquira Rojas, 2018).

Ahora bien, la mayoría de los movimientos en masa se presentan como factores detonantes, varios de estos corresponden a la composición del relieve, la humedad del suelo y la velocidad del fenómeno, entre otros, los cuales se pueden evidenciar con la inclinación de árboles o de infraestructuras y la separación del suelo en contacto con unidades de rocas, que en

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

la zona de estudio se evidencia en la parte alta de las cuencas de Caño Parrado y Buque y en cuanto a los deslizamientos que son movimientos más rápidos se ubica principalmente en la parte alta de la cuenca de Caño Parrado que sucede por la pérdida de su soporte basal por erosión fluvial (CORMACARENA, 2014), como se evidencia en la siguiente figura:

### Figura 2

*Deslizamiento margen derecha del Caño Parrado Formación Filitas y Cuarcitas de Guayabetal con pastos como cobertura.*



*Nota: Tomado del Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Buenavista (CORMACARENA, 2014).*

En cuanto a la amenaza sísmica, la Reserva Forestal Protectora de Buenavista está ubicada en el piedemonte Llanero, y este fenómeno está asociado al tipo de rocas presentes en las unidades geológicas que allí se encuentran, a continuación, se relaciona la susceptibilidad sísmica con respecto a cada una de las unidades Litoestratigráficas:

### Tabla 2

*Unidades Litográficas con respecto a la susceptibilidad sísmica en la zona.*

<b>Unidad litoestratigráfica</b>	<b>Susceptibilidad sísmica</b>
Formación Cuarcitas y Filitas de Guayabetal (Peqgu)	Alta a Muy alta
Formación Brechas de Buenavista (Jsb)	Muy alta
Lutitas de Macanal (Kilm)	Muy Alta
Areniscas de Cáqueza (Kic)	Alta

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

<b>Unidad litoestratigráfica</b>	<b>Susceptibilidad sísmica</b>
Formación Une (Kiu)	Alta
Grupo Palmichal (Ktp)	Alta-Muy Alta
Depósitos de los Abanicos de Parrado-Mesetas y Villavicencio	Alta cerca de escarpes
Depósitos coluvio-aluviales	Alta

*Nota: Tomado del Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Buenavista (CORMACARENA, 2014).*

### ***Suelo***

La retención de agua que se presenta en el terreno de esta zona es alta, donde, en superficies de desarrollo cóncavas y pendientes altas se genera erosión junto con deslizamientos a grandes velocidades (Secretaría de Planeación, 2016). Por otro lado, en el interior de la Reserva se presenta que aproximadamente el 83% de su territorio pertenece a suelos de las clases agrícolas VI y VII, equivalentes a fuertes limitaciones para llevar a cabo actividades productivas como la agrícola y pecuaria, y en consecuencia el uso más indicado es el forestal, donde se da privilegio a la conservación de la biodiversidad y la implementación de actividades de restauración (CORMACARENA, 2014).

Por otro lado, en la mayor parte de los suelos de la zona de estudio se presentan las Montañas fluviogravitacionales en un 95,4%, relieve de tipo Filas-Vigas entre un 82,41% a un 94% en la zona y el resto son Abanicos Antiguos (Secretaría de Planeación, 2016).

### ***Hidrología***

La RFP Buenavista se conforma por unas microcuencas hidrográficas, donde las más extensas corresponden a los Caños Parrado y Maizaro; mientras que los menos extensos corresponden a los caños Hondo y Vijagual (CORMACARENA, 2014); ahora bien, a continuación, se relacionan las microcuencas que conforman la RFP Buenavista, junto con el área, la longitud total de los drenajes y la densidad de drenajes:

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

**Tabla 3***Superficie y densidad de drenajes que conforman la RFP Buenavista*

<b>Subcuenca</b>	<b>Microcuenca</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Longitud total de Drenajes (Km)</b>	<b>Densidad de Drenajes (Dd)</b>
Guatiquía	Caño Gramalote	1,07	3,44	3,21
	Caño Buque	2,33	9,99	4,29
	Caño Hondo	0,32	2,42	7,56
	Caño Maizaro	3,95	11,89	3,01
	Caño Parrado	4,27	10,69	2,50
Guayuriba	Caño Vijagual	0,21	0,91	4,33

*Nota: Tomado del Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Buenavista (CORMACARENA, 2014).*

De acuerdo con la codificación de cuencas del IDEAM, la zona de estudio hace parte de las subcuencas de los ríos Guatiquía y Guayuriba, que hacen parte del río Meta, dentro de la zona hidrográfica del Orinoco. Por otro lado, las microcuencas que hacen parte de la Reserva se caracterizan por tener un patrón de drenaje Subparalelo, lo que generalmente evidencia pendientes uniformes (CORMACARENA, 2014).

