

## **Propuesta de evaluación del riesgo de inundaciones y análisis espacial para la mitigación de inundaciones en el municipio de Acacias, Meta**

Jorge Luis Cardenas Huerfano - [jlcardenashu@unadvirtual.edu.co](mailto:jlcardenashu@unadvirtual.edu.co)

Alejandro Sepúlveda Martínez - [asepulvedama@unadvirtual.edu.co](mailto:asepulvedama@unadvirtual.edu.co)

**Director:** Evangelina Parra Perez - [evangelina.parra@unad.edu.co](mailto:evangelina.parra@unad.edu.co)

### **Resumen**

El presente estudio se enfoca en la evaluación del riesgo de inundaciones en el municipio de Acacias, Meta, un área que ha experimentado un aumento en la frecuencia e intensidad de las lluvias, especialmente en el mes de marzo, cuando se registran los niveles más altos de precipitaciones, utilizando herramientas de análisis geoespacial en ArcGIS, se realizó un análisis multicriterio para identificar y clasificar las áreas vulnerables a inundaciones, considerando factores climáticos, topográficos y de uso del suelo, los resultados del análisis revelan zonas críticas con diferentes niveles de riesgo, lo que permite proponer estrategias de mitigación efectivas, este trabajo no solo contribuye a una mejor comprensión del riesgo de inundaciones en la región, sino que también proporciona un marco para la planificación y gestión del territorio, facilitando la implementación de políticas públicas orientadas a la reducción del riesgo.

**Palabras claves:** Inundaciones, Acacias, Análisis multicriterio, Precipitaciones.

### **Introducción**

Las inundaciones son uno de los fenómenos naturales más devastadores que pueden afectar a las comunidades, causando daños significativos a la infraestructura, la economía y la vida de las personas, en Acacias, Meta, la vulnerabilidad a inundaciones ha aumentado en los últimos años debido a factores como el cambio climático, la urbanización descontrolada y la deforestación, este municipio, ubicado en una región con un clima tropical, experimenta lluvias intensas, especialmente en el mes de marzo, que es crítico para el análisis del riesgo de inundaciones.

El objetivo de este estudio es evaluar el riesgo de inundaciones en Acacias utilizando herramientas de análisis geoespacial, con un enfoque particular en la identificación de áreas vulnerables y la propuesta de medidas de mitigación adecuadas, a través de un análisis multicriterio, se busca proporcionar información valiosa para la planificación territorial y la gestión del riesgo, contribuyendo a la seguridad y bienestar de la población.

## Objetivos

### General

Proponer una evaluación del riesgo de inundaciones y análisis espacial para la mitigación de inundaciones en el municipio de Acacias, Meta.

### Específicos

1. Identificar las áreas más vulnerables a inundaciones en Acacias.
2. Analizar las características climáticas y topográficas que influyen en el riesgo de inundación.
3. Proponer medidas de mitigación basadas en los resultados del análisis.

## Identificación del caso de estudio

### Ubicación Geográfica

Acacias es un municipio situado en el departamento de Meta, Colombia, conocido por su rica biodiversidad y recursos hídricos, sin embargo, su ubicación geográfica, junto a ríos y quebradas, lo hace susceptible a inundaciones, especialmente durante la temporada de lluvias.

### Contexto Socioeconómico

La población de Acacias depende en gran medida de la agricultura y la ganadería, actividades que pueden verse gravemente afectadas por inundaciones, además, la urbanización creciente ha llevado a un uso inadecuado del suelo, lo que incrementa la vulnerabilidad de la comunidad frente a eventos climáticos extremos.

## Metodología

La metodología empleada en este estudio se basa en un enfoque de análisis espacial utilizando ArcGIS, que permite integrar y

analizar diferentes capas de información geoespacial, las etapas del estudio incluyen:

