

DETERMINACIÓN DE ÁREAS SUSCEPTIBLES A INCENDIOS FORESTALES EN EL
FUERTE MILITAR DE TOLEMAIDA - NILO, CUNDINAMARCA

DAVID SANTIAGO URREA ROMERO

Proyecto de grado en modalidad diplomado para obtener el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
GIRARDOT – CUNDINAMARCA

2020

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	3
Planteamiento del Problema	4
Objetivos	5
Marco Normativo.....	6
Diseño Metodológico	7
Análisis de Resultados	21
1. Susceptibilidad total de la vegetación	22
2. Amenaza por pendientes.....	23
3. Amenaza por precipitación	24
4. Amenaza por temperatura.....	25
5. Amenaza por frecuencia de incendios	26
6. Amenaza por accesibilidad	28
7. Amenaza total por incendios forestales	29
8. Análisis DOFA	31
Conclusiones.....	32
Bibliografía	33

INTRODUCCIÓN

El presente estudio, contempla un análisis integral de la amenaza por incendios forestales, que incorpora la ocurrencia de incendios forestales y la dinámica de los mismos, por medio, del análisis de susceptibilidad de la cobertura vegetal, pendientes, patrones climáticos, accesibilidad y registros históricos de la zona de estudio. La investigación de esta problemática ambiental surge del interés de identificar las zonas que son susceptibles a incendios forestales, debido a que en los últimos años se reportan eventos recurrentes, afectando considerables áreas de bosque seco tropical y bosque ripario en el fuerte militar Tolemaida en el municipio de Nilo- Cundinamarca. (Manugar, 2019).

El análisis se elabora adoptando el método propuesto por el IDEAM, basado en la recolección de información, clasificación y calificación de los factores anteriormente mencionados. El desarrollo metodológico es efectuado mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica aplicado a través del software ArcGIS.

En el presente documento se muestran los mapas a escala 1: 80.000 procedentes de cada factor analizado en la metodología, dando como resultado el mapa de amenaza total por incendios forestales para el fuerte militar Tolemaida, por último, se presenta el análisis de resultados cuantitativos y las conclusiones resultantes del desarrollo de la metodología.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel global, los incendios forestales siempre han estado presentes, en 2019, la plataforma en línea Global Forest Watch Fires (GFW Fires) contó más de 4,5 millones de incendios en todo el mundo que fueron mayores de un kilómetro cuadrado. Eso es un total de 400.000 incendios más que en 2018.

En América Latina los incendios de la cobertura vegetal son un problema grave, en primer lugar por la destrucción de sus recursos naturales y el impacto que esto genera en la economía, además los incendios forestales no afectan de igual forma a los países, y esto se debe a las diferencias climáticas, fisiográficas, sociales y hasta económicas, teniendo en cuenta que algunos países destinan recursos para el estudio, el control y manejo de los incendios, mientras que para otros, este tema no hace parte en sus agendas de gobierno ni se encuentra incluido dentro de su legislación. (FAO,2007)

En Colombia por supuesto han sido una constante, en los periodos de menor precipitación, que se han intensificado en épocas del fenómeno del Niño y que han contribuido a la degradación de los ecosistemas boscosos del país, cada año afectan un promedio de 42.000 hectáreas. (MAVDT 2010).

A lo largo de los años el fuerte militar de Tolemaida ha sido escenario de varios incendios forestales debido a las condiciones irregulares del terreno (relieve, pendiente), factores climáticos (temperatura, viento) y factores antrópicos (prácticas militares), actualmente estos incendios se presentan con mayor frecuencia e intensidad debido al aumento de la temperatura y la presencia de fuertes vientos en la zona, estos incendios han generado grandes pérdidas de bosque nativo y preocupación porque presentan un riesgo muy alto para la comunidad.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar las áreas susceptibles a incendios forestales en el fuerte militar de Tolemaida en el municipio de Nilo- Cundinamarca.

Objetivos Específicos

- Analizar información secundaria disponible respecto a las variables cartográficas, topográficas y climatológicas de la zona.
- Establecer el mapa de amenaza total de los incendios en la cobertura vegetal de Tolemaida por medio de los sistemas de información geográfica (SIG)

MARCO NORMATIVO

Decreto Ley 2811 de 1974 Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en su **Artículo 245** contempla que: “la administración deberá, expedir la reglamentación que considere necesaria para prevenir y controlar incendios forestales y recuperar los bosques destruidos por estos” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Ley 99 de 1993 Ley General Ambiental de Colombia

La presente Ley en el **Artículo 1 literal 9** indica que “la Prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento” (Avance Jurídico Casa Editorial Ltda.©, 1993).

Ley 1523 de 2012

Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. En su **Artículo 2** considera que “la gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y habitantes del territorio Colombiano” (Avance Jurídico Casa Editorial Ltda.©, 2012).

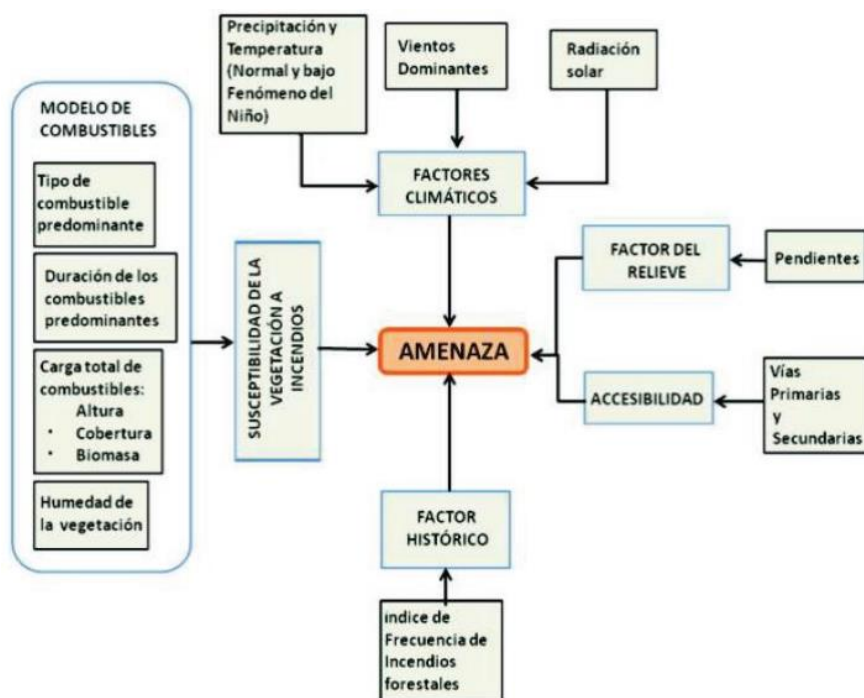
Esta Ley faculta a las autoridades locales, departamentales y nacionales para involucrar las acciones de prevención, atención y mitigación de incendios forestales en la gestión del riesgo.

DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología que se implementa para el desarrollo del proyecto comprende las siguientes etapas: recopilación de datos, procesamiento de información, calificación de datos e integración de factores.

Para la elaboración del mapa de la amenaza total de incendios en la cobertura vegetal del fuerte militar de Tolemaida, se adopta la metodología propuesta por el protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000 (IDEAM, 2011)

Figura 1. Factores de la evaluación de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal



Fuente: (IDEAM, 2011).

ETAPA 1 – RECOPIACIÓN DE DATOS

En esta etapa se recolectan los datos de información cartográfica secundaria que son requeridos para la elaboración del mapa de la amenaza total de incendios en la cobertura vegetal

(climatológicos, cartográficos e históricos) a través de las siguientes plataformas digitales (EARTHDATA, DESINVENTAR, WORDCLIM, Geoportal IGAC, IDEAM).

