

**Mapa de gestión del riesgo por inundaciones en Villavicencio: análisis espacial por vulnerabilidad para el ordenamiento agroambiental y planeación estratégica del territorio**

Daniela Ayala Pacheco<sup>1</sup> [atrujillocri@unadvirtual.edu.co](mailto:atrujillocri@unadvirtual.edu.co)

Guillermo Castaño González<sup>2</sup> [gcastanog@unadvirtual.edu.co](mailto:gcastanog@unadvirtual.edu.co)

Adriana Trujillo Criollo<sup>3</sup> [dayalapa@unadvirtual.edu.co](mailto:dayalapa@unadvirtual.edu.co)

Docente asesor:

Yeffersson Arley Serrato Velosa [yeffersson.serrato@unad.edu.co](mailto:yeffersson.serrato@unad.edu.co)

### **Resumen**

El presente trabajo aborda un análisis de riesgo de inundación en el municipio de Villavicencio Meta a través de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En este sentido se hizo un mapa de riesgo con el programa ArcGIS pro, mapeando las zonas vulnerables y a partir de ellas proponiendo estrategias para la gestión del riesgo. La metodología utilizada incluye la creación de mapas detallados, con capas de información geoespacial y la reclasificación de áreas según niveles de riesgo (muy bajo a muy alto), y geoprosesos en el ArcGis como elevación digital, cobertura de tierras (land cover), datos de precipitación, drenajes, entre otros. Villavicencio enfrenta inundaciones debido a factores geográficos, como su ubicación en el piedemonte llanero con una densa red hidrográfica y factores climáticos, como las lluvias intensas causadas por el fenómeno La Niña. Por ello los resultados se alinean y destacan la utilidad de los SIG para planificar estrategias integrales y priorizar intervenciones en áreas de alto riesgo. Se recomienda fortalecer los sistemas de alerta temprana, mejorar la infraestructura y promover la participación comunitaria para una gestión efectiva del riesgo. Este enfoque contribuye al ordenamiento territorial y a la sostenibilidad de la ciudad frente a desafíos como el cambio climático y el crecimiento urbano descontrolado.

*Palabras claves:* Fenómeno de la Niña, Gestión del Riesgo, Ordenamiento Territorial, Sistemas de Información Geográfica.

## **Introducción**

El municipio de Villavicencio está ubicado en el departamento del Meta, al oriente de Colombia su altura se extiende desde los 250 y 3665 m.s.n.m. Según León y Caicedo (2018) el municipio se divide en una región montañosa y una planicie ligeramente inclinada que corresponde al pie de monte. Sus principales afluentes son al norte el río Guatiquía, al sur el río Guayuriba, en el centro atraviesan los ríos Ocoa y Negro, entre otros numerosos caños de gran importancia como Pendejo, Gramalote, la Cuerera, Maizaro, Amoladero y 7 vueltas.

El ordenamiento territorial y la gestión del riesgo inundaciones en Villavicencio son temas clave para el desarrollo sostenible del municipio. Por la ubicación de la ciudad al piedemonte puede estar propensa a fenómenos hidrometeorológicos y movimientos en masa.

En los últimos años Villavicencio ha avanzado en la planificación de su territorio mediante herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten mapear las zonas de riesgo y que a su vez permiten proponer estrategias de mitigación.

Estas estrategias principalmente se han implementado y desarrollado en sectores cerca

de la cuenca del río Guatiquía y sectores como Pipiral y Santa Helena de acuerdo al Grupo Editorial del Periódico del Meta (2018).

Todos estos esfuerzos se traducen a estudios que nos dan mapas para la gestión de riesgo y que son insumo para el POT de la ciudad en aras de transformar a Villavicencio en una ciudad ordenada y que pueda enfrentar los desafíos actuales como el cambio climático y el crecimiento urbano descontrolado.

Este trabajo tiene por objetivo aplicar los SIG a través del programa ArcGIS pro en la realización de mapas de riesgo de inundación en el municipio de Villavicencio que nos permiten analizar la situación del municipio e implementar más estrategias que ayuden en la gestión del riesgo y desastres por inundaciones.

## **Objetivos**

### **General**

Elaborar un mapa de gestión del riesgo por inundaciones en el municipio de Villavicencio integrando un análisis espacial de las zonas más vulnerables, con el fin de contribuir al ordenamiento agroambiental y la planificación estratégica del territorio.