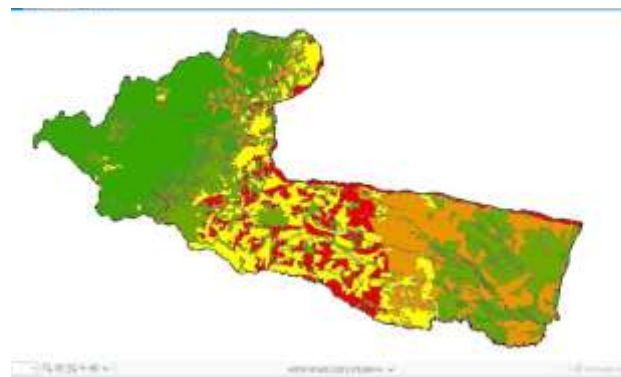
### Recolección de Datos

- **Datos Climáticos:** Se recopilieron datos históricos de precipitaciones, especialmente del mes de marzo, así como información sobre eventos de inundación pasados.
- **Datos Topográficos:** Se obtuvieron datos de elevación y pendientes del terreno, que son cruciales para entender el comportamiento del agua durante las lluvias.
- **Uso del Suelo:** Se analizó el uso del suelo en Acacias, identificando áreas urbanas, agrícolas y boscosas.

## Resultado obtenido del Análisis Multicriterio

- **Transformación de Capa de ráster a polígono:** La información recopilada se convirtió en capas vectoriales en ArcGIS para facilitar el análisis.

Figura 1:



Autoría: Elaboración propia, 2024

- **Cálculo de Vulnerabilidad:** Se utilizó un sistema de puntuación para clasificar las áreas en niveles de riesgo (alto, medio, bajo) basado en criterios como la

proximidad a cuerpos de agua, la pendiente del terreno y el uso del suelo.

Figura 2

Tabla 1.

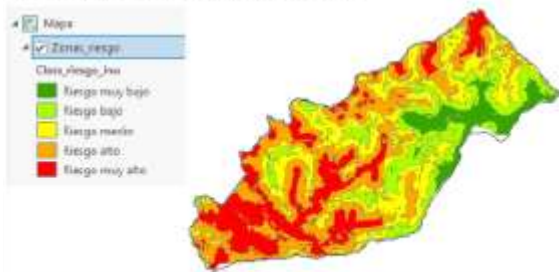
Reclasificación de riesgo por inundación

| Clasificación cualitativa | Valores | Simbología  |
|---------------------------|---------|-------------|
| Riesgo muy bajo           | 1       | Verde       |
| Riesgo bajo               | 2       | Verde claro |
| Riesgo medio              | 3       | Amarillo    |
| Riesgo alto               | 4       | Naranja     |
| Riesgo muy alto           | 5       | Rojo        |

Nota: La tabla muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y utiliza un código de colores para su identificación.

Figura 1.

Mapa riesgo por inundación en formato vectorial



Nota: La imagen muestra un ejemplo del resultado del formato vectorial con el ajuste de la simbología y su correspondiente leyenda.

Autoría: Elaboración propia, 2024

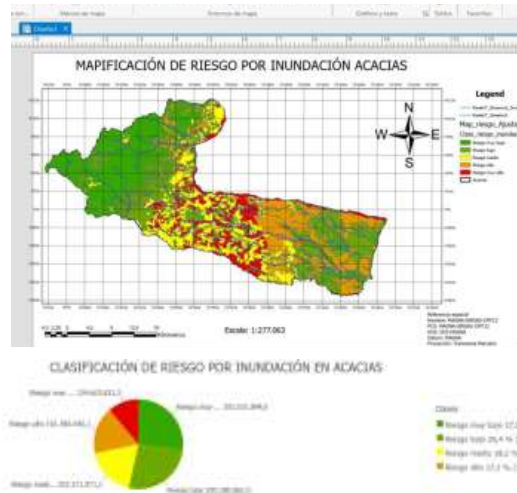
Figura 3



Autoría: Elaboración propia, 2024

- **Visualización de resultados:** Se generaron mapas temáticos que muestran la clasificación de las áreas en niveles de riesgo de inundación, identificando las zonas más vulnerables del municipio de Acacias, meta.

Figura 4



Autoría: Elaboración propia, 2024

### Resultados

Los resultados del análisis se presentan a través de un mapa de riesgo que identifica tres categorías principales: alto, medio y bajo riesgo de inundación.

### Mapa de Riesgo

Figura 5



Autoría: Elaboración propia, 2024

- **Áreas de Alto Riesgo:** Se identifican zonas cercanas a ríos y quebradas, donde el drenaje es insuficiente, estas áreas tienen suelos con baja capacidad de absorción, lo que aumenta la probabilidad de acumulación de agua.

