

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Y MODELACIÓN ESPACIAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE FLORENCIA CAQUETÁ.

Edna Sirley Vargas Sánchez; esvargassa@unadvirtual.edu.co

Kelex Mauricio Suarez Rodríguez; kmsuarezr@unadvirtual.com

Fredy José Vargas; fjvargas0@unadvirtual.edu.co

Gissell Milena Beroy Navarro; gmberoyn@unadvirtual.edu.co

Docente Asesor: Yetfersson Arley Serrato Velosa; yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

El trabajo actual realiza un análisis cartográfico del riesgo de inundación en el municipio de Florencia, Caquetá, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Mediante la conversión de capas ráster a formato vectorial, la reclasificación cualitativa del riesgo y el análisis espacial de zonas críticas, se creó un mapa digital que facilita la identificación de diversos niveles de riesgo de inundación. Se detectó una mayor acumulación de áreas con riesgo alto y medio en regiones bajas adyacentes a los principales cuerpos de agua, en contraste con las zonas de riesgo bajo que se encuentran en sectores más elevados y distantes de las fuentes acuáticas. La información producida sirve como un recurso técnico para respaldar procesos de planificación del territorio, gestión de riesgos y ordenamiento ambiental en el contexto rural y agrícola.

Palabras clave: Riesgo por inundación, SIG, geoprocésamiento, análisis espacial.

Introducción

En el municipio de Florencia-Caquetá, como en muchas otras regiones del mundo, las inundaciones se han constituido en un riesgo natural o socio-natural en las zonas urbanas a medida que las ciudades se van desarrollando (Fernández & Lutz, 2010), debido en gran parte a la ocupación de áreas que corresponden a la ronda hídrica de los ríos o quebradas (Zhang et al., 2008). A lo largo del tiempo, las inundaciones han provocado la pérdida de vidas humanas y han ocasionado incalculables daños materiales (Mahmoud & Gan, 2018), por lo que la lucha contra sus efectos negativos no sólo requiere de soluciones estructurales sino también de medidas no estructurales, tales como la implantación de sistemas de alertas tempranas, sistemas de monitoreo, la corrección hidrológico forestal y la aplicación de las medidas de ordenación del territorio, tanto de prevención, como de corrección y mitigación, para evitar los episodios de desastres traumáticos (Olcina Cantos, 2004).

El análisis del riesgo por inundación integra información física como la modelación y escenarios de inundación y en lo social asociado a la vulnerabilidad, complementándose con inventarios y antecedentes de eventos y conocimiento local para generar mapas útiles en la identificación y priorización de áreas expuestas a inundación (Hernández-Uribe et al., 2017; UNGRD, 2016). Florencia (Caquetá) es un municipio que se encuentra a orillas del río Hacha, y su área urbana se encuentra en la confluencia de aguas del piedemonte con el río Orteguzza. Por esta condición hidrográfica, además de las dinámicas particulares del municipio, éste se ha visto afectado por inundaciones, inhabilitando una parte importante de su territorio (Concejo Municipal de Florencia, 2000), siendo el barrio El Raicero uno de los más afectados por este fenómeno. Dicho barrio se encuentra ubicado en el centro del área urbana del municipio limitando con la quebrada la Perdiz, así como también con el punto de descarga de la quebrada la Sardina sobre la quebrada la Perdiz.

El propósito de este ejercicio es aplicar un modelo de análisis multicriterio en SIG para generar el mapa de riesgo de inundación del municipio de Florencia (Caquetá) y realizar una primera interpretación de las zonas más críticas, con el fin de aportar elementos técnicos que fortalezcan la gestión territorial y la reducción del riesgo.

Objetivos

General:

- Evaluar el impacto ambiental y modelación espacial para la gestión del riesgo de inundación en el municipio de Florencia, Caquetá.

Específicos:

- Crear un modelo espacial de riesgo por inundación implementando las herramientas de análisis multicriterio en ArcGIS Pro, en el área del municipio.
- Identificar y analizar la clasificación de las zonas con posibles consecuencias ambientales vinculadas a las áreas con mayor probabilidad de inundación.
- Analizar la cartografía temática sobre amenaza, vulnerabilidad y riesgo de inundación como insumo técnico para la planificación del territorio y la toma de decisiones en la gestión del riesgo a nivel municipal.

Identificación del caso de estudio

- **Ubicación geográfica y división político-administrativa:** Florencia, capital del departamento del Caquetá, es el principal núcleo urbano de la región, siendo uno de los municipios más poblado del departamento. Fundada el 25 de diciembre de 1902 y elevada a categoría de municipio en 1912, se ubica en el sur de Colombia, en una zona de transición entre el piedemonte de la Cordillera Oriental propio de la Región Andina y las planicies amazónicas. Limita al norte con el departamento del Huila y El Paujil; al este con El Paujil y La Montañita; al sur con Milán y Morelia; y al oeste nuevamente con el Huila y con Belén de

los Andaquíes. Su territorio abarca alrededor de 2.292 km², de los cuales unos 14,56 km² pertenecen al área urbana y cerca de 2.277 km² corresponden a la zona rural. En su casco urbano se distribuyen aproximadamente cuatro comunas y más de 170 barrios, mientras que la zona rural comprende siete corregimientos como Danubio, San Pedro, Santo Domingo, El Caraño, Ortegua, Venecia y San Martín además de diversas inspecciones de policía, entre ellas San Guillermo, El Pará y Norcasia, así como territorios indígenas.

