

El Copey, Cesar (Colombia) a través de herramientas SIG.

Autores:

Eliza Fernanda Cardozo Vargas, efcardozov@unadvirtual.edu.co

Jorge Horacio Losada Pedroza, jhlosadap@unadvirtual.edu.co

Juan de Jesús Santamaría Sarmiento, jdsantamarias@virtual.edu.co

Karol Yulieth Garzón Cerquera, kygarzonc@unadvirtual.edu.co

Linda Tatiana Montealegre Ulloa, ltmontealegreu@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa – gina.posada@unad.edu.co

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar y representar espacialmente el riesgo de inundación en el municipio de El Copey, departamento del Cesar (Colombia), mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y un modelo de análisis multicriterio. Para ello, se integraron variables físicas y ambientales como elevación, pendiente, precipitación, distancia a drenajes y coberturas del suelo, las cuales fueron reclasificadas y ponderadas a través del método de suma ponderada en un entorno SIG (ArcGIS Pro). Como resultado, se generó un mapa de riesgo de inundación clasificado en cinco categorías cualitativas: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Los resultados cuantitativos evidencian que el riesgo medio es la categoría de mayor extensión, con 274,12 km² (28,8% del territorio municipal), seguido del riesgo alto con 222,26 km² (23,4%). El riesgo bajo ocupa 192,78 km² (20,3%), mientras que el riesgo muy bajo representa 146,49 km² (15,4%). Finalmente, las zonas de riesgo muy alto corresponden a 114,74 km² (12,1%), concentrándose principalmente en sectores cercanos a drenajes, áreas planas y zonas de baja elevación. Estos resultados constituyen un insumo para la gestión del riesgo, planificación territorial y toma de decisiones orientadas a la mitigación de los impactos por inundaciones en el municipio.

Palabras clave: Análisis; inundación; riesgo.

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta fundamental para la evaluación del riesgo de inundación, ya que permiten integrar y representar espacialmente múltiples variables físicas, ambientales y socioeconómicas que influyen en la ocurrencia de este

tipo de eventos (Huerta, 1999; Olaya, 2020). A través de técnicas como el análisis multicriterio, los (SIG) mencionado facilitan la identificación de zonas vulnerables, la priorización de áreas críticas y el apoyo a la toma de decisiones en la planificación y el ordenamiento territorial (González Valencia, 2006; Chan *et al.*, 2022). En contextos de cambio climático y creciente presión antrópica sobre el territorio, el uso de herramientas geoespaciales se ha consolidado como un soporte clave para la gestión del riesgo, permitiendo anticipar escenarios de afectación, reducir la exposición de la población y fortalecer estrategias de mitigación y adaptación frente a inundaciones (White *et al.*, 2010; Wang y Xie, 2018).

El incremento en la intensidad de los sucesos hidrometeorológicos extremos es una de las consecuencias más indiscutibles del cambio climático, todo cambio significativo producido en el clima a lo largo del tiempo ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana que tiene un efecto directo desde el punto de vista social, económico y político (Ávila, 2011). El Cambio Climático ocasiona un incremento en frecuencia e intensidad de eventos extremos tanto de precipitación (inundaciones, deslizamientos, huracanes y ciclones), como de temperatura (olas de frío y calor) (Riebeek, 2005). En general, estos cambios impactarán en todo tipo de ecosistemas y actividades comerciales agrícolas, pecuarias, marinas o turísticas. Específicamente el anegamiento de agua tendría consecuencias en la salud pública, el aumento en la erosión costera y pérdida de litorales debido al aumento en el nivel del mar, así como a la disminución de las fuentes de agua dulce (Acevedo, 2016).

En Colombia, el IDEAM advierte que la variabilidad climática especialmente en fenómenos como El Niño, donde se generan patrones de lluvia más irregulares con eventos torrenciales que elevan la problemática. Somos un país vulnerable a los efectos del cambio climático y en la última década se ha presenciado la materialización del riesgo por cambio climático a través de fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones, movimientos en masa y avenidas torrenciales (Farfán, 2023). El crecimiento demográfico y urbanización descontrolada es otro aspecto que afecta el impacto de las inundaciones, la urbanización descontrolada surge a partir de modelos de estado y de desarrollo que no se adaptan a las condiciones de las regiones. Los nuevos pobladores, debido a su baja renta, forman barrios ocupando áreas públicas y zonas de alto riesgo de inundación o deslizamiento. En estos sectores hay baja cobertura de servicios de transporte, abastecimiento de agua potable, alcantarillado, drenaje de aguas lluvias, aseo, recolección de basuras y contaminación, todo esto además de las inundaciones frecuentes o los movimientos en masa en zonas de ladera (Escobar, 2011). En el municipio de el Copey, ubicado en el departamento del Cesar, esta problemática tiene especial relevancia debido a su cercanía con sistemas hídricos como el río Ariguaní, así como a la presencia de zonas planas con actividades agrícolas, ganaderas que modifican la dinámica del drenaje superficial. En el presente estudio, se aplicará un modelo de

análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para analizar y generar el mapa de riesgo de inundación del Municipio El Copey y realizar una interpretación de las zonas más críticas.

Objetivos

General

Analizar geoespacialmente el riesgo de inundación en el municipio de El Copey (Cesar, Colombia), mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de identificar los niveles de riesgo y las zonas más vulnerables que sirvan de insumo para la gestión del riesgo y la planificación territorial.

Específicos

Procesar y reclasificar las capas temáticas (red hidrográfica, suelo y componentes geomorfológicos) en un entorno SIG para la modelación del riesgo de inundación en el municipio de El Copey.

Aplicar un modelo de evaluación multicriterio mediante ponderación y superposición de capas en SIG para generar el mapa de riesgo de inundación con sus diferentes niveles.

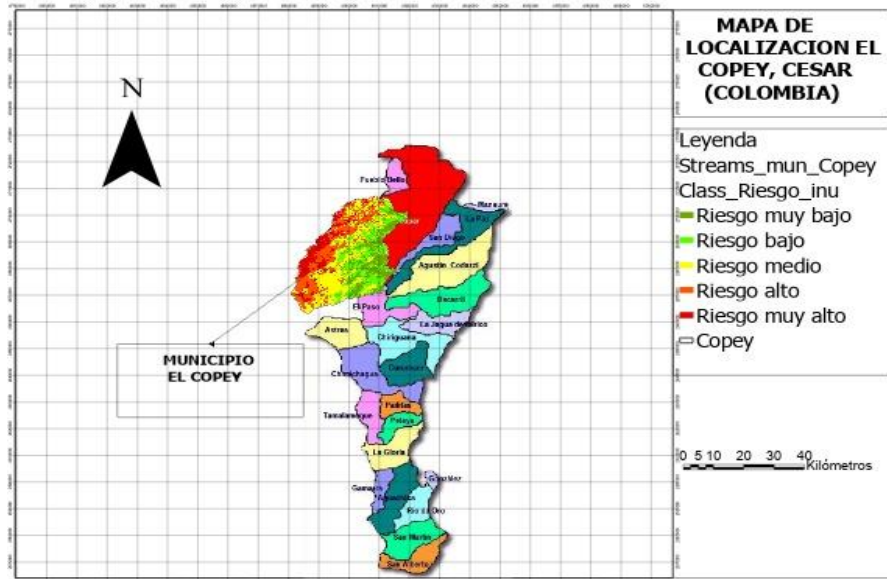
Interpretar los resultados del modelo espacial, identificando las zonas de riesgo alto, medio y bajo, y relacionándolas con las dinámicas ambientales, territoriales y la gestión del riesgo en el municipio.