## Específicos

- Analizar las áreas urbanas y rurales de Villavicencio más vulnerables a inundaciones.
- Establecer estrategias para mitigar los posibles riesgos de inundación en las zonas más vulnerables del municipio.
- Incorporar variables como el uso del suelo, precipitación y drenajes en el análisis espacial, para establecer las relaciones entre los factores agroambientales y la vulnerabilidad al riesgo de inundaciones.

## Identificación del caso de estudio

Villavicencio, ubicada en el departamento del Meta, Colombia, se encuentra expuesta a un riesgo creciente de inundaciones debido a su ubicación geográfica y a los efectos del cambio climático, la ciudad que se caracteriza por un clima tropical húmedo y una extensa red hidrográfica, experimenta con frecuencia eventos de inundación que generan pérdidas económicas y sociales significativas.

El riesgo de inundación en Villavicencio, Meta, está determinado por varios factores naturales y antrópicos. La ciudad es vulnerable debido a la presencia de 78 fuentes hídricas, entre caños, quebradas y ríos, cuya capacidad se ve

desbordada en épocas de lluvias intensas, exacerbadas por fenómenos como La Niña.

Por otra parte, de acuerdo al experto en gestión del riesgo Juan Carlos Guzmán, quien confesó al Periódico del Meta (2021) que Villavicencio no cuenta con un sistema de alertas temprana para la cual se requiere inversión en tecnología que permita monitorear la lluvia y el caudal de los ríos en tiempo real.

En Villavicencio según WheaterSpark (2024) La temporada más mojada dura 8,6 meses, de 18 de marzo a 6 de diciembre, con una probabilidad de más del 43 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Villavicencio es mayo, con un promedio de 21,7 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Durante este tiempo y sobre todo el mes de mayo es donde existe mayor riesgo de inundación.

Por lo anterior Villavicencio está en vulnerabilidad de inundaciones y a través de los Sistemas de Información Geográfica se busca proponer estrategias para la gestión del riesgo. Los Sistemas de Información Geográfica con su capacidad para integrar y analizar grandes volúmenes de datos espaciales, constituyen una herramienta fundamental para identificar las

áreas más expuestas, evaluar la efectividad de las medidas de mitigación y apoyar la toma de decisiones en la planificación territorial.

### Metodología

Se identifico y evaluó el riesgo de inundación en el municipio de Villavicencio utilizando herramientas de análisis espacial en **ArcGIS Pro**, logrando establecer las zonas más vulnerables a inundaciones mediante el uso de diferentes capas de datos geoespaciales.

Se recopilaron datos suministrados por las entidades colombianas como el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). las cuales contienen información sobre el medio ambiente y los sistemas geográficos. Los cuales se utilizaron en la plataforma de ArcGIS Pro para analizar los riesgos de inundación que presenta el municipio de Villavicencio.

En esto se utilizaron geo-procesos como:

- El modelo de elevación digital.
- Cobertura de tierras (Landcover).
- Datos de precipitación.
- Distancia entre drenajes.
- Reclasificación.
- Modelo de riesgo de inundaciones.

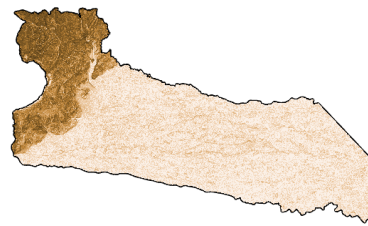
Figura 1. Modelo de elevación digital



*Fuente: Autoría propia, 2024.*

El DEM (Modelo digital de elevación) es una representación digital de la superficie terrestre que muestra las elevaciones del terreno. (Esri, s.f.).

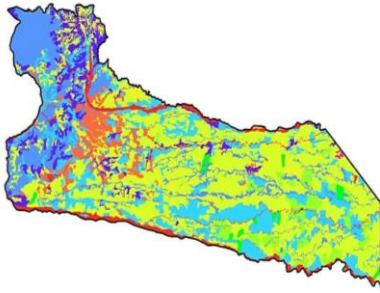
Figura 2. Pendientes



*Fuente: Autoría propia, 2024.*

Su función es medir la inclinación del terreno, así mismo identifica las áreas propensas a deslizamientos de tierra, ayuda a la planificación de rutas y el manejo del agua. (Esri, s.f.).