- **Características físicas y ambientales:** La cabecera municipal de Florencia se sitúa a unos 242 metros sobre el nivel del mar y se inserta en un territorio caracterizado por tres grandes unidades fisiográficas: las zonas de vertiente al norte y al oeste, un sector del piedemonte en la parte central y las extensas llanuras amazónicas hacia las áreas más bajas. Cerca del 40 % del municipio corresponde a las zonas de la cordillera por encima de los 900 metros, siendo vinculadas a la reserva forestal amazónica. El municipio posee una gran red hídrica controlada por los ríos Hacha y Ortegua, a los que se suman numerosas quebradas y además afluentes menores. La proximidad del río Hacha y sus afluentes a sectores urbanizados, junto con la ocupación de suelos susceptibles, aumenta de manera notable el riesgo de inundaciones; por lo tanto, en las áreas montañosas, las pendientes pronunciadas favorecen la ocurrencia de deslizamientos, principalmente durante las temporadas de lluvias intensas. En general, la diversidad del relieve, la presencia de suelos inundables y la abundante hidrografía generan zonas de alta vulnerabilidad, sobre todo en las riberas del río Hacha y en áreas de planicie o de una pendiente inestable.
- **Características climáticas precipitación y clima:** Florencia presenta un clima tropical húmedo de selva, con precipitaciones abundantes durante la mayor parte del año y temperaturas cálidas que oscilan en promedio entre los 25 y 26 °C. Las lluvias alcanzan valores muy elevados, con registros que varían entre aproximadamente 3.500 y 3.840 mm anuales, según diversas fuentes. Aunque la pluviosidad es constante, junio suele ser el mes más lluvioso, mientras que enero tiende a ser el más seco. De manera general, la temporada de lluvias se extiende de marzo a octubre, mientras que el periodo comprendido entre noviembre y febrero corresponde a la época más seca del municipio

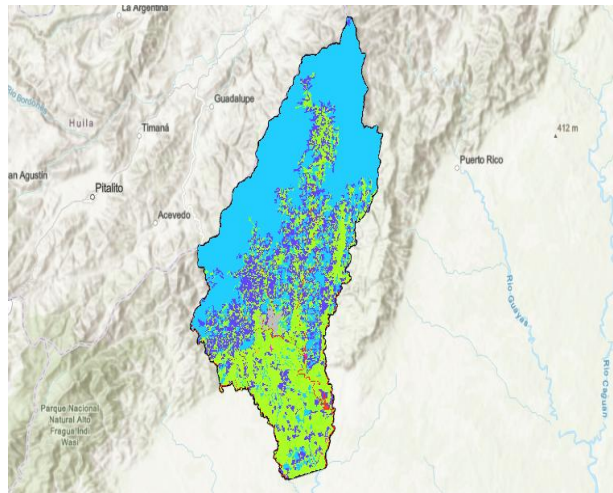
Metodología

El procedimiento se desarrolló en ArcGIS utilizando la delimitación del área de estudio, análisis hidrológico y modelación multicriterio con el fin de elaborar y analizar el mapa de riesgo por inundación del municipio de Florencia (Caquetá). Para que el procedimiento sea reproducible, se describen a continuación los datos utilizados, los geoprocursos aplicados y el modelo de ponderación implementado en ArcGIS Pro.

Insumos utilizados: (a) límite municipal de Florencia (Caquetá); (b) modelo digital de elevación (DEM); (c) ráster de pendientes derivado del DEM; (d) coberturas de tierra (land cover) en formato vectorial; (e) ráster de precipitación mensual (abril) en formato TIFF; y (f) red de drenajes y ráster de distancia a drenajes obtenidos a partir del análisis hidrológico.

En ArcGIS Pro se creó un proyecto nuevo y se cargaron las capas base (DEM, pendiente, coberturas de tierra y límite municipal). Posteriormente, las capas vectoriales se recortaron al área del municipio y las coberturas de tierra se disolvieron al nivel 2 para generalizar las clases de uso/cobertura. Para asegurar consistencia espacial, el procesamiento se trabajó en un sistema de referencia de coordenadas proyectado (MAGNA-SIRGAS / Colombia CMT12).

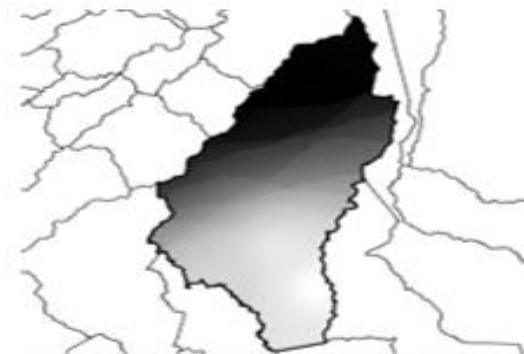
Figura 1. Cobertura de tierras del municipio de Florencia.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Luego, se incorporó el ráster de precipitación mensual correspondiente a abril (formato TIFF), seleccionado por estar dentro de la temporada lluviosa del municipio. Este insumo se recortó al límite de Florencia mediante la herramienta Extract by Mask (Extracción por máscara), con el fin de trabajar únicamente sobre el área de estudio.