Tabla 1. Plataformas digitales de la información secundaria

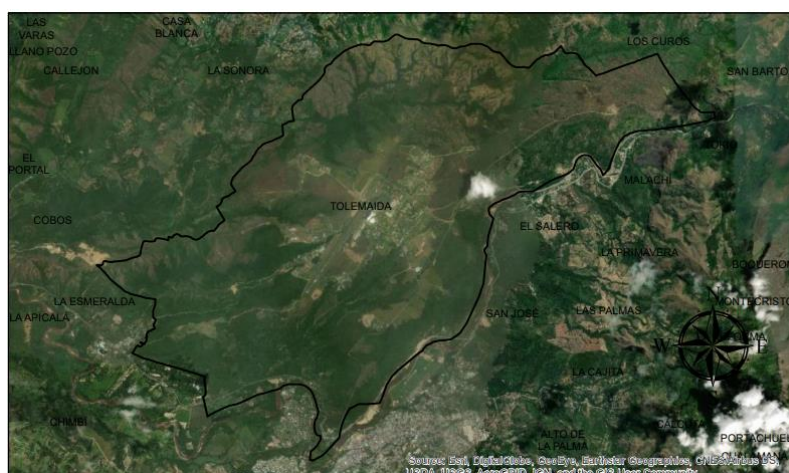
Información Secundaria	Plataformas Digitales
Climatológicos (Precipitación, Temperatura)	IDEAM, WORDCLIM
Cartográficos (Límites político-administrativo, Cobertura y uso del suelo, Centros poblados, Vías, Hidrografía, Modelo de elevación digital)	Geoportal IGAC, EARTHDATA
Históricos (frecuencia de incendios)	DESINVENTAR

Fuente: Autor, 2020

ETAPA 2 – PROCESAMIENTO DE DATOS

Con la información cartográfica previamente obtenida se procede a incorporar los datos en el software ArcGIS, donde se analiza, administra y organiza la información detallada de la zona de estudio.

Figura 2. Tolemaida Vista en Basemap, ArcMap



Fuente: Autor, 2020

A continuación, se describen los procedimientos realizados para la organización de la información.

✓ **CARTOGRAFÍA BASE**

- **Limite político administrativo:** Teniendo la capa de las veredas de Colombia se procede a realizar el recorte de la vereda Tolemaida, del municipio de Nilo, por medio de la herramienta Data, Export Data

- **Cobertura vegetal**

Paso 1: Teniendo la capa de la vereda tolemaida y la capa de cobertura vegetal del país suministrada por el IGAC, se procede a realizar el recorte de las coberturas vegetales según la clasificación CORINE LAND COVER de la vereda Tolemaida.

Paso 2: Se debe realizar una clasificación mediante los tipos de cobertura para determinar la susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios, teniendo en cuenta las siguientes características según lo indica el protocolo: tipo de combustible, duración de combustible y carga total de combustible.

Tabla 2. Clasificación de susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

Tipo de cobertura (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	Tipo de combustible	Duración del combustible	Carga total del combustible
Afloramientos rocosos	No combustible	No combustibles	No combustible
Bosque denso	Arboles	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)
Bosque fragmentado	Arboles	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)
Bosque de galería y ripario	Arboles	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)
Arbustal	Arboles	100 horas	Muy alta (más de 100 ton/ha)

Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustible	No combustibles	No combustibles
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas	1 hora	Moderada (50 – 100 ton/ha)
Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas	1 hora	Moderada (50 – 100 ton/ha)
Mosaico de pasto y cultivos	Pastos/hierbas	1 hora	Moderada (50 – 100 ton/ha)
Mosaico de cultivos	Hierbas	10 horas	Baja (1 – 50 ton/ha)
Pastos enmalezados	Pastos	1 hora	Baja (1 – 50 ton/ha)
Pastos limpios	Pastos	1 hora	Baja (1 – 50 ton/ha)
Herbazal	Hierbas	10 horas	Baja (1 – 50 ton/ha)
Zonas glaciares y nivales	No combustible	No combustibles	No combustibles

Fuente: (IDEAM,2011)

✓ **FACTOR DE RELIEVE**

Tabla 3. Propiedades del Modelo Digital de Elevación

CollectionReference	ASTER Global Digital Elevation Model V003
Date	2019-08-05T07:34:15.731Z
GranuleUR	SC:ASTGTM.003: 2342548808
Resolución Espacial	30 m
Dimensiones	3601 x 3601

Formato	TIFF
XY Coordinate System	WGS_1984

Fuente: Autor, 2020

- **Pendientes**

Paso 1: Teniendo el modelo de elevación digital (DEM), se procede a efectuar el recorte del área de interés con la herramienta Raster Processing, Clip.

Paso 2: Se utiliza la herramienta Raster Surface, Slope para determinar las pendientes del DEM.

Paso 3: Se debe hacer una reclasificación por rangos a través de la herramienta Reclasify.

Tabla 4. Reclasificación de pendientes

Pendiente media (%)
0 – 7 %
7 – 12 %
12 – 25 %
25 – 75 %
> 75 %

Fuente: (IDEAM, 2011)

Paso 4: Convertir el raster a polígono mediante el uso de la herramienta Raster to polygon.

✓ **FACTORES CLIMATICOS**

- **Precipitación**

Paso 1: Teniendo los datos de las estaciones meteorológicas de la base aérea de Melgar y de los municipios de Nilo y del Carmen de Apicala, se realiza el promedio anual de

precipitación de cada estación de un rango de 10 años (2010 – 2019) guardándolo en un libro de Excel.

Tabla 5. Datos de precipitación media anual

Precipitación media anual (mm)	Estación Meteorológica	Latitud	Longitud
1158.73	BASE AEREA MELGAR	4.212222222	-74.63683333
1557.13999999994	CARMEN DE APICALA	4.161027778	-74.71311111
1557.91999999993	NILO	4.305888889	-74.64866667

Fuente: Autor, 2020

Paso 2: Se carga la hoja de Excel en el software ArcGIS y se georreferencian los puntos de las estaciones meteorológicas implementadas a través de la herramienta Display XY Data.

Paso 3: Para realizar la interpolación de la precipitación media anual de las estaciones meteorológicas se utiliza la herramienta de Interpolation, IDW

Paso 4: Se debe hacer una reclasificación por rangos a través de la herramienta Reclassify.

Tabla 6. Reclasificación de precipitación

Precipitación media anual (mm)	Denominación
0 – 500	Árido
500 - 1000	Muy Seco
1000 – 2000	Seco
2000 – 3000	Húmedo
3000 - 7000	Muy húmedo
> 7000	Pluvial

Fuente: (IDEAM,2011)

Paso 5: Convertir el raster a polígono mediante el uso de la herramienta Raster to polygon.

- **Temperatura**

Paso 1: Con los datos obtenidos de la plataforma WORDCLIM, se procede a calcular la temperatura media anual por medio de la herramienta Map Algebra, Raster Calculator utilizando la siguiente ecuación: $((\text{Enero} + \text{Febrero} + \text{Marzo} + \text{Abril} + \text{Mayo} + \text{Junio} + \text{Julio} + \text{Agosto} + \text{Septiembre} + \text{Octubre} + \text{Noviembre} + \text{Diciembre}) / 12)$.

Tabla 7. Datos de temperatura promedio anual

Meses	Temperatura anual (°C)
Enero	30
Febrero	29.6
Marzo	29.7
Abril	30.1
Mayo	30.4
Junio	30.9
Julio	32.2
Agosto	30.6
Septiembre	28.2
Octubre	27.5
Noviembre	29.1
Diciembre	30.3
PROMEDIO	30.1

Fuente: Autor, 2020

Paso 2: Se realiza el recorte de la temperatura media anual con el límite político con la herramienta Raster Processing, Clip.

