

**Análisis territorial del riesgo de inundación en Manizales - Caldas mediante técnicas de geoprocésamiento y modelación espacial**

**Presentado por:**

**Cubides González, Jenny Viviana; [jvcubidesg@unadvirtual.edu.co](mailto:jvcubidesg@unadvirtual.edu.co)**

**Presentado a:**

**Santos Santos, Rolando; [rolando.santos@unad.edu.co](mailto:rolando.santos@unad.edu.co)**

**Grupo: 21**

**2026**

**Resumen**

El presente trabajo examina la exposición del municipio de Manizales a eventos de inundación mediante la construcción de un modelo espacial soportado en herramientas de geoprocésamiento. Para ello se utilizaron capas temáticas previamente generadas que fueron transformadas, refinadas y reclasificadas con el fin de representar cinco niveles de riesgo. Posteriormente, se estimaron las superficies asociadas a cada categoría, lo cual permitió reconocer patrones espaciales y zonas con vulnerabilidad significativa. El análisis evidencia que los rangos medio, alto y muy alto concentran la mayor extensión territorial, lo que refleja condiciones físicas y climáticas que favorecen la acumulación de escorrentía. Los hallazgos se compararon con registros institucionales sobre eventos históricos en el municipio, encontrándose una clara coherencia entre el modelo espacial y las afectaciones reportadas en el pasado. Los resultados aportan elementos prácticos para la planificación territorial y la gestión del riesgo.

***Palabras clave:*** Inundación; análisis espacial; geoprocésamiento; riesgo; Manizales.

## **Introducción**

La dinámica hidroclimática de los territorios de montaña, como es el caso de Manizales, genera condiciones propicias para episodios de inundación, los cuales afectan tanto a la infraestructura urbana como a las actividades productivas y ecosistemas estratégicos. Los incrementos recientes en la intensidad y frecuencia de las lluvias, asociados a fenómenos de variabilidad climática, han sido documentados ampliamente por entidades nacionales, que advierten sobre la necesidad de fortalecer los procesos de evaluación del riesgo.

En este contexto, el uso de Sistemas de Información Geográfica es una herramienta imprescindible para el análisis de amenazas naturales al permitir representar con precisión el comportamiento espacial de los factores involucrados en la génesis de las inundaciones. Los SIG facilitan la integración de datos, la modelación y la elaboración de productos cartográficos para el apoyo en la toma de decisiones.

De manera particular, el municipio de Manizales presenta una configuración territorial compleja con pendientes abruptas, múltiples cursos de agua y alta precipitación anual. El régimen de lluvias exhibe un patrón bimodal, con niveles máximos de precipitación durante los meses de abril y noviembre. Tales características justifican la realización de estudios para comprender la distribución del riesgo y determinar los sectores con mayor prioridad de atención. Este artículo se orienta a construir un modelo espacial para identificar zonas susceptibles y aportar información útil en la gestión del territorio.

**Objetivos****General**

Realizar una evaluación espacial del riesgo de inundación en Manizales, utilizando procedimientos de geoprocésamiento y análisis de datos territoriales.

**Específicos**

- Procesar y organizar las capas de información utilizadas para la modelación del riesgo.
- Estimar las áreas correspondientes a los niveles de riesgo definidos por la reclasificación temática.
- Interpretar los resultados espaciales y contrastarlos con antecedentes de inundaciones en el municipio.

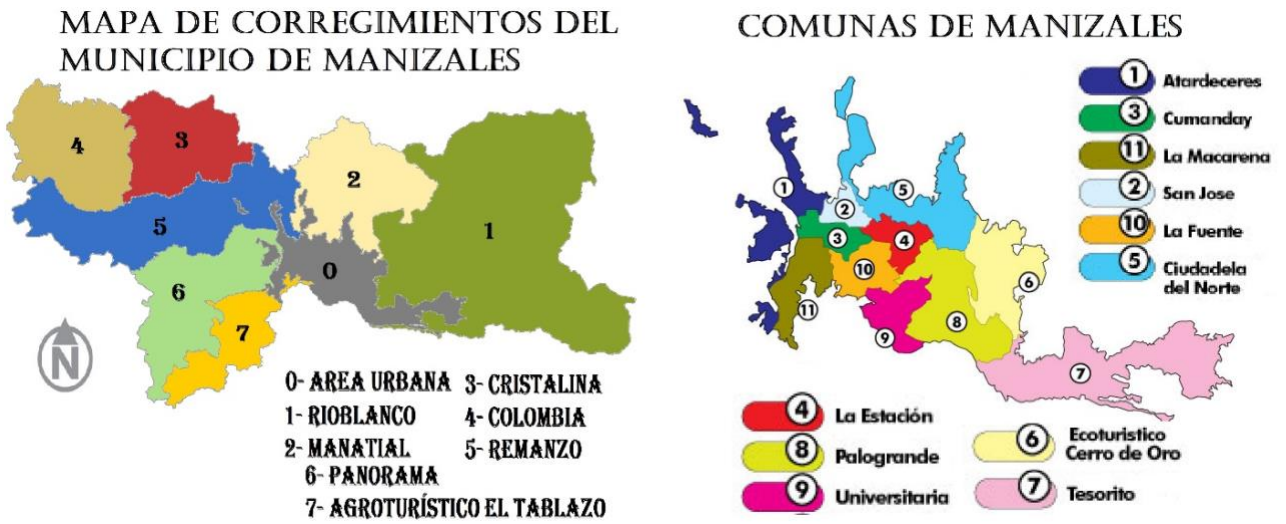
**Identificación del caso de estudio**

Manizales se encuentra en el departamento de Caldas, hacia el centro occidente de Colombia, y se caracteriza por un relieve predominantemente montañoso que forma parte de la cordillera Central. Su territorio, con una extensión aproximada de 508 km<sup>2</sup>, abarca sectores urbanos consolidados y áreas rurales donde se desarrollan diversas actividades agrícolas y pecuarias.

Las variaciones altitudinales generan condiciones ambientales heterogéneas y favorecen la presencia de numerosos drenajes naturales. Entre los principales cuerpos de agua se destacan los ríos Chinchiná, Olivares y Guacaica, que articulan la dinámica hídrica del municipio. Las lluvias presentan un patrón bimodal, con los meses de mayor precipitación siendo abril y noviembre, los cuales representan los períodos de mayor intensidad en los que se generan las principales aportaciones de agua para los insumos utilizados en la modelación.

La confluencia de estas características convierte al municipio en un escenario susceptible a eventos de inundación, lo cual exige una lectura espacial rigurosa para orientar medidas preventivas.

**Figura 1: Mapa de Corregimientos del Municipio de Manizales y Comunas de Manizales.**



Fuente: Blogger, (sf)

## **Metodología**

El desarrollo metodológico se fundamentó en la combinación de técnicas de geoprocésamiento aplicadas en ArcGIS Pro. En primer lugar, la capa de riesgo generada en formato ráster fue convertida a formato vectorial para facilitar su manipulación posterior. Esta transformación permitió separar espacialmente las áreas según los valores que representaban los niveles de riesgo.

Para mejorar la geometría de la capa inicial, se realizó un suavizado de los polígonos utilizando interpolación de Bézier. Este proceso eliminó las irregularidades propias de la conversión del formato y permitió obtener una cartografía más coherente tanto desde el punto de vista visual como técnico.

Una vez refinadas las entidades, se ejecutó un proceso de disolución según el código que representaba cada categoría de riesgo, lo que generó polígonos únicos para cada clase.

Posteriormente, en la tabla de atributos se incorporaron campos adicionales para registrar la clasificación cualitativa definida en la guía y el cálculo de las áreas correspondientes a cada categoría.

El trabajo concluyó con el ajuste de la simbología y la elaboración del diseño cartográfico final, que incluye los elementos esenciales de orientación y referencia. Para facilitar la interpretación de los resultados, se generaron tablas y gráficas que evidencian la proporción de cada categoría de riesgo.

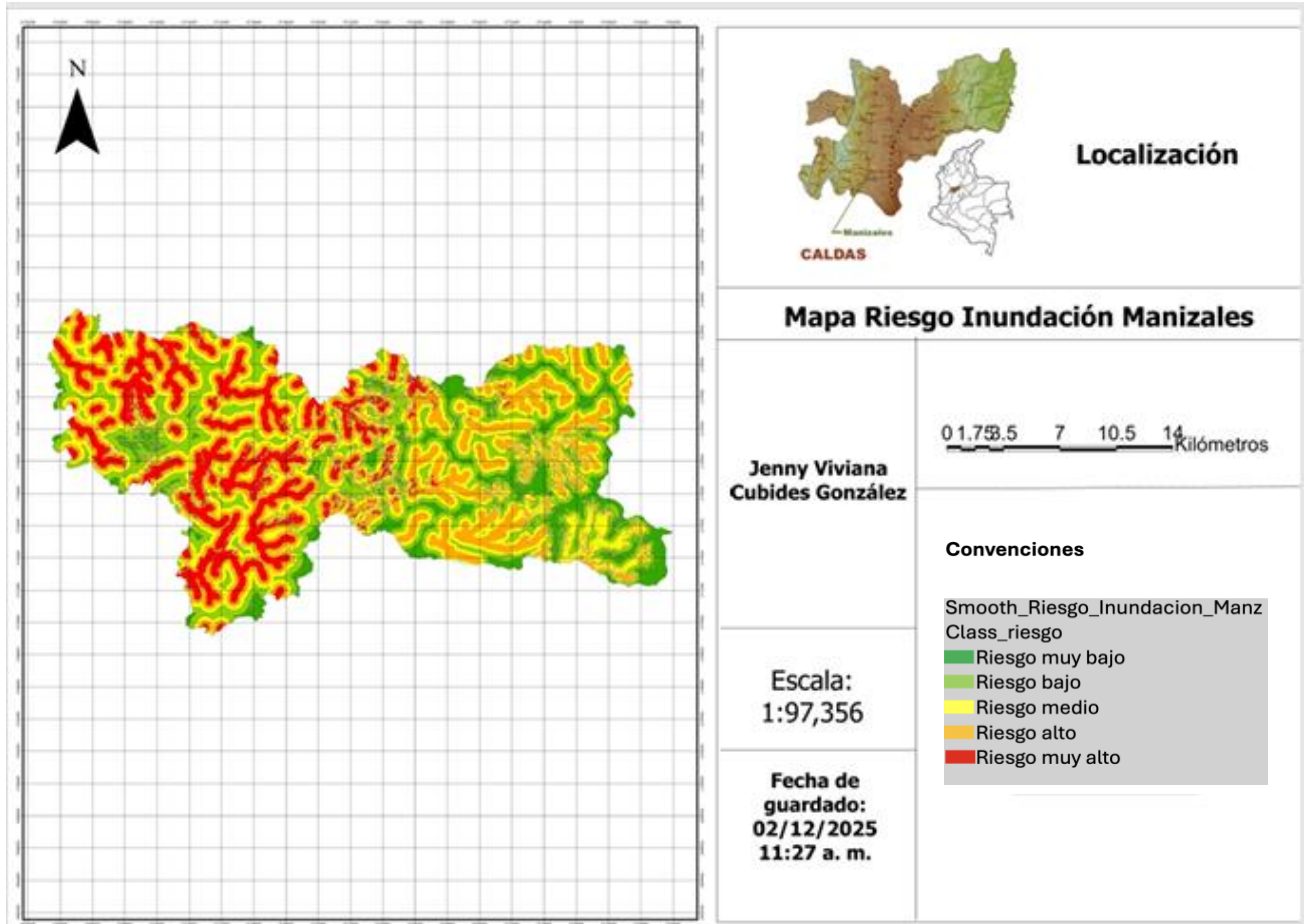
## Resultados

El análisis de las superficies evidencia que los niveles medio y alto constituyen las clases predominantes en el territorio. Como se detalla en la Tabla 1, estas dos categorías abarcan un área combinada de  $235,24 \text{ km}^2$  (aproximadamente el 54% del total evaluado), zonas donde coinciden pendientes marcadas, cursos de agua secundarios y suelos con capacidad limitada para la infiltración. Estos factores incrementan la probabilidad de acumulación superficial de agua durante las temporadas de lluvia intensa.

El nivel muy alto aparece en sectores con convergencia de condiciones críticas, tales como depresiones topográficas y áreas próximas a cauces determinados, sumando una extensión de  $69,28 \text{ km}^2$  (correspondiente al 16% del área), según se aprecia en el Mapa de riesgo (Figura 2). Estos hallazgos concuerdan con los registros de eventos reportados en barrios y zonas industriales del municipio, donde se han presentado afectaciones históricas a viviendas, vías y actividades comerciales.

Las zonas catalogadas con riesgo bajo y muy bajo, que representan los  $132,65 \text{ km}^2$  restantes (30%), se distribuyen principalmente en parcelas con mejor drenaje natural o condiciones topográficas favorables. Esto representa un potencial para el desarrollo de infraestructura menos vulnerable. El patrón espacial obtenido mediante el modelo se relaciona de forma consistente con las dinámicas del territorio y con los antecedentes institucionales sobre inundaciones en Manizales, validando la pertinencia del análisis realizado. La distribución técnica de estas superficies se detalla en la Figura 3, mientras que la proporción visual de estas categorías, con sus respectivos pesos porcentuales, puede observarse en la Figura 4.

**Figura 2: Diseño del mapa de riesgo por inundación de Manizales**



**Fuente:** Autoría propia

**Tabla 1.**

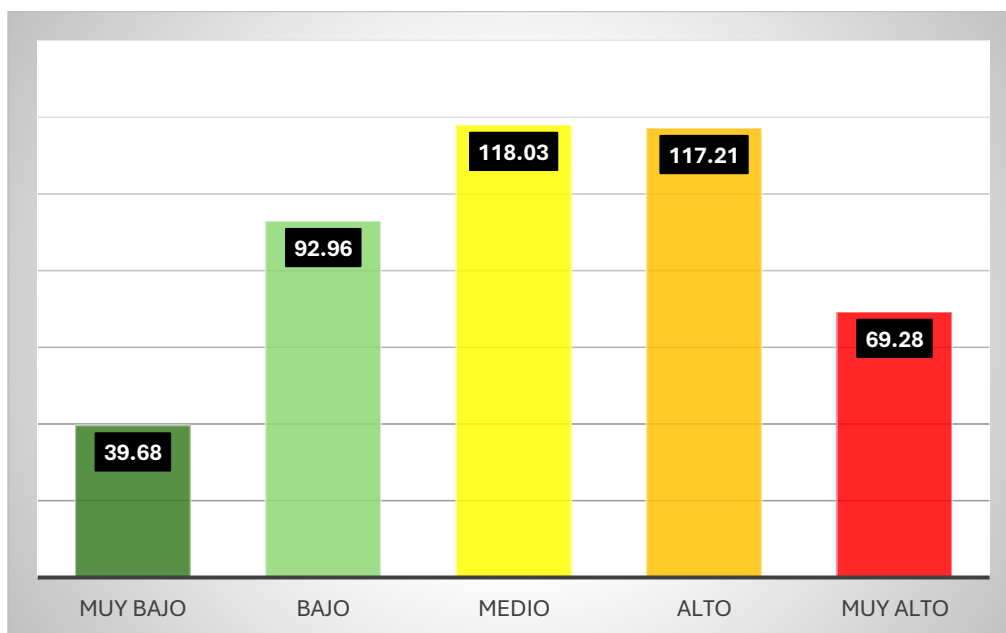
Clasificación del riesgo de inundación por superficie en Manizales.

| Clasificación del riesgo | Área (km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------|-------------------------|
| Muy bajo                 | 39.688394               |
| Bajo                     | 92.961929               |
| Medio                    | 118.03043               |
| Alto                     | 117.21111               |
| Muy alto                 | 69.284786               |

Nota: Esta tabla detalla la distribución de la superficie total del municipio de Manizales según los cinco niveles de riesgo de inundación identificados. Los datos permiten observar que la mayor parte del territorio se concentra en los niveles de riesgo medio y alto. Fuente: Elaboración propia (2025) mediante el procesamiento de datos geoespaciales en ArcGIS Pro.

**Figura 3:**

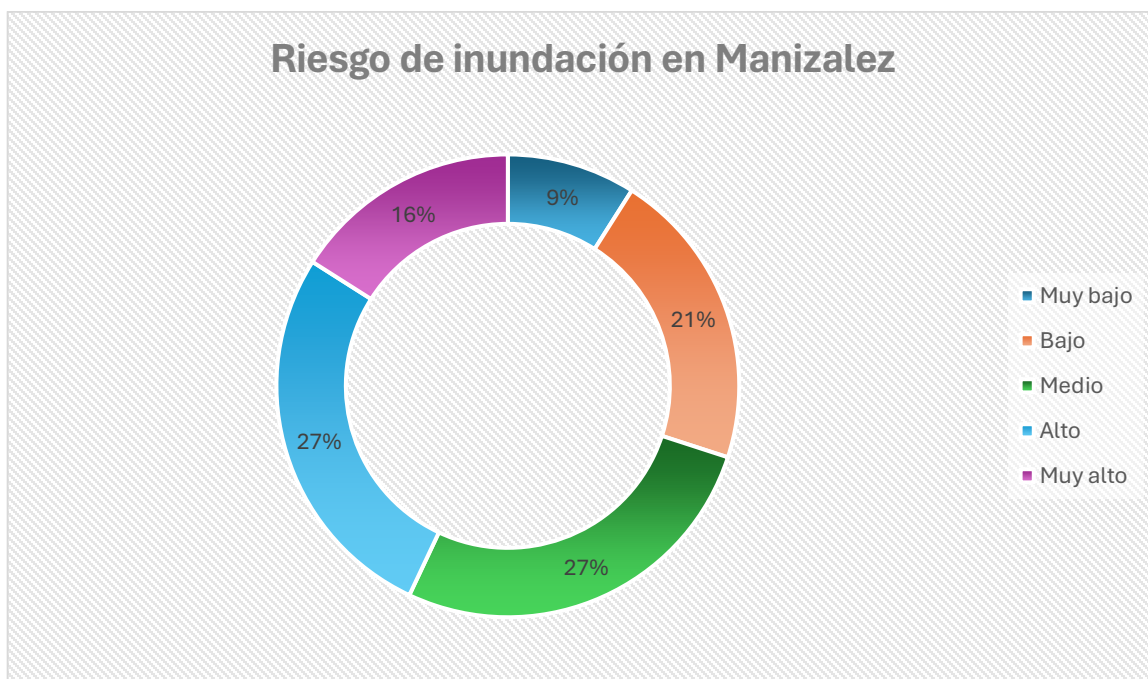
Distribución espacial del riesgo según área en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>)



Fuente: Elaboración propia (2025)

**Figura 4:**

Proporción porcentual del riesgo de inundación en Manizales



Nota. La grafica representa el peso porcentual de cada categoría sobre el área total evaluada.

Fuente: Elaboración propia (2025)

## **Conclusiones**

La modelación espacial permitió identificar sectores con diferentes niveles de riesgo, destacándose aquellos que presentan condiciones geomorfológicas que favorecen la acumulación de agua.

La integración de herramientas de geoprosesamiento facilitó la generación de un producto cartográfico claro y útil para visualizar la distribución del riesgo dentro del municipio.

Los resultados obtenidos muestran una correspondencia evidente con los registros históricos de inundaciones, lo que respalda la confiabilidad del modelo aplicado y su utilidad para los procesos de gestión territorial.

## **Recomendaciones**

- Orientar estrategias preventivas hacia las zonas clasificadas como riesgo alto y muy alto, priorizando la intervención sobre cauces y rondas hídricas.
- Fortalecer los mecanismos de monitoreo mediante sistemas de alerta temprana basados en información geoespacial.
- Incorporar prácticas de manejo del suelo y ordenamiento agroambiental en áreas rurales susceptibles.

- Articular los resultados del modelo con los instrumentos de planificación municipal para mejorar la toma de decisiones.
- Promover acciones comunitarias orientadas a la reducción de vulnerabilidad en sectores con altos niveles de exposición.

**Referencias bibliográficas**

Alcaldía de Manizales. (2017). *Plan de Ordenamiento Territorial 2017–2031*.

<https://manizales.gov.co>

Goodchild, M. (2020). *Geographic Information Science and Systems*. Wiley.

IDEAM. (2022). *Informe climatológico nacional*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios

Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2021). *Reporte nacional de*

*emergencias por eventos hidrometeorológicos*. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co>

Blogger. (S.F) [zu Manizales- Mapas de Corregimientos de Comunas del Municipio..jpg](#)

[\(5594×2314\)](#)

**Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/hDJyHP66gK8>