

Evaluación del riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta mediante análisis multicriterio y herramientas SIG

Nicolle Torres Sáenz – ntorressa@unadvirtual.edu.co

Estefanía Hernández Horta – ehernandezho@unadvirtual.edu.co

Juan José Jiménez Ariza – jjjimenezar@unadvirtual.edu.co

Ximena Karina Candanoza Sanjuan - xkcandanozas@unadvirtual.edu.co

Mariana Esther Sierra Gámez - mesierrag@unadvirtual.edu.co

Docente asesor:

Yetfersson Arley Serrato Velosa - yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

El presente estudio desarrolló un modelo espacial para la evaluación del riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta mediante el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG) y técnicas de Análisis Multicriterio (AMC). Para ello se integraron cinco variables geoespaciales: elevación, pendiente, precipitación, distancia a drenajes y cobertura del suelo, las cuales fueron reclasificadas y ponderadas según su incidencia hidrológica. La suma ponderada permitió generar un ráster de susceptibilidad, posteriormente reclasificando mediante el método de Jenks para obtener cinco categorías de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Los resultados evidencian que las zonas de alto y muy alto riesgo se concentran cerca de los ríos Manzanares, Gaira y Piedras, así como en microcuencas descendentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde las pendientes suaves, altas precipitaciones y proximidad a drenajes incrementan la probabilidad de inundaciones. Estas condiciones coinciden con registros históricos reportados por fuentes oficiales, lo que valida la coherencia del modelo. El análisis obtenido constituye un insumo esencial para las gestiones del territorio, la priorización de intervenciones y la planificación orientadas a la prevención y mitigación de riesgos en el ámbito urbano y rural del Distrito.

Palabras claves: Riesgo de inundación, Análisis multicriterio (AMC), SIG / ArcGIS Pro, Susceptibilidad hídrica, Santa Marta, Modelación espacial.

Introducción

La intensificación de los eventos hidrometeorológicos durante la última década ha incrementado la exposición de los territorios a fenómenos de inundación, especialmente en zonas costeras y en ciudades con sistema hidráulico altamente dinámicos. Este comportamiento se relaciona directamente con los efectos de lluvia extremas en el territorio colombiano. Según el IDEAM (2023), el aumento de eventos de “precipitación extrema” en la región caribe se ha incrementado en cerca de un 18% en los últimos años, lo que eleva significativamente los niveles de amenazas por inundación en áreas urbanas y rurales. De igual forma, el panel intergubernamental de Cambio climático (IPCC) advierte que el incremento de lluvias intensas en zonas tropicales continuará acentuándose como consecuencia del calentamiento global (IPCC,2022).

El distrito de Santa Marta refleja esta condición climática crítica. Su localización entre la Sierra Nevada De Santa Marta y la zona costera del mar Caribe genera un sistema hidrogeomorfológico completo, con arroyos que descienden abruptamente hacia la zona urbana, aumentando la susceptibilidad a crecientes súbitas y desbordamientos. El plan de ordenamiento territorial distrito reporta que más del 40% del suelo urbano presenta algún nivel de amenazas por inundación, especialmente durante los meses de mayores precipitaciones asociados a los ciclos de la Niña (Alcaldía de santa marta, POT,2023). Además, informes recientes de la oficina para la gestión del riesgo y cambio climático (OGRICC) de acuerdo con Yesvila (2025) en el periódico digital Dracamandaca, registran episodios de afectaciones en barrios y corredores viales durante los eventos de lluvias intensas de 2024-2025, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de prevención y monitoreo.

En este contexto, el estudio y la modelación del riesgo de inundación se convierten en herramientas fundamentales para la protección de la población, la infraestructura y los sistemas productivos. Las actividades agroambientales del distrito también se ven comprometidas, especialmente en zonas planas y periurbanas donde los procesos de escorrentía superficiales afectan cultivos, suelos y drenajes locales. La organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO,2025) ha resaltado que las inundaciones representan una de los factores de mayor impacto en la seguridad alimentaria en territorios costeros del caribe.

Desde una perspectiva técnica, los sistemas de información geográfica (SIG) permiten integrar variables topográficas, hidrológicas y climáticas para generar análisis espaciales precisos. Su utilización en la evaluación del riesgo radica en la capacidad de modelar la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad mediante procesos como análisis multicriterio, el procesamiento ráster y la producción de cartografía temática (Longley et al.,2015). Por ello, el uso de SIG en la gestión del riesgo se ha consolidado como una herramienta clave para la toma de decisiones y la planificación territorial.

En este ejercicio aplicado, se retoma el modelo ráster de riesgo por inundación elaborado en la fase 4 del diplomado (2025) y se desarrolla un proceso de transformación, análisis y representación cartográfica. A partir de dicho modelo, se construye un producto vectorial suavizado y reclasificado que permite interpretar especialmente las zonas más críticas del Distrito De Santa Marta. Así el propósito del presente estudio es generar un mapa de riesgo de inundación mediante

análisis multicriterio en SIG y realizar una interpretación preliminar de las áreas con mayor nivel de amenaza, constituyendo un insumo para la gestión territorial y la mitigación del riesgo.

Objetivos

General

Generar un mapa de riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta mediante la aplicación de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica, con el fin de identificar espacialmente las zonas con mayor nivel de amenaza para apoyar la gestión territorial y la toma de decisiones.

Específicos

- Transformar el modelo ráster de riesgo por inundación en una cobertura vectorial, aplicando los procesos de conversión, suavizado geométrico y disolución para mejorar la integridad espacial y la calidad cartográfica del producto final.
- Clasificar cualitativamente las categorías de riesgo mediante la asignación de atributos y el cálculo de áreas por niveles de amenazadas, con el propósito de cuantificar la distribución espacial del riesgo en el Distrito de Santa Marta.
- Diseñar y estructurar el mapa temático final, incorporando simbología por valores únicos, leyenda, escala gráfica, cuadrícula de coordenadas y elementos de diseños cartográficos que permitan interpretar visualmente las áreas críticas.

Identificación del caso de estudio

El área de estudio corresponde al Distrito Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta, ubicado en el departamento del Magdalena, en la región Caribe de Colombia. Su localización se establece entre los 11°14'50" N y 74°12'06" O, con una extensión territorial total de 2.393,35 km², de los cuales 55,10 km² pertenecen al área urbana y 2.338,25 km² al área rural (Alcaldía Distrital de Santa Marta, 2023). El distrito limita al norte y occidente con el mar Caribe, al sur con los municipios de Ciénaga y Aracataca y al oriente con los departamentos de La Guajira y Cesar. En su división político-administrativa cuenta con 9 comunas urbanas y varios corregimientos rurales como Bonda, Minca, Taganga, Guachaca, Buritaca y Mamatoco (Alcaldía Distrital de Santa Marta, 2022).

Desde el componente físico y ambiental, el distrito presenta una marcada heterogeneidad asociada a la influencia directa de la Sierra Nevada de Santa Marta, reconocida como la montaña costera más alta del mundo, cuyo gradiente altitudinal genera fuertes variaciones en clima, suelos y procesos hidrológicos (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2023).

Este sistema montañoso alberga cuencas de carácter torrencial, cuyos ríos se encuentra entre ellos Manzanares, Gaira, Piedras, Guachaca, Don Diego y Buriticá, los cuales descienden rápidamente

hacia el mar Caribe. La interacción entre pendientes pronunciadas, escorrentía concentrada y suelos susceptibles a la saturación convierte a estas cuencas en factores determinantes del riesgo de inundación en las zonas bajas del distrito, especialmente en sectores urbanos donde históricamente se han registrado afectaciones durante temporadas de lluvia como lo afirma la oficina para la gestión del riesgo y cambio climático (OGRICC) según publicado por Yesvila (2025) en el periódico digital Dracamandaca.

En términos climáticos, Santa Marta presenta un régimen bimodal de lluvias, con un pico marcado en el mes de octubre, dato utilizado como insumo principal en la Fase 4 del análisis multicriterio. Los registros del IDEAM (2023) señalan que este periodo concentra los mayores valores de precipitación en la región Caribe, alcanzando incrementos significativos durante los ciclos de La Niña. Las temperaturas oscilan entre 14,5°C en las zonas altas y 26,4°C en el área urbana y costera, con humedades relativas superiores al 80%, condiciones propias de ecosistemas tropicales húmedos que presentan alta susceptibilidad a la saturación del suelo (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2023). La combinación de estos factores fisiográficos e hidroclimáticos explica la recurrencia histórica de inundaciones en el distrito y fundamenta su selección como caso de estudio para la modelación del riesgo mediante herramientas SIG.

Metodología

La metodología empleada en este estudio está basada en la aplicación del análisis multicriterio (AMC) mediante herramientas SIG en el software de ArcGIS Pro, con la finalidad de modelar y evaluar los niveles de riesgo en el Distrito de Santa Marta, Magdalena en el desarrollo de las actividades de las guías de aprendizaje de la fase 4 y fase 6 del diplomado en Modelación Agroambiental. Este enfoque cobra gran relevancia puesto que brinda la capacidad de integrar diversos factores ambientales, territoriales e hidrológicos en un solo análisis, permitiendo así una evaluación precisa del riesgo en áreas rurales y urbanas del distrito.

El AMC ha sido reconocido como una herramienta robusta y fundamental para apoyar la toma de decisiones territoriales, como lo expresa Malczewski (2018) esta herramienta permite diseñar, evaluar y seleccionar alternativas de decisión con base en criterios conflictivos e inconmensurables.

En el ámbito agroambiental y de la gestión del riesgo, el análisis multicriterio se ha consolidado como una herramienta fundamental para identificar vulnerabilidades, evaluar amenazas y apoyar procesos de ordenamiento territorial sostenible, especialmente cuando se integra en entornos SIG (Malczewski, 2018; Longley et al., 2015). De manera complementaria, recursos técnicos y divulgativos han contribuido a la comprensión aplicada de este enfoque en estudios territoriales (GIS & Beers, 2020).

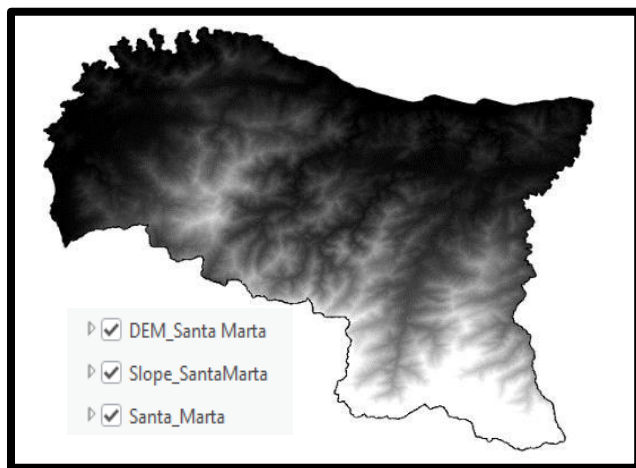
En este estudio, el análisis se desarrolló integrando cinco variables geoespaciales: elevación (DEM), pendiente (Slope), precipitación, distancia a drenajes, y cobertura del suelo, cada una con incidencia directa en la susceptibilidad del territorio a procesos de inundación.

El proceso inició con la preparación y organización de los datos base. Para ello, se cargaron en ArcGIS Pro las capas fundamentales del análisis:

- Modelo de Elevación Digital (DEM)
- Límite del Distrito de Santa Marta
- El ráster de pendientes (Slope)

Estas capas fueron estandarizadas en sistema de referencia MAGNA–SIRGAS CMT12 para garantizar uniformidad espacial. Continuamente, se aplicó el geoproceso *Extracción por máscara* con el fin de limitar todos los datos al territorio del distrito, asegurando que las capas coincidieran en extensión y resolución ráster (Figura 1).

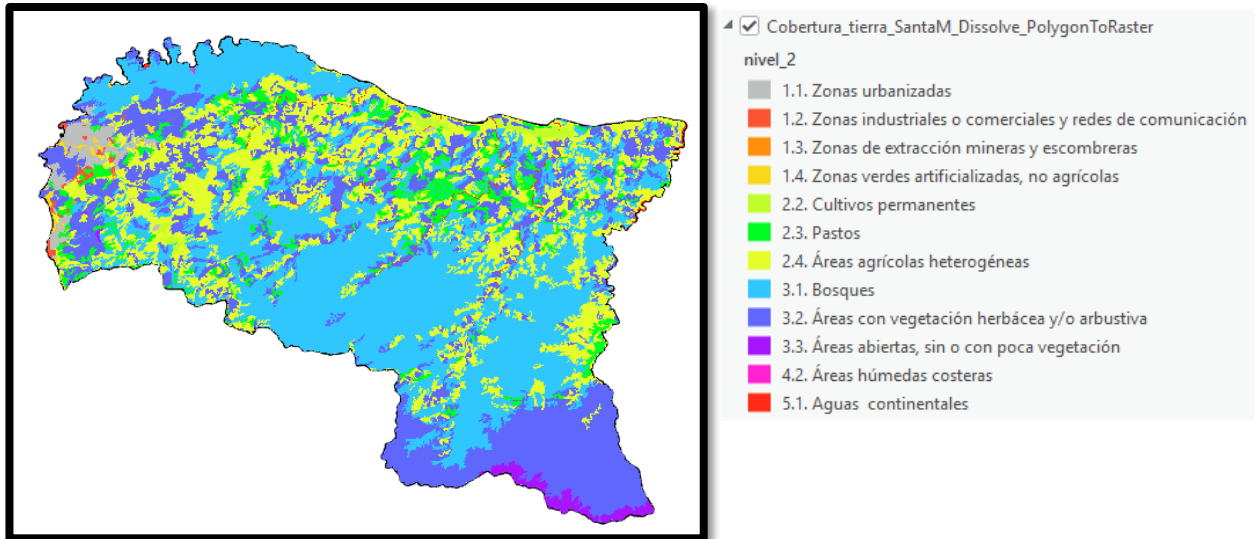
Figura 1.
DEM, Slope y límite de Santa Marta cargados inicialmente.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Posteriormente, se integró la capa de Cobertura de Tierras Corine, la cual fue recortada al territorio distrital mediante la herramienta *Recorte*, y posteriormente *Disuelta* según el campo Nivel 2 en ArcGIS Pro. Este proceso permitió reducir la complejidad de la capa original y unificar categorías para su uso en el análisis multicriterio. Luego, la capa disuelta fue convertida a formato ráster mediante *Polígono a ráster* (Figura 2), aplicando un tamaño de celda de 30 metros para mantener coherencia con el DEM.

Figura 2.
Zonas y cobertura de suelo del Distrito de Santa Marta



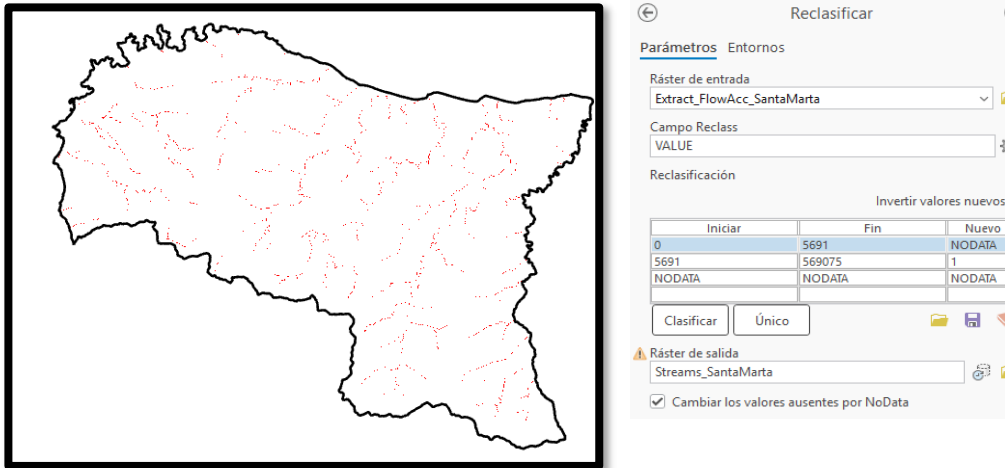
Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

En el procesamiento de la variable de precipitación, se cargaron los datos del mes de mayor precipitación (octubre) registrado para el departamento del Magdalena y se realizaron dos extracciones por máscara: primero al departamento, y luego al Distrito de Santa Marta. Esto garantizó que el ráster de precipitación coincidiera en extensión y resolución con el resto de los insumos.

Luego, en el proceso hidrológico y de drenajes principales se generaron las capas hidrológicas para calcular la distancia a drenajes. Para ello, a partir del DEM se aplicaron los procesos *de Fill*, *Flow Direction* y *Flow Accumulation*, obteniendo el ráster de acumulación de flujo del distrito.

Este ráster se simbolizó mediante el método de desviación típica para mejorar la identificación visual de las zonas con mayor acumulación. Posteriormente, se determinó un umbral equivalente al 1 % del valor máximo de acumulación, el cual permitió aislar únicamente los drenajes principales mediante una *Reclasificación* (Figura 3).

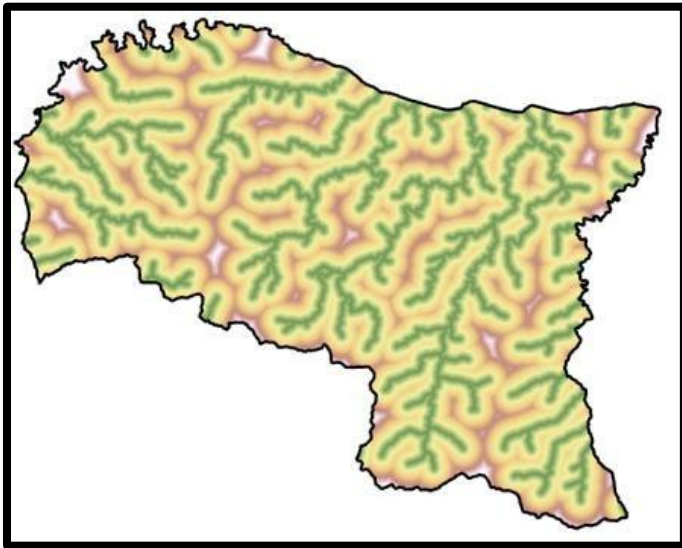
Figura 3.
Reclasificación del ráster de acumulación de flujos para extracción de drenajes principales.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Con el ráster de drenajes principales (Streams_SantaMarta), se calculó la distancia mediante la herramienta *Distance Accumulation*, obteniendo así, el factor de distancia a drenajes que posteriormente sería reclasificado para el AMC.

Figura 4.
Ráster de distancia a drenajes principales generados para Santa Marta



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Una vez generados los cinco factores del análisis (DEM, precipitación, pendiente, distancia de drenajes y cobertura del suelo), se desarrolló la fase de reclasificación y estandarización, la cual permitió su integración dentro del modelo multicriterio. Este proceso consistió en transformar cada

variable a una misma escala ordinal de cinco clases, donde los valores más altos representaron mayor contribución al riesgo de inundación.

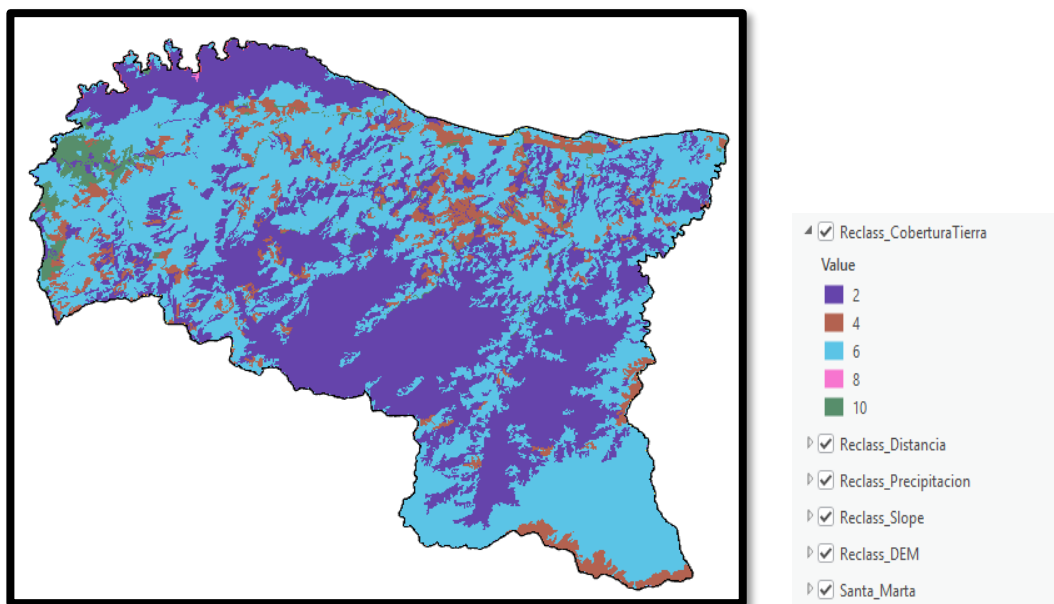
Tabla 1. Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa.

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

Nota: Establece la correspondencia entre la descripción cualitativa del riesgo y su valor numérico cuantitativo. Fuente: Adaptado de UNAD. Guía de aprendizaje fase 4. (2025)

Para ello, se empleó la herramienta *Reclasificación*, asignando rangos específicos que reflejan el comportamiento propio de cada factor. En el caso del DEM, se asociaron las elevaciones más bajas a un mayor riesgo; en la pendiente, las superficies planas recibieron valores altos; para la precipitación, se reclasificaron los intervalos de mayor intensidad; en la distancia a drenajes, las áreas más cercanas a cauces se valoraron con mayor peso; y para la cobertura de tierra (Figura 5), se asignaron valores según su capacidad de impermeabilidad e infiltración.

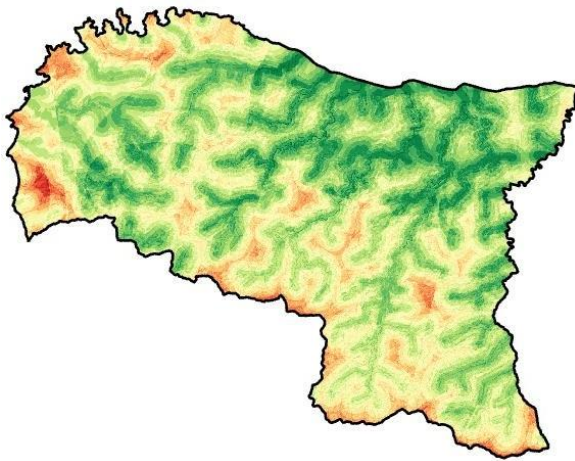
Figura 5.
Reclasificación de Cobertura de tierra y demás variables.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Posteriormente, las capas reclasificadas fueron integradas mediante la herramienta *Suma ponderada*, asignando un peso relativo a cada variable en función de su importancia hidrológica para el Distrito de Santa Marta. Las variables de precipitación (35%) y distancia a drenajes (30%) recibieron mayor ponderación, seguidas por pendiente (15%), cobertura del suelo y elevación (10%). El resultado generó un ráster de ponderación, el cual fue visualizado como producto preliminar del análisis multicriterio.

Figura 6.
Resultado ráster de la suma ponderada de las variables



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Como resultado de la suma ponderada, el ráster inicial presentó una distribución de valores numéricos cuya representación resultaba inversa, de manera que los valores más altos se asociaban inicialmente a tonalidades verdes y los más bajos a tonalidades rojas, lo cual no correspondía con la interpretación convencional del riesgo.

Por esta razón, se aplicó una reclasificación final del ráster utilizando el método de Rupturas Naturales (Jenks), con el fin de reorganizar los valores en cinco clases ordinales correspondientes a los niveles cualitativos de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. La Tabla 2 presenta los intervalos de reclasificación y sus respectivos códigos, los cuales permitieron ajustar la simbología y obtener el mapa final de riesgo mostrado en la Figura 7.

Tabla 2. Reclasificación cualitativa de riesgo.

Valores	Simbología
1	Verde (Muy bajo)
2	Verde claro (Bajo)
3	Amarillo (Medio)
4	Naranja (Alto)
5	Rojo (Muy alto)

Nota: presenta la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles, donde cada valor representa un nivel distinto de riesgo. Fuente: Adaptado de UNAD. Guía de aprendizaje fase 4. (2025)

El proceso culminó con la generación del archivo *Riesgo_municipio*, que representa el mapa preliminar del riesgo de inundación del Distrito de Santa Marta y constituye el insumo principal para continuar con la fase 6, orientada a transformar este resultado ráster en una representación vectorial más limpia y óptima para los análisis cartográficos profundos.

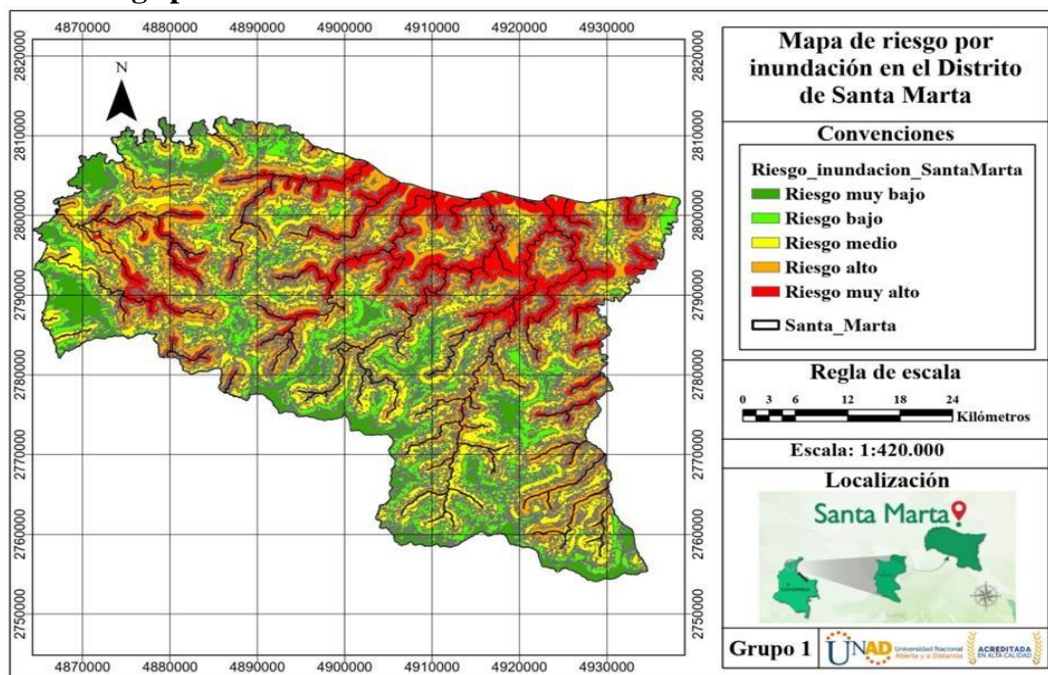
A partir de este ráster, se ejecutaron los primeros procedimientos de la fase siguiente, comenzando con la conversión de ráster a polígono, la depuración de geometrías, el suavizado de bordes con la herramienta de *Polígono suave* y la posterior generalización mediante la herramienta *Dissolve*, con el fin de consolidar las clases de riesgo en áreas homogéneas. Estas operaciones permitieron preparar una estructura espacial más coherente y mejor presentable, sobre la cual se desarrolló el diseño cartográfico final del mapa de riesgo, que se presenta en la sección de resultados.

Resultados

A continuación, se presenta el mapa final de riesgo por inundación obtenido a partir del modelo vectorial integrado en la Fase 6. Este producto cartográfico consolida las cinco clases cualitativas definidas en el análisis multicriterio y permite visualizar con mayor precisión la distribución espacial del riesgo en el Distrito de Santa Marta. Su elaboración implicó procesos de conversión, suavizado y reclasificación por valores únicos, garantizando una representación coherente y legible de las áreas de mayor susceptibilidad.

Previo a su análisis, es importante resaltar que este mapa constituye la síntesis del comportamiento del relieve, la precipitación, las pendientes, la distancia a drenajes y la cobertura del suelo, factores que, combinados mediante el modelo de ponderación, permiten diferenciar los grados de riesgo en el territorio.

Figura 7.
Mapa final de riesgo por inundación en el Distrito de Santa Marta.



Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

La Figura 7, muestra la distribución espacial de las cinco categorías de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Esta clasificación facilita la interpretación de las zonas con mayor exposición a eventos hidrometeorológicos, tanto en áreas urbanas como rurales. Los valores obtenidos fueron cuantificados a partir del modelo vectorial final, permitiendo estimar la superficie asociada a cada categoría.

El mapa final de riesgos de inundación del Distrito de Santa Marta permite identificar la distribución espacial de las zonas con mayor susceptibilidad ante eventos hidrometeorológicos. El modelo clasifica el territorio en cinco categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, lo que cual facilita la interpretación del comportamiento del riesgo a lo largo de la red hidrográfica y las áreas urbanas y rurales. La Tabla 3 resume la superficie y el porcentaje territorial correspondiente a cada clase cualitativa del riesgo obtenido del modelo vectorial final.

Tabla 3: Superficie por categoría de riesgo de inundación

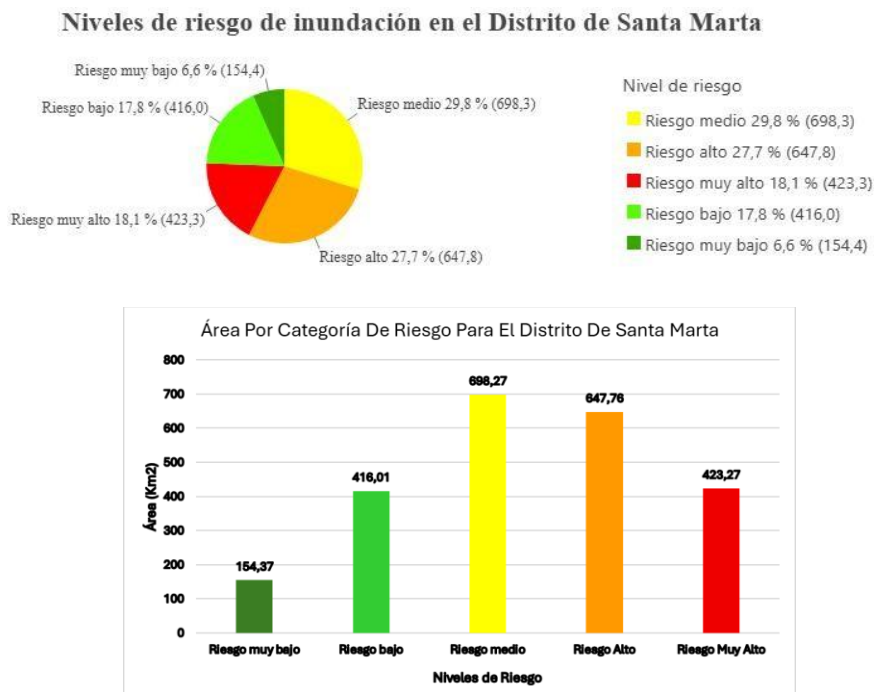
Categoría de riesgo	Área (KM2)	Porcentaje de territorio
Riesgo muy bajo	154,372781	6.6%
Riesgo bajo	416,013849	17.8%
Riesgo medio	698,27117	29.8%
Riesgo alto	647,763251	27.7%
Riesgo muy alto	423,272419	18.1%
Total		100%

Nota: Valores obtenidos del modelo vectorial final elaborado en ArcGIS Pro.

La información cuantitativa presentada en la Tabla 3 se complementa con la representación visual mostrada en la Figura 8, donde las áreas por categoría de riesgo se comparan mediante gráficos de pastel y de barras. Esta relación permite observar no solo los valores absolutos del territorio afectado, sino también su proporción relativa dentro del Distrito, facilitando una interpretación más clara de la distribución espacial del riesgo de inundación.

A partir de estos valores se generaron dos gráficos que evidencian la variación de las categorías de riesgo en términos absolutos y porcentuales, constituyendo un insumo fundamental para comprender el comportamiento espacial del riesgo en el territorio.

Figura 8.
Comparación porcentual y absoluta de las categorías de riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta.



Fuente: Autoría propia (2025)

A partir de los valores obtenidos, se evidencia que las categorías alto y muy alto se concentran principalmente en sectores próximos a los ríos Manzanares, Gaira y Piedras, así como en microcuencas que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta. Estas zonas presentan pendientes de transición, mayores procesos de escorrentía y suelos con alta susceptibilidad a la saturación, factores que incrementan significativamente la probabilidad de desbordamientos. Esta distribución coincide con los eventos históricos reportados por la **Oficina para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático de Santa Marta (OGRICC, 2018)**, donde se registran inundaciones recurrentes en temporadas de lluvia intensa.

De igual forma, los boletines del **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2023)** confirman que, durante los años asociados al fenómeno de La Niña, los caudales de estos ríos aumentan considerablemente, generando afectaciones en barrios ubicados en zonas bajas. Las categorías medio y bajo se distribuyen en áreas intermedias caracterizadas por pendientes moderadas y mayor distancia a los drenajes principales, condiciones que reducen la velocidad de escorrentía y favorecen una mayor estabilidad hídrica. Por su parte, las zonas clasificadas como muy bajo riesgo corresponden principalmente a piedemontes, zonas elevadas y áreas con coberturas vegetales que facilitan la infiltración natural, reduciendo la susceptibilidad a inundaciones (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2023).

En relación con las posibles afectaciones, las zonas de riesgo alto y muy alto incluyen áreas con presencia de población vulnerable, infraestructura vial, viviendas, equipamientos básicos y actividades agropecuarias en zonas periurbanas. La coincidencia entre estas áreas y los eventos reportados históricamente refuerza la confiabilidad del modelo espacial como herramienta de soporte para la gestión del riesgo en el distrito (OGRICC, 2018). Además, algunas de estas áreas se superponen con ecosistemas estratégicos como bosques ribereños y humedales, los cuales cumplen funciones esenciales en la regulación hídrica y la mitigación natural de inundaciones. Su deterioro incrementa la susceptibilidad del territorio ante eventos extremos.

En síntesis, la distribución espacial del riesgo obtenida es coherente con la morfología del territorio, la dinámica hidrológica y la evidencia histórica de afectaciones. Los resultados confirman la utilidad del mapa final como insumo para identificar áreas críticas, priorizar intervenciones y apoyar los procesos de planificación territorial y gestión integral del riesgo en el Distrito de Santa Marta.

Conclusiones

El análisis multicriterio permitió comprender de manera integrada cómo interactúan los factores topográficos, hidrológicos y de cobertura del suelo en la configuración del riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta. El comportamiento espacial observado evidencia que el riesgo no depende únicamente de la proximidad a los drenajes naturales, sino de la combinación de pendientes, procesos de escorrentía y características del terreno, lo que confirma la utilidad del modelo para interpretar la dinámica hidrológica del territorio. Este ejercicio permitió aprender que las zonas más críticas corresponden a transiciones geomorfológicas donde confluyen condiciones físicas que favorecen la acumulación de agua, patrón ampliamente documentado en estudios territoriales previos (OGRICC, 2018; IDEAM, 2023).

El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y del análisis multicriterio demostró ser adecuado para este tipo de evaluaciones, al facilitar la integración de variables ambientales heterogéneas en un solo modelo espacial. La metodología empleada permitió transformar datos ráster en información temática clara, estructurada y útil para la interpretación territorial. Además, la representación cartográfica en categorías cualitativas contribuyó a sintetizar procesos ambientales complejos en un producto visual comprensible, lo cual coincide con lo señalado por Longley et al. (2015) respecto a la capacidad de los SIG para apoyar la toma de decisiones en contextos de riesgo.

Los resultados obtenidos tienen implicaciones relevantes para la planificación territorial del distrito. La identificación de áreas críticas constituye un insumo para orientar intervenciones prioritarias en infraestructura, mantenimiento de drenajes, restauración ambiental y estrategias comunitarias de prevención. Documentos oficiales como el POT de Santa Marta (Alcaldía Distrital, 2023) y los informes de la OGRICC (2018) destacan que estas zonas registran históricamente las mayores afectaciones, por lo que el mapa final aporta información que fortalece la gestión del riesgo y respalda la formulación de medidas de mitigación basadas en evidencia espacial.

Finalmente, el ejercicio permitió reconocer la importancia de actualizar periódicamente los modelos territoriales, incorporar información hidrometeorológica reciente y mantener procesos de formación en el uso de SIG. La experiencia adquirida evidencia que la integración de análisis multicriterio y cartografía temática es una herramienta fundamental para anticipar escenarios de riesgo y reducir la vulnerabilidad de las comunidades, especialmente en territorios costeros como Santa Marta, donde la dinámica climática y geomorfológica intensifica los procesos de inundación.

Recomendaciones

A partir de los resultados cartográficos obtenidos, se recomienda priorizar intervenciones integrales de gestión del riesgo en las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto, especialmente en los corredores hídricos asociados a los ríos Manzanares, Gaira, Piedras y las microcuencas que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta. Estas áreas presentan alta susceptibilidad a procesos de inundación recurrente y han sido identificadas como puntos críticos en informes oficiales recientes de la OGRICC (2018).

En primer lugar, se sugiere fortalecer la infraestructura ecológica del distrito mediante la implementación de sistemas de drenaje urbano sostenibles, tales como zanjas de infiltración, filtros verdes y biojardines, los cuales contribuyen a disminuir la escorrentía superficial y mejorar la infiltración del agua lluvia en zonas planas con alta acumulación hídrica. Estas medidas pueden complementarse con procesos de reforestación y restauración de áreas ribereñas, utilizando especies nativas que favorezcan la estabilidad del suelo, la regulación hídrica y la reducción de la sedimentación hacia los cauces.

De igual forma, se recomienda integrar estrategias de educación y capacitación comunitaria, especialmente para agricultores y actores locales, orientadas a la adopción de prácticas de manejo sostenible del suelo, uso eficiente del agua y técnicas productivas resilientes a eventos de lluvia extrema. La FAO (2021) destaca que la formación y apropiación comunitaria es determinante para reducir la vulnerabilidad en territorios costeros expuestos a inundaciones.

Por lo tanto, es pertinente que las autoridades distritales establezcan un sistema de monitoreo continuo apoyado en SIG, el cual permita registrar variaciones en precipitación, comportamiento de microcuencas y cambios en la cobertura del suelo. Esta actualización periódica fortalecerá la precisión del modelo y facilitará la toma de decisiones anticipadas durante fenómenos lluviosos

intensos, lo cual es consistente con las recomendaciones del IDEAM (2023) sobre la necesidad de sistemas de alerta basados en datos geoespaciales.

Finalmente, se recomienda incorporar los resultados del modelo de riesgo en los instrumentos de planificación territorial, en concordancia con los lineamientos del POT del Distrito de Santa Marta (Alcaldía de Santa Marta, 2023). Esto incluye ajustar la zonificación de uso del suelo, delimitar áreas no urbanizables, definir medidas de mitigación para áreas en expansión urbana y fomentar procesos participativos con la comunidad, de manera que la gestión del riesgo se convierta en un componente estructural del desarrollo territorial.

Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Santa Marta. (2023). Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Santa Marta. Alcaldía Distrital de Santa Marta. <https://www.santamarta.gov.co/plan-de-ordenamiento-territorial>
- Alcaldía Distrital de Santa Marta. (2022). Informe de gestión principal – vigencia. https://www.santamarta.gov.co/sites/default/files/INFORME_DE_GESTION_PRINCIPAL_VIGENCIA_2022.pdf
- Alcaldía Distrital de Santa Marta – Oficina para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático (OGRICC). (2018). Plan Distrital de Gestión del Riesgo de Desastres. <https://www.santamarta.gov.co/portal/archivos/PLAN-DISTRITAL-DE-GESTION-DEL-RIESGO.pdf>
- FAO. (2025). Repercusiones de los desastres en la agricultura y la seguridad alimentaria. <https://openknowledge.fao.org/items/f3a17d1a-584b-4783-bb15-d389e767789a>
- IDEAM. (2023). Boletín climático: Análisis de eventos de precipitación extrema en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/5966>
- IPCC. (2022). Cambio climático 2022: Impacto, adaptación y vulnerabilidad: Contribución del Grupo de Trabajo II al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic information systems and science (4.^a ed.). Wiley. https://www.scirp.org/pdf/JGIS_2016103116162357.pdf
- Malczewski, J. (2018). Sistemas integrales de información geográfica: Capítulo 1.15, Análisis multicriterio. En ScienceDirect. https://www.sciencedirect.com/science/chapter/referencework/abs/pii/B97801240954890_96986

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2023). Caracterización ambiental del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta.

<https://old.parquesnacionales.gov.co/portal/es/ecoturismo/parques/region-caribe/parque-nacional-natural-sierra-nevada-de-santa-marta-2/>

Yesvila. (2025). Balance oficial de lluvias en Santa Marta: 16 barrios afectados y 4 viviendas destruidas. Informe OGRICC. *Periódico Digital Dramandaca*.

<https://deracamandaca.com/balance-oficial-de-lluvias-en-santa-marta-16-barrios-afectados-y-4-viviendas-destruidas/>

Enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=loDcTuVbi5c&pp=ygUUUbm1jb2xsZSB0b3JyZXMgc2FlbnrSBwkJPAoBhyohjO8%3D>