

Identificación y análisis de riesgo de inundación en el Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta, utilizando sistemas de información geográfico

Erika Chávez Duarte - echavezdu@unadvirtual.edu.co

Juan David Garzón Pachón - jdgarzonpac@unadvirtual.edu.co

José Elver Sánchez Aguja - jesanchezag@unadvirtual.edu.co

Neyda Edith Martínez Roa - nemartinezro@unadvirtual.edu.co

Yessica Andrea Valencia Buriticá yavalenciab@unadvirtual.edu.co

Evangelina Parra Pérez- evangelina.parra@unadvirtual.edu.co

Resumen

El cambio climático ha intensificado la frecuencia y la magnitud de los eventos hidrometeorológicos extremos, como lluvias torrenciales y crecientes súbitas, aumentando el riesgo de inundaciones en distintas regiones de Colombia, especialmente en áreas tropicales de alta pluviosidad como la Orinoquía (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025). En Villavicencio, capital del departamento del Meta, diversos estudios y diagnósticos climáticos han señalado que las inundaciones constituyen una de las amenazas más recurrentes, asociadas al régimen de lluvias, a la influencia de ríos como el Guatiquía, y Guayuriba y el Ocoa, y a procesos de urbanización acelerada que han ocupado planicies aluviales y zonas de ronda hídrica. Debido a la anterior se encuentran una gran parte de asentamientos en zonas que alto riesgo incrementado en épocas de altas precipitaciones como son en los meses de abril, mayo y junio eventos de evacuación de estas áreas de riesgo (Gobernación del Meta, 2025).

Informes recientes de vulnerabilidad hídrica y de acción climática para el municipio muestran que, en las últimas décadas, los eventos de inundación han afectado significativamente a la población, la infraestructura vial y de servicios, así como actividades productivas vinculadas con la agricultura, la logística y el comercio regional, evidenciando una alta exposición y fragilidad del territorio frente a la variabilidad y al cambio climático (Alcaldía de Villavicencio, 2024).

Palabras claves: Modelación espacial, riesgos, hidrología, ordenamiento territorial, análisis geográfico.

Introducción

El cambio climático ha intensificado la frecuencia y la magnitud de los eventos hidrometeorológicos extremos, como lluvias torrenciales y crecientes súbitas, aumentando el riesgo de inundaciones en distintas regiones de Colombia, especialmente en áreas tropicales de alta pluviosidad como la Orinoquía (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025). En Villavicencio, capital del departamento del Meta, diversos estudios y diagnósticos climáticos han señalado que las inundaciones constituyen una de las amenazas más recurrentes, asociadas al régimen de lluvias, a la influencia de ríos como el Guatiquía, el Guayuriba y el Ocoa, y a procesos de urbanización acelerada que han ocupado planicies aluviales y zonas de ronda hídrica (Gobernación del Meta, 2025). Informes recientes de vulnerabilidad hídrica y de acción climática para el municipio muestran que, en las últimas décadas, los eventos de inundación han afectado significativamente a la población, la infraestructura vial y de servicios, así como actividades productivas vinculadas con la agricultura, la logística y el comercio regional, evidenciando una alta exposición y fragilidad del territorio frente a la variabilidad y al cambio climático (Alcaldía de Villavicencio, 2024).

Ante este contexto, el estudio de las inundaciones en Villavicencio resulta fundamental para orientar la planificación urbana y rural, priorizar intervenciones en barrios y veredas más expuestos y fortalecer la capacidad de respuesta institucional y comunitaria (Gobernación del Meta, 2020; Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2020). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han consolidado en Colombia como una herramienta central para la evaluación del riesgo, al permitir integrar información topográfica, hidrológica, de uso del suelo y de ocupación del territorio en modelos espaciales que facilitan la identificación de zonas críticas y la generación de escenarios de amenaza y exposición para la toma de decisiones territoriales (Pascuas M, 2024).

En este marco, el presente estudio tiene como propósito aplicar un modelo de análisis multicriterio en un entorno SIG para elaborar el mapa de riesgo de inundación del municipio de Villavicencio actualizado, identificar las áreas con mayor susceptibilidad y realizar una primera interpretación territorial de las zonas más críticas, aportando insumos técnicos para la gestión preventiva y el ordenamiento agroambiental del territorio.

Objetivos

Objetivos General

Identificar y analizar los riesgos de inundación en el Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta, utilizando sistemas de información geográfico.

Objetivos Específicos

Definir los factores condicionantes del riesgo como pendiente, uso del suelo, proximidad a cuerpos hídricos, tipo de cobertura vegetal, densidad poblacional y presencia de infraestructura crítica.

Procesar los criterios ponderados mediante las herramientas geoespaciales del SIG, generando capas temáticas normalizadas que se combinaron para obtener un índice compuesto de riesgo.

Elaborar un mapa actualizado de susceptibilidad a inundaciones, producto síntesis del modelo multicriterio.

Identificación del caso de estudio

El municipio de Villavicencio, capital del departamento del Meta, se encuentra en la región de la Orinoquía colombiana y se constituye como el principal centro urbano, administrativo y económico del piedemonte llanero. Según (Acuña, C. C., & Castañeda-Pérez) por su ubicación estratégica, entre la Cordillera Oriental y las llanuras del Meta, le ha valido el título de “Puerta al Llano”, dado que actúa como punto de conexión entre los ecosistemas montañosos y las extensas planicies orientales. La zona urbana se localiza a aproximadamente 467 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas 4°6'14" W y 73°28' 15" N, lo que le proporciona una posición geográfica relevante para la integración y conectividad regional, esta posición geográfica determina un clima cálido-húmedo y un régimen de lluvias marcado, elementos que influyen directamente en la dinámica hidrológica y en la ocurrencia de procesos de inundación en zonas urbanas y rurales.