Figura 3. Cobertura de tierras (Landcover)



*Fuente: Autoría propia, 2024.*

La clasificación de cobertura terrestre es un proceso de análisis que asigna categorías a las áreas terrestres según su uso o tipo de vegetación (bosques, áreas urbanas, áreas agrícolas y cuerpos de agua) (Esri, s.f.).

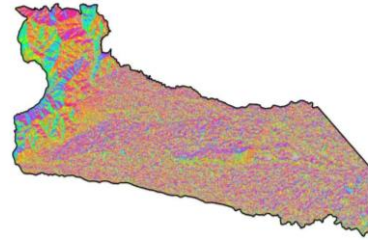
Figura 4. Precipitación mes de mayo.



*Fuente: Autoría propia, 2024.*

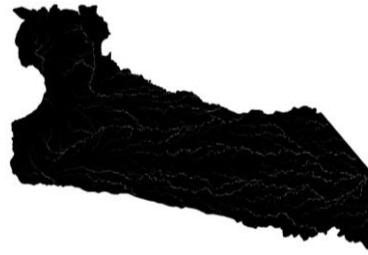
El mes de mayo es uno de los meses más lluviosos del año, el cual es crucial para la evaluación de riesgos de inundación en la región (WeatherSpark, s.f.).

Figura 5. Flujo de acumulación



*Fuente: Autoría propia, 2024.*

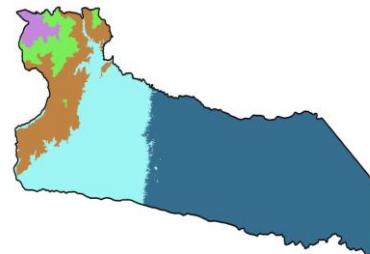
Figura 6. Flujo de dirección



*Fuente: Autoría propia, 2024.*

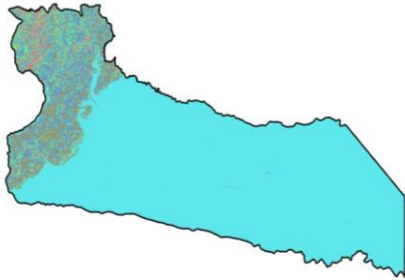
La dirección de flujo calcula el trayecto del agua a través del terreno, Por otro lado, la acumulación de flujo mide cuánta agua se acumula en cada área, esto permite identificar las áreas con mayor concentración de agua y facilita la predicción de zonas vulnerables a inundaciones o deslizamientos (Esri, s.f.).

Figura 7. Reclasificación modelo de elevación digital.



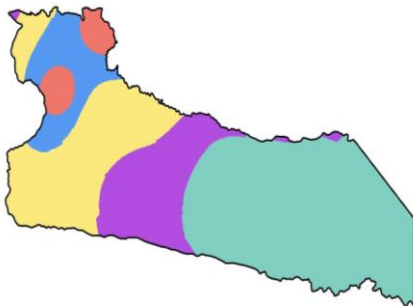
*Fuente: Autoría propia, 2024.*

Figura 8. Reclasificación pendiente



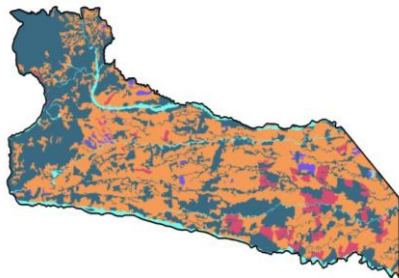
Fuente: Autoría propia, 2024.

Figura 9. Reclasificación precipitación



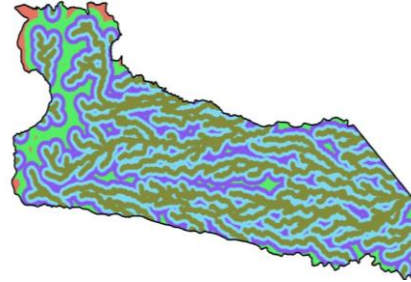
Fuente: Autoría propia, 2024.

Figura 10. Reclasificación coberturas de tierras



Fuente: Autoría propia, 2024.

Figura 11. Reclasificación drenajes



Fuente: Autoría propia, 2024.

En la reclasificación se utilizaron datos cualitativos los cuales se representaron así:

**Tabla 1.** Niveles de riesgo.

2	Riesgo muy bajo
4	Riesgo bajo
6	Riesgo medio
8	Riesgo alto
10	Riesgo muy alto

Fuente: Autoría propia, 2024.