Paso 3: Se debe hacer una reclasificación por rangos a través de la herramienta Reclassify.

Tabla 8. Reclasificación de temperatura

Temperatura media anual (°C)	Denominación
< 1.5	Nival
1.5 - 6	Extremadamente frío
6 - 12	Muy frío
12 - 18	Frío
18 - 24	Templado

> 24

Cálido

Fuente: (IDEAM,2011)

Paso 4: Convertir el raster a polígono mediante el uso de la herramienta Raster to polygon.

✓ **FACTOR HISTORICO**

• **Frecuencia:**

Paso 1: Se hace el respectivo análisis de los reportes históricos registrados en los últimos 10 años de las zonas donde frecuentemente se presentan incendios de cobertura vegetal.

Tabla 9. Reportes de eventos de incendios en la plataforma DESINVENTAR

# de eventos registrados	Año	Ubicación
1	2015	Mesa Baja - Tolemaida
2	2014	Los Curos – Predios Tolemaida
3	2016	La Sonora – Predios Tolemaida
4	2011	Los Curos – Predios Tolemaida
5	2012	La Sonora – Predios Tolemaida
6	2013	Los Curos – Predios Tolemaida
7	2015	La Esmeralda – Predios Tolemaida
8	2016	La Sonora – Predios Tolemaida
9	2012	La Sonora – Predios Tolemaida
10	2015	La Esmeralda – Predios Tolemaida

Fuente: Autor, 2020

Paso 2: Crear la capa tipo punto y marcar las zonas que presentan incendios frecuentes según los reportes de la plataforma online DESINVENTAR.

Paso 3: Realizar el recorte de la capa tipo punto (eventos reportados de incendios) con el limite político de la zona por medio de la herramienta Geoprocessing, Clip.

Paso 4: Generar un buffer múltiple a través de la herramienta Proximity, Multiple Ring Buffer, y clasificar con las siguientes distancias:

Tabla 10. Reclasificación Factor Histórico

Distancia (Grosor del buffer en m)	Categoría de la amenaza
< 200	Muy alta
400	Alta
600	Moderada
800	Baja
> 800	Muy baja

Fuente: Autor, 2020

Paso 5: Recortar la capa de distancias clasificadas con el limite político, por medio de la herramienta Geoprocessing, Clip.

✓ **ACCESIBILIDAD**

• **Vías**

Paso 1: Agregar la capa de vías (vías principales y secundarias) al software ArcGIS

Paso 2: Realizar el recorte de la capa vías con el limite político de la zona por medio de la herramienta Geoprocessing, Clip.

Paso 3: Con la capa recortada de las vías se genera un buffer múltiple a través de la herramienta Proximity, Multiple Ring Buffer, y se clasifica con las siguientes distancias:

Tabla 11. Clasificación de distancia del grosor del buffer

Distancia a la vía (Grosor del buffer en m)	Categoría de la amenaza
0 - 500	Muy alta
500 - 1000	Alta
1000 – 1500	Moderada
1500 – 2000	Baja
Mas de 2000	Muy baja

Fuente: (IDEAM,2011)

Paso 4: Realizar el recorte de la capa del múltiple buffer de vías con el limite político de la zona por medio de la herramienta Geoprocessing, Clip.

ETAPA 3 - CALIFICACIÓN DE DATOS

En esta etapa se procede a realizar la calificación de cada uno de los factores que se encuentran organizados y clasificados.

A continuación, se describe la metodología utilizada para la calificación de los factores:

✓ *Susceptibilidad de la vegetación a incendios*

En las siguientes tablas se observan los valores de calificación utilizados para determinar el tipo de combustible, la duración del combustible y la carga total del combustible.

Tabla 12. Calificación tipo de combustible

TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE LA AMENAZA	CALIFICACIÓN
Arboles	BAJA	2
Árboles y arbustos	MODERADA	3
Arbustos	ALTA	4
Hierbas	ALTA	4
Pastos/Hierbas	MUY ALTA	5
Pastos	MUY ALTA	5
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1

Fuente: (IDEAM,2011)

Tabla 13. Calificación duración de combustible

DURACION DE LOS COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE LA AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas	MUY BAJA	1
100 horas (predominio de árboles)	BAJA	2
10 horas (predominio de arbustos/hierbas)	MODERADA	3
1 hora (predominio de pastos)	ALTA	4

Fuente: (IDEAM,2011)

Tabla 14. Calificación carga total de combustible

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE LA AMENAZA	CALIFICACIÓN
No combustibles	MUY BAJA	1
Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha)	MUY BAJA	2
Baja (1-50 Ton/Ha)	BAJA	3
Moderada (50-100 Ton/Ha)	MODERADA	4
Muy alta (más de 100 Ton/Ha)	ALTA	5

Fuente: (IDEAM,2011)

Luego de realizar la calificación, se debe generar el mapa de susceptibilidad de la vegetación a incendios, aplicando la siguiente formula:

$$SUSC = CAL(tc) + CAL (dc)+CAL (ct)$$

Donde:

SUSC: Susceptibilidad de la vegetación (susceptibilidad bruta)

CAL(tc): Calificación por tipo de combustible

CAL(dc): Calificación de la duración de los combustibles

CAL(ct): Calificación de la carga total de combustibles

El resultado obtenido se agrupa en 5 categorías mediante una distribución de frecuencias y a cada grupo se le asigna una calificación que varía entre susceptibilidad muy baja (rango menor) a susceptibilidad muy alta (rango mayor).

Tabla 15. Categorías de susceptibilidad según su rango

RANGOS	CATEGORÍA DE LA SUSCEPTIBILIDAD	CALIFICACIÓN
3 - 6	MUY BAJA	1
6 - 9	BAJA	2
9 - 11	MEDIA	3
11 - 13	ALTA	4
13 - 15	MUY ALTA	5

Fuente: Autor, 2020

✓ **Factor relieve (pendientes)**

A continuación, en la tabla 11 se observa la calificación evaluada según el porcentaje de pendientes.

Tabla 16. Calificación de pendientes

PENDIENTE MEDIA (%)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 7 %	MUY BAJA	1
7 – 12 %	BAJA	1
12 – 25 %	MODERADA	2
25 – 75 %	ALTA	3
>75 %	MUY ALTA	4

Fuente: (IDEAM,2011)

✓ **Factores climáticos**

- **Precipitación:** la calificación de la precipitación media anual se determina por medio de la siguiente tabla

Tabla 17. Calificación de precipitación

PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Árido (0 – 500)	MUY BAJA	1
Pluvial (>7000)	MUY BAJA	1
Muy húmedo (3000 – 7000)	MODERADA	2
Húmedo (2000 – 3000)	MODERADA	3
Seco (1000 – 2000)	ALTA	4
Muy seco (500 – 1000)	MUY ALTA	5

Fuente: (IDEAM,2011)

- **Temperatura:** la calificación de la temperatura media anual se determina por medio de la siguiente tabla

Tabla 18. Calificación de temperatura

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
Nival (<1.5)	MUY BAJA	1
Extremadamente frío (1.5 - 6)	MUY BAJA	1
Muy frío (6 – 12)	MODERADA	2
Frío (12 – 18)	MODERADA	3

Templado (18 – 24)	ALTA	4
Cálido (>24)	MUY ALTA	5

Fuente: (IDEAM,2011)

- ✓ **Factor histórico:** En la siguiente tabla se observa la calificación de las zonas donde se reporta frecuencia de incendios.