Villavicencio Meta, presenta una organización territorial que integra tanto su área urbana como una extensa zona rural. En el sector urbano, el municipio se divide en ocho comunas, donde se concentran numerosos barrios y conjuntos residenciales, muchos de ellos ubicados en zonas de reciente crecimiento y cercanas a canales o áreas naturales de drenaje. En el ámbito rural, el territorio se estructura en 47 veredas, caracterizadas por la presencia de actividades agrícolas y pecuarias, espacios destinados a la conservación ambiental y paisajes típicos del piedemonte llanero. (Comunas. (2013, 7 mayo). , 2013)

Villavicencio tiene una extensión cercana a 1.328 km², de los cuales aproximadamente 60 km² corresponden al área urbana. El resto del territorio se clasifica como suelo rural o de expansión. Esta distribución muestra que, aunque el municipio es mayoritariamente rural, el desarrollo urbano se ha concentrado en zonas propensas a inundaciones, especialmente en las planicies asociadas a los ríos Guatiquía, Guayuriba y Ocoa, cuyos sistemas de drenaje influyen en la forma del territorio y en los riesgos que allí se presentan (Martha Lucía Ortiz-Moreno). La localización geográfica del municipio de Villavicencio, junto con su organización político-administrativa y la forma en que se distribuye el territorio entre zonas urbanas y rurales, son factores esenciales para comprender las dinámicas sociales y ambientales que influyen en su vulnerabilidad a inundaciones.

En términos de topografía, Villavicencio se caracteriza por pendientes generalmente bajas, con predominio de suelos planos o suavemente inclinados hacia los cauces principales. Esta condición, junto con el elevado régimen de lluvias de la región, propicia la formación de áreas susceptibles a inundación y desacelera el drenaje natural de las aguas superficiales, la cobertura del suelo en Villavicencio, compuesta por áreas urbanas, agrícolas y zonas de vegetación natural, modula la capacidad del terreno para absorber agua y determina la velocidad con la que esta se desplaza superficialmente. Este factor es clave para definir la intensidad y frecuencia de los eventos de inundación en el municipio.

Cuando estos elementos se integran en un análisis multicriterio dentro de un Sistema de Información Geográfica, es posible delimitar con mayor exactitud las áreas de mayor riesgo y apoyar los procesos de planificación territorial y gestión del riesgo en el municipio. (SAS, C. (s. f.-b). Información del municipio). En Villavicencio, Meta, el mes de mayo se destaca como uno de los periodos más lluviosos del departamento, registrando precipitaciones promedio que varían entre 400 y 500 mm. Este alto nivel de lluvias aumenta de manera considerable el riesgo de inundaciones en las distintas coberturas del suelo del municipio.

Se utilizó un archivo ráster en formato Tiff, junto con una capa vectorial tipo Shapefile que delimita los municipios de Colombia, generando esta información, se realizó la extracción del ráster para el municipio de Villavicencio, obteniendo así la porción específica del modelo de elevación, de acuerdo con este ráster recortado, se generaron las curvas de nivel, y posteriormente se calculó el ráster de pendientes, permitiendo caracterizar el relieve del territorio municipal.

Imagen 1. Municipio de Villavicencio

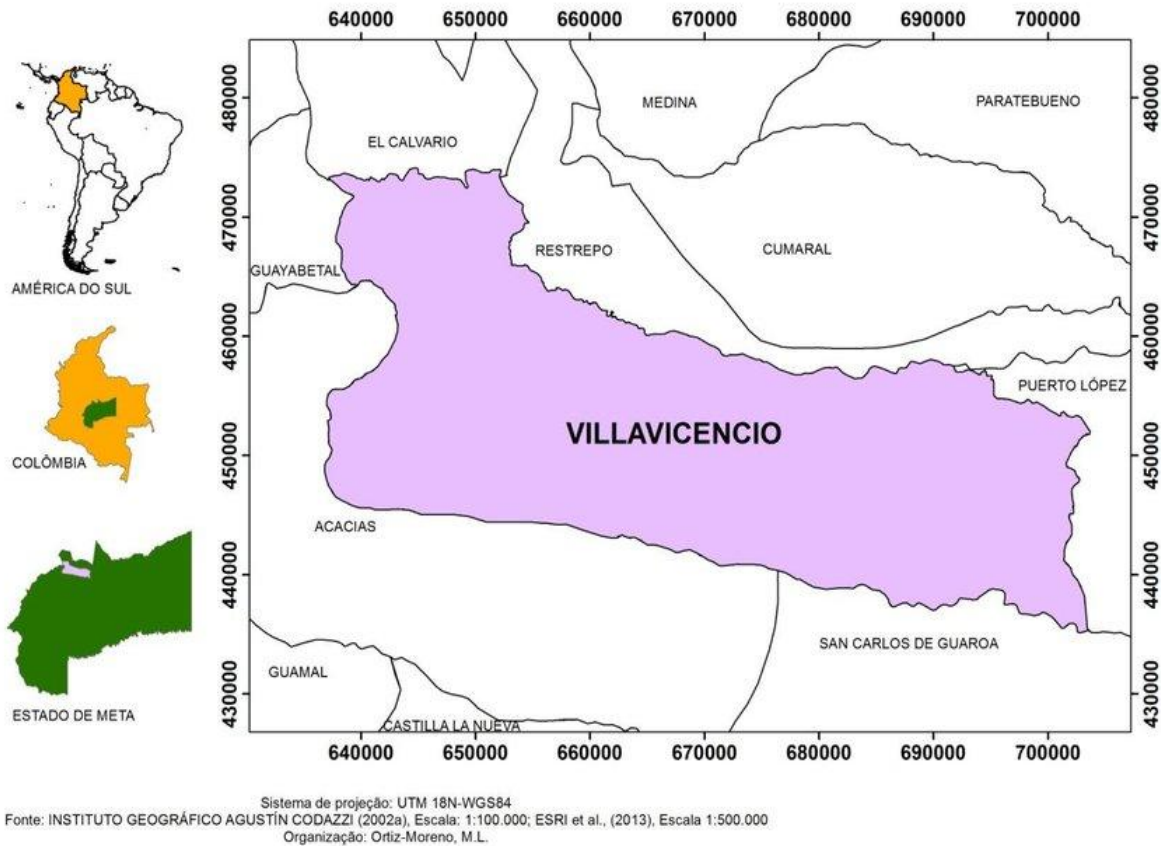


Imagen 1. Villavicencio es la capital del departamento del Meta y se encuentra ubicada en el centro de Colombia, en la región de los Llanos Orientales. Se localiza específicamente en el piedemonte de la Cordillera Oriental.

Coordenadas: Está situada aproximadamente en las coordenadas 4°08' latitud norte y 73°40' longitud oeste. Tomada de Google imágenes.