Identificación del caso de estudio

El caso de estudio corresponde al Municipio de El Copey en el departamento del Cesar (Figura 1), la formación hidrográfica y topográfica convierte algunas de las áreas de este territorio en zonas de interés para hacer la evaluación del riesgo por inundaciones, la presencia de ríos y efluentes de agua además de la actividad antrópica derivada de la agricultura y pastoreo genera la necesidad de la delimitación caracterizada en clases de riesgo y interpretación de los impactos a los diferentes ecosistemas y comunidades del lugar.

Figura 1.

Mapa de localización del Municipio El Copey, Cesar (Colombia)



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Ubicación Geográfica, Límites, Superficie y Altitud

El caso de estudio se elabora en el municipio El Copey, localizado en la zona noroccidental del departamento del Cesar, Región Caribe en el norte de Colombia, limita al norte y oeste con el departamento del Magdalena, al Sur con el municipio de Bosconia y al este con Pueblo Nuevo y Valledupar, las coordenadas 10°09' de latitud norte y 73°28' de longitud oeste, la extensión de 985 km², dividida zona urbana y rural (El Copey, s.f., 2025). La cabecera municipal está localizada en una altitud de un promedio de 180 msnm, dentro de una zona alta que conecta con la Sierra Nevada de Santa Marta y zonas bajas como las llanuras del valle del río Ariguani (Pacheco, 2016, p 35).

División Político-Administrativa

Hacen parte de esta administración la cabecera municipal denominada el Copey y varios centros poblados o caseríos de importancia por su número de habitantes, entre ellos destaca el corregimiento Caracolcito y 71 veredas como lo indica (Concejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2012).

Población Urbana y Rural

Según la distribución poblacional establecida, la población urbana corresponde al 75 % equivalente a 26625 habitantes y 25% de población rural correspondiente a 8875 habitantes con proyección establecida por (dane.gov.co, s.f.) para el año 2025.

Desde el punto de vista ambiental, el municipio presenta características destacadas para la evaluación del riesgo de desbordamiento. Su relieve son zonas de lomerío y piedemonte hacia el sector occidental con extensas topográficas planas al oriente, facilitando la acumulación de escorrentía en zonas bajas; lo cual se integra a las actividades dinámicas en la cuenca del río Ariguani y varios drenajes y afluentes secundarios que adapta al comportamiento hídrico. Los dichos mencionados con las distribuciones de coberturas vegetales y procesos geomorfológicos recientes del municipio, incrementan a diferentes tipos de inundaciones en sectores que presentan mayores riesgos. Estudios ambientales que representa en el municipio recalcan un papel importante de la vegetación y ecosistémicos del equilibrio hídrico y en la regulación de procesos del recurso agua, lo cual refuerza la importancia de considerar estos elementos en la evaluación del riesgo (s/f-b, 2025, p. 2).

Estas condiciones, basadas en las variaciones en la pendiente, cobertura vegetal y en los procesos geomorfológicos del municipio, hacen que sean más fáciles a todo tipo de inundación. En cuanto al clima, su comportamiento en El Copey presenta un régimen de lluvias que detalla un alto incremento durante los meses del año (Estudios Ambientales, s.f). Según los registros climáticos en la Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM.), detalla que los valores más altos de precipitación se presentan entre los meses de mayo–junio y septiembre–octubre, con promedios que suelen ser superiores de 140-160 mm que refleja una disponibilidad mayor hídrica (Weather Spark, s.f.). Para el proceso de modelación geoespacial desarrollado en la fase 4, este rango fue seleccionado como referencia para representar el periodo de máxima precipitación anual.

En conjunto, estas características mencionadas justifican la necesidad de realizar un análisis geoespacial detallado del riesgo de inundación, dada la interacción que presentan en los topográficos, climáticos e hidrológicos que con ellos influyen mucho a la susceptibilidad del municipio.

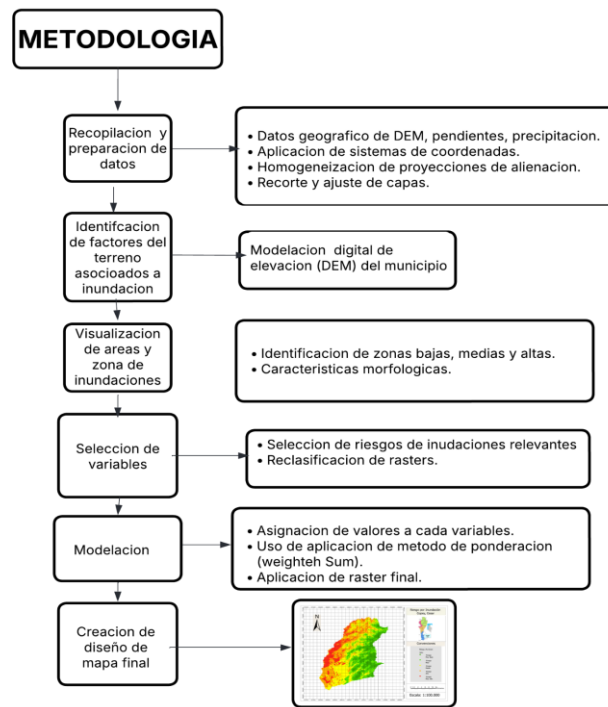
Metodología

La metodología implementada para modelar el riesgo de inundación en el municipio de El Copey, Cesar, se basó en un análisis multicriterio (AMC) desarrollado en el entorno SIG

de ArcGIS Pro, combinando variables físicas, ambientales e hidrológicas que influyen en la susceptibilidad del territorio frente a eventos de inundación. El análisis se realizó con énfasis en el mes de octubre, considerado un periodo crítico por sus altos niveles de precipitación, integrando información del Modelo de Elevación Digital del USGS (2018), las normales climatológicas de precipitación del IDEAM correspondientes al periodo 1991–2020, y la cartografía de cobertura de tierras del IGAC (2018).

Figura 2.

Diagrama metodológico del municipio El Copey, Cesar



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

El diagrama metodológico se puede visualizar los procedimientos en geoprocesamientos desde la recopilación y preparación de la información base, hasta la modelación espacial y la generación del mapa final de riesgo. Se ejecutó de manera ordenada para garantizar coherencia, precisión y trazabilidad en los resultados obtenidos.

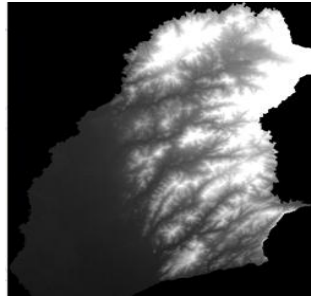
Se incorporaron al proyecto:

- El Modelo Digital de Elevación (DEM) del municipio
- El ráster de pendientes (slope) obtenido previamente
- El shapefile del municipio de El Copey, usado como límite oficial
- El shapefile del departamento del Cesar, requerido para el recorte de precipitación.

La modelación inició con la recopilación de los datos geográficos para el análisis del riesgo de inundación en el municipio, todas las capas fueron revisadas en cuanto a su formato y sistema de referencia espacial, garantizando que trabajarán bajo la misma proyección, esto evitó errores posteriores de alineación, el primer componente del proceso consistió en visualizar las áreas potencialmente inundables mediante la identificación de los factores del terreno asociados a inundación: elevaciones bajas, zonas planas, drenajes principales y acumulación de agua, esta inspección preliminar permitió orientar la selección de variables y confirmar que El Copey posee sectores con condiciones geomorfológicas propicias para inundación.