***Distribución cobertura vegetal***

Dentro de la zona de estudio se presenta un área de 25,02% sin la presencia de vegetación, como, las áreas de erosión, deslizamientos y las fuentes hídricas; El 55,87% corresponde a un área de vegetación baja dentro de los cuales se encuentran los pastizales y matorrales bajos; Por otro lado, el 19,11% corresponde a áreas de vegetación en matorral seco alto y bosque seco denso (Guataquirá Rojas, 2018).

### **Identificación de Elemento Expuestos Ante la Amenaza por Remoción en Masa en la Zona de Estudio**

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

Se obtuvo cinco tipos de elementos expuestos dentro de los límites de la RFP Buenavista, estos elementos correspondieron a elementos como veredas, red vial, servicios públicos, fuentes hídricas y bosque, a continuación, se relaciona su descripción con respecto a la zona de estudio:

**Tabla 4**

*Identificación y descripción de los elementos expuestos en la RFP Buenavista.*

<b>Identificación</b>	<b>Componente - Descripción</b>
Veredas	Vereda Buenavista
	Vereda Contadero
	Vereda El Carmen
	Vereda Mesetas
	Vereda Buenos Aires
Red Vial	Vía Nacional “Villavicencio – Bogotá”
	Vía Nacional Antigua “Villavicencio – Bogotá”
	Vías de comunicación entre veredas.
	Túnel “Buenavista”
	Sendero “Vereda el Carmen”
Servicios Públicos	Acueducto EAAV “Bocatoma y Línea de aducción”
	Línea de Energía Eléctrica
Fuentes Hídricas	Caño Buque
	Caño Blanco
	Caño Maizaro
	Caño Borrachero
	Caño Carrillo
	Caño Parrado
	Caño Gramalote
Bosque	Quebrada La Linda
	Bosque natural denso

*Fuente: Elaboración propia, 2022.*

Teniendo en cuenta lo anteriormente obtenido en la zona de estudio, como elementos expuestos, posteriormente se obtuvo el plano “Elementos Expuestos por Amenaza de Remoción en Masa en la Reserva Forestal Protectora Buenavista” con el resultado del nivel de Amenaza



## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

le sigue la amenaza alta donde pone en evidente riesgo a los elementos expuestos como veredas, servicios públicos, fuentes hídricas, red vial y Bosques.

### **Propuestas para Disminuir la Probabilidad de Amenaza a los Elementos Expuestos por Remoción en Masa en la Reserva Forestal Protectora Buenavista**

Teniendo en cuenta los diferentes elementos expuestos identificados ante este fenómeno en la Reserva Forestal Protectora Buenavista, donde este se presenta en un área de 399 ha como amenaza alta y en un área de 470.1 ha como amenaza media. Ahora bien, es pertinente proponer diferentes alternativas para reducir la probabilidad de afectación, garantizando la seguridad en las personas y sus bienes económicos ante esta amenaza (Cuanalo Campos & Gallardo Amaya, 2016).

Inicialmente se propone realizar **la revegetalización con especies nativas** en el talud para asegurar la retención del suelo, dar soporte y estabilización; por otro lado, es oportuno la instalación de **Cunetas perimetrales y Construcción de zanjas de coronación**, con el fin de recoger las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia la fuente hídrica más cercana (Pulecio Díaz, 2015). Las **obras de protección tipo gaviones** (Marín Ospina & Cely Moreno, 2015), que permiten soportar la presión que ejercen las masas de tierra o rocas inestables (Cuanalo Campos & Gallardo Amaya, 2016).

Además, será necesario **la reubicación de viviendas** que se encuentren especialmente en las zonas de mayor riesgo por parte de la entidad pertinente y **reubicar aquellas torres de transmisión eléctrica** que presenten inestabilidad en el terreno dando como posibilidad la construcción de un muro en la parte de abajo, para darle al suelo una mayor estabilidad junto con obras de drenaje.



## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

Finalmente se hace preciso la instalación de equipos de **instrumentación y monitoreo como el inclinómetro o piezómetro** con el fin de establecer un sistema de alerta temprana y disminuir la vulnerabilidad física y funcional en las zonas de mayor riesgo; este sistema requiere de escenarios que permitan tomar decisiones oportunas en el tiempo, para minimizar las pérdidas ante un evento de peligro (Cuanalo Campos & Gallardo Amaya, 2016).

### Conclusiones

Se evidenció que la retención del agua que se presenta en el terreno de la Reserva Forestal Protectora Buenavista es alta. También se presentó que la precipitación es alta, con un comportamiento bimodal; lo que es un detonante en los procesos de remoción en masa y adicional a la generación de infiltraciones más agresivas en la zona y un aumento del nivel freático (Espitia Pinilla & Herrera Rondón, 2018).