Metodología.

La presente investigación se desarrolló mediante la aplicación del Análisis **Multicriterio (AMC)** integrado en un entorno de Sistemas de Información **Geográfica (SIG)**, seleccionado como método central para la evaluación sistemática, objetiva y espacialmente referenciada del riesgo de inundación en el municipio de Villavicencio (Meta). Este enfoque permitió estructurar y ponderar múltiples variables físicas, ambientales y socio-territoriales relacionadas con la amenaza y la vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos.

El proceso metodológico se ejecutó en cuatro fases principales:

1. **Identificación y selección de criterios:** se definieron los factores condicionantes del riesgo como pendiente, uso del suelo, proximidad a cuerpos hídricos, tipo de cobertura vegetal, densidad poblacional y presencia de infraestructura crítica con base en su relevancia científica y técnica permiten comprender cómo cada variable influye en la generación o aumento del riesgo y sirven de base para una evaluación más precisa y fundamentada.
2. **Asignación de pesos mediante AMC:** a cada criterio se le otorgó un peso relativo derivado de su incidencia sobre el riesgo de inundación. Esta ponderación se realizó siguiendo un procedimiento estructurado que permitió garantizar consistencia lógica y transparencia en la valoración de los factores.
3. **Integración espacial en SIG:** Los criterios ponderados fueron procesados mediante las herramientas geoespaciales, generando capas y determinando temáticas normalizadas que se combinaron para obtener un índice compuesto de riesgo. La utilización del SIG posibilitó la representación cartográfica precisa de las zonas estudiadas, así como la identificación de patrones territoriales del municipio.
4. **Generación y validación del mapa de riesgo:** finalmente, se elaboró un mapa actualizado de susceptibilidad a inundaciones, producto síntesis del modelo multicriterio. Este insumo fue sometido a verificación con registros históricos y datos oficiales para asegurar su coherencia espacial y funcional.

La implementación del Análisis Multicriterio en SIG permitió cumplir los objetivos planteados, al formular y desarrollar un análisis integral del riesgo de inundación que identifica las áreas con mayor susceptibilidad, caracteriza los factores territoriales que incrementan la amenaza y la vulnerabilidad, y proporciona información cartográfica especializada para la gestión del riesgo, la planificación territorial y el fortalecimiento de la capacidad de respuesta institucional y comunitaria.

Preparación de datos y estandarización espacial (Fase 4)

Se inició con la creación de un nuevo proyecto en ArcGIS Pro y la configuración del sistema de referencia MAGNA-SIRGAS CMT12, asegurando consistencia espacial en todos los insumos geográficos empleados.

En esta etapa se incorporaron los insumos ráster y vectoriales requeridos: Modelo Digital de Elevación M.D.E, pendientes, precipitación, drenajes y cobertura del suelo, todos correspondientes al municipio objeto de estudio.

Modelamiento hidrológico

Para identificar las áreas con potencial acumulación de agua superficial, se procesó el M.D.E mediante las herramientas:

- *Fill* para corregir depresiones artificiales
- *Flow Direction* para establecer direcciones de escorrentía
- *Flow Acumulación* para determinar la concentración de flujo

Este procedimiento permitió reconocer patrones hidrológicos y las rutas principales de drenaje superficial

Normalización y reclasificación temática

Cada una de las capas involucradas en el análisis fue transformada a una **escala común de riesgo**, asignando valores entre 2 y 10 según su contribución relativa a la ocurrencia de inundaciones.

Esta operación se realizó mediante la herramienta reclasificación (**Reclassify**), estandarizando criterios como elevación, pendiente, intensidad de precipitación, distancia a drenajes y coberturas del suelo

Integración multicriterio

Una vez reclasificados los factores, se aplicó la herramienta **Weighted sum** para consolidar el riesgo de inundación. Los pesos utilizados se definieron en función de la influencia relativa de cada variable, destacándose la precipitación y la distancia a drenajes como factores determinantes en el comportamiento hidrológico del territorio

El resultado fue un modelo ráster continuo que sintetiza la interacción espacial entre amenaza física y vulnerabilidad territorial.

Clasificación final del riesgo

El mapa ponderado fue reclasificado en cinco categorías cualitativas (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), facilitando la interpretación del riesgo y la priorización territorial de las áreas críticas

Conversión del modelo a insumo cartográfico definitivo

Transformación de formato y mejora geométrica

El ráster de riesgo se convirtió en un archivo vectorial mediante el geoproceso **Ráster to Polygon**, permitiendo realizar análisis métricos y mejorar la estética cartográfica del producto final

Posteriormente, la geometría resultante fue optimizada con **Smooth Polygon**, eliminando irregularidades propias del formato ráster.

Organización y agregación de categorías

Las clases de riesgo se homogeneizaron mediante el geoproceso **Dissolve**, agrupando polígonos con idéntico nivel de riesgo. Se incorporaron atributos descriptivos adicionales, entre ellos:

- **Class riesgo** denominación cualitativa
- **Área km²** superficie afectada calculada desde el SIG

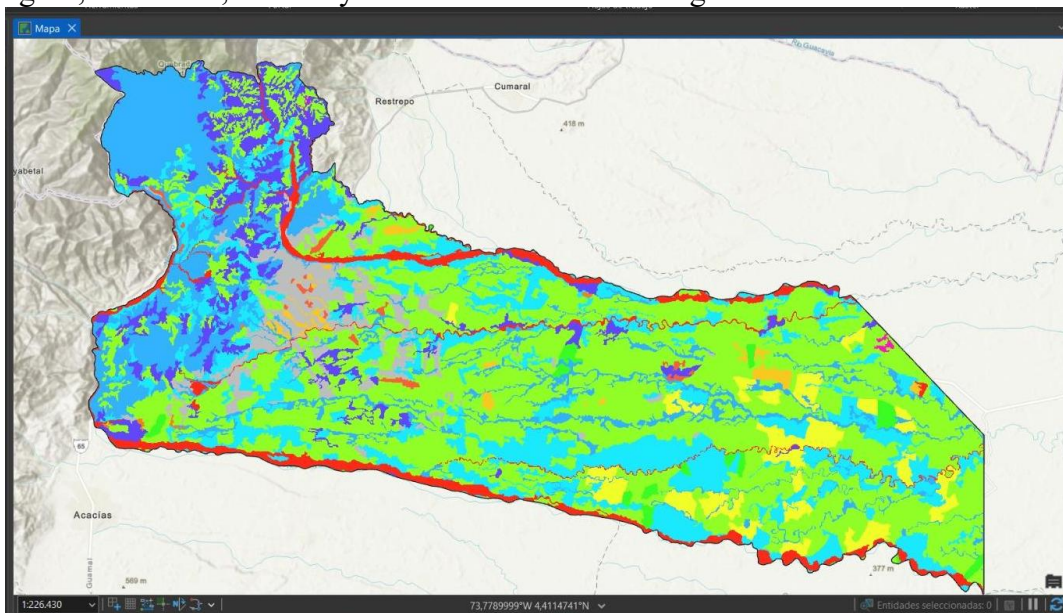
Este paso permitió cuantificar la magnitud del riesgo por categoría y fortalecer el análisis territorial