Tabla 19. Calificación del factor histórico

DISTANCIA (Grosor del buffer en m)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
< 200	MUYALTA	5
400	ALTA	4
600	MODERADA	3
800	BAJA	2
> 800	MUY BAJA	1

Fuente: Autor, 2020

- ✓ **Accesibilidad**

A continuación, en la tabla 15 se observa la calificación evaluada según el grosor del buffer en metros, determinando la amenaza de mayor o menor posibilidad de acceso que se tenga a las vías.

Tabla 20. Calificación de la accesibilidad

DISTANCIA A LA VIA (GROSOR DEL BUFFER EN m)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CALIFICACIÓN
0 – 500	MUY ALTA	5
500 – 1000	ALTA	4
1000 - 1500	MODERADA	3
15000 - 2000	BAJA	2
> 2000	MUY BAJA	1

Fuente: (IDEAM,2011)

ETAPA 4 - INTEGRACIÓN DE FACTORES

Paso 1: Por medio de la herramienta Geoprocessing, Intersect se realiza la intersección de las capas con los factores calificados, generando una nueva capa con todos los factores calificados.

Paso 2: En la tabla de atributos de la nueva capa se crea un campo donde ira el cálculo de la amenaza de incendios, a través de la herramienta Field Calculator.

Paso 3: Finalmente se genera el mapa de amenaza por incendios aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Amenaza} = \text{susceptibilidad de la vegetación} \times (0,17) + \text{precipitación} \times (0,25) + \text{temperatura} \times (0,25) + \text{pendientes} \times (0,03) + \text{frecuencia} \times (0,05) + \text{accesibilidad} \times (0,03)$$

Una vez realizada la respectiva suma ponderada, se procede a realizar una distribución de frecuencias en 5 rangos para así llegar a categorizar el grado de amenaza entre muy baja (rango menor) a muy alta (rango mayor), considerando las categorías intermedias de baja, moderada y alta, respectivamente. (IDEAM,2011).

Tabla 21. Categorías de amenaza total de incendios forestales

Rangos	CATEGORÍA DE AMENAZA
< 1.2	MUY BAJA
1.2 – 1.9	BAJA
1.9 – 2.7	MODERADA
2.7 – 3.2	ALTA
3.2 – 3.9	MUY ALTA

Fuente: Autor, 2020

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Utilizando la metodología propuesta, se generaron un total de 7 mapas.

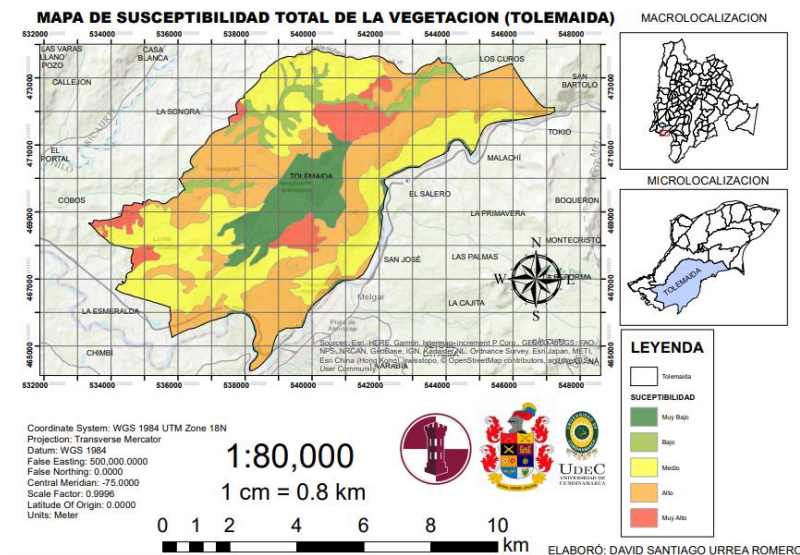
- Mapa de susceptibilidad total de la vegetación
- Mapa de amenaza por pendientes
- Mapa de amenaza por precipitación
- Mapa de amenaza por temperatura
- Mapa de amenaza por frecuencia de incendios
- Mapa de amenaza por accesibilidad
- Mapa de amenaza total por incendios forestales.

Estos mapas aumentan el entendimiento de la dinámica de los incendios forestales que afectan la cobertura vegetal en el fuerte militar de tolemaida, de manera que se puedan tomar acciones de prevención que minimicen esta amenaza y su posible ocurrencia, en particular las zonas con altos niveles de amenaza.

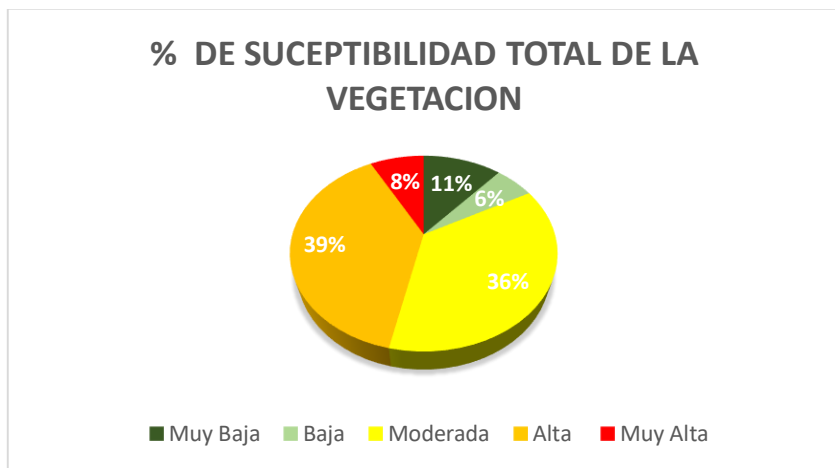
A continuación, se presentan los mapas de amenaza a incendios de la cobertura vegetal para el Fuerte Militar de Tolemaida, Vereda Tolemaida del Municipio de Nilo, Cundinamarca.

SUSCEPTIBILIDAD TOTAL DE LA VEGETACION

Figura 3. Mapa de susceptibilidad total de la vegetacion



Grafica 1. Porcentaje del grado de susceptibilidad total de la vegetación



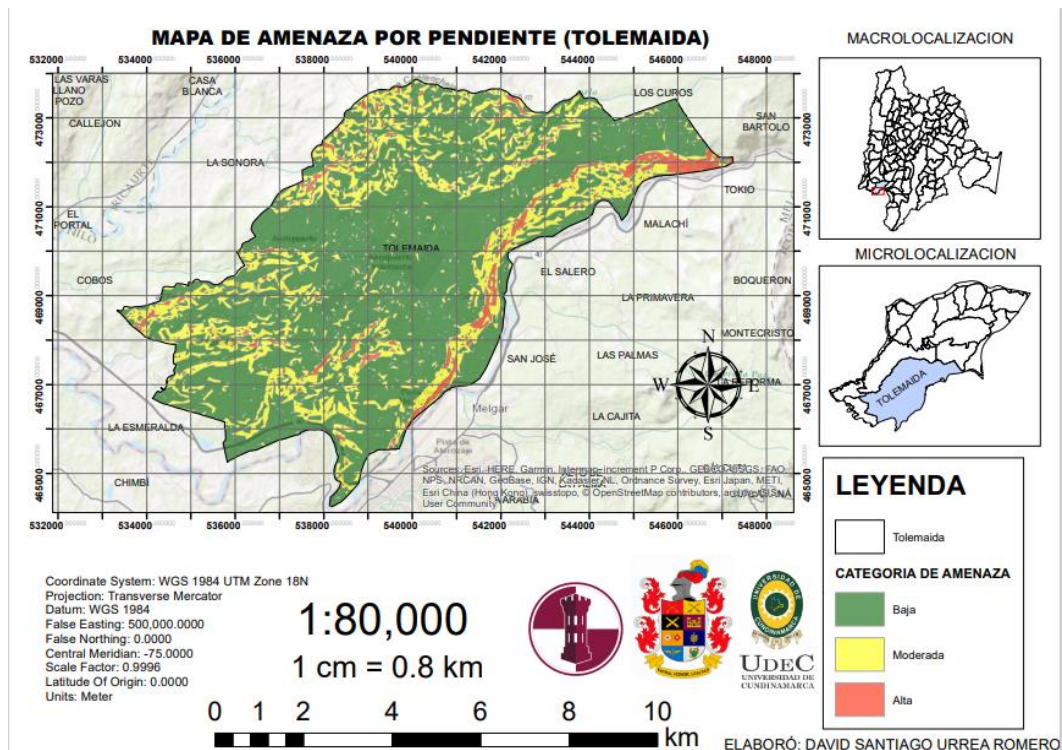
La susceptibilidad total de la vegetación está determinada por el tipo de combustible, la duración y la carga. El cual permite identificar la condición actual de las coberturas vegetales del Fuerte Militar de Tolemaida.