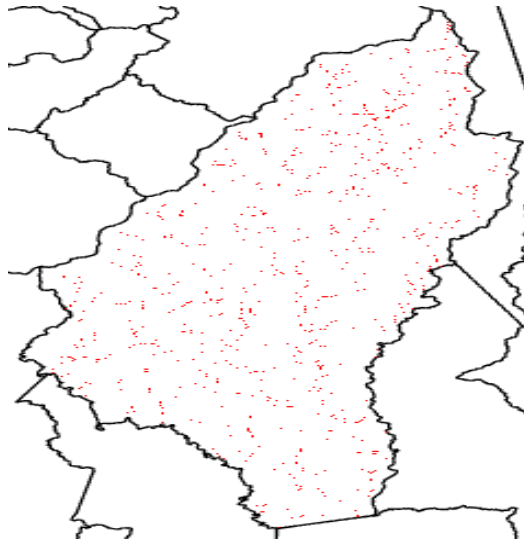
Figura 2. Precipitación



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

A continuación, se realizó el modelamiento hidrológico del DEM para obtener el ráster de acumulación de flujo del territorio municipal. Para ello se ejecutaron, en secuencia, las herramientas Fill (Relleno), Flow Direction (Dirección del flujo) y Flow Accumulation (Acumulación de flujo). El producto final de esta etapa fue el ráster de acumulación de flujo usado para derivar la red de drenajes principales.

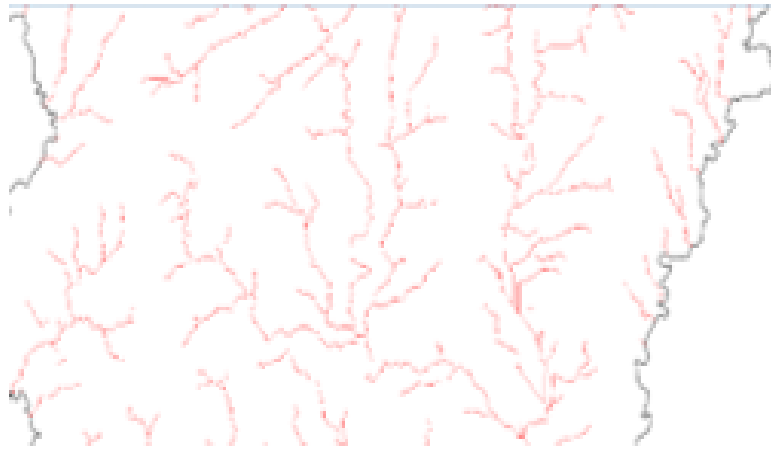
Figura 3. Ráster de acumulación de flujo



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Se despliega su información con el fin de identificar el valor máximo de acumulación de flujo. A partir de este valor, se realiza un cálculo para establecer un umbral de descarte, tomando el 1 % del valor máximo, es decir, dividiéndolo entre 100. El resultado obtenido se redondea al número entero más cercano, este valor determina qué niveles de acumulación de flujo se consideran significativos, descartando todos los valores inferiores. Posteriormente, se procede a reclasificar el ráster de acumulación de flujo para aislar únicamente las zonas con mayor concentración de escorrentía, excluyendo los valores comprendidos entre 0 y el umbral calculado.

Figura 4. Red de drenaje (Streams) del municipio de Florencia.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

A continuación, se calculó la distancia a los drenajes principales del municipio, lo cual permitió generar un ráster de proximidad y apoyar la reclasificación de la susceptibilidad asociada a la cercanía a los cauces.

Figura 5. Distancia a drenajes en el municipio de Florencia.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Se procede a reclasificar todas las capas de los factores a una escala común, asignando valores de menor a mayor (Tabla 1), siendo el número 2 que representa el riesgo muy bajo de inundación y los valores superiores indican niveles mayores de riesgo en la zona de estudio. Esta reclasificación unifica los criterios de análisis y permite integrar adecuadamente todas las capas en la construcción del mapa final de riesgo por inundación, garantizando coherencia entre los diferentes insumos espaciales utilizados.

Tabla 1. Escala de valoración cualitativa y valores numéricos para la reclasificación.

Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

Nota: Escala ordinal utilizada para estandarizar los factores del modelo; valores mayores representan una mayor contribución relativa al riesgo por inundación. Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 6, se aplicó la herramienta de suma ponderada (Weighted sum) para combinar las capas reclasificadas. Cada factor se multiplicó por su peso relativo (Tabla 2) y posteriormente se sumaron los resultados para obtener un ráster compuesto de riesgo de inundación

En este paso, se aplica la suma ponderada con el propósito de combinar diversas capas de información, asignando a cada factor un peso específico que refleja su importancia relativa dentro del proceso de modelación del riesgo de inundación. Para llevar a cabo esta operación, se identifica previamente la información correspondiente a los criterios de análisis para el riesgo de inundación, en la cual se detallan los porcentajes de influencia asignados a cada factor. Con estos valores definidos, se procede a integrar las capas de manera coherente en el geoproceto.

Tabla 2. Pesos asignados a los factores del modelo de riesgo por inundación.