Diseño cartográfico y comunicación de resultados

Finalmente, se generó un mapa temático con leyenda, simbología por nivel de riesgo, drenajes principales y escala gráfica, constituyéndose en un insumo aplicable a:

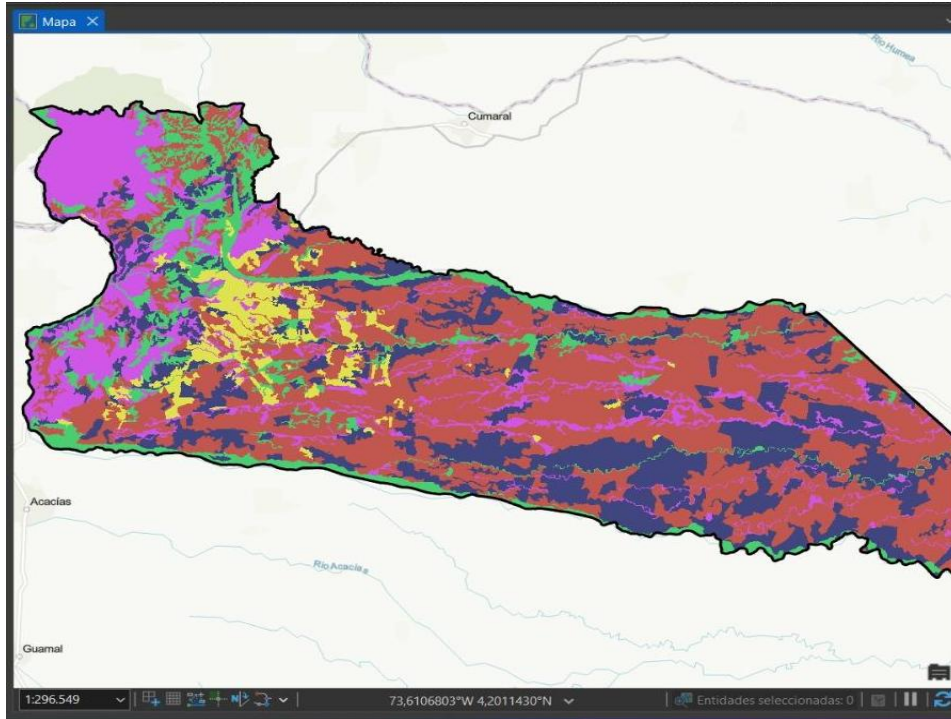
- Planificación territorial,
- Gestión del riesgo,
- Priorización de medidas de adaptación hidrológica,
- fortalecimiento institucional y comunitario.

Imagen 2: Procesamiento hídrico de la ciudad de Villavicencio modelo de sistemas de aguas, como ríos, canales y redes de distribución de aguas.



Elaborado: Autoría propia ARCGIS 2025

Imagen 3: reclasificación del ponderado: con el fin de clasificación y análisis para el riesgo de inundación de la ciudad



Elaborado: Autoría propia ARCGIS 2025

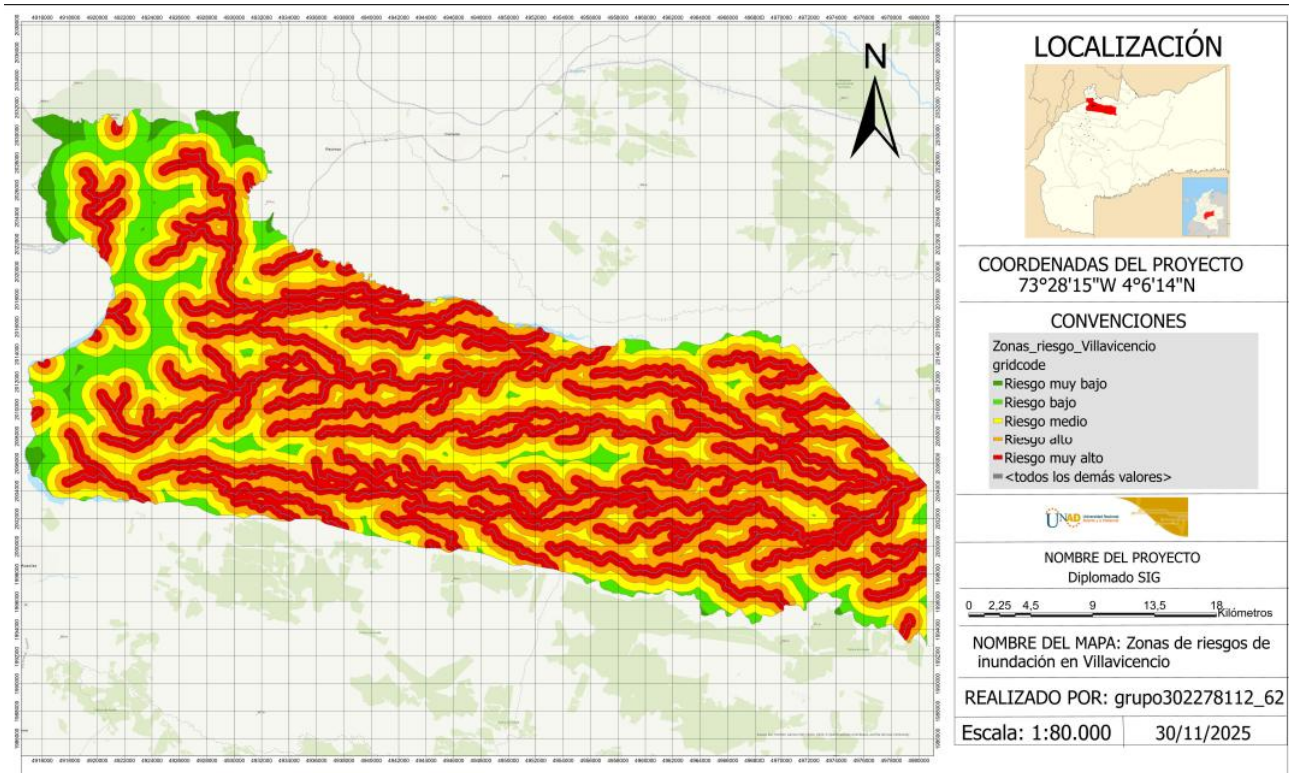
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de modelación multicriterio del riesgo de inundación en el municipio de Villavicencio (Meta). resume las etapas aplicadas para construir el modelo multicriterio, comenzando con la organización de la información topográfica a partir del Modelo Digital de Elevación y continuando con el análisis hidrológico, necesario para reconocer los cursos y acumulaciones de agua en el territorio. Posteriormente, se reclasificaron y ponderaron distintos factores ambientales y territoriales, lo que permitió conformar un modelo ráster que representa las áreas con mayor o menor susceptibilidad a inundarse. Dicho modelo fue transformado a formato vectorial para facilitar su interpretación, asignar categorías cualitativas y calcular la extensión de cada nivel de riesgo. Todo este proceso se llevó a cabo mediante herramientas del software ArcGIS Pro, lo que permitió integrar y visualizar la información espacial de forma coherente, constituyendo un insumo clave para la toma de decisiones relacionadas con la planificación y la gestión del riesgo en el municipio.