Ahora bien, se identificó cinco tipos de elementos expuestos a la amenaza por remoción en masa en la Reserva Forestal Protectora Buenavista que correspondieron a Veredas, Red vial, Servicios públicos, Fuentes hídricas y bosques, con un área de 399 ha de amenaza alta, 470.1 ha de amenaza media y 342 ha de amenaza baja.

Por lo anterior, fue pertinente proponer alternativas como la Revegetalización de especies nativas, construcción de cunetas perimetrales y Zanjas de Coronación, obras de protección tipo gaviones, la reubicación de viviendas y Torres de transmisión eléctrica que se encuentren en las zonas de mayor riesgo y la instalación de equipos de instrumentación y monitoreo como sistema de alerta temprana, tales como, el inclinómetro o piezómetro; esto con el fin de reducir la probabilidad de amenazas a los elementos expuestos por remoción en masa en la Reserva Forestal Protectora Buenavista.

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

**Referencias Bibliográficas**

- Bohórquez, D., Rojas, J., & Niño, T. (s.f.). *Repositorio Universidad Santo Tomás*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31468/2020dianabohorquez.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Consejo de Estado. (31 de 05 de 2018). *Consejo de Estado Justicia - Guía - Control*. Obtenido de [https://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/PDF/17001-23-31-000-2003-00310-01\(AP\).pdf](https://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/PDF/17001-23-31-000-2003-00310-01(AP).pdf)
- CORMACARENA. (2014). *Registro Único nacional de Áreas Protegidas*. Obtenido de <https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/596>
- Cuanalo Campos, O. A., & Gallardo Amaya, R. J. (2016). Fenómenos de remoción en masa. Acciones para reducir la vulnerabilidad y el riesgo. *Vector*, 34-36.
- Espitia Pinilla, H. S., & Herrera Rondón, M. Á. (Mayo de 2018). *Repositorio Institucional Universidad Santo Tomás*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12065/2018hamiltonepitia.pdf?seq>
- Fonseca Paez, L. A. (2015). *Unidad de Planeación Minero-Energética*. Obtenido de <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/974/23/Rio%20Guayuriba%20Informe%20Tecnico.pdf>
- Guataquira Rojas, M. F. (2018). *Repositorio de la Universidad Santo Tomás*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12019/2018manuelguataquira.pdf?sequence=1>
- Hernandez, L., & Ferreira, M. (2019 ). *Repositorio Universidad Santo Tomás*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/16654/9/2019laurahernandez>
- Herrera Ramos, D. F., & Rojas Arias, L. D. (2021). *Repositorio de la Universidad Católica de Colombia*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27066/1/Informe%20Final%20Trabajo%20de%20Grado%20Herrera%20D%20-%20Rojas%20L%202028-11.pdf>
- IDIGER. (2021). *Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rmovmasa#1>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s.f.). *Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>

## REMOCIÓN EN MASA EN LA RESERVA FORESTAL BUENAVISTA

- Marin Ospina, J., & Cely Moreno, C. A. (2015). *Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José del Caldas*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4969/MarinOspinaJefferson2015.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pulecio Díaz, J. A. (6 de Noviembre de 2015). *Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10184/1/2015\\_NC\\_Tipologia%20o%20bras%20\\_Pulecio.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10184/1/2015_NC_Tipologia%20o%20bras%20_Pulecio.pdf)
- Secretaria de Planeación. (Diciembre de 2016). *Secretaria de Planeación de Villavicencio*. Obtenido de <https://www.planeacionvillavicencio.gov.co/ExpedienteMunicipal/I.%20ARCHIVO%20HISTORICO/B.%20ESTUDIOS%20TECNICOS%20/2.%20ESTUDIOS%20AMBIENTALES/EA7%20Estrategias%20conservaci%C3%B3n%20recurso%20h%C3%ADrico%20para%20consumo%20humano.pdf>
- Servicio Geológico Colombiano. (s,f). *Geoservicios del Servicio Geológico Colombiano*. Obtenido de <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/Geoservicio/Paginas/geoservicios.aspx>
- SGC. (27 de Julio de 2016). *Servicio Geológico de Colombia*. Obtenido de [https://www2.sgc.gov.co/Noticias/boletinesDocumentos/1642\\_Guia-Methodologica-27-07-2016-SinGuias.pdf](https://www2.sgc.gov.co/Noticias/boletinesDocumentos/1642_Guia-Methodologica-27-07-2016-SinGuias.pdf)
- SIMMA. (2022). *Sistema de Información de Movimientos en Masa*. Obtenido de <http://simma.sgc.gov.co/#/public/results/damagstats/>