Figura 3.

Municipio de Copey.



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

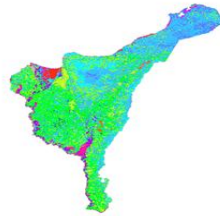
Una vez verificada la compatibilidad, se realizó a recortar cada capa al límite del municipio mediante la herramienta Clip, lo cual redujo el tamaño de los datos y se llevó a cabo a centrar el análisis exclusivamente en El Copey; La herramienta Dissolve se utilizó para unificar polígonos pertenecientes a una misma clase o categoría, en este caso, se empleó para simplificar los límites territoriales y dejar un único polígono representativo del municipio de El Copey. Este paso fue de vital ya que muchas capas vectoriales poseen subdivisiones internas que, si no se unifican, generan errores en procesos como la extracción por máscara, con Dissolve que se obtiene un límite limpio y continuo que servirá como contenedor oficial para todos los análisis posteriores, para integrar

esta variable al análisis multicriterio, la capa disuelta se transformó en ráster. Parámetros clave aplicados:

- Campo de conversión: Nivel 2.
- Tamaño de celda: 30 m.
- Proyección de salida: MAGNA-SIRGAS CMT 12.

Figura 4.

De Polígono a Ráster



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Una vez se generó el polígono unificado del municipio, se procedió a recortar todas las capas raster (DEM, pendientes, precipitación, acumulación de flujo, etc.), se identificó el mes más lluvioso en el departamento del Cesar (generalmente en octubre según IDEAM), luego se descargó el ráster correspondiente a ese mes, este proceso permite extraer únicamente los valores contenidos dentro del límite municipal, eliminando la información externa, se convierte en una fase fundamental porque garantiza que todos los análisis y reclasificaciones se ejecuten exclusivamente sobre el área de estudio, optimizando tiempos, memoria y precisión espacial.

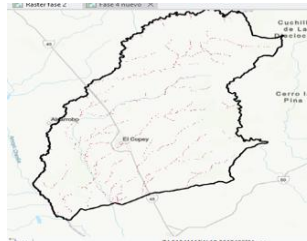
La lógica detrás de esta reclasificación es que las zonas donde convergen mayores volúmenes de agua presentan mayor susceptibilidad a inundación, convirtiéndose en un factor determinante dentro del análisis multicriterio

Para identificar los drenajes potenciales, se modeló la hidrología del terreno a partir del DEM, mediante el proceso de Relleno (Fill), se eliminaron pequeñas depresiones artificiales del DEM, garantizando que el flujo de agua fuera continuo; Dirección del flujo (Flow Direction), se generó un ráster que indicaba la dirección natural en la que se desplazaría el agua, acumulación de flujo (Flow Accumulation), este insumo permite visualizar las zonas donde se concentran mayores

escurrimientos, fundamentales para el análisis de riesgo por inundación, como resultado se aplicó una simbología por desviación estándar para resaltar los drenajes principales.

Figura 5.

Raster Acumulación de flujo

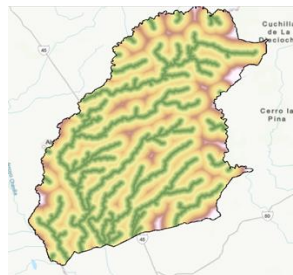


Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Para la acumulación a distancia, como punto de partida se empleó la red hidrográfica del municipio, compuesta por ríos, quebradas y drenajes principales, teniendo en cuenta que cada municipio tiene un valor máximo de acumulación de flujo, para El Copey, se obtuvo ese valor máximo, se calculó el 1 % del valor para definir un umbral, y todo lo que estuviera por debajo se reclasificó como NoData, dejando únicamente los drenajes dominantes, esto permitió limpiar áreas irrelevantes y conservar únicamente zonas críticas para los análisis posteriores. Se aplicó la herramienta Distance Accumulation para generar un ráster que calcula la distancia acumulada desde cada celda del territorio al drenaje más próximo, el producto resultante identifica zonas cercanas y alejadas de los cauces. Esta distancia es clave porque los sectores próximos a los drenajes son más propensos a sufrir inundaciones por desbordamiento o aumento repentino de caudal, la capa fue revisada para establecer rangos de distancia relevantes, los cuales posteriormente fueron utilizados para su reclasificación dentro del análisis final del riesgo.

Figura 6.

Acumulación de Distancia



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Seguidamente, se establece el modelo de Reclasificación de factores (DEM, pendientes, precipitación, drenajes y coberturas del suelo), fue evaluado para determinar variaciones altitudinales relevantes, especialmente aquellas relacionadas con:

- zonas bajas (mayor susceptibilidad a acumulación de agua),
- zonas medias de transición,
- zonas altas menos expuestas a inundaciones.

Se establecieron intervalos que permitieran agrupar el territorio según su elevación, esto permitió ordenar el comportamiento del relieve en función del riesgo potencial.

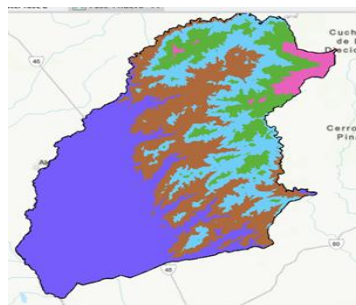
Para la Reclasificación del Modelo Digital de Elevación (DEM), el municipio de El Copey se reclasificó con el fin de convertir los valores continuos de elevación en rangos interpretables según el nivel de riesgo por inundación, el criterio aplicado fue simple: las zonas más bajas del municipio implican un riesgo mayor, mientras que las áreas altas tienen menos probabilidad de inundarse.

Se aplicó Reclassify asignando un valor ordinal este proceso permitió transformar un ráster continuo en una capa temática que evidencia claramente la relación entre topografía y riesgo hidrológico, también se emplea el método de clasificación Rupturas Naturales (Jenks) con 5 clases. A cada clase se le asignó un valor de riesgo siguiendo la escala cualitativa: Elevaciones más bajas, con valor 10 (riesgo muy alto), Elevaciones intermedias 8, 6, 4 y Elevaciones más altas 2 (riesgo muy bajo)

Se obtuvo un DEM reclasificado que identifica claramente los sectores bajos donde se concentran mayores amenazas de inundación dentro de El Copey.

Figura 7.

Reclasificar DEM el Copey



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Para la reclasificación del ráster de pendientes, se requirió de la herramienta Reclassify, En este caso, las pendientes planas concentran inundación y las muy inclinadas la dispersan rápidamente; Se seleccionó el ráster de pendientes, aplicando la clasificación Jenks en 5 intervalos, se asignaron valores de riesgo de forma inversa a la inclinación:

Tabla 1.
Clasificación de Pendientes

Clase de pendiente	Rango	Riesgo
Muy planas	10	Muy alto
Suaves	8	Muy alto especialmente en eventos de lluvia intensa
Medias	6	Moderado
Altas	4	Mínimo
Muy fuertes	2	Riesgo muy bajo

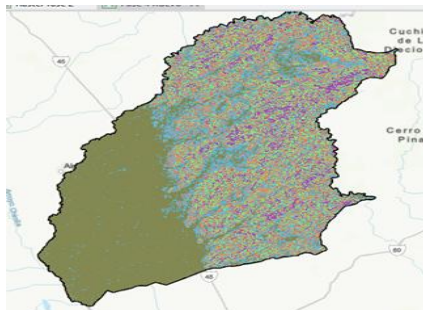
Nota. Las categorías empleadas responden a la clasificación de pendientes considerando que los terrenos con menor inclinación presentan mayor susceptibilidad a la acumulación de agua.