Por medio de estos valores se identificó algunas zonas (áreas urbanas, áreas comerciales, áreas rurales, bosques, entre otros) que pueden presentar un nivel de riesgo muy bajo o un nivel de riesgo muy alto. (Esri, s.f.).

Finalmente se realizó un diseño de mapa del riesgo de inundación según los criterios establecidos a continuación:

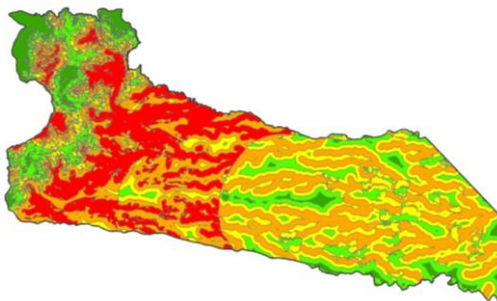
**Tabla 2.** Factor de modelo multicriterio sobre el riesgo de inundación.

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras	10%
Precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30%
Total	100%

*Fuente: Autoría propia, 2024.*

En esto se observó un mapa más detallado para poder identificar las áreas más propensas a inundaciones, las cuales pueden ser causadas por las fuentes hídricas o por la inclinación del terreno.

Figura 12. Mapa de riesgo de inundación



*Fuente: Autoría propia, 2024.*

En esto se realizó una categorización de simbología por colores según el nivel de riesgo:

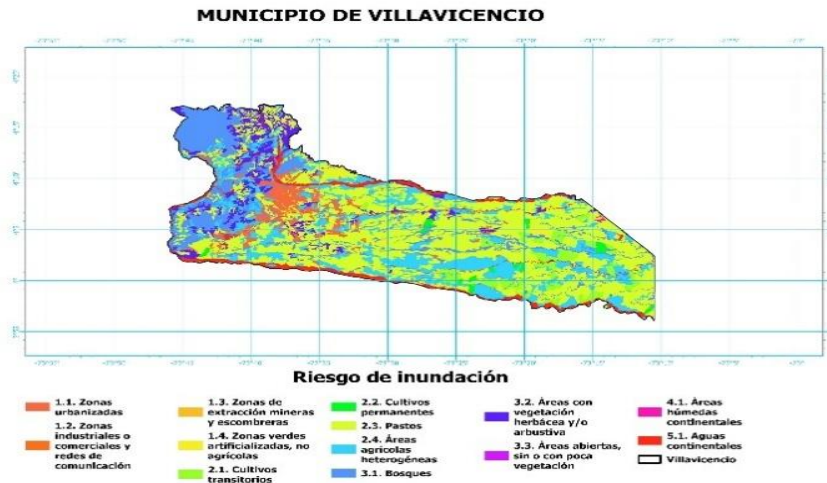
- Riesgo muy bajo: color verde oscuro
- Riesgo bajo: verde claro
- Riesgo medio: Amarillo
- Riesgo alto: Naranja
- Riesgo muy alto: Rojo

Esto nos indica que el municipio de Villavicencio presenta bastantes zonas de riesgo de inundación según los resultados arrojados por la plataforma de **ArcGIS Pro**.

### Resultados

Este análisis se realizó en la plataforma de información geográfica **ArcGIS pro**, en esto se obtuvo resultados como:

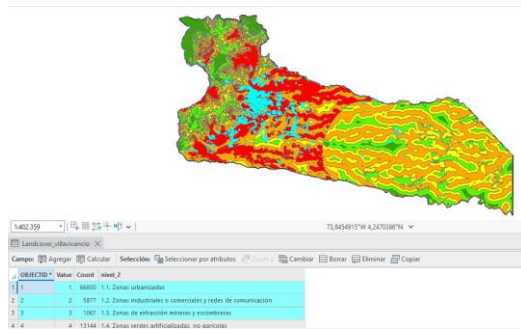
Figura 13. Mapa de cobertura de tierras



Fuente: Autoría propia, 2024.

Esta capa nos muestra las coberturas del municipio de Villavicencio, por consiguiente, se realiza un análisis acorde a la información de la capa para identificar las áreas de mayor y menor riesgo de inundación que presenta el municipio.

Figura 14. Zonas urbanas, industriales y mineras.

