

# **Análisis y determinación de niveles de riesgo de inundación por medio de recursos de Sistemas de Información Geográfica en el municipio de Santander de Quilichao, Cauca**

Autores:

José Orlando Cambindo Mina  
Javier Eduardo Ríos Miranda

Agrónomo en formación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), con opción de grado en el Diplomado de Profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio. Correo electrónico: [jocambindo@unadvirtual.edu.co](mailto:jocambindo@unadvirtual.edu.co), Tutor Javier Eduardo Ríos Miranda, Correo: [Javier.rios@unad.edu.co](mailto:Javier.rios@unad.edu.co)

## **Resumen**

Este trabajo tiene como objetivo principal determinar el nivel de riesgo de inundación en el municipio de Santander de Quilichao, en el departamento de Cauca, Colombia, utilizando recursos de Información Geográfica, integrados y procesados mediante software especializado, Este documento busca analizar variables geoespaciales como la precipitación, el Modelo Digital de Elevación (DEM), la cobertura del suelo y los drenajes del municipio, con el fin de identificar las áreas más vulnerables a inundaciones, especialmente durante abril de 2024, el mes con mayor lluvias en el municipio. De los resultados de este trabajo se logró generar un mapa de riesgo donde se clasifica las áreas en cinco niveles, tales como: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Tras dicha clasificación, se estableció que las zonas de riesgo medio y alto cubren gran parte del territorio, lo que resalta la necesidad de tomar medidas de prevención y mitigación, especialmente cerca de los drenajes y en áreas de mayor pendiente. Además, se recomienda la reforestación, la implementación de infraestructura verde y el fortalecimiento de prácticas agrícolas sostenibles para reducir la vulnerabilidad de las zonas más afectadas. La importancia de este documento resalta en que cuenta con información útil para la gestión del riesgo y el ordenamiento agroambiental en el municipio de Santander De Quilichao, en pro de mejorar la resiliencia de la población frente a futuros eventos de inundación.

Palabras clave: Riesgo de inundación, sistemas de información geográfica (SIG), mapa de riesgo, precipitación, modelo digital de elevación (DEM), ordenamiento agroambiental, mitigación de desastres.



## Introducción

El riesgo de inundación es uno de los desastres naturales más graves a nivel mundial, afectando a miles de personas cada año, tanto en vidas como en bienes materiales. Las inundaciones no solo causan pérdidas humanas, sino que también tienen un gran impacto en la infraestructura, la economía y el medio ambiente. En países como Colombia, con geografías complejas, las inundaciones se han vuelto una preocupación constante, especialmente durante la temporada de lluvias. Estos fenómenos son más fuertes en zonas con cuencas hidrográficas vulnerables, donde factores como la topografía, el uso del suelo y las lluvias aumentan el riesgo. Investigaciones realizadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2020), han establecido que el cambio climático y los cambios en el uso del suelo están empeorando estos eventos, lo que hace que haya más presión sobre la planificación y gestión territorial en el país.

En el municipio de Santander de Quilichao, en el departamento del Cauca, se da este fenómeno debido a su ubicación geográfica y las características de su territorio. La cuenca hidrográfica de la región, junto con su clima tropical y las variaciones en las lluvias, hace que el municipio este vulnerable a este tipo de desastres. La presencia de varios ríos y quebradas hace que la probabilidad de desbordamientos sea alta, especialmente durante la temporada de lluvias, la cual es más recurrente en los meses de abril y octubre. Esto sin contar que el crecimiento urbano cerca de estos ríos y quebradas, junto con la falta de

planificación, ha incrementado el riesgo en algunas áreas.

El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha sido relevante para evaluar y gestionar el riesgo de inundación, dado que esta herramienta permite analizar con precisión las variables que afectan estos fenómenos (Díaz & Pérez, 2019). Los SIG facilitan la integración de datos geoespaciales de diversas fuentes, como el modelo digital de elevación (DEM), los patrones de precipitación, el uso del suelo y los drenajes, permitiendo de esta manera crear modelos predictivos y mapas que visualizan las áreas más vulnerables a las inundaciones.