Resultados.

El mapa de riesgo por inundación de Villavicencio evidencia una marcada diferencia entre las zonas según su nivel de vulnerabilidad. Las áreas catalogadas con riesgo muy alto y alto se ubican sobre todo en las zonas planas cercanas a los ríos Guatiquía, Guayuriba y Ocoa. Estas regiones, que corresponden a sus áreas de influencia directa, presentan pendientes bajas, coberturas urbanas intervenidas y una ocupación humana establecida sobre antiguas planicies de inundación, factores que incrementan su susceptibilidad a eventos de inundación.

La ciudad se asienta en gran parte en la zona de transición entre el piedemonte y la llanura, lo que la hace intrínsecamente vulnerable a desbordamientos e inundaciones, especialmente por los ríos Guatiquía, Guayuriba, Ocoa y Negro.

Imagen 3 – Mapa de riesgo.



Elaborado: Autoría propia ARCGIS 2025

La ubicación geográfica de Villavicencio hace que su zona urbana sea especialmente vulnerable a inundaciones recurrentes, presentando niveles de riesgo altos y muy altos. Esto se debe

principalmente al desbordamiento de los ríos cercanos durante la temporada de lluvias, así como a la ocurrencia de derrumbes.

Áreas por categoría de riesgo de inundación en Villavicencio.

Valor	Clasificación cualitativa del riesgo	Área	Barrios de villavicencio
1	Riesgo muy bajo	19,258 km ²	Barrios de las comunas más altas y alejadas de los cauces, con pendientes pronunciadas. (Ejemplo: Sectores del Centro, El Buque, Obrero - en las partes altas)
2	Riesgo bajo	107,328 km ²	Zonas en las terrazas más estables, alejadas de la influencia directa de los ríos, pero con potencial de afectación por caños menores o saturación. (Ejemplo: Parte alta de La Esperanza, El Recreo, Las Acacias)
3	Riesgo medio	228,908 km ²	Barrios que se encuentran en la llanura de inundación o con drenajes internos complejos, pero no directamente ribereños. (Ejemplo: Montecarlo, Gaitán, Olímpico, sectores no ribereños de Ciudad Porfía)
4	Riesgo alto	405,964 km ²	Zonas adyacentes a los cuerpos de agua que sufren inundaciones frecuentes. (Ejemplo: Antonio Ricaurte, Popular, Dos Mil (2000), San Carlos, La Aurora, Villa Lorena, Playa Rica, Maizaro Bajo)
5	Riesgo muy alto	521,422 km ²	Barrios directamente asentados en las rondas hídricas y las riberas de los ríos y caños principales (Guatiquía, Guayuriba, Maizaro). (Ejemplo: Ciudad Porfía (sector La Playita), Villa del Río / Villa del Sol, Villa Melida, Gaviotas, Siete de Agosto, Venecia, Juan Pablo II, El Guamo, Vegas del Guayuriba, Brisas del Guatiquia)

Tabla 1. De clasificación

Elaborado: Yessica Andrea Valencia Buritica.

El análisis espacial realizado revela que la mayor extensión del territorio modelado en Villavicencio está clasificada dentro de las categorías de riesgo alto (405,964 km²) y riesgo muy alto (521,422 km²), lo que evidencia una elevada susceptibilidad a inundaciones asociada a sus dinámicas hidro-climáticas, geomorfológicas y de uso del suelo. Este patrón coincide con estudios realizados en Colombia y América Latina, los cuales señalan que la combinación de factores como relieve, precipitación, cobertura del suelo e incremento de superficies impermeables producto de la urbanización incrementa la vulnerabilidad frente a eventos de inundación (DE Botiva Romero, 2024). Asimismo, la literatura especializada destaca que la configuración del relieve, junto con la

expansión urbana no planificada, actúan como elementos detonantes frente a procesos de acumulación y desbordamiento de caudales (Sedano-Cruz, 2013).

Comparativo de área por categoría de riesgo.