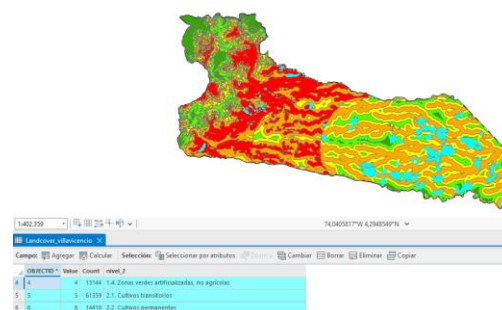


Fuente: Autoría propia, 2024.

Las zonas subrayadas de color azul en el mapa con respecto a la tabla, representa un riesgo

muy alto de inundación en las zonas urbanas, industriales y de extracción mineras. Así mismo la ciudad se encuentra dividida en siete corregimientos y ocho comunas, lo cual ocupan un área total de 131.126 hectáreas. (Villavicencio, 2020).

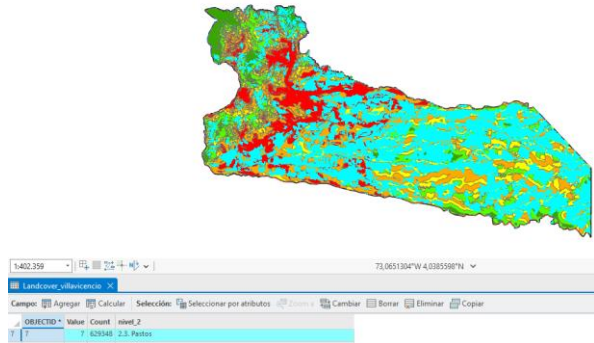
Figura 15. Zonas verdes artificiasdas, cultivos transitorios y permanentes.



Fuente: Autoría propia, 2024

Por otro lado, las zonas verdes artificiaadas, los cultivos transitorios y permanentes se encuentran en niveles de riesgo medio y bajo de inundación.

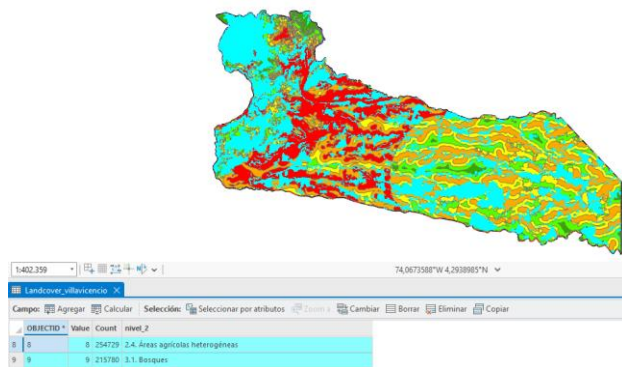
Figura 16. Zona de Pastos



Fuente: Autoría propia, 2024.

Los pastos representan una extensión de 1.300 Km<sup>2</sup>, así mismo un nivel de riesgo alto, medio y bajo, ya que estos ocupan gran parte del municipio. (Villavicencio, 2020).

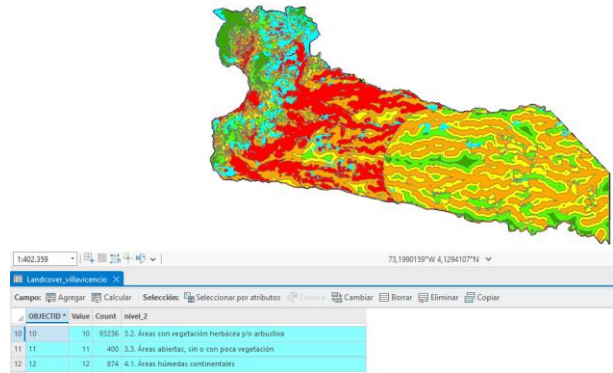
Figura 17. Áreas Agrícolas heterogéneas y bosques



Fuente: Autoría propia, 2024.

Las áreas agrícolas y los bosques contienen una extensión de 19,449 hectáreas y representan niveles de riesgo de inundación medios a bajos. (Villavicencio, 2020).

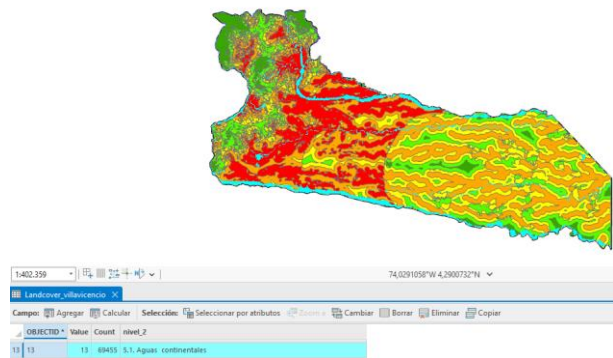
Figura 18. Áreas con vegetación, abiertas con poca vegetación y húmedas continentales.