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Como resultado, se generó un mapa de pendientes reclasificado, útil para identificar zonas planas donde podría estancarse el agua.

Figura 8.

Reclasificación raster de pendientes.



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Dado que El Copey es un municipio del departamento del Cesar con altos niveles de precipitación en meses específicos, la reclasificación del raster de precipitaciones, permitió transformar los valores continuos de precipitación en una escala de riesgo uniforme, comparable con los demás factores del análisis multicriterio, el proceso inició con el ráster de precipitación previamente recortado al municipio, además se carga del ráster de precipitaciones correspondiente al mes seleccionado como crítico para el análisis (el mes con mayores valores promedio), se aplicó el método Jenks con 5 clases, teniendo en cuenta, las intensidades más bajas se asociaron a menor riesgo y las más altas a mayor riesgo:

Tabla 2.

Rango de Precipitación

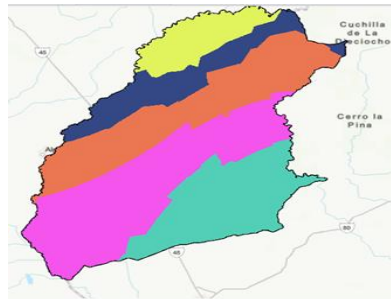
Clase de lluvia	Rango de precipitación	Descripción hidrometeorológica
Muy alta	10	Lluvias intensas y recurrentes
Alta	8	Precipitaciones frecuentes
Intermedia	6	Lluvias moderadas
Media baja -Baja	4	Lluvias ocasionales

Muy baja 2 Escasa precipitación

Nota. Los rangos establecidos consideran que los mayores valores de precipitación corresponden a una mayor susceptibilidad a eventos de inundación. *Fuente.* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Se obtuvo un mapa de lluvias reclasificado donde las zonas con más precipitaciones se consideran críticas frente a posibles inundaciones.

Figura 9.
Reclasificar Raster de Precipitaciones



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Para la Reclasificación distancias de los drenajes, iniciando con la herramienta Reclassify y se seleccionó el ráster de distancias a drenajes (Distance Accumulation), de igual manera, como en casos anteriores, se clasificó en 5 intervalos usando Jenks, y se asignaron valores según la cercanía:

Tabla 3.
Distancia de los drenajes

Clase	Rango de distancia	Riesgo
Precipitación	10	Riesgo Directo por desbordamiento
Cercanía Alta	8	Riesgo Directo por incremento de caudales y desbordamiento

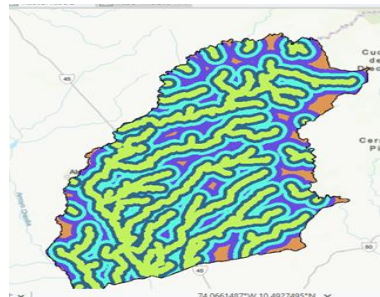
Distancia Media	6	Riesgo por desbordamiento de cauces especialmente en periodos de lluvia prolongada
Distancia Alta	4	Riesgo moderado
Distancia Amplia	Muy 2	Afectaciones mínimas o inexistentes

Nota. Los intervalos mencionados indican la distancia de drenajes que consideran una mayor susceptibilidad a inundaciones en zonas con menor distancia a los cauces. *Fuente.* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Se generó un mapa que muestra qué sectores están más expuestos por encontrarse próximos a los drenajes principales.

Figura 10.

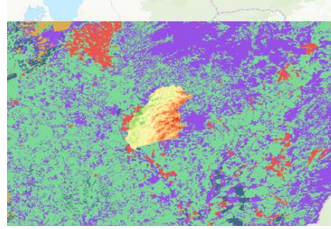
Reclasificar Distancia de los Drenajes



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Teniendo en cuenta que la reclasificación de coberturas de tierras, (Land Cover), identifica cómo influyen los usos del suelo en la probabilidad de inundaciones, se usó la tabla de Nivel 2 (CORINE Land Cover) y se adaptó a la realidad ambiental de El Copey, siendo así se tomó el ráster de coberturas convertido previamente, se seleccionó el campo Nivel_2 como base de reclass, Se asignaron valores según relación con el riesgo, dando como resultado, un mapa de coberturas reclasificado que refleja qué usos en El Copey favorecen o reducen la susceptibilidad a inundaciones.

Figura 11.
Coberturas de tierras



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Por otro lado, la asignación de pesos a los factores del modelo, se requirieron los cinco factores reclasificados (elevación, pendiente, precipitación, distancias a drenajes y cobertura del suelo) no tienen la misma influencia sobre el riesgo de inundación.

Por ello, se asignaron pesos porcentuales según su importancia teórica y comportamiento hidrológico en El Copey.

Los valores utilizados fueron a partir del DEM se generaron varias capas fundamentales:

Tabla 4.

Capas Fundamentales caso de Estudio

Factor	Peso %	Peso decimal	Descripción
Precipitación	35%	0.35	El Copey presenta fuertes aguaceros en periodos específicos, lo que es determinante para inundaciones
Distancia a Drenajes	30%	0.30	A menor distancia, mayor posibilidad de desbordamientos
Pendiente	15%	0.15	Los terrenos planos favorecen el estancamiento

Elevación DEM	10%	0.10	Zonas bajas tienden a inundarse, pero el municipio también posee áreas elevadas que dispersan flujo
Coberturas de tierras	10%	0.10	Los usos del suelo modifican la infiltración y escorrentía

Nota. Los pesos asignados a cada variable se definieron con base en criterios hidrológicos y antecedentes metodológicos en estudios de riesgo de inundación. *Fuente.* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Para el procedimiento se tuvo en cuenta la suma ponderada (Weighted sum), se agregaron los cinco ráster reclasificados, en el campo de Peso se digitó para cada uno su valor decimal:

Tabla 5.

Suma ponderada (Weighted sum)

DEM	Pendiente	Precipitación	Coberturas	Distancia
0.10	0.15	0.35	0.10	0.30





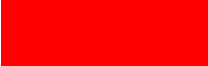
Nota. Los valores corresponden a los pesos asignados a cada variable en el modelo de suma ponderada para la evaluación del riesgo de inundación. *Fuente.* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Se obtuvo un ráster acumulado que representa la suma ponderada del riesgo, donde los valores altos indican mayor susceptibilidad a inundaciones en el municipio. Posteriormente, se ejecutó la herramienta Weighted Sum (Suma Ponderada), para combinar todas las capas reclasificadas con sus respectivos pesos. El resultado fue una superficie continua que representa el índice de riesgo de inundación en el municipio.

Este ráster fue posteriormente clasificado en cinco niveles:

Tabla 6.

Reclasificación de riesgo de inundación

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo alto	4	
Riesgo muy alto	5	

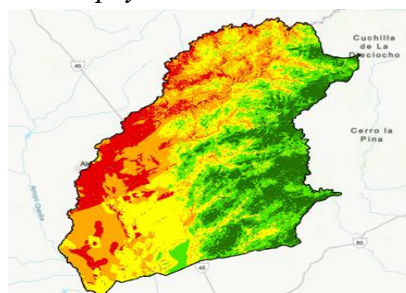
Nota. La reclasificación del riesgo de inundación se realizó en cinco niveles cualitativos, representados mediante una paleta de colores graduada desde verde (riesgo muy bajo) hasta rojo (riesgo muy alto). *Fuente.* Guía de actividades UNAD (2025).