Como se observa en la **Figura 3** y la **Gráfica 1**, se puede apreciar la superioridad del grado de susceptibilidad alta el cual comprende el 39% del área, posteriormente encontramos al grado de

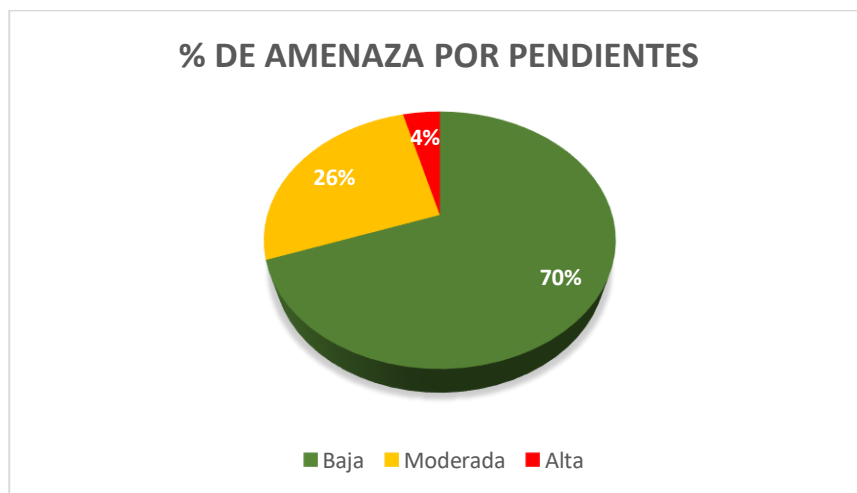
susceptibilidad moderada con el 36% del área, el grado de susceptibilidad muy baja comprende un 11% del área y la susceptibilidad baja y muy alta cubren el 6% y el 8% del área total respectivamente.

AMENAZA POR PENDIENTES

Figura 4. Mapa de amenaza por pendientes



Grafica 2. Porcentaje del grado de amenaza por pendientes

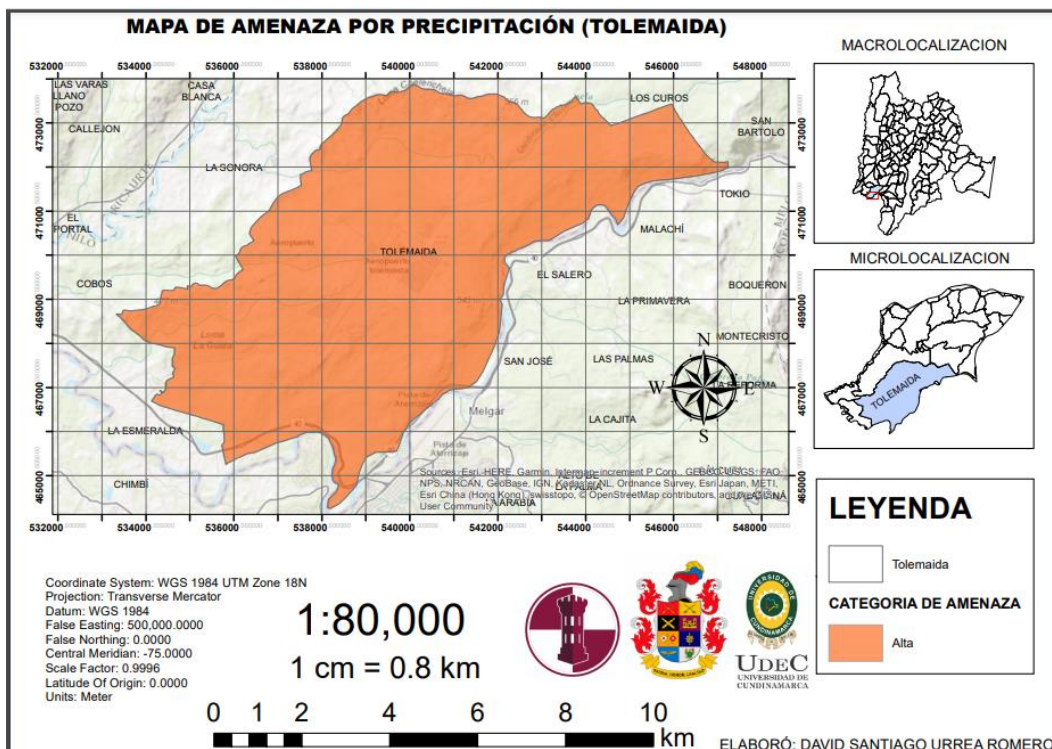


La topografía y el relieve del terreno son aspectos importantes a considerar en el análisis de amenaza por incendios forestales, puesto que la pendiente del terreno define la propagación y el comportamiento del fuego, ya que aguas arriba los fenómenos de convección y radiación son más eficientes; por ello, mientras más inclinadas sean las laderas, mayor será la velocidad de propagación del fuego. (Merida, Juan, 2000).

Como se observa en la **Figura 4** y la **Grafica 2**, predomina el grado de amenaza baja el cual comprende el 70% del área, debido a que el terreno en su mayoría cuenta con pendientes menores a los 12 grados de inclinación, posteriormente encontramos el grado de amenaza moderada con el 26%, y alta con 4% del área total.