Fuente: Autoría propia, 2024.

Las áreas con vegetación herbácea, abiertas con poca vegetación y húmedas continentales cuentan con una extensión de 14.699 hectáreas y representan niveles muy bajos de inundación.

Figura 19. Aguas continentales



Fuente: Autoría propia, 2024.

Las aguas continentales representan las cuencas hídricas de Villavicencio, en esto se localiza el río Guatiquia que tiene una extensión de 63.766 hectáreas, por otro lado, el río Guayuriba que ocupa 493.7 Km<sup>2</sup>, y por último la microcuenca de río Ocoa que tiene 26 km. La cuales contribuyen a varios caños de la ciudad como (Honda, buque, Maizaro, entre otros.) (Villavicencio, 2020).

Finalmente se obtuvo este mapa de riesgo de inundación por niveles (alto, medio, bajo), por consiguiente, el mapa muestra que la ciudad de Villavicencio representa:

Figura 20. Mapa de Riesgo de inundación



*Fuente: Autoría propia, 2024*

La ciudad de Villavicencio se caracteriza por tener un terreno plano y su cercanía a varios ríos, como el Guatiquía, Guayuriba y el Ocoa la hace especialmente vulnerable a inundaciones, lo cual afecta zonas urbanas, industriales mineras, cultivos y pastos, lo que genera un impacto negativo en la infraestructura (viviendas, carreteras, transporte, entre otros) ambiental (cultivos y ecosistemas) y comunidades (salud pública y alimentaria), Para mitigar estos efectos, es fundamental aplicar medidas de manejo adecuado del riesgo, restaurar los ecosistemas y mejorar las infraestructuras en estas zonas (Enda, 2023), (Villavicencio,2020).

Tabla 3. Clasificación de riesgo

Gridcode	Class_riesgo_inundación	Área_ha
1	Riesgo muy bajo	5.680,0909
2	Riesgo bajo	20.054,7593
3	Riesgo medio	31.944,6053
4	Riesgo alto	44.247,1868
5	Riesgo muy alto	25.817,0715

Fuente: Autoría propia, 2024.

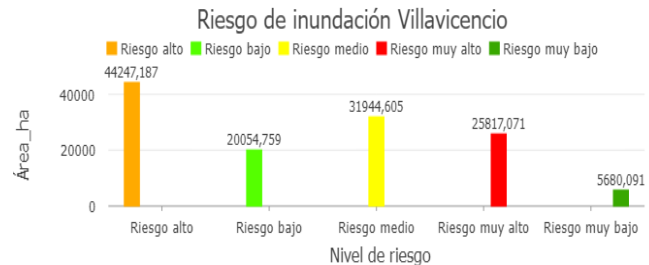
La siguiente tabla muestra la clasificación de riesgo de inundación por hectárea, lo cual es importante para identificar las áreas totales de nivel de riesgo que se presenta en Villavicencio.

Figura 21. Gráfico de torta, Riesgo de inundación



Fuente: Autoría propia, 2024.

Figura 22. Gráfico de barras, riesgo de inundación



Fuente: Autoría propia, 2024.

En las siguientes imágenes se representa los niveles de riesgo de inundación en el municipio.

En esto se concluye que Villavicencio presenta un **riesgo muy bajo** en 5,680.09 hectáreas y un **riesgo bajo** en 20,054.76 hectáreas, una gran parte del municipio se encuentra en áreas más seguras. Sin embargo, las **zonas de riesgo medio** ocupan 31,944.61 hectáreas, mientras que las de **riesgo alto** abarcan 44,247.19 hectáreas, lo que indica una gran vulnerabilidad en ciertas áreas. Las **zonas con riesgo muy alto** suman 25,817.07 hectáreas, destacando la

necesidad urgente de medidas de prevención y gestión del riesgo para mitigar los efectos de las inundaciones en estas áreas más afectadas. (ArcGIS Pro, 2024).

### **Conclusiones**

La gestión del riesgo en Villavicencio debe enfocarse en una planificación integral que combine medidas de mitigación, preparación, utilización de las herramientas SIG y respuesta para minimizar los impactos de las inundaciones.