Factor	Porcentaje	/100
Modelo de elevación digital DEM	10%	0,1
Pendientes	15%	0,15
Coberturas de tierra (Land cover)	10%	0,1
Precipitación	35%	0,35
Distancia entre drenajes	30%	0,3
Total	100%	1

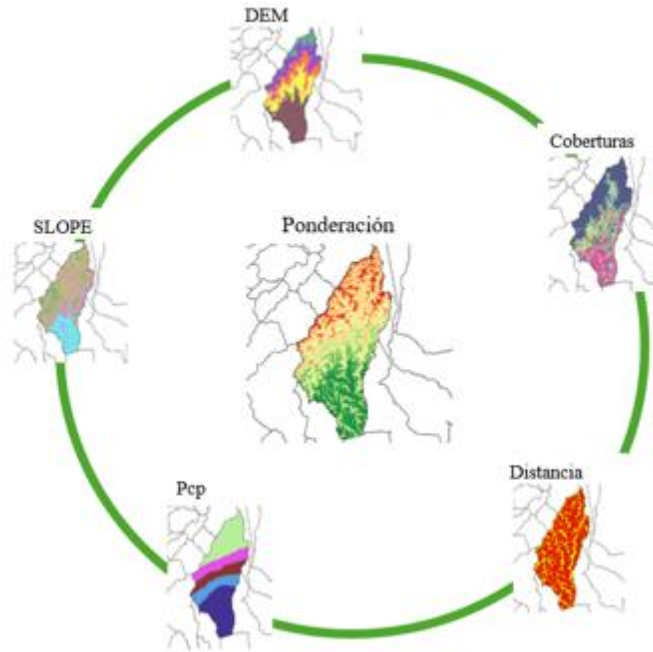
Nota: Los pesos (suma = 100 %) reflejan la importancia relativa asignada a cada factor en la suma ponderada; se definieron para este ejercicio considerando su influencia sobre la generación y acumulación de escorrentía. Elaboración propia

Finalmente, el ráster resultante de la suma ponderada se reclasificó en cinco clases, asignando a cada una un nivel de riesgo según la escala de la Tabla 1. Para facilitar la interpretación, se aplicó

una simbología graduada de verde a rojo, coherente con la descripción de categorías presentada en la Tabla 3.

Figura 6.

Reclasificación de las distintas capas ráster.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

En la figura 6 se aplica la suma ponderada con el propósito de combinar diversas capas de información, asignando a cada factor un peso específico que refleja su importancia relativa dentro del proceso de modelación del riesgo de inundación. Para llevar a cabo esta operación, se identifica previamente la información correspondiente a los criterios de análisis para el riesgo de inundación, en la cual se detallan los porcentajes de influencia asignados a cada factor. Con estos valores definidos, se procede a integrar las capas de manera coherente en el siguiente paso del análisis.

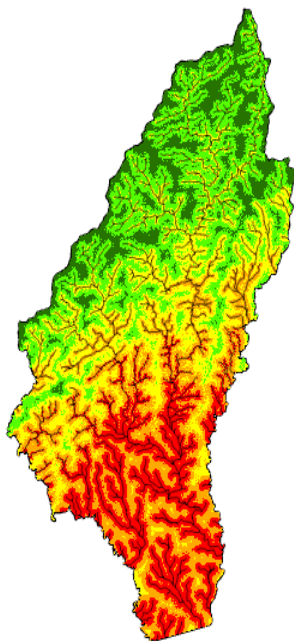
Tabla 3. Reclasificación de riesgo por inundación.

Valores	Simbología
1	Verde
2	Verde claro
3	Amarillo
4	Naranja
5	Rojo

Nota: esta tabla representa la reclasificación del riesgo por inundación en los cinco niveles, siendo que cada valor representa un nivel de riesgo diferente, también está la simbología que corresponde a un color cada uno, que permite identificar cada nivel en los mapas. Tomado de la Guía de actividades y rubrica de evaluación – Fase 4 Modelación agroambiental del territorio.

Por lo tanto, se realiza una reclasificación del ráster resultante de la ponderación en cinco clases, asignando a cada una un nivel de riesgo según los rangos establecidos en la Tabla 1. Una vez generada esta reclasificación, se procede a ajustar la simbología correspondiente en la ventana de simbología se modifican los colores de cada clase de acuerdo con lo definido en la Tabla 3, de modo que el mapa final represente de manera clara y diferenciada los distintos niveles de riesgo de inundación.

Figura 7. Resultado del modelo de riesgo por inundación.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Continuando con el caso de estudio, el ráster final de riesgo (Figura 7) se convirtió a formato vectorial mediante el geoproceso Raster to Polygon (Ráster a polígono). Para mejorar la representación de los polígonos resultantes se aplicaron las herramientas Smooth Polygon (Suavizar polígono) y Dissolve (Disolver), con el fin de suavizar bordes y simplificar la geometría. Posteriormente, en la tabla de atributos se crearon los campos “class_riesgo_inundacion” y “area_km2”; en ellos se asignó la categoría cualitativa de riesgo según la escala de la Tabla 1 y se calculó el área (km²) por categoría para facilitar el análisis.