Este estudio tiene como objetivo determinar el nivel de riesgo de inundación en el municipio, enfocándose en el mes de abril de 2024. Se ha seleccionado este mes porque es el mes con mayores precipitaciones en la región, y es durante esta fecha, donde se aumenta la probabilidad de desbordamientos de los ríos y quebradas. Por lo anterior, haciendo uso de los valores de la precipitación histórica, la topografía local (medida con el DEM), la cobertura del suelo y la proximidad a drenajes, se busca generar un mapa de riesgo de inundación que identifique las áreas más vulnerables y ayude a definir estrategias de prevención y mitigación.

Este estudio no solo busca identificar las zonas en riesgo, sino también aportar a la planificación territorial de Santander de Quilichao, proporcionando información en pro de que las autoridades locales puedan utilizar para tomar decisiones y aplicar medidas para reducir estos eventos. Por esta razón, se establecen recomendaciones que nacen del análisis realizado, buscando con ello que se apliquen las medidas necesarias para mitigar este problema en la población.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el nivel de riesgo de inundación en el municipio de Santander de Quilichao, Cauca, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), analizando la precipitación y las variables territoriales durante el mes de abril de 2024.

### **Objetivos Específicos**

Recopilar y procesar los datos de precipitación de abril de 2024, junto con las variables topográficas (DEM), de cobertura del suelo y de drenaje, para integrarlos en un análisis geoespacial mediante SIG.

Elaborar mapas temáticos que identifiquen las zonas más vulnerables a inundaciones en Santander de Quilichao, clasificando las áreas de acuerdo con su nivel de riesgo en base a las variables estudiadas.

Evaluar las áreas críticas de riesgo por inundación y proponer medidas de prevención y mitigación, dirigidas a las autoridades locales y comunidades más expuestas, para reducir la vulnerabilidad del municipio frente a futuros eventos de inundación.

### **Identificación del caso de estudio**

El municipio de Santander de Quilichao está ubicado en el departamento del Cauca, en el suroeste de Colombia. Este territorio se caracteriza por su diversidad geográfica, que va desde tierras bajas hasta montañas de la Cordillera Occidental. El municipio está a unos 800 metros sobre el nivel del mar, en una zona de transición entre la llanura costera y las montañas, lo que hace que sea una región vulnerable a fenómenos naturales tales como inundaciones y deslizamientos de tierra (IDEAM, 2020).

Santander de Quilichao es de aproximadamente 1,300 km<sup>2</sup>, incluidas las zonas urbanas, rurales y áreas agrícolas. Limita al norte con el municipio de Caloto, al sur con Suárez, al este con Morales y al oeste con Jámalo. Por la cabecera municipal atraviesa el río Patía, un afluente del río Cauca y el principal cuerpo hídricos de la región.

El clima tropical del municipio presenta temperaturas promedio de 24°C, siendo la temperatura mínima equivalente a 19°C y la máxima a 32°C. La temporada de lluvias, se da en los meses de abril y octubre, meses en los cuales, las fuertes lluvias generan caudales elevados en los ríos y quebradas de la zona (IDEAM, 2020).

La hidrografía del municipio está dominada por el río Patía, que cruza de norte a sur, junto con varios afluentes menores como las quebradas La María y Pescadero. Estos cuerpos de agua son fuentes cruciales de agua, pero también son áreas de alto riesgo durante la temporada de lluvias. Las zonas bajas y cercanas a los cauces de los ríos y quebradas son más vulnerables a desbordamientos, en especial, los barrios cerca del río Patía, donde no hay drenajes adecuados, y por lo tanto, son zonas que se ven afectadas durante estos meses (IDEAM, 2020).

El crecimiento urbano en Santander de Quilichao ha sido rápido, especialmente en las últimas décadas. Esto ha llevado a que muchas de las áreas donde se pueden dar las inundaciones se hayan urbanizado sin una planificación que realice estudios idóneos para establecer la naturaleza del terreno. La falta de infraestructura y la construcción de viviendas en áreas de alto riesgo han aumentado la probabilidad de la población a estos desastres. Además, la creciente deforestación en las cuencas hidrográficas y las problemáticas sociales, han venido reduciendo la capacidad de los ecosistemas para mitigar los efectos de las inundaciones (Gómez, 2019).