AMENAZA POR PRECIPITACIÓN

Figura 5. Mapa de amenaza por precipitación



Grafica 3. Porcentaje del grado de amenaza por precipitación

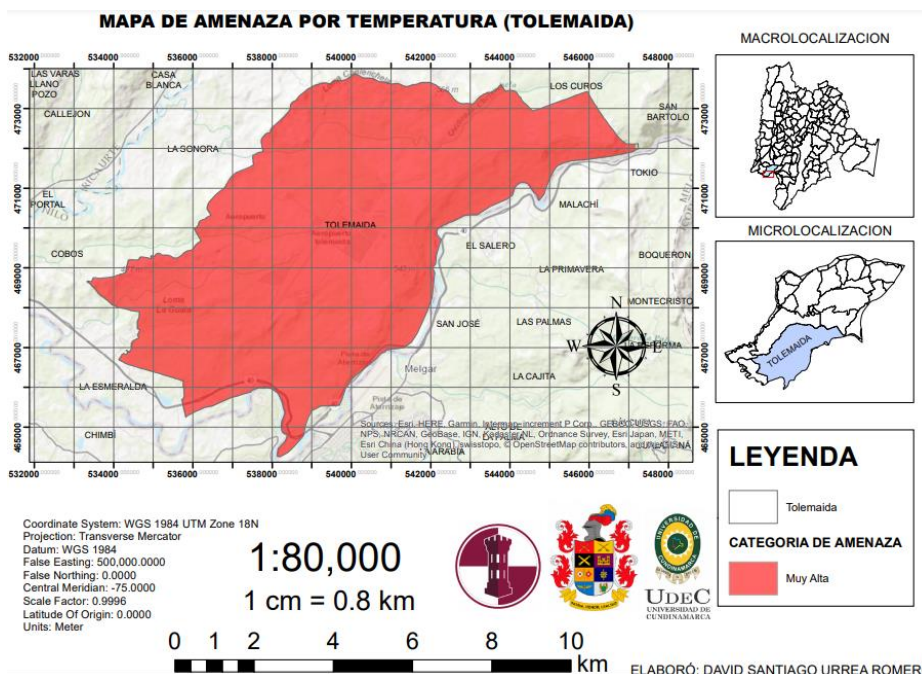


La precipitación es un factor determinante al momento de evaluar la amenaza a incendios de la cobertura vegetal. La precipitación en combinación con la temperatura aumenta la humedad relativa del aire por lo que disminuye la capacidad de combustión (Boulandier et al, 2001)

El grado de amenaza por precipitación en el fuerte militar es considerada alta en toda su extensión como se evidencia en la **Grafica 3**, esto es debido a que presenta valores entre 1000 a 1500 mm anuales.

AMENAZA POR TEMPERATURA

Figura 6. Mapa de amenaza por temperatura



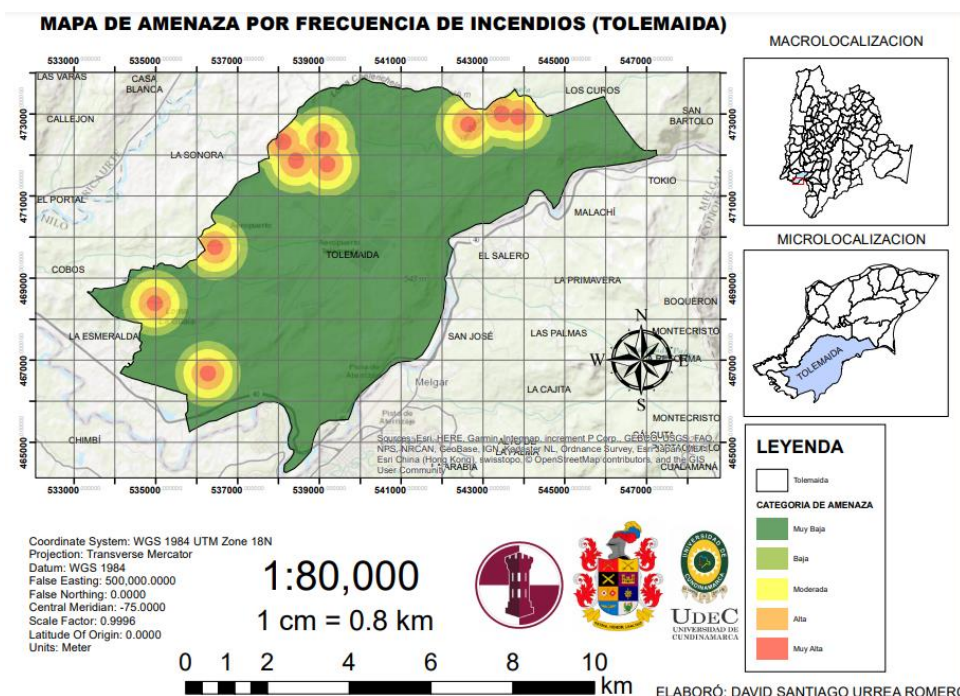
Grafica 4. Porcentaje del grado de amenaza por temperatura



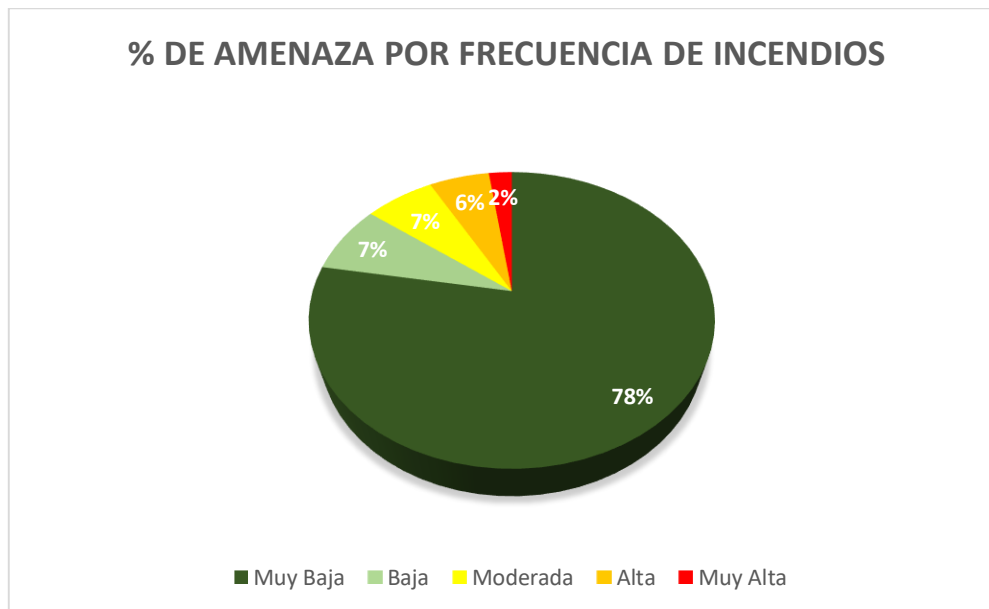
La amenaza por temperatura influye en el contenido de humedad de la vegetación y la aparición de corrientes de aire que se elevan desde los suelos calientes. Estos eventos se potencializan en los meses de mínimas precipitaciones, especialmente al mediodía y a primeras horas de la tarde (Boulandier et al, 2001). El fuerte militar de Tolemaida se encuentra categorizado dentro del grado de amenaza muy alta, esta zona presenta una temperatura media anual mayor a los 30° Celsius por lo que se considera cálido.