- **Áreas de Riesgo Medio:** Terrenos levemente inclinados que, aunque tienen un mejor drenaje, aún son susceptibles a inundaciones durante lluvias intensas.
- **Áreas de Bajo Riesgo:** Localizadas en terrenos más elevados, con buena capacidad de drenaje y vegetación densa, lo que reduce la posibilidad de inundaciones.
- **Impacto del Uso del Suelo:** La evaluación del uso del suelo ha mostrado que las áreas urbanas, en particular, son más susceptibles a inundaciones debido a la impermeabilización del terreno, la planificación urbana debe considerar la permeabilidad del suelo y la gestión de aguas pluviales para reducir el riesgo.

### **Análisis de Precipitaciones**

Durante el mes de marzo, las precipitaciones alcanzan niveles críticos, superando los 200mm, este patrón se correlaciona con los eventos de inundación en las áreas de alto riesgo, lo que refuerza la necesidad de atención prioritaria en estos sectores.

### **Conclusiones**

El presente estudio ha permitido realizar un análisis exhaustivo del riesgo de inundaciones en el municipio de Acacías, utilizando herramientas de análisis espacial en ArcGIS, a través de la recolección y análisis de datos climáticos, topográficos y de uso del suelo, se ha logrado identificar áreas vulnerables y establecer un marco para la gestión del riesgo.

### **Principales Hallazgos**

- **Identificación de Zonas Vulnerables:** El análisis multicriterio ha revelado que ciertas áreas de Acacías presentan un riesgo elevado de inundación, especialmente aquellas cercanas a cuerpos de agua y con pendientes pronunciadas, esto resalta la necesidad de implementar medidas de mitigación en estas zonas críticas.
- **Importancia de los Datos Climáticos:** Los datos de precipitaciones históricos, especialmente durante el mes de marzo, han sido fundamentales para entender la recurrencia y magnitud de los eventos de inundación, esto sugiere que se deben establecer sistemas de monitoreo continuo para prever futuros eventos climáticos extremos.
- **Desarrollo de Estrategias de Mitigación:** Es crucial implementar estrategias que incluyan la reforestación de áreas vulnerables, la creación de espacios verdes y la mejora de la infraestructura de drenaje.
- **Educación y Concientización:** Involucrar a la comunidad en la identificación de riesgos y en la implementación de medidas preventivas es esencial, programas de educación sobre el manejo del agua y la importancia de la conservación del suelo pueden contribuir a reducir el impacto de las inundaciones.

### **Implicaciones para la Gestión del Riesgo**

Los resultados obtenidos en este estudio tienen importantes implicaciones para la gestión del riesgo en Acacías. **Se recomienda:**

- **Colaboración Interinstitucional:** La gestión del riesgo de inundaciones requiere un enfoque multidisciplinario que involucre a diferentes sectores, incluyendo urbanismo, medio ambiente y servicios de emergencia, la colaboración entre instituciones puede facilitar la implementación de políticas efectivas.

### Futuras Líneas de Investigación

Este estudio abre la puerta a futuras investigaciones que podrían profundizar en aspectos como:

- **Modelización de Escenarios de Inundación:** Utilizar modelos predictivos que simulen diferentes escenarios climáticos y su impacto en las inundaciones en Acacías.
- **Análisis Económico del Riesgo:** Evaluar el costo económico de las inundaciones y los beneficios de las inversiones en infraestructura y prevención.
- **Estudios de Caso Comparativos:** Realizar estudios similares en otras regiones con características geográficas y climáticas distintas para identificar patrones y estrategias efectivas de gestión del riesgo.

En conclusión, el análisis del riesgo de inundaciones en Acacías no solo proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas, sino que también resalta la importancia de un enfoque proactivo en la gestión del riesgo, la implementación de las recomendaciones propuestas puede contribuir a

la resiliencia de la comunidad frente a futuros eventos climáticos extremos.