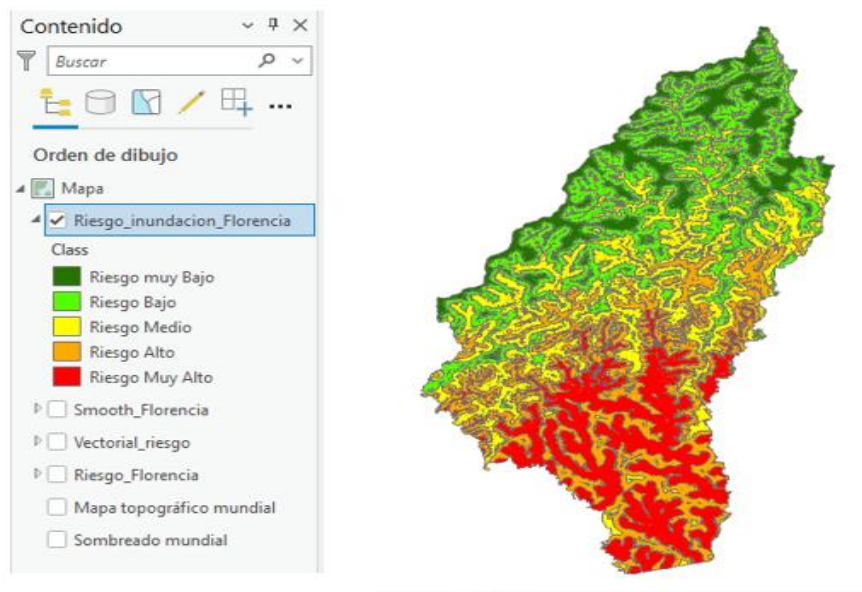
Tabla 4. Área estimada por categoría de riesgo de inundación (km²).

Clasificación	Áreas km ²
Riesgo muy bajo	290,719897
Riesgo bajo	493,394296
Riesgo medio	535,588906
Riesgo alto	600,740793
Riesgo muy alto	616,634665

Nota: Áreas calculadas a partir de la capa vectorial resultante del geoproceso Raster to Polygon; los valores se expresan en km². Elaboración propia con ArcGIS Pro

Después de estructurar la información, se modifica la simbología de la capa de riesgo de inundación utilizando los valores únicos, ajustando los colores para obtener un resultado final. Por último, se elabora un diseño de mapa que incluye la visualización del municipio, la leyenda, la cuadrícula de coordenadas, la regla de escala y la escala gráfica, garantizando un producto cartográfico claro, completo y adecuado para la interpretación del riesgo.

Figura 8. Mapa de riesgo por inundación.



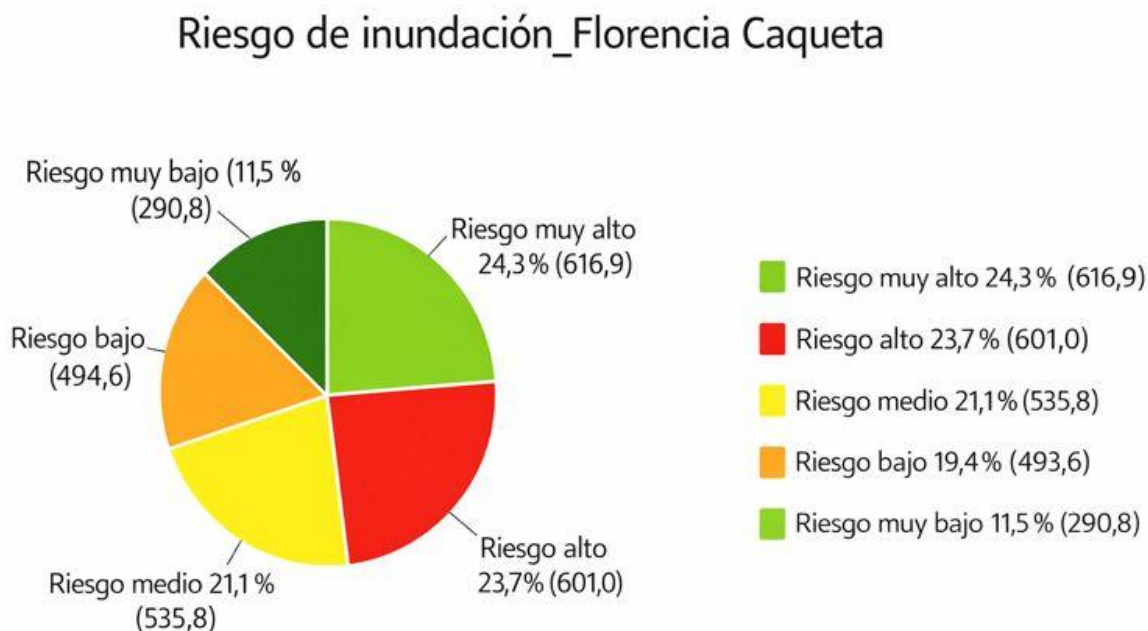
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

La implementación de esta metodología de acuerdo con González Valencia (2006), permitió evaluar los riesgos de inundación en el municipio Valle de Aburrá, en el departamento de Antioquia, mediante los análisis multicriterio teniendo en cuenta las cinco variables empleadas: DEM, Pendiente, Cobertura de tierras, precipitación y distancia entre drenajes.