AMENAZA POR FRECUENCIA DE INCENDIOS

Figura 7. Mapa de amenaza por frecuencia de incendios



Grafica 5. Porcentaje del grado de amenaza por frecuencia de incendios



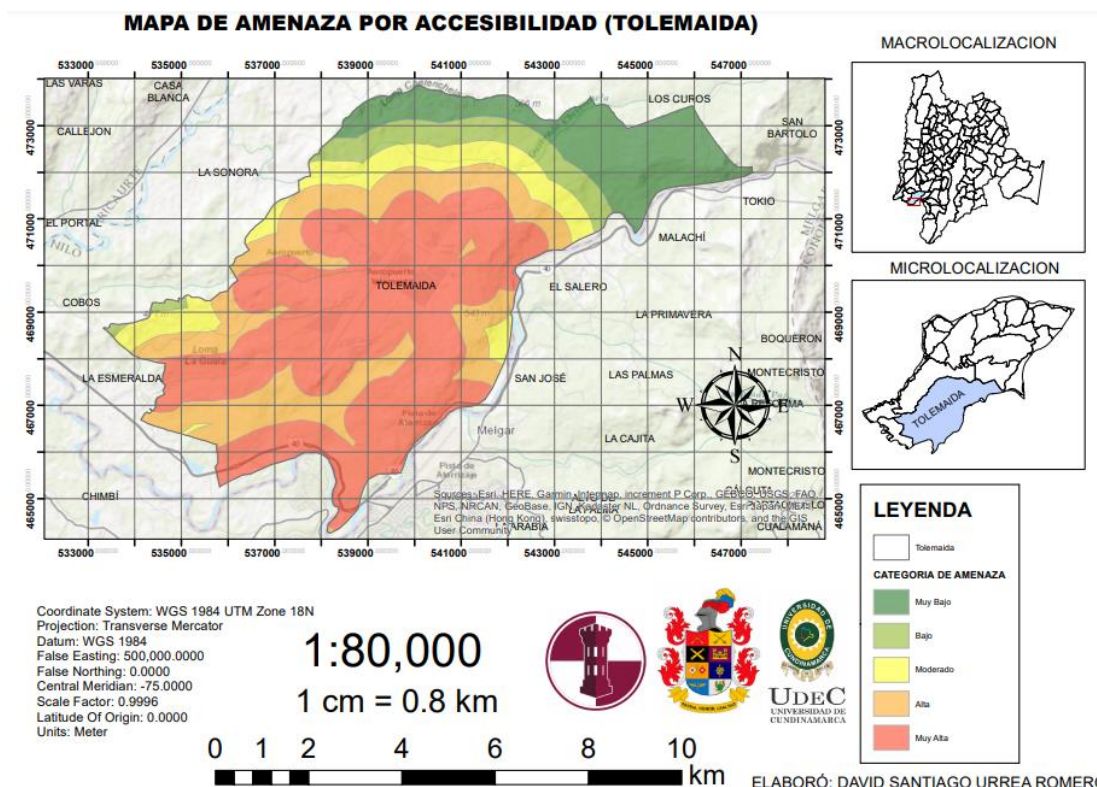
La amenaza por frecuencia de incendios nos indica cuales son las zonas donde hay mayor probabilidad de presentar incendios en la cobertura vegetal.

Por medio de los registros históricos de un intervalo de 10 años, se determinó el índice de frecuencia de incendios en el fuerte militar de Tolemaida, según la **Grafica 5**; el 78% del área se encuentra con el grado de amenaza muy baja, el grado de amenaza baja y moderada cuenta con un 7 % cada una y los grados de amenaza alta y muy alta tienen 6% y 2% respectivamente.

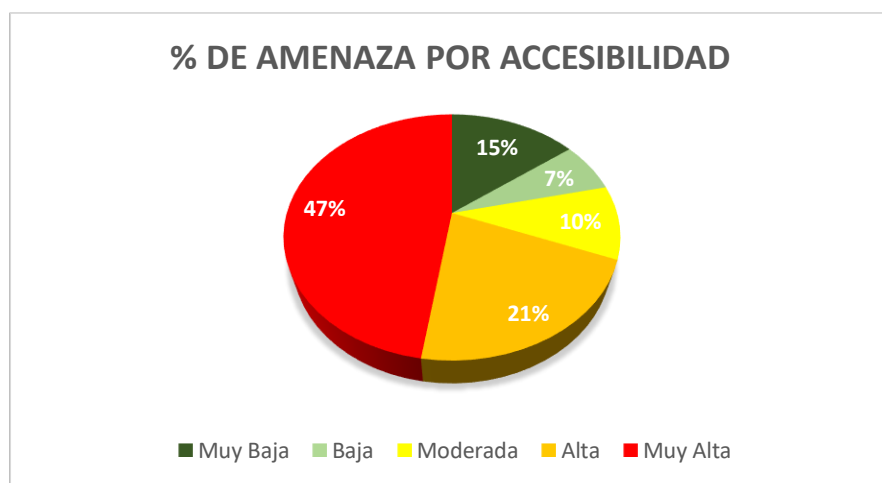
Los predios cercanos a las veredas de Los Curos, La Sonora, La Esmeralda y Mesa Baja presentan reportes constantes en los últimos años.

AMENAZA POR ACCESIBILIDAD

Figura 8. Mapa de amenaza por accesibilidad



Grafica 6. Porcentaje del grado de amenaza por accesibilidad



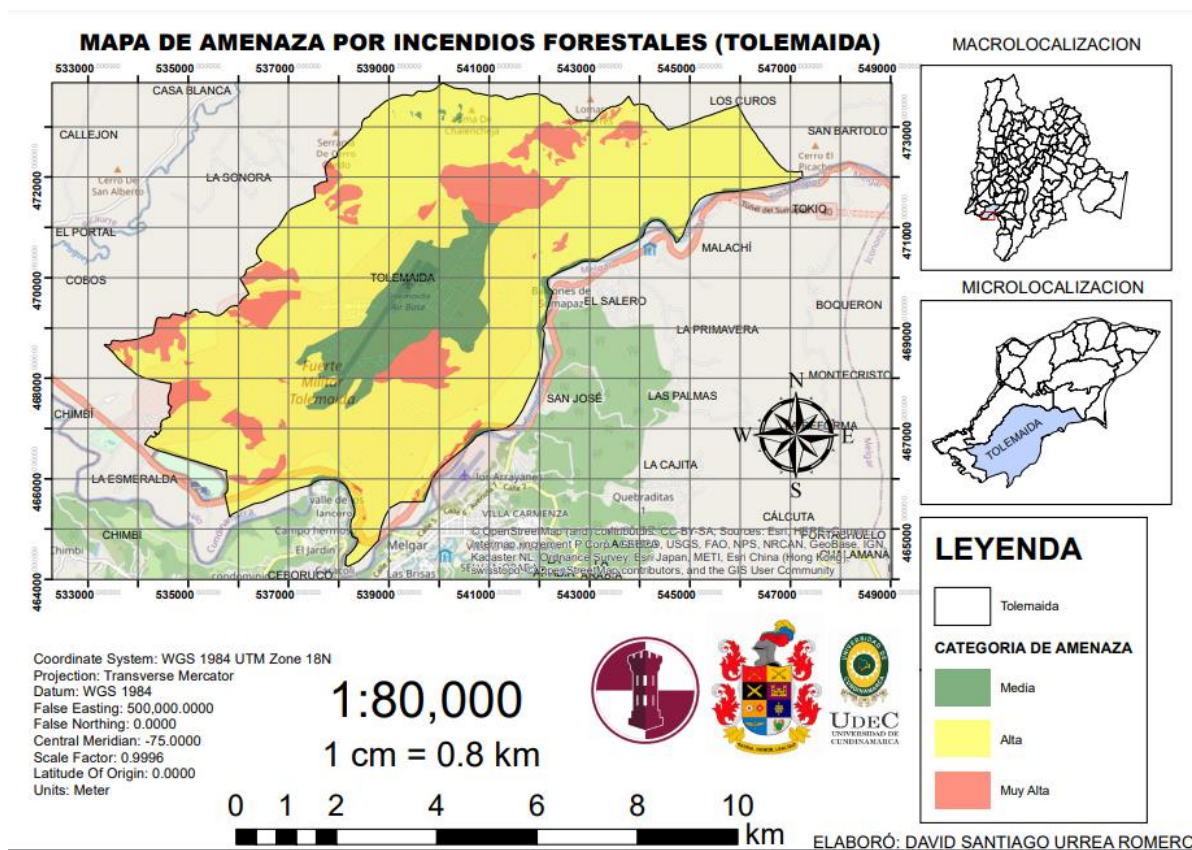
El mapa de amenaza por accesibilidad representa las vías de mayor importancia y con mayor flujo de vehículos de todo tipo que exponen a la vegetación presente a su alrededor.