La simbología se aplicó desde el panel Symbology, seleccionando “Graduated Colors” y asignando los colores manualmente según las cinco clases.

Además, se activó la capa Streams_mun (drenajes principales) y se ubicó en la parte superior del panel de contenido para visualizar claramente las áreas donde coinciden los drenajes con las zonas críticas.

Figura 12.

Riesgo por inundación del municipio de Copey



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

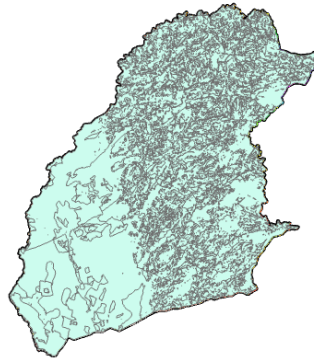
La clasificación permitió identificar con claridad las zonas más vulnerables dentro del municipio, finalmente, se elaboró el mapa final de riesgo de inundación, generando así el mapa final del riesgo en el municipio.

Para dar cumplimiento con la fase final se dio inicio al riesgo de inundación en el municipio de El Copey, se creó un proyecto nuevo en ArcGIS Pro y se ajustó el sistema de coordenadas a MAGNA-SIRGAS CMT 12, Se inició un proyecto nuevo o se continuó el ya creado; paso a insertar archivos como el ráster de riesgo de inundación generado en la Fase 4, correspondiente al proceso de integración mediante el análisis multicriterio ponderado, permitió identificar:

El shapefile del límite municipal de El Copey: el ráster se transformó en una capa vectorial mediante la herramienta Ráster to Polygon, lo que permitió representar las clases de riesgo como polígonos, con el propósito de posibilitar cálculos de área por categoría, aplicar simbologías limpias, mejorar la interpretación visual del modelo de riesgo. Se utilizó el algoritmo Bézier para suavizar los bordes y corregir ángulos cerrados, se activó la opción resolver errores topológicos.

Figura 13.

Ráster Vectorial



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Dado que el ráster convertido produce muchos polígonos pequeños, se aplicó Dissolve usando el campo Gridcode, unificando todos los polígonos pertenecientes a cada nivel de riesgo, dando como resultado una capa con cinco polígonos principales (uno por categoría de riesgo), para simplificar la capa y facilitar el análisis de riesgo.

Para la creación de campos temáticos, se ejecutó la tabla de atributos de la capa disuelta se añadieron dos nuevos campos:

- **Class_Riesgo** (texto), para asignar nombres cualitativos a cada categoría.
- **Área_km2** (decimal), para calcular el área exacta de cada zona.

Para la Reclasificación, a cada categoría numérica del Gridcode se le asignó una categoría cualitativa según la siguiente correspondencia:

Tabla 7.

Clasificación de Riesgo por Inundación

Valor	Categoría cualitativa
1	Riesgo muy bajo
2	Riesgo bajo
3	Riesgo medio
4	Riesgo alto
5	Riesgo muy alto

Nota. Clasificación del riesgo de inundación en cinco categorías cualitativas. *Fuente.* Autoría propia, 2025.

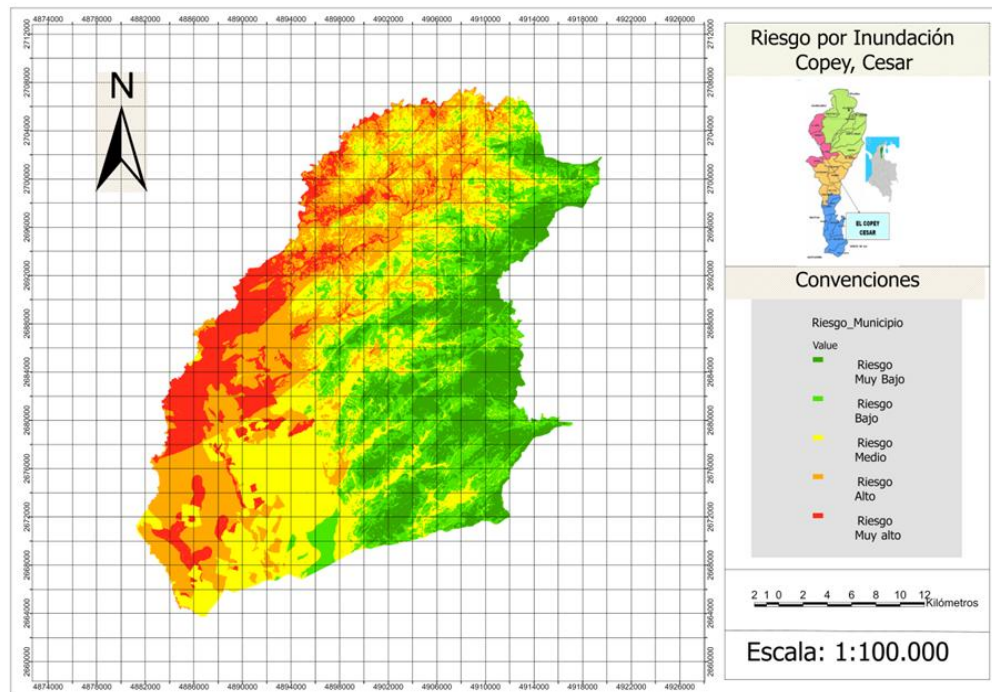
Con el fin de convertir los valores del modelo en niveles comprensibles para análisis y comunicación, por último, usando la función Calculate Geometry, se calculó el área de cada polígono en km², permitió determinar la proporción del territorio municipal afectada por cada nivel de riesgo, se configuró la capa con simbología de Valores únicos, asignando colores del verde al rojo para representar el gradiente del riesgo (de muy bajo a muy alto), para mejorar la interpretación visual del mapa y diferenciar claramente cada categoría.

Resultados

El proceso de modelación espacial permitió identificar las zonas con mayor susceptibilidad al riesgo de inundación en el municipio de El Copey, Cesar, mediante la integración de factores físicos, climáticos e hidrológicos a través del análisis multicriterio en ArcGIS Pro, el resultado principal corresponde a un mapa de riesgo clasificado en cinco niveles (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), el cual refleja la interacción entre las pendientes, la elevación, la precipitación, la distancia a los drenajes, las coberturas de tierras y la acumulación de flujo.

Figura 14.

Riesgo de inundación en el municipio de El Copey, Cesar



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Se puede observar que las zonas catalogadas con riesgo muy alto y alto (Figura 14), representadas en tonos rojos y naranjas, se concentran principalmente en el occidente, suroccidente y sectores centrales del municipio, estas áreas coinciden con terrenos de baja elevación, pendientes reducidas y alta concentración de drenajes, la presencia de superficies planas facilita la acumulación de agua durante periodos de lluvia intensa, incrementando la probabilidad de desbordamientos y anegaciones prolongadas, estos sectores representan las áreas más vulnerables y requieren acciones prioritarias en materia de prevención, manejo de obras hidráulicas y ordenamiento del territorio.

En contraste, los niveles de riesgo medio (color amarillo) se distribuyen como una franja de transición entre las zonas de mayor y menor peligro, estas áreas presentan condiciones intermedias de pendiente, altitud y disponibilidad de drenajes, aunque no son las más críticas, requieren monitoreo constante debido a su potencial de convertirse en zonas de alto riesgo durante fenómenos climáticos extremos o variaciones en el uso del suelo.

Por otro lado, las áreas clasificadas con riesgo bajo y muy bajo, identificadas con tonos verdes, se localizan principalmente en el oriente y nororiental del municipio, estas regiones corresponden a

zonas de mayor elevación, menores niveles de acumulación de flujo y mayor estabilidad geomorfológica, la topografía inclinada facilita el drenaje natural del agua, reduciendo significativamente la probabilidad de inundaciones, no obstante, su condición favorable no elimina la necesidad de una adecuada gestión del suelo, dado que cambios en las coberturas o actividades antrópicas pueden alterar el equilibrio hidrológico.

En general, el análisis evidencia que la distribución del riesgo por inundación en El Copey responde directamente a las características físicas del territorio y al comportamiento de la red hídrica, el predominio de zonas de riesgo medio a muy alto en amplios sectores del municipio subraya la importancia de implementar estrategias de mitigación, tales como obras de canalización, conservación de coberturas vegetales, planificación del uso del suelo y sistemas de alerta temprana, la información derivada del mapa constituye una herramienta esencial para la toma de decisiones orientadas a la reducción del riesgo y la protección de la población y los ecosistemas locales.

Figura 14.

Tabla de áreas por categoría de riesgo con información del área en km²

Objec tid	Shape	gridcod e	Shape_Lengt h	Shape _Area	Class_riesgo	Área_Km 2
1	Polígono	1	1827667,830 71	146494601,2978 57	Riesgo muy bajo	146,49460 1
2	Polígono	2	3610146,529 762	192784710,1454 89	Riesgo bajo	192,78471
3	Polígono	3	3396954,413 835	274128893,6466 64	Riesgo medio	274,12889 4
4	Polígono	4	2450999,813 323	222263504,3006 11	Riesgo alto	222,26350 4
5	Polígono	5	1010686,230 036	114742830,7806 84	Riesgo muy alto	114,74283 1

Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Los resultados muestran que el riesgo medio constituye la categoría con mayor extensión territorial, con 274,12 km², lo que indica que una parte importante del municipio presenta condiciones intermedias de susceptibilidad, donde las características topográficas, hidrológicas y de uso del suelo generan una amenaza moderada, esta categoría representa un punto crítico, ya que pequeñas variaciones en la cobertura vegetal, en la intensidad de las precipitaciones o en la ocupación del territorio podrían incrementar rápidamente el nivel de riesgo.

Le sigue el riesgo bajo, con 192,78 km², lo que refleja que una porción significativa del municipio presenta condiciones relativamente favorables y con menor susceptibilidad a inundaciones. Estas áreas generalmente corresponden a zonas de mayor elevación o con pendientes que facilitan el drenaje natural del agua. Sin embargo, deben mantenerse estrategias de conservación del suelo para evitar que cambien sus condiciones de estabilidad hidrológica.

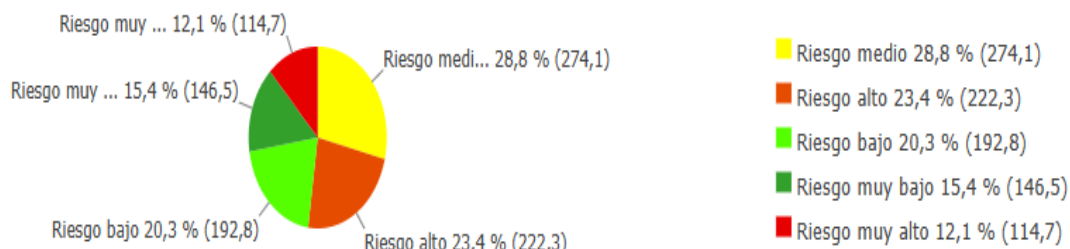
En tercer lugar, se encuentra el riesgo alto, con una extensión de 222,26 km². Este valor es considerable y evidencia que una proporción importante del territorio está expuesta a amenazas significativas derivadas de la acumulación de escorrentía, cercanía a drenajes, suelos planos y zonas de posible desbordamiento. Este grupo territorial requiere estrategias prioritarias de intervención, obras de mitigación y monitoreo permanente.

Por su parte, el riesgo muy bajo ocupa un área de 146,49 km², reflejando zonas de baja susceptibilidad, en las cuales los factores naturales actúan como protectores frente a eventos de inundación. A pesar de su relativa seguridad, estas áreas deben ser preservadas para evitar alteraciones por actividades antrópicas.

En consecuencia, el riesgo muy alto corresponde a 114,74 km², lo cual representa la categoría de menor extensión, pero de mayor criticidad, estas áreas concentran las mayores amenazas de inundación y probablemente coinciden con zonas de baja elevación, suelos planos, mayor acumulación de flujo o cercanía directa a los drenajes principales, son sectores estratégicos que requieren planes urgentes de intervención, control de ocupación del territorio y sistemas de alerta temprana, en conjunto, la tabla evidencia que más del 50% del territorio municipal se encuentra entre riesgo medio y alto, lo que resalta la importancia de fortalecer los procesos de planificación territorial, ordenamiento del uso del suelo y gestión preventiva ante eventos hidrológicos extremos.

Figura 15.

Distribución porcentual de los niveles de riesgo



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

La distribución porcentual del área (Figura 14) para cada categoría de riesgo por inundación en el municipio de El Copey permite visualizar de manera clara cómo se reparte la susceptibilidad del

territorio frente a eventos de inundación, la representación en forma de diagrama circular complementa la tabla de valores numéricos y facilita la interpretación de las diferencias entre categorías.

En primer lugar, se observa que la categoría de riesgo medio es la más predominante, con un 28,8% del territorio (274,1 km²). Esto indica que casi un tercio del municipio se encuentra en condiciones intermedias de amenaza, lo cual constituye un punto de alerta, ya que estas áreas pueden devenir en alto riesgo con cambios en el clima, uso del suelo o degradación ambiental.

Le siguen las categorías de riesgo alto con 23,4% (222,3 km²) y riesgo bajo con 20,3% (192,8 km²), en comparación, estas dos clases presentan proporciones similares, aunque con implicaciones diferentes, el riesgo alto refleja áreas con vulnerabilidad significativa, que requieren intervención prioritaria; mientras que el riesgo bajo representa espacios relativamente seguros, cuya estabilidad debe preservarse para evitar futuros incrementos en el peligro.

En cuarto lugar, aparece la categoría de riesgo muy bajo, con 15,4% del área total (146,5 km²). Estas zonas constituyen áreas geográficamente favorables que, por su topografía y condiciones naturales, presentan baja probabilidad de inundación, sin embargo, su peso porcentual, aunque menor, sigue siendo relevante como áreas estratégicas de protección y conservación.

Finalmente, la categoría de riesgo muy alto agrupa 12,1% del territorio (114,7 km²). Aunque es la clase con menor extensión, representa las áreas más críticas y sensibles del municipio. Su ubicación corresponde a zonas donde la interacción entre drenajes, pendientes mínimas y acumulación de flujo incrementa significativamente la probabilidad de inundaciones severas.

Desde una perspectiva comparativa, es evidente que más del 50% del municipio (52,2%) se encuentra distribuido entre riesgo medio y alto, lo que subraya la necesidad de fortalecer medidas de planificación, mitigación y gestión del riesgo, asimismo, la presencia de un 12,1% en riesgo muy alto indica puntos críticos que deben priorizarse en procesos de intervención y monitoreo permanente.

En contraste se tiene que las zonas de riesgo bajo a muy bajo, que representan un 29,5% del área del municipio corresponden a zonas con alta pendiente, mayores elevaciones y las coberturas son de bosques y vegetación secundaria, las cuales son asociadas también a mitigar este fenómeno.

Estas áreas críticas están localizadas muy cerca de cuerpos de agua, ríos o quebradas lo que facilita a inundaciones más frecuentes generando impactos negativos en la vida cotidiana de las

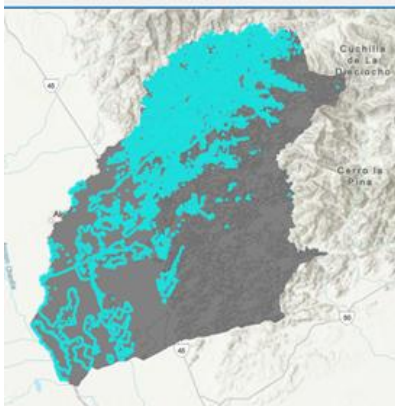
comunidades, desplazamientos forzados por riesgo de inundaciones, pérdidas de cultivos y daños en la infraestructura.

Riesgo Muy alto: Las zonas que corresponden a esta caracterización cualitativa son aquellas con más riesgo de inundación, generalmente se trata de las zonas más planas y cercanas a efluentes o cuerpos de agua.

En la figura 16, resaltan las áreas de alto riesgo de inundación en el municipio de Copey en el departamento del Cesar, corresponde al área de 114,7 Km² y 12,1 % extraído del total de zona estudio que incluye un gran porcentaje de zona rural y que afecta zonas dedicadas a la ganadería y la agricultura, también afecta grupos poblacionales, esto debido principalmente al arroyo denominado Caracolcito que cruza en una extensión de 489 metros al corregimiento del mismo nombre y la quebrada Piedras azules que nace en la sierra Nevada y cruza de este a oeste el municipio de Copey (corpoesar.gov, 2017), incluyendo su casco urbano que es cruzado en una extensión de 4125 metros de la figura 17.

Figura 16.

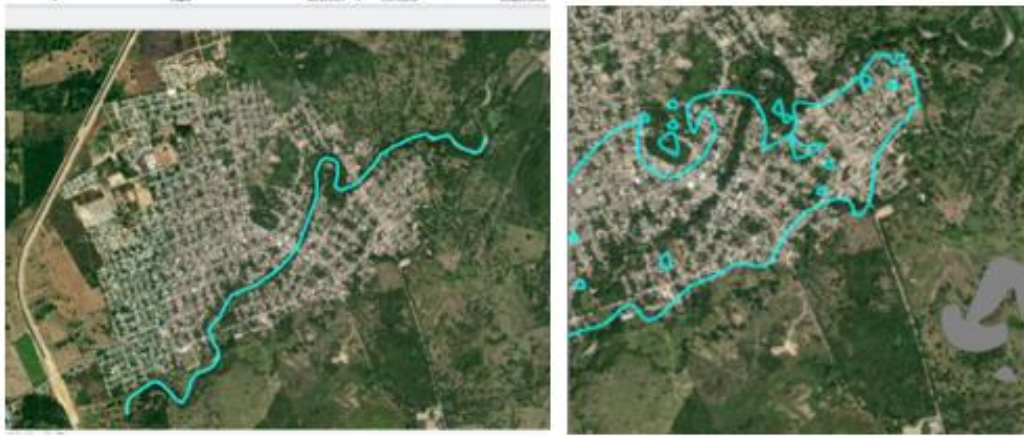
Mosaico altos riesgo de inundación



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Figura 17.

Mosaico de arroyos y quebradas



Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Conclusiones

El análisis multicriterio es una herramienta poderosa que posee la cualidad de realizar análisis multidimensionales, dependiendo de los factores que se usen, pueden ser usados en todas las áreas. Para la integración del caso, como la precipitación, la distancia a drenajes, la pendiente, la elevación y las coberturas del suelo evidenció que más del 50 % del territorio municipal se encuentra clasificado entre riesgo medio y alto, lo que confirma la alta susceptibilidad del municipio frente a eventos de inundación que pueden generar graves afectaciones al estilo de vida de la población.

Los resultados demuestran que las zonas de riesgo alto y muy alto se concentran principalmente en áreas planas, de baja elevación y cercanas a cuerpos de agua, donde la acumulación de escorrentía y la limitada capacidad de drenaje incrementan significativamente la probabilidad de inundaciones. Estas áreas coinciden con sectores de actividad agropecuaria y asentamientos humanos, lo que implica potenciales afectaciones a la seguridad alimentaria, la infraestructura vial y la calidad de vida de la población. Por lo consiguiente, los resultados obtenidos desde el uso del programa se logró evaluar las áreas más vulnerables a riesgo por inundación en el municipio de Copey, Cesar en el cual, este modelo espacial permitió identificar las áreas con mayor riesgo de inundación que deben ser manejadas con prioridad, especialmente en actividades agropecuarias susceptibles a las inundaciones.

Asimismo, el predominio de áreas clasificadas con riesgo medio representa un escenario de alerta para el municipio, ya que modificaciones en el uso del suelo, la pérdida de coberturas vegetales o el incremento en la intensidad y frecuencia de las precipitaciones, asociadas al cambio climático,

podrían generar un aumento significativo del riesgo de inundación en el corto y mediano plazo. Por ello, se hace necesario fortalecer las estrategias de planificación territorial y gestión ambiental, integrando criterios de prevención y adaptación que reduzcan la exposición y vulnerabilidad de los sistemas sociales y productivos.

Finalmente, el uso de los SIG se consolida como una herramienta estratégica para la gestión del riesgo de desastres y el ordenamiento territorial, al facilitar la evaluación preventiva, la visualización espacial del riesgo y el apoyo a la toma de decisiones informadas. Los resultados de este estudio pueden servir como insumo técnico para la formulación de planes de gestión del riesgo, la definición de medidas de mitigación y la implementación de políticas públicas orientadas al desarrollo sostenible y a la reducción de los impactos asociados a las inundaciones en el municipio de El Copey.

Recomendaciones

El municipio de Copey Cesar se encuentra en una zona con recursos hídricos muy importantes, por consiguiente, es esencial promover una gestión integral de los recursos naturales con los que cuenta el municipio. Con base en los resultados de la evaluación de riesgos de inundación, se recomienda proteger las áreas más vulnerables mediante la implementación de medidas preventivas, programas de capacitación técnica y asesoría para los productores agropecuarios locales en temas de manejo ambiental, uso eficiente de los recursos naturales y adaptación al cambio climático. Al implementar estas recomendaciones en el municipio se contribuirá al desarrollo agrícola sostenible y a la conservación de los recursos naturales para las generaciones futuras.

Dicho análisis permitirá comprender mejor la vulnerabilidad de las diferentes zonas y planificar medidas de mitigación más efectivas con relación al riesgo de inundación en el municipio de Copey Cesar, por tal motivo, el municipio debe priorizar la implementación de políticas públicas que promuevan la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático, especialmente en áreas urbanas y rurales vulnerables a inundaciones.

Un aporte importante es poder desarrollar e implementar sistemas de monitoreo y alerta temprana que utilicen datos en tiempo real para informar a las comunidades sobre eventos de inundación inminentes, donde esto sumado a un proceso de capacitación a las autoridades locales en el uso de herramientas SIG y en la interpretación de datos geoespaciales permite ser un impulso para mejorar la gestión del riesgo y la planificación urbana.

Por otra parte se resalta que es fundamental fomentar la participación activa de las comunidades en la identificación de riesgos y en la elaboración de planes de contingencia, asegurando que las

estrategias de mitigación sean culturalmente apropiadas y sostenibles, donde se pueda además fomentar e impartir mecanismos para la actualización periódica de los datos geospaciales, trayendo el desarrollo y uso de nuevas tecnologías y metodologías que mejoren la precisión y la utilidad de los análisis de riesgo.

Finalmente, se sugiere establecer una agenda prospectiva de actualización periódica de los datos espaciales y de riesgo mediante alianzas entre instituciones educativas, entidades ambientales y administraciones locales. Esta estrategia permitiría no solo mantener vigente el diagnóstico territorial, sino también anticipar escenarios futuros de afectación derivados del cambio climático, contribuyendo así a una planificación más robusta y proactiva.

Referencias bibliográficas

Chan, S. W., Abid, S. K., Sulaiman, N., Nazir, U., & Azam, K. (2022). A systematic review of the flood vulnerability using geographic information system. *Heliyon*, 8(3). <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2405-8440%2822%2900363-2>

dane.gov.co. (s.f.). Obtenido de dane.gov.co: https://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/cesar/el_copey.pdf

Daza, L. Plan de desarrollo Municipal de Copey (2004-2005) . <https://repositoriocdim.esap.edu.co/server/api/core/bitstreams/fe6524f-29de-4d9a-97d8-879a387a95c8/content>

Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., y Paulik, R. (2024). Flood Impacts on Agriculture under Climate Change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand. *Economics of Disasters and Climate Change*, Vol. 8, pp. 283–316. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3>

DNP. (2014), ficha de caracterización elaborado por función pública páginas 2. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/admon/files/empresas/ZW1wcmVzYV83Ng==/archivos/1450101456_db891e0a50e73c89e61307a6b2621053.pdf

Duckham, M. (2024). Chapter 8. Cartography and geovisualization. En M. Duckham., Q. Sun y M. Worboys (Eds), *GIS A Computing Perspective*. Third Edition (pp. 307-347). CRC Press Taylor & Francis Group. <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/112608>

El Copey. (s/f). Com.co. Recuperado el 5 de diciembre de 2025, de <https://www.municipio.com.co/municipio-el-copey.html>

Efraimidou, E., y 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>

Escolano Utrilla, S. (2015). Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos. En S. Escolano Utrilla (Ed), *Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía* (pp. 47-78). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>

Estudios Ambientales. (s/f). Gov.co. Recuperado el 5 de diciembre de 2025, de <https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/estudios-ambientales>

El clima en El Copey, el tiempo por mes, temperatura promedio (Colombia) - Weather Spark. (s. f.). Weatherspark. <https://es.weatherspark.com/y/24430/Clima-promedio-en-El-Copey-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

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>

García, A. (2024) Resolución 0063 de 8 de febrero, por corporación autónoma regional del Cesar <https://www.corpocesar.gov.co/files/2024/02/RESOLUCION/RESOLUCION-0063-08-02-2024-DG.pdf>.

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

Huerta, L. L. (Ed.). (1999). *Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y en el medio ambiente*. IGME. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=KcXmIbFHgVQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=sistemas+de+informacion+geografica+en+riesgo+de+inundacion+&ots=PHj2UmEjLe&sig=GyimuTTSYe1gYV9R3rBsf39xNww&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Moreno Farfán, L. M. O. (2023). Efectos de fenómenos hidrometeorológicos sobre el valor agregado municipal en Colombia (2011-2020). <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/6a289c52-ad54-475c-bed4-3d4a92ee3193>

Olaya, V. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Open Library. https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica

Pacheco Zabaleta, Y. (2016). Caracterización de especies arbóreas en los barrios aledaños a la quebrada El Copey y su impacto socio-ambiental en el municipio de El Copey-Cesar. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/6329>

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>

Rojas Rios, K. T., Arcila Wagner, S., & Mosquera Mosquera, C. A. Análisis y mapeo del riesgo de inundación mediante sistema de información geográfico, SIG en el ordenamiento agroambiental del territorio en el municipio de Cartago, departamento del Valle del Cauca, Colombia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/65375/Sarcilaw.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruiz, W. (2014), Plan municipal de gestión del riesgo, Gestión del riesgo. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/407/PMGR%20Copey.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sedano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., & Ávila-Díaz, Á. (2011). Variabilidad climática, cambio climático y gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia. *SEMILLAS*, 46, 47, 47-53. https://www.researchgate.net/profile/Alvaro-Avila-Diaz-2/publication/281015880_Variabilidad_climatica_cambio_climatico_y_gestion_integrada_del_riesgo_de_inundaciones_en_Colombia/links/55d5d6e308aec156b9a5ad1c/Variabilidad-climatica-cambio-climatico-y-gestion-integrada-del-riesgo-de-inundaciones-en-Colombia.pdf

Serrato, Y. A. (2024). *Introducción a arcgis pro*. [Objeto_virtual_de_Informacion_OVI]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65532>

Serrato, Y. A. (2025, 10 noviembre). *Cuarta webconferencia - Diplomado SIGOAT* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=q-2N087vOXw>

Serrato, Y. A. (2025, 10 diciembre). *Fase 6 - aclaraciones desarrollo puntos iniciales* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=9Lpd0H1X_IE

Serrato, Y. A. (2025, 10 octubre). *Tercera webconferencia - diplomado SIGOAT* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=xZtv3C99N3k>

Serrato, Y. A. (2025, 17 septiembre). *Segunda webconferencia - diplomado SIGOAT* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=17E6pfZoH5Y>

Serrato Velosa Y. A. (2025, 3 septiembre). *Introducción a SIG - ArcGIS Pro* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3xhmKVWZQAU>

Serrato, Y. A. (2025, 21 febrero). *Shapefile importación y exportación de archivos* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=IFriZycn6hU>

(S/f-b). Edu.co. Recuperado el 5 de diciembre de 2025, de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/server/api/core/bitstreams/eecf4075-ed91-436d-9e83-e5c93b0a7ce3/content>

Sosa-Franco, I., Pérez-Guerra, G., Machado-García, N., & Elena-Ruiz Pérez, M. (2023). Method for query processing in a geographic information system. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 32(2), pp. 1–9. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=033edfb1-14a2-3d6e-80bf-572383cf71b3>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2020). [Instructivo para la usabilidad de Normas internacionales de citación APA 7a Edición](#). [Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReader](#) Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma_APA_7_Edicion.pdf

Wang, X., & Xie, H. (2018). A review on applications of remote sensing and geographic information systems (GIS) in water resources and flood risk management. *Water*, 10(5), file:///D:/Descargas/water-10-00608.pdf

Ward, S., y Ward, J. (2017). [Chapter 3: Basic Map Concepts-The science of cartography](#). En S. Ward y J. Ward, *Map Librarianship. A guide to geoliteracy, map and GIS resources and services* (pp. 53-69). CHANDOS Elsevier. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=8e0cc2b5-9528-3427-9d8f-91c9885e370>

White, I., Kingston, R., & Barker, A. (2010). Participatory geographic information systems and public engagement within flood risk management. *Journal of flood risk management*, 3(4), 337-346. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1753-318X.2010.01083.x>

Enlace de sustentación:

https://youtu.be/DbuiCROAVjA?si=A3IgY6nIx6i_MWFk