Resultados

- **Identificación de áreas críticas y clasificación del riesgo**

Figura 9. Porcentaje por categoría de riesgo.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

De acuerdo con la estimación de áreas (Tabla 4) y su distribución porcentual (Figura 9), las categorías de riesgo bajo y medio concentran la mayor proporción del territorio analizado. No obstante, el riesgo alto y muy alto representan una fracción significativa y se asocian a las planicies aluviales y corredores hídricos con mayor acumulación de flujo. La Tabla 5 resume el significado y características principales de cada categoría

Según la leyenda, las clasificaciones del riesgo son:

Tabla 5. Descripción de las categorías de riesgo por inundación.

Clasificación Cualitativa	Color en el Mapa	Características Espaciales
Riesgo muy bajo	Verde oscuro	Principalmente en las zonas más altas y alejadas de los principales afluentes.
Riesgo bajo	Naranja	Zonas intermedias en elevación.

Riesgo medio	Amarillo	Áreas de transición, posiblemente a lo largo de tributarios menores o en llanuras de inundación menos frecuentes.
Riesgo alto	Rojo	Zonas bajas, próximas a la red hídrica, con potencial de afectación por desbordamientos significativos.
Riesgo muy alto	Verde claro	Áreas Críticas. Corresponden a las llanuras de inundación directas y a las riberas inmediatas de los principales ríos y quebradas que drenan la cuenca representada.

Fuente: Elaboración propia (2025), con base en lineamientos de zonificación de amenaza por inundación del UNGRD (2019), la UNGRD (2016) y el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Florencia, Caquetá.

El mapa de riesgo de inundación (Figura 8) muestra una distribución espacial del riesgo asociada principalmente a la cercanía a los cauces y a las condiciones topográficas. En general, las categorías de riesgo alto y muy alto se concentran en fondos de valle y planicies aluviales próximas al río Hacha y a las quebradas principales, donde la acumulación de flujo y la precipitación favorecen anegamientos. En contraste, el riesgo bajo y muy bajo se presenta en sectores de mayor elevación y pendiente, donde la escorrentía se evacua con mayor rapidez. Cabe señalar que el mapa se elaboró a escala municipal y no incluye la delimitación oficial del perímetro urbano; por ello, las referencias a “sectores urbanos” se hacen con base en la localización de la cabecera municipal y la información del POT (Concejo Municipal de Florencia, 2000).

El riesgo bajo (verde claro) se distribuye en zonas de transición entre el piedemonte y la planicie aluvial, donde las pendientes disminuyen progresivamente y la probabilidad de acumulación de agua es moderada. Las áreas clasificadas como riesgo medio (amarillo) se ubican a lo largo de tributarios secundarios y quebradas menores, en sectores donde pueden presentarse desbordamientos puntuales durante eventos de lluvia intensa.

Las categorías de riesgo alto (naranja) y riesgo muy alto (rojo) se concentran en los sectores de menor elevación del valle aluvial, especialmente en corredores próximos al río Hacha y a las quebradas La Perdiz y La Sardina. En estas áreas, la cercanía a los cauces y la acumulación de flujo incrementan la susceptibilidad a anegamientos y desbordamientos.

Áreas con mayor y menor riesgo de inundación.

Las áreas con mayor riesgo de inundación se asocian a las planicies de inundación y fondos de valle cercanos a los cauces principales. Como referencia, el POT menciona afectaciones recurrentes en sectores como el barrio El Raicero (Concejo Municipal de Florencia, 2000),

situación coherente con la localización de las zonas de riesgo alto y muy alto en la proximidad de quebradas y ríos.

El riesgo alto se extiende alrededor de estas zonas críticas como un cinturón de transición hacia áreas de menor susceptibilidad, lo cual puede representar una condición de alerta ante precipitaciones prolongadas y saturación del suelo.

Por el contrario, las áreas con menor riesgo de inundación (riesgo muy bajo y bajo) se localizan en sectores de mayor pendiente y elevación, donde la velocidad de escorrentía favorece la evacuación del flujo superficial y reduce la probabilidad de desbordamientos extensos.

- **Comparación con históricos y evidencias de afectaciones**

Los datos históricos para Florencia, Caquetá, confirman la vulnerabilidad de las áreas cercanas a los cuerpos de agua, correlacionándose directamente con las zonas de Riesgo Alto y Muy Alto del mapa:

Tabla 6. Eventos históricos de inundación reportados para Florencia (Caquetá) y relación con el modelo.

Evento Histórico (Ejemplos)	Afectaciones Reportadas	Correlación con el Mapa
Octubre de 1962	Desbordamiento del río El Hacha, 300 muertos (Barrio La Vega).	El Río Hacha es un afluente principal, y su ribera es clasificada en Riesgo Muy Alto (Rojo).
Junio de 2005	Desbordamientos del río El Hacha y quebrada La Perdiz, 760 familias damnificadas.	La afectación de familias en zonas de alto riesgo reafirma que la ocupación se ha dado en las franjas de Riesgo Alto/Muy Alto.
2010 y 2014	Múltiples inundaciones, desbordamiento del Río Hacha y Quebrada La Perdiz, barrios inundados.	La recurrencia de afectaciones valida la clasificación del mapa, especialmente en las llanuras aluviales bajas.

Nota: Esta tabla muestra la comparación de datos históricos relacionados con los hechos por inundaciones en el municipio de Florencia, Caquetá. Fuente: Elaboración propia (2025), a partir de UNGRD (2019), UNGRD (2016) y Municipio de Florencia (2019).