Este factor también toma en cuenta áreas cercanas a las vías en donde hay un flujo de personas, asentamientos urbanos, estaciones de gasolina, restaurantes, etc. (Gómez. A, 2019)

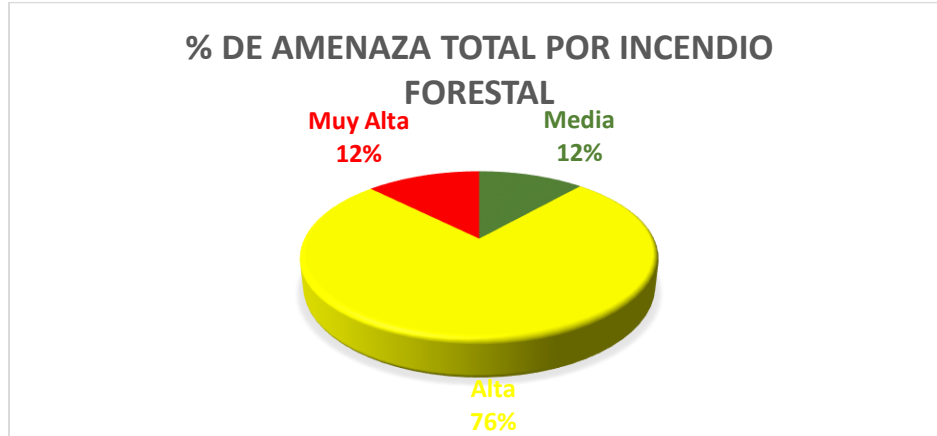
Para la evaluación del factor de amenaza por accesibilidad se tomaron en cuenta las vías de grado 1,2 y 3. En el fuerte militar de Tolemaida como se evidencia en la **Grafica 6** el grado de amenaza muy alta representa el 47% del área total, la amenaza alta ocupa el 21%, por su parte la amenaza moderada cuenta con el 10%, y los grados de amenaza baja y muy baja tienen el 7% y 15% respectivamente.

AMENAZA TOTAL DE INCENDIOS FORESTALES

Figura 9. Mapa de amenaza total por incendios forestales.



Grafica 7. Porcentaje del grado de amenaza total por incendios forestales



La amenaza total de incendios forestales es la suma de los siguientes factores: susceptibilidad total de la vegetación a incendios, relieve, climáticos, históricos y de accesibilidad, estos factores integrados conforman el mapa de Amenaza total por incendios forestales del fuerte militar de Tolemaida, en el municipio de Nilo, Cundinamarca.

Como se observa en la **Figura 9** y la **Grafica 7**, el grado de amenaza alta comprende el 76% del área, posteriormente el grado de amenaza muy alta con el 12%, y amenaza media con 12% del área total.

La amenaza muy alta comprende los predios cercanos a la vereda Los Curos, específicamente en la loma Las Torres y la loma Chelenchela, la vereda La Sonora, en la Serranía de Cerro Gordo, la vereda Los Cobos y la vereda la Esmeralda en los predios cercano a Mesa Baja.

La amenaza alta contiene la mayoría de zonas del fuerte militar debido a que se encuentra ubicado en zona rural donde hay presencia de pastos, hierbas, relictos de bosque secundario (bosque de galería y ripario) y relictos de bosque seco tropical.

La amenaza media abarca principalmente la zona urbana del fuerte militar y sectores de la cuenca hidrográfica del Sumapaz.

Analisis DOFA

<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • El manejo del agua como recurso natural limitado. • Infraestructuras cercanas en zonas de amenaza alta de incendios forestales. • Bajo rendimiento en la ejecución de trabajos preventivos. 	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo logístico y financiero. • Capacidad y tendencia de innovación. • Personal capacitado para la gestión del riesgo. • Alta eficacia en la extinción inicial de incendios forestales.
<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de actividades antropogénicas en las zonas de amenaza. • Temperaturas muy altas en el fuerte militar Tolemaida. • Grandes extensiones de cobertura vegetal que facilitan la ocurrencia de incendios. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programar actividades de reforestación en zonas estratégicas. • Mejora en la gestión de recursos naturales. • Aumento en la sensibilización de la sociedad sobre la problemática socio ambiental que suponen los incendios forestales.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de la caracterización de amenaza total de incendios forestales (adoptando la metodología del Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, del IDEAM), se ha determinado que los predios cercanos a la vereda Los Curos (loma Las torres y loma Chelenchela,), la vereda La Sonora (Serranía de cerro gordo), la vereda Los Cobos y la vereda la Esmeralda en los predios cercano a Mesa Baja son áreas que tienen mayor susceptibilidad a incendios forestales en el fuerte militar de Tolemaida.
- Por medio de los Sistemas de información Geográfica se logró analizar las condiciones reales de la cobertura vegetal, los factores climatológicos, históricos y cartográficos del fuerte militar de Tolemaida a través del procesamiento de datos espaciales en el software ArcGis, esto resulta ser una herramienta de gran utilidad para el desarrollo en la gestión del riesgo por incendios forestales.
- El fuerte militar de Tolemaida en la mayoría del territorio comprende el grado de amenaza alta por incendios forestales, corresponde a un área de 43.162 km² equivalente al 76% del área total, esto es debido a que se encuentra ubicado en zona rural y conserva gran cantidad de vegetación (pastos, herbazales y relictos de bosque seco tropical), lo cual aumenta la probabilidad de ocurrencia de incendios y la propagación de los mismos.
- Para aquellos predios que tienen categoría muy alta en el mapa de amenaza por incendios forestales, se recomienda tomar acciones y/o medidas de prevención que minimicen la ocurrencia de incendios forestales, para ello se recomienda evitar quemas o arrojar elementos inflamables, además, realizar jornadas de reforestación y establecer puntos estratégicos para adecuar hidrantes.

BIBLIOGRAFÍA

FAO. (2007). Evaluación del Fuego en la Región de Latinoamérica: Mesoamérica, Caribe y América del Sur. In International Forest Fire News (Vol. 36).

MAVDT. (2010). Los Incendios Forestales en Colombia. Bogotá.8 Pág.

Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente – Anotado / comps.: Atuesta Cepeda, Constanza; Burgos Navarro, Manuel Santiago; García Pachón, María del Pilar; Montes Cortés, Carolina; Negrete Montes, Rodrigo Elias; Rojas Mejía, Bibiana Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014

Diario Oficial No. 41.146 de 22 de diciembre de 1993, Disposiciones analizadas por Avance Jurídico Casa Editorial Ltda.©, "Leyes desde 1992 - Vigencia Expresa y Sentencias de Constitucionalidad" ISSN [1657-6241], recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Diario Oficial No. 48.411 de 24 de abril de 2012, Disposiciones analizadas por Avance Jurídico Casa Editorial Ltda.© "Leyes desde 1992 - Vigencia Expresa y Sentencias de Constitucionalidad" ISSN [1657-6241] recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html

IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C., 2011. 109 pag.

MERIDA, Juan. (2000). en la Defensa Contra Incendios Forestales. Pag. 8.9.

Boulandier, J. E. (2001). Manual de extinción de incendios. Pamplona: Bomberos de Navarra.

Gómez, A. (2019). Evaluación del grado de amenaza total por incendios de la cobertura vegetal en la jurisdicción de la corporación autónoma regional de Cundinamarca – CAR (tesis de pregrado). Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A, Bogotá, Colombia

RCN (Productor). (2019). NoticiasRCN.com [TELEVISION]. base militar de Tolemaida, en Cundinamarca. <https://noticias.canalrcn.com/>

Manugar. (2019). Comando General Fuerzas Militares de Colombia: En un trabajo conjunto y coordinado se controla incendio forestal en Tolemaida. Bogotá, Colombia.: Recuperado de <https://www.cgfm.mil.co/>

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Cartilla orientadora para la gestión del Riesgo en incendios forestales en el marco de la ley 1523 de 2012.