### Recomendaciones

Basado en los hallazgos del estudio, se presentan a continuación una serie de recomendaciones dirigidas a diferentes actores involucrados en la planificación y gestión del territorio:

### Estrategias de Mitigación

- **Desarrollo de Infraestructura Verde:** Se recomienda la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, como la creación de parques, jardines de lluvia y áreas verdes que ayuden a absorber el agua de lluvia, estas iniciativas no solo reducirán el riesgo de inundaciones, sino que también mejorarán la calidad del aire y la biodiversidad local.
- **Mejoras en el Sistema de Drenaje:** Es fundamental realizar un diagnóstico del sistema de drenaje actual y llevar a cabo las mejoras necesarias para garantizar su eficacia, esto incluye la limpieza regular de canales y desagües, así como la ampliación de su capacidad para manejar grandes volúmenes de agua durante eventos de lluvia intensa.

### Planificación Urbana y Uso del Suelo

- **Zonificación Efectiva:** Se debe considerar la implementación de políticas de zonificación que restrinjan el desarrollo en áreas de alto riesgo de inundación, esto puede incluir la designación de zonas de amortiguamiento alrededor de cuerpos de agua y la promoción de un uso del suelo que favorezca la permeabilidad.
- **Normativas de Construcción:** Es recomendable establecer normativas de construcción que incluyan requisitos para la elevación de edificaciones en áreas propensas a inundaciones, además, se deben

fomentar prácticas de construcción sostenibles que minimicen el impacto ambiental.

### Monitoreo y Prevención

- **Sistema de Monitoreo Climático:** La instalación de estaciones meteorológicas y sistemas de alerta temprana permitirá monitorear las condiciones climáticas en tiempo real, esto facilitará la predicción de eventos de inundación y la emisión de alertas a la población con suficiente antelación.
- **Simulacros de Emergencia:** Es crucial realizar simulacros de evacuación y respuesta ante inundaciones para preparar a la comunidad, estos ejercicios deben incluir a diferentes actores, como servicios de emergencia, autoridades locales y la población en general, para garantizar una respuesta coordinada y efectiva.

### Educación y Concientización

- **Programas Educativos:** Se recomienda el desarrollo de programas educativos dirigidos a la población sobre la gestión del agua y la prevención de inundaciones, estos programas deben incluir talleres, charlas y materiales informativos que sensibilicen a la comunidad sobre la importancia de la conservación del suelo y el manejo adecuado de las aguas pluviales.
- **Involucramiento Comunitario:** Fomentar la participación de la comunidad en la identificación de riesgos y en la implementación de soluciones locales, esto puede incluir la creación de comités comunitarios que trabajen en conjunto con las autoridades para abordar el problema de las inundaciones.

### Colaboración Interinstitucional

- **Alianzas Estratégicas:** Se sugiere establecer alianzas entre diferentes

instituciones, como el gobierno local, organizaciones no gubernamentales, universidades y el sector privado, estas colaboraciones pueden facilitar el intercambio de conocimientos, recursos y experiencias en la gestión del riesgo de inundaciones.

- **Desarrollo de Políticas Integrales:** Es fundamental que las políticas de gestión del riesgo de inundaciones estén integradas en los planes de desarrollo urbano y rural, esto asegurará que se consideren las vulnerabilidades y se implementen medidas efectivas en todas las etapas de planificación.

### Investigación Continua

- **Fomento de la Investigación:** Se recomienda promover investigaciones continuas sobre el cambio climático y su impacto en los patrones de precipitación y riesgo de inundaciones, esto permitirá ajustar las estrategias de gestión a medida que se disponga de nueva información y se comprendan mejor las dinámicas del entorno.
- **Evaluación de Estrategias Implementadas:** Finalmente, es importante establecer un sistema de evaluación y seguimiento de las estrategias implementadas para gestionar el riesgo de inundaciones, esto permitirá identificar qué medidas son efectivas y cuáles requieren ajustes, garantizando así una mejora continua en la gestión del riesgo.

Estas recomendaciones buscan no solo mitigar el riesgo de inundaciones, sino también promover una cultura de prevención y resiliencia en la comunidad de Acacias.

**Referencias bibliográficas:**

Clima Acacias: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Acacias. (s. f.).