La distribución espacial del riesgo modelado muestra una alta correspondencia con los eventos históricos de inundación registrados en Florencia. El evento de octubre de 1962, ocasionado por el desbordamiento del río El Hacha y que afectó gravemente al barrio La Vega, se localiza dentro de áreas actualmente clasificadas como de riesgo muy alto, lo que confirma la persistencia de la amenaza en este sector urbano.

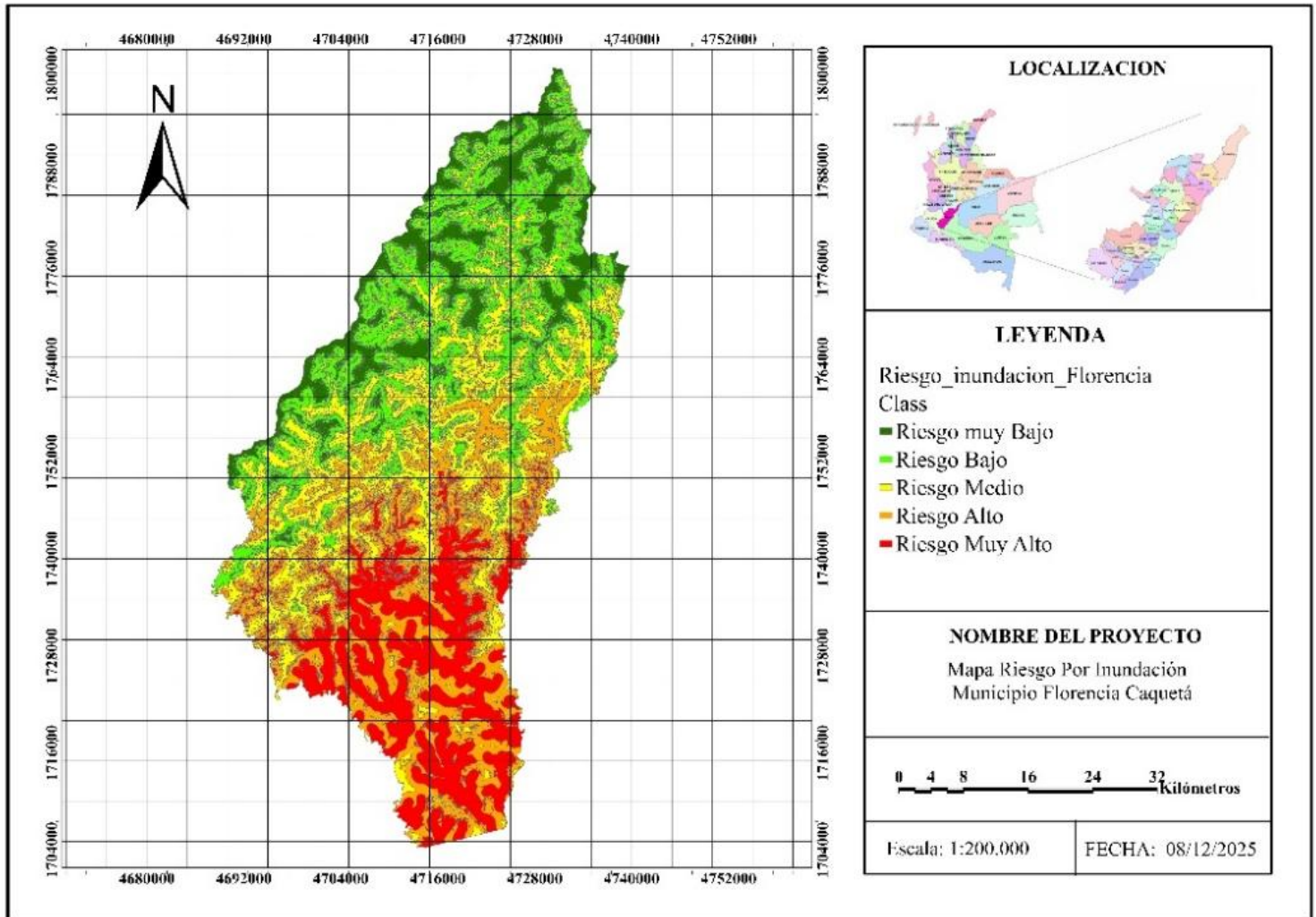
De igual manera, los desbordamientos ocurridos en junio de 2005, que afectaron a más de 700 familias por el aumento del caudal del río El Hacha y la quebrada La Perdiz, se concentran en barrios ubicados en las márgenes de estos cuerpos de agua, coincidiendo con zonas clasificadas como de riesgo alto y muy alto. Los eventos recurrentes documentados en 2010 y 2014, con afectaciones en barrios del sur y centro del municipio, refuerzan la validez espacial del modelo de riesgo obtenido.

Interpretación del impacto potencial.

La concentración de las zonas de riesgo muy alto en barrios urbanos consolidados implica un impacto potencial elevado sobre la población y la infraestructura del municipio. Los barrios ubicados en las riberas del río El Hacha y de las quebradas La Perdiz y La Sardina enfrentan pérdidas recurrentes de viviendas y enseres, afectaciones a vías locales, y daños a las redes de acueducto y alcantarillado, además de un riesgo significativo para la vida humana.