Los SIG pueden mapear áreas propensas a inundaciones con base en datos como topografía, drenajes naturales, uso del suelo y patrones históricos de precipitaciones. Esto facilita la creación de mapas de riesgo detallados para una planificación más precisa al igual que integrar datos en tiempo real provenientes de sensores meteorológicos, imágenes satelitales y estaciones hidrológicas, mejorando la capacidad de emitir alertas tempranas y de planificar evacuaciones oportunas.

### **Recomendaciones**

- Regular los caudales de los ríos mediante la construcción de obras de infraestructura verde, como humedales

artificiales y lagunas de retención, que permitan almacenar el agua durante las épocas de lluvia y liberarla gradualmente.

- Incorporar formación en manejo y análisis de datos meteorológicos e hidrológicos, esenciales para predecir riesgos de inundaciones y cambios en los ecosistemas, así como para la planificación territorial.
- Capacitar en estrategias para enfrentar riesgos climáticos en actividades zootécnicas, como la gestión de pasturas y la prevención de enfermedades relacionadas con inundaciones.
- Establecer alianzas entre universidades, institutos como el IDEAM y el IGAC, y gobiernos locales para garantizar el acceso a datos actualizados y capacitación continua.

### **Referencias bibliográficas**

Enda dominicana (2023, septiembre). Efectos negativos medioambientales y socioeconómicos de las inundaciones. <https://www.endadom.org.do/blog/efectos-negativos-medioambientales-y->

[socioeconomicos-de-las-inundaciones/](#)

ArcGIS Pro. (s.f.). Cómo funciona

Acumulación de flujo.

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-accumulation-works.htm>

ArcGIS Pro. (s.f.). Cómo funciona

Pendiente. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/3d-analyst/how-slope-works.htm>

Uniminuto. (s.f.) Municipio De Villavicencio.

<https://informacionvillavicencio.wordpress.com/about/>

Weather Spark. (s. f.). El clima en Villavicencio, el tiempo por mes, temperatura promedio (Colombia).

[https://es.weatherspark.com/y/24273/Clima-promedio-en-Villavicencio-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#google\\_vignette](https://es.weatherspark.com/y/24273/Clima-promedio-en-Villavicencio-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette)

Baquero, A. (2022, 26 mayo).

Villavicencio inundado y las soluciones

siempre pospuestas. *ELESPECTADOR.COM*.

<https://www.elespectador.com/colombia/villavicencio-inundado-y-las-soluciones-siempre-pospuestas/>

ArcGIS Pro. (s. f.). Explorar los modelos digitales de elevación

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/exploring-digital-elevation-models.htm>

Gobernación de Villavicencio. (2020).

*Plan de desarrollo Villavicencio cambia contigo 2020-2023.*

<https://historico.villavicencio.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/Plan%20de%20Desarrollo%20Villavicencio%20Cambia%20Contigo%202020%20-%202023.pdf>

*Pdm, R. (2021, 18 abril). Invierno en Villavicencio, un problema cíclico pero prevenible | Periódico del Meta. Periódico del Meta. <https://periodicodelmeta.com/invierno-en-villavicencio-un-problema-ciclico-pero-prevenible/>*

ArcGIS Pro. (s. f.). Reclassificar (Spatial Analyst).  
<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/reclassify.htm>

Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres. (s.f.). Reducción Riesgo Desastres. Gov.co  
<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/paginas/educacion-riesgo-desastres.aspx>

Tiempo, R. E. (2024, 8 noviembre). Emergencias por lluvias en Villavicencio: así está la región. El Tiempo.  
<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/emergencias-por-lluvias-en-villavicencio-asi-esta-la-region-3398004>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2020). ABC Nueva proyección cartográfica. Origen IGAC.  
[https://origen.igac.gov.co/docs/ABC\\_Nueva\\_Proyeccion\\_Cartografica\\_Colombia.pdf](https://origen.igac.gov.co/docs/ABC_Nueva_Proyeccion_Cartografica_Colombia.pdf)

Olaya, V. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Open Library.

[https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas\\_de\\_informacion\\_geografica](https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informacion_geografica)

Toro, O. A. (2024). Análisis espacial. [Objeto\_virtual\_de\_Informacion\_OVI]. Repositorio Institucional UNAD.  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/61883>

#### **Enlace de sustentación:**

Guillermo Castaño. (2024, 11 diciembre). Diplomado SIG - UNAD [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=tkKNNs48RZo>