<https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/meta/acacias-49802/>

Efraimidou, E., Spiliotis, M. (2024). [A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale.](#)

Environmental Process. No. 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>

Hernández Sampieri, R. (2019). [Metodología de la Investigación Plus.](#) McGrawHill - Plus. <https://www-ebooks7-24-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/?il=34866>

Pineda, L., y Suarez, J. (2014). [Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos.](#)

Revista Ingeniería Agrícola, Vol. 4(3), pp. 28-32. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586262041005>

Mapa de coberturas de tierras: [https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/yetfersson\\_serrato\\_unad\\_edu\\_co/EiCNnFBCNrBLn13ohY9kbXkBqOke48UqOyoJC5IWQYVblw?e=0NFsgq](https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:f/g/personal/yetfersson_serrato_unad_edu_co/EiCNnFBCNrBLn13ohY9kbXkBqOke48UqOyoJC5IWQYVblw?e=0NFsgq)

Precipitaciones por mes: <https://url.unad.edu.co/4aWBI>

Turismo rural en Acacias-Meta análisis de su situación actual DE Molina Orjuela - 2013 - [repository.javeriana.edu.co](https://repository.javeriana.edu.co)

Ambiental territorial del municipio de Acacias, Meta ... NF Barbosa Ospina - [repository.javeriana.edu.co](https://repository.javeriana.edu.co)

Implementación de la política nacional de gestión del riesgo de desastres (Ley 1523 de 2012) en el municipio de Acacias-Meta EA Mora López, YA Bedoya Álvarez - 2019 - [repositorio.ucm.edu.co](https://repositorio.ucm.edu.co)

Implementación de la política nacional de gestión del riesgo de desastres (Ley 1523 de 2012) en el municipio de Acacias-Meta EA Mora López, YA Bedoya Álvarez - 2019 <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/2473>

Mapas de áreas susceptibles de inundación caso de estudio la cuenca del rio Acacias meta DHC DÍAZ, JM GARCÍA - 2016 - <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/fd48df5d-d249-4e18-a8db-b54aea0d22de/content>

Cambio climático y desarrollo: estudio de los planes municipales de gestión del riesgo de desastre de Villavicencio, Acacias y Restrepo, Meta en Colombia 2017 AM Rodríguez Ortiz - 2018 - <http://hdl.handle.net/1992/34123>

Calderón Díaz, D. H., & Montoya Garcia, J. (2016). Integración de Herramientas SIG con Modelos Hidrológicos e Hidráulicos para la Generación de Mapas de Áreas Susceptibles de Inundación. Caso de Estudio la Cuenca del Río Acacias–Municipio de Acacias, Meta. <https://repository.udistrital.edu.co/items/a037308f-a720-4739-9197-6d16995d4616>

Bautista Gómez, A. D. R. (2015). *Perspectivas de desarrollo local para la sustentabilidad del recurso hídrico en el municipio de Acacías, Meta* 2001-2015. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/cdc5125e-ecc9-4b13-831c-b44234300906>

González Valencia, J. (2006). *Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 5(8), pp. 59–70. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>

Díaz, D. (2017). *Modelado y simulación de sistemas climáticos: desde la escala global hasta los microclimas*. Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReader. En F. Cala (Ed), *Modelado y simulación de sistemas naturales* (pp. 11-40). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. [https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-modelado\\_y\\_simulacion\\_completo\\_fisico.pdf](https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-modelado_y_simulacion_completo_fisico.pdf)

Kurowska, K., y Kowalczyk, C. (2022). *Rural Space Modeling*. Editorial MDPI. <https://www.mdpi.com/books/reprint/5285-rural-space-modeling>

Morales, A., Ledesma-A, M., Coronel, C., y Metternicht, G. (2012). *Capítulo 8. La explotación de la información geográfica*. En M. Bernabé y C. Lopez, *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 117-130). UMP Press Universidad Politécnica de

Madrid. <https://www.ign.es/web/libros-digitales/fundamentos-ide>

Martínez, F., y Gallegos, A. (2017). *Programación de bases de datos relacionales*. RA-MA Editorial. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7098ae01-b331-386a-b25f-0fce72c8575f>

Moreno, A., Buzai, G., y Fuensalida, M. (2017). *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales*. 2ª edición. RA-MA Editorial. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=0c7f5c3f-5c9a-32c5-99b8-f27d15dff3e8>

**Enlace de sustentación:**  
<https://youtu.be/XaWNVm2-0c0?si=1KTEHq0R87H7FDs>