En el ámbito rural, las zonas bajas del sur del municipio, clasificadas como de riesgo alto, presentan impactos directos sobre los sistemas agropecuarios, con pérdidas periódicas de cultivos y degradación de suelos por anegamiento. Por su parte, las veredas altas del norte y noroccidente, donde se evidencian procesos de deforestación asociados a la expansión agropecuaria, incrementan la escorrentía superficial y la erosión, aumentando la carga de sedimentos hacia el río El Hacha y sus afluentes. Este proceso contribuye indirectamente a intensificar el riesgo de inundación en los barrios ubicados aguas abajo. El diseño cartográfico final del mapa de riesgo por inundación se presenta en la Figura 10

Figura 10. Diseño final del mapa de riesgo por inundación



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Conclusiones

El estudio de mapas facilitó la identificación de niveles de riesgo de inundaciones en Florencia, Caquetá, resaltando zonas de alto y muy alto riesgo en áreas cercanas a los ríos Hacha y Orteguzza, donde la configuración del terreno y el comportamiento del agua favorecen la recolección de líquido.

Las regiones de bajo y muy bajo riesgo se encuentran, en su mayoría, en terrenos elevados y distantes de las fuentes de agua, lo que subraya la relevancia de la altitud como un elemento protector contra inundaciones.

El análisis de las superficies en km² para cada nivel de riesgo es fundamental para la planificación del territorio, ya que ayuda a evaluar la extensión de las áreas vulnerables y a priorizar medidas de prevención.

La técnica utilizada resalta la eficacia de los Sistemas de Información Geográfica en la administración del riesgo, al combinar procesos de conversión, suavizado, disolución y reclasificación que resultan en mapas de alta calidad tanto técnica como visual.

Este trabajo ofrece sugerencias para el manejo agroambiental del municipio, enfocándose en la salvaguarda de comunidades, infraestructuras críticas y sistemas de producción rural, mejorando la capacidad de respuesta ante eventos hidrometeorológicos.

Recomendaciones

Con base en la zonificación obtenida, se proponen las siguientes acciones para fortalecer la reducción del riesgo de inundación en Florencia (Caquetá):

La incorporación en instrumentos de planificación usando el mapa como insumo técnico para la revisión/ajuste del POT y para la actualización del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, definiendo restricciones de uso del suelo en zonas de riesgo alto y muy alto y priorizando estudios de detalle en la cabecera municipal.

Para la gestión del corredor hídrico río Hacha–quebrada La Perdiz se recomienda priorizar intervenciones en los tramos urbanos y periurbanos con mayor recurrencia de afectaciones: mantenimiento de cauces, control de ocupación en rondas hídricas y el mejoramiento de drenajes pluviales, complementados con obras puntuales donde sea técnicamente viable.

Realizar soluciones basadas en la naturaleza y restauración para implementar la restauración de bosques tiparios, franjas vegetadas de protección y prácticas de conservación de suelos en cuencas altas para reducir escorrentía y transporte de sedimentos hacia los cauces.

De igual forma se recomienda fortalecer el monitoreo de lluvias y los niveles de agua para articular protocolos comunitarios de alerta y evacuación, especialmente en sectores cercanos a la quebrada La Perdiz y al río Hacha.

En cuanto a las mejoras para trabajos futuros se recomienda realizar análisis de sensibilidad de ponderaciones, incorporar variables de exposición como la población e infraestructura para considerar modelación hidráulica 1D/2D y validar escenarios de inundación a escala urbana

Referencias bibliográficas

- Concejo Municipal de Florencia. (2000). *Acuerdo No. 018 de 2000 (9 de agosto): Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Florencia, Caquetá*. https://tramites1.suit.gov.co/registro-web/suit_descargar_archivo?A=88679
- Fernández, D. S., & Lutz, M. A. (2010). Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis. *Engineering Geology*, 111(1–4), 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.12.006>
- González Valencia, J. E. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(8), 59–70. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75050806>
- Hernández-Urbe, R. E., Barrios-Piña, H., & Ramírez, A. I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(3), 5–25. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>
- Mahmoud, S. H., & Gan, T. Y. (2018). Urbanization and climate change implications in flood risk management: Developing an efficient decision support system for flood susceptibility mapping. *Science of the Total Environment*, 636, 152–167. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.282>
- Municipio de Florencia (Caquetá). (2019). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD)*. https://caqueta.micolombiadigital.gov.co/sites/caqueta/content/files/000623/31138_pmgrd-florencia-final.pdf
- Olcina Cantos, J. (2004). Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local: El papel del planeamiento urbano municipal. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (37), 49–84. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/930085.pdf>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (UNGRD) (2016). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015–2025: Una estrategia de desarrollo*. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/20.500.11762/756/27/PNGRD-2016.pdf>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (UNGRD) (2019). *Atlas de riesgo de Colombia: Revelando los desastres latentes*. https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Encuentro_nacional_experiencias_GR_y_ACC/10_Atlas_de_Riesgo_de_Colombia_UNGRD.pdf?utm_source
- Zhang, H., Ma, W.-C., & Wang, X.-R. (2008). Rapid urbanization and implications for flood risk management in hinterland of the Pearl River Delta, China: The Foshan study. *Sensors*, 8(4), 2223–2239. <https://doi.org/10.3390/s8042223>

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/OGHVVWHy0Fw>