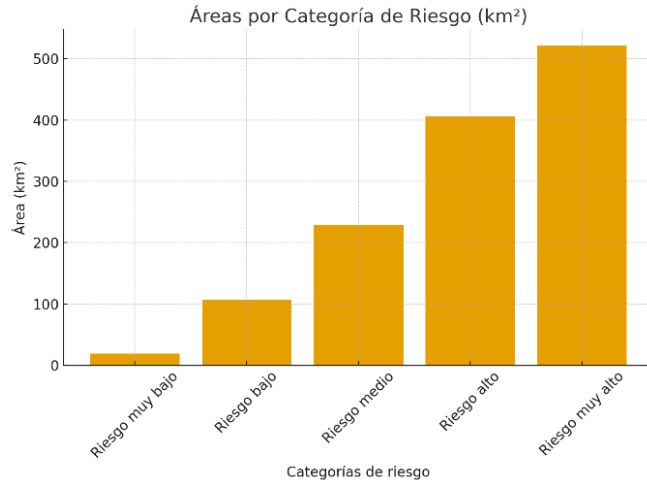


Grafico 1. Diagrama de áreas por categoría de riesgo de inundación.

Fuente: Autoría Propia.

Nota: La gráfica de barras evidencia una distribución progresiva de áreas según los niveles de riesgo identificados en el municipio. Se observa un aumento significativo desde las zonas clasificadas como riesgo muy bajo, con áreas mínimas, hasta alcanzar su máxima extensión en la categoría de riesgo muy alto. Esta tendencia indica que, a medida que se incrementa el nivel de amenaza, también lo hace la superficie comprometida, lo cual refleja un patrón territorial donde la mayor parte del municipio se encuentra expuesta a condiciones hidrológicas que favorecen procesos de inundación. El comportamiento ascendente de las barras demuestra que el riesgo no se presenta de manera aislada, sino como un fenómeno dominante en la configuración espacial del territorio.

Distribución porcentual de las áreas por categoría de riesgo

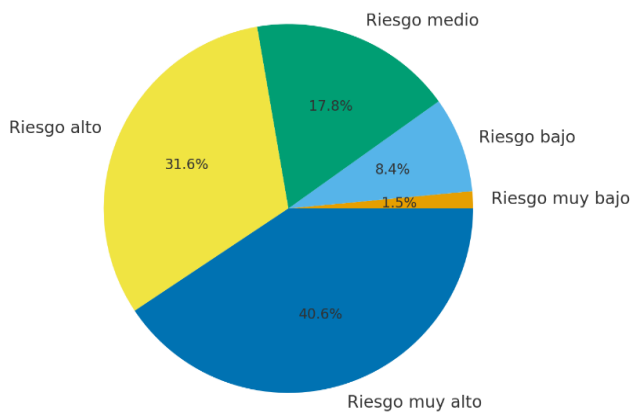


Gráfico 2 - Distribución porcentual del área según niveles de riesgo. Fuente: Autoría Propia.

Nota: El diagrama circular permite apreciar con claridad la proporción que ocupa cada categoría de riesgo dentro del territorio analizado. Las clases riesgo alto y riesgo muy alto concentran la mayor parte del área, superando ampliamente a las demás categorías y posicionándose como los componentes predominantes del escenario territorial. Esta concentración porcentual revela que la susceptibilidad frente a inundaciones no es homogénea, sino que se manifiesta con mayor intensidad en sectores específicos cuya extensión supera más de dos tercios del área total. En consecuencia, la distribución mostrada en la gráfica subraya la urgencia de implementar medidas preventivas focalizadas en estas zonas, debido a su marcada incidencia en la configuración del riesgo municipal.

Análisis de Resultados:

El análisis de la modelación espacial realizada para Villavicencio permite identificar que las categorías *riesgo muy alto* y *riesgo alto* concentran la mayor extensión territorial del municipio con 521,42 km² y 405,96 km², respectivamente, superando el 70 % del área modelada. Este comportamiento evidencia un patrón de alta susceptibilidad a procesos de inundación, lo cual concuerda con lo señalado por González López, Torres Ramírez, Rolón Beltrán y Parra Pérez (2024), quienes afirman que “las planicies de inundación asociadas a los ríos y caños del piedemonte llanero constituyen las zonas más proclives a la acumulación de caudal y desbordamiento” (p. 12).

Las áreas clasificadas como riesgo medio, bajo y muy bajo presentan una proporción considerablemente menor y se localizan mayoritariamente en zonas con mayores pendientes o coberturas vegetales que facilitan la infiltración y moderan la escorrentía. Esto coincide con lo planteado por Varón Gutiérrez (2019), quien sostiene que “la transición geomorfológica entre el piedemonte y la llanura condiciona la presión hidrológica sobre las riberas, donde se concentran los eventos de inundación en Villavicencio” (p. 8).

Zonas de mayor riesgo y afectaciones.

La predominancia de zonas clasificadas en riesgo alto y muy alto implica una amenaza directa para comunidades, infraestructura y actividades económicas del municipio. Según González López et al. (2024), “la ocupación antrópica en rondas hídricas y humedales ha incrementado de manera sustancial la vulnerabilidad frente a eventos torrenciales” (p. 17), lo cual explica la recurrencia de emergencias en sectores urbanos con asentamientos próximos a los cauces.

La evidencia empírica respalda este modelo espacial. En julio de 2025, fuertes lluvias causaron el desbordamiento de varios caños y ríos, afectando viviendas, vías y servicios públicos. El Espectador reportó que “las precipitaciones ocasionaron inundaciones repentinas, cierre de vías y la caída de estructuras en sectores de Villavicencio” (2025, párr. 4), mientras que Periódico del Meta informó que “las emergencias dejaron más de 5.000 personas afectadas por el ingreso de agua a sus viviendas y daños a cultivos” (2025, párr. 3). Estos hechos confirman que el mapa generado no solo refleja un riesgo potencial, sino condiciones de afectación ya verificadas.

En materia de infraestructura vial, El Tiempo señaló que “las lluvias intensas provocaron cierres temporales en corredores estratégicos de acceso al municipio, afectando la movilidad y el abastecimiento” (2025, párr. 2). Esta situación ratifica la necesidad de incorporar el riesgo hídrico en los planes de ordenamiento territorial, especialmente en zonas cercanas a los ríos Guatiquía, Ocoa y Guayuriba.

Sistemas agropecuarios y ecosistemas

Las áreas rurales clasificadas con niveles de riesgo medio y alto también son vulnerables, pues contienen cultivos y praderas susceptibles a pérdidas por inundación. Como afirma González López et al. (2024), “las crecientes súbitas alteran la productividad agrícola, arrasan con infraestructuras de riego y erosionan suelos fértiles, generando impactos económicos considerables” (p. 19).

En relación con los ecosistemas, Varón Gutiérrez (2019) observa que “los bosques de galería y humedales asociados a los ríos del piedemonte cumplen funciones de amortiguamiento, pero su degradación incrementa la exposición al riesgo” (p. 11). La cartografía elaborada muestra que muchos de estos espacios coinciden con zonas clasificadas como de riesgo alto y muy alto, lo que advierte sobre presiones antrópicas que comprometen los servicios ambientales esenciales.

Conexión con la historia del riesgo en Villavicencio

La consistencia entre los resultados del modelo y los registros de afectaciones históricas permite concluir que el riesgo de inundación en Villavicencio no es eventual, sino estructural. ReliefWeb documentó hace casi una década que “las lluvias intensas afectaron barrios completos del casco urbano de Villavicencio, generando emergencias por desbordamiento” (2016, párr. 1), lo que confirma que estas problemáticas persisten en el tiempo.

Conclusiones

La distribución espacial del riesgo de inundación es altamente concentrada y se extiende en una franja longitudinal que coincide con la red hídrica principal de Villavicencio. Las zonas con riesgo medio a muy alto representan una proporción significativa del área municipal, focalizándose principalmente en las zonas planas cercanas a los ríos Guatiquía, Guayuriba y Ocoa. Este patrón confirma que la baja pendiente y la ocupación en antiguas planicies aluviales son los factores territoriales determinantes de la susceptibilidad a inundaciones en el municipio.

El uso de sistemas de información geográfico S.I.G y el Análisis Multicriterio A.M.C fue altamente adecuado para el estudio del riesgo de inundación. Esta integración metodológica permitió estructurar, ponderar e integrar espacialmente múltiples variables físicas, ambientales y socio-territoriales (como pendiente, precipitación y distancia a drenajes). El resultado fue un mapa actualizado de susceptibilidad que clasifica el territorio en cinco categorías cualitativas y que sirve como un insumo técnico validado para la toma de decisiones, logrando así formular un análisis integral del riesgo.

Riesgo muy bajo ejemplo: el buque, obrero – en las partes altas.

Riesgo bajo ejemplo: parte alta la esperanza, el recreo y acacias.

Riesgo medio ejemplo: Montecarlo, Gaitán, olímpico y sectores no rivereños de la ciudad.

Riesgo alto ejemplo: Antonio Ricaurte, popular, dos mil, san Carlos, la aurora, villa lorena, playa rica y Maizaro bajo.

Riesgo muy alto ejemplo: Ciudad Porfia, sector la Playita, Villa del rio, Villa del sol, Villa Mérida, Gaviotas, Siete de agosto, Venecia Juan pablo II, el guamo, vegas del Guayuriba y brisas del Guatiquia.

Los resultados tienen la implicación de identificar zonas críticas que requieren una priorización de intervenciones en la planificación urbana y rural. La alta concentración de riesgo medio a muy alto en áreas planas, incluyendo zonas con coberturas urbanas intervenidas y expansión urbana, subraya la necesidad de:

1. Restringir o reubicar asentamientos humanos en las áreas de riesgo muy alto.
2. Fortalecer la capacidad de respuesta institucional y comunitaria.
3. Utilizar el mapa como insumo técnico en el ordenamiento agroambiental para la mitigación y la gestión preventiva del riesgo.

Recomendaciones

Basados en el hallazgo de que las zonas con riesgo muy alto y alto se concentran en las planicies aluviales (cercanas a los ríos Guatiquía, Guayuriba y Ocoa), que son precisamente donde se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias, las recomendaciones agronómicas se centran en la adaptación productiva y la mitigación del riesgo en el suelo:

1. Implementación de Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles para la Protección Hídrica, Dado que las áreas de mayor riesgo (rojo y naranja en el mapa) son el resultado directo de la cercanía a los drenajes y las pendientes bajas, se sugiere:

Zonificación Agroecológica de Amortiguación: Promover el cambio de uso en las franjas de riesgo medio y alto adyacentes a las rondas hídricas (áreas rojas y naranjas). En lugar de monocultivos o ganadería extensiva, implementar Sistemas Agroforestales (SAF) y Sistemas Silvopastoriles (SSP).

Función de los SAF/SSP: Estas prácticas aumentan la cobertura del suelo, mejoran la estructura del suelo, incrementan la infiltración y disminuyen la velocidad de la escorrentía superficial, actuando como una barrera biológica contra la erosión y la sedimentación en los cauces durante los picos de precipitación (como el mes de mayo).

2. Manejo Adaptativo de Cultivos y Calendarios Agrícolas: Considerando el alto régimen de lluvias de Villavicencio y la vulnerabilidad de las áreas agrícolas, es crucial adaptar los sistemas de producción:

Cultivos Tolerantes: Fomentar el uso de cultivos de ciclo corto o variedades que presenten mayor tolerancia al encharcamiento en las zonas de riesgo medio (amarillo). Esto reduce las pérdidas económicas que afectan la producción vinculada con la agricultura.

Ajuste Fenológico: Ajustar los calendarios de siembra y cosecha para evitar que las etapas más sensibles de los cultivos coincidan con el pico de lluvias (mayo). El uso de los datos climáticos debe ser un insumo clave para esta planificación agronómica.

3. Técnicas de Conservación de Suelos en la Cuenca Alta y Media, para reducir la cantidad de agua y sedimentos que llegan a las áreas urbanas y rurales más planas (de riesgo alto y muy alto), se recomienda implementar técnicas de ingeniería agronómica en las partes medias y altas de las microcuencas:

Prácticas Anti erosivas: Implementar obras de conservación de suelos como zanjas de ladera, terrazas de formación y barreras vivas siguiendo curvas a nivel. Esto modula el drenaje superficial del agua y previene el arrastre de material que luego puede obstruir los canales y caños en las zonas planas, exacerbando el riesgo de inundación.

Fertilización Edáfica y Enmiendas: Mejorar la capacidad de retención e infiltración de agua del suelo mediante el uso de materia y enmiendas orgánicas que aumentan la porosidad y la permeabilidad, disminuyendo la escorrentía superficial en general.

Referencias bibliográficas.

- Agrosavia. (2019). Caracterización y clasificación de suelos de la altillanura plana colombiana (Meta) (Publicación Técnica N.º 5). ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/degradacion_capa_arable.pdf
- Alcaldía de Villavicencio. (2024). Presentan diagnóstico de riesgo y vulnerabilidad climática de Villavicencio. <https://villavicencio.gov.co/presentan-diagnostico-de-riesgo-y-vulnerabilidad-climatica-de-villavicencio/>
- Cardona, O. D. (2001). Estimación Holística del Riesgo Sísmico Usando Sistemas de Información Geográfica. CISMID. [A-Pvortadas.PDF](#)
- Comunas. (2013). Zonificación de riesgos urbanos y planes de desarrollo comunitario. Alcaldía de Villavicencio. <https://doi.org/10.15446/ga.v23n2.87129>
- Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1523: Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres (Diario Oficial N.º 48.411). [Ley 1523 de 2012 - Gestor Normativo - Función Pública](#)
- Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (CORPORINOQUIA). (2023). Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) - Río Guatiquía. [200.3.2.25-002.pdf - Google Drive](#)
- C. SAS. (s. f.). Información básica y georreferenciada del municipio de Villavicencio (Documento técnico no publicado). [GEOPORTAL | LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE COLOMBIA](#)
- DE Botiva Romero, M. (2024). Análisis de riesgo por inundación mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en Bogotá D.C. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/65351/1/debotivar.pdf?utm_source
- 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
- Duque, R. H., & Orozco, L. (2016). Modelación hidrológica de cuencas andinas: Aplicación al río Guatiquía. Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, 82, 15–28. [Modelación hidrológica distribuida en cuencas andinas poco instrumentadas mediante la aplicación de técnicas de regionalización de parámetros hidrológicos](#)

El Espectador. (2025, julio). Fuertes lluvias causan emergencias en Villavicencio: inundaciones, colapso de puente y bloqueo vial. <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/fuertes-lluvias-causaron-emergencias-en-villavicencio-inundaciones-y-cierre-vial/>

El Tiempo. (2025, julio). Lluvias afectan suministro de agua en Villavicencio y causan emergencias por desbordamientos. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/lluvias-afecta-suministro-de-agua-en-villavicencio-cuatro-vias-del-meta-y-generan-inundaciones-en-once-municipios-3447273>

Gobernación del Meta. (s. f.). Dirección de Gestión del Riesgo y Desastres. <https://meta.gov.co/pagina/direcci%C3%B3n-de-gesti%C3%B3n-del-riesgo-y-desastres/21>

Gobernación del Meta. (2020). Plan departamental para la gestión del riesgo de desastres. https://devx.meta.gov.co/media/pagina/documentacion/2020/06/12/Plan_Dptal_para_la_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_de_Desastres.pdf

Gobernación del Meta. (2025). Vigilancia permanente ante posibles crecientes súbitas en la cuenca del río Guatiquía. <https://meta.gov.co/noticias/vigilancia-permanente-ante-posibles-crecientes-s%C3%BAbitas-en-la-cuenca-del-r%C3%ADo-guatiqu%C3%ADa/3899>

Gobernación del Meta. (2025). Dirección de Gestión del Riesgo y Desastres. <https://meta.gov.co/pagina/direcci%C3%B3n-de-gesti%C3%B3n-del-riesgo-y-desastres/21>

González López, M. E., Torres Ramírez, J. M., Rolón Beltrán, B. Y., & Parra Pérez, E. (2024). Análisis de riesgo de inundación por coberturas de tierra en el municipio de Villavicencio (Meta, Colombia). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65373>

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>

IDEAM. (2022). Estudio nacional del agua 2022. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. [Estudio Nacional del Agua 2022 | Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales](https://www.ideam.gov.co/estudio-nacional-del-agua-2022)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). Impacto del cambio climático en Colombia. Archivo MinAmbiente. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/cambio-climatico/que-es-cambio-climatico/impacto-del-cambio-climatico-en-colombia>

Mora, A. C. (2017). Evaluación y zonificación de riesgos naturales mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica. Editorial CIGIDEN. [content](#)

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>

Olaya, V. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Open Library. https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%

Ortiz-Moreno, M. L. (2019). Análisis de la susceptibilidad por inundaciones asociadas a la dinámica fluvial del río Guatiquía en la ciudad de Villavicencio (Colombia) [Tesis de Maestría]. Repositorio Institucional Unillanos. Análisis de la susceptibilidad por inundaciones asociadas a la dinámica fluvial del río Guatiquía en la ciudad de Villavicencio, Colombia

Pascuas, M. (2024). Metodología de evaluación de la amenaza por inundación en Villavicencio utilizando modelos hidrológicos y SIG. Revista de Ingeniería y Territorio, 12(1). (PDF) Metodologías para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa como parte de los estudios básico de amenaza: caso de estudio municipio de Andes, Antioquia, Colombia

Periódico del Meta. (2025, julio). Emergencia invernal en Villavicencio deja un fallecido y miles de afectados por desbordamientos. <https://periodicodelmeta.com/emergencia-invernal-en-villavicencio-deja-un-fallecido-y-5-000-afectados-por-desbordamientos/#:~:text=v%C3%ADa%20Bogot%C3%A1%E2%80%93Villavicencio-,Emergencia%20invernal%20en%20Villavicencio%20deja%20un%20fallecido%20y%205.000%20afectados,Julio%201%20de%202025>.

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>

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2021). Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Oficina Regional. Page not found | UNEP - UN Environment Programme

ReliefWeb. (2016). Fuertes lluvias afectan barrios de Villavicencio. <https://reliefweb.int/report/colombia/fuertes-lluvias-afectan-barrios-de-villavicencio>

Sedano-Cruz, K. (2013). Análisis de aspectos que incrementan los desastres por inundaciones en Colombia. Revista colombiana de geografía. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200014

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2020). Informe de Gestión UNGRD 2020. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Informes-de-Gestion/Informe-de-Gestion-UNGRD-2020.pdf>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2024). Mapa de gestión del riesgo por inundaciones en Villavicencio. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65542>

Universidad de los Llanos. (2023). Gestión de desastres por inundaciones en el departamento del Meta [Publicación institucional]. Repositorio Unillanos. <https://repositorio.unillanos.edu.co/entities/publication/cf73d867-78ad-4519-9ead-081bb397693c>

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/mruaXGEtZrY>