Para establecer estos riesgos, se tiende a usar herramientas provenientes de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) los cuales son útiles para establecer la gestión del territorio, integrando datos de diversas fuentes para establecer las áreas más vulnerables (González, 2021). En el caso del municipio de Santander de Quilichao, los SIG permiten modelar las precipitaciones, el uso del suelo y las condiciones topográficas para crear mapas detallados de riesgo de inundación, en pro para desarrollar estrategias de prevención y mitigación de la problemática de lluvias que sufre la región

Por lo anterior se establece como objetivo utilizar herramientas SIG que permitan evaluar el riesgo de inundación en Santander de Quilichao, tomando los datos de precipitación del mes de abril de 2024, fecha en la cual, se han registrado niveles de precipitaciones altas. El análisis integrará variables como la precipitación, el modelo digital de elevación (DEM), el uso del suelo y la proximidad a drenajes para generar un mapa de riesgo de inundación.

### Metodología aplicada

Para evaluar el riesgo de inundación en el municipio de Santander de Quilichao, en el departamento del Cauca, se utilizó las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando variables geospaciales tales como la precipitación, el Modelo Digital de Elevación (DEM), la cobertura del suelo y los drenajes principales. Este análisis permitió identificar las áreas más vulnerables a inundaciones, especialmente durante el mes de abril de 2024, cuando se registran las lluvias más altas en la región.

El análisis comenzó con el uso del Modelo Digital de Elevación (DEM), con el fin de establecer la topografía del municipio, permitiéndonos conocer las áreas donde podría existir una mayor acumulación de agua a partir de las pendientes del terreno. Tras este análisis

se generó la figura 1.0, en este mapa las zonas de alto riesgo de inundación fueron clasificadas en rojo, mientras que las de bajo riesgo fueron señaladas en verde.

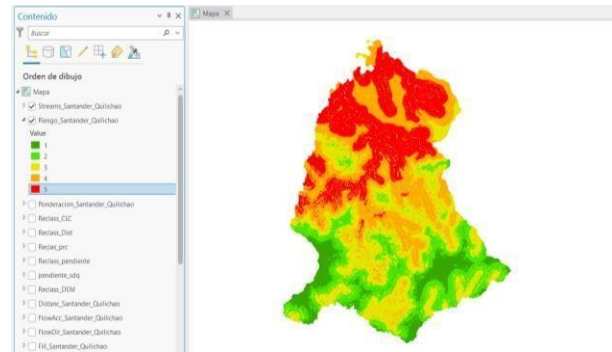


Figura 1. Mapa final de riesgo por inundación en Santander de Quilichao. Fuente: Elaboración propia (2025).

Con el modelo de pendientes y las coberturas de suelo procesadas, se continuó con el análisis de precipitación para evaluar cómo las lluvias intensas impactan el territorio. La extracción por máscara del ráster de precipitación ayudó a identificar las zonas con mayor acumulación de lluvia durante el mes de abril. Esta información se recolecto en la figura 2.0 donde se correlaciona las zonas con más precipitaciones con aquellas de menor altitud y alta pendiente, dado que son zonas donde fácilmente existe riesgos de inundación.

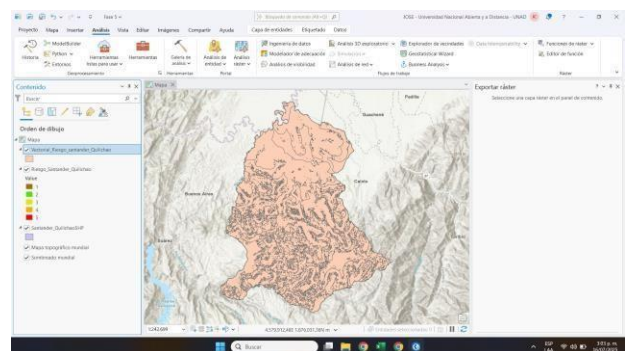


Figura 2. Extracción por máscara del ráster de precipitación para el municipio de Santander de Quilichao. Fuente: Elaboración propia (2025).

En paralelo, se procesó la cobertura del suelo, transformando los datos de vectorial a formato

ráster. Este paso fue clave para determinar cómo el tipo de suelo y su capacidad para absorber agua influyen en el riesgo de inundación. En la figura 3.0 se muestra las áreas con menor capacidad de retención de agua, por ejemplo, las tierras agrícolas, las cuales se clasifican con el valor numérico mas alto.

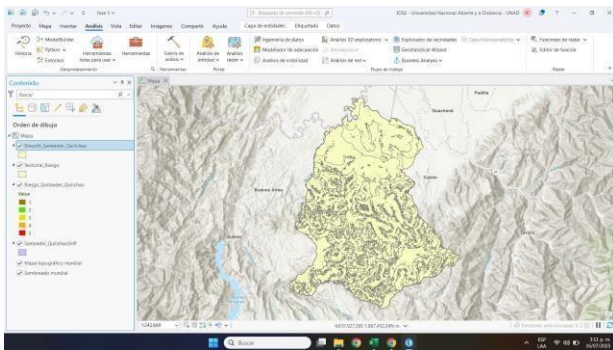


Figura 3. Transformación de la cobertura disuelta de suelo (nivel 2) de vectorial a ráster. Fuente: Elaboración propia (2025).

El análisis de los drenajes principales del municipio se realizó a través del análisis de acumulación de flujo, el cual permitió identificar las principales rutas de drenaje y las áreas más propensas a desbordamientos, el resultado se comparte en la figura 4.0

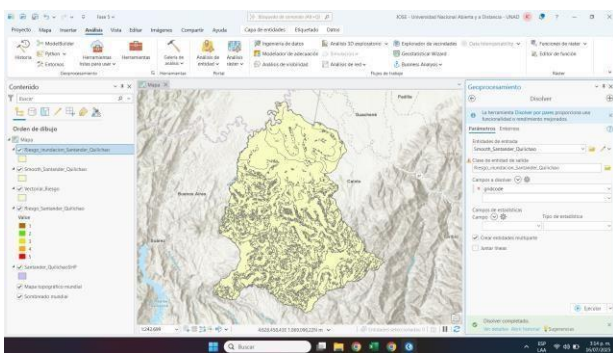


Figura 4. Identificación de drenajes principales a partir del ráster de acumulación de flujo y reclasificación. Fuente: Elaboración propia (2025).

Con los resultados obtenidos de la precipitación, pendientes y drenajes, se calculó la distancia acumulada desde los drenajes principales, lo que permitió identificar las áreas cercanas a los cuerpos de agua con mayor riesgo de

inundación. La figura 5.0 muestra las zonas próximas a estos drenajes, especialmente aquellas con poca capacidad de absorción.

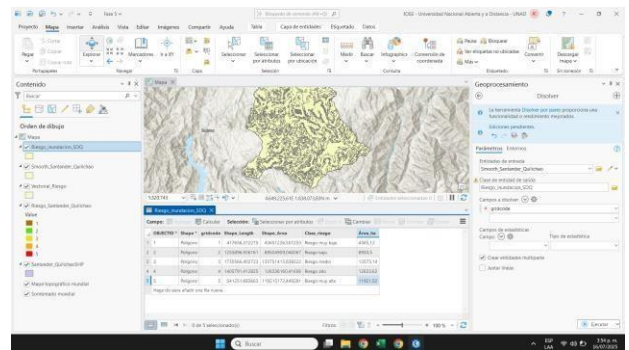


Figura 5. Cálculo de distancia acumulada desde los drenajes principales en Santander de Quilichao. Fuente: Elaboración propia (2025).

Por último, con todas las variables procesadas, se generó un mapa final de riesgo por inundación que reflejó las zonas del municipio con mayor riesgo a inundación. Este mapa clasifica las áreas en diferentes niveles de riesgo, lo que lo convierte en un mapa relevante para la planificación del territorio y la implementación de estrategias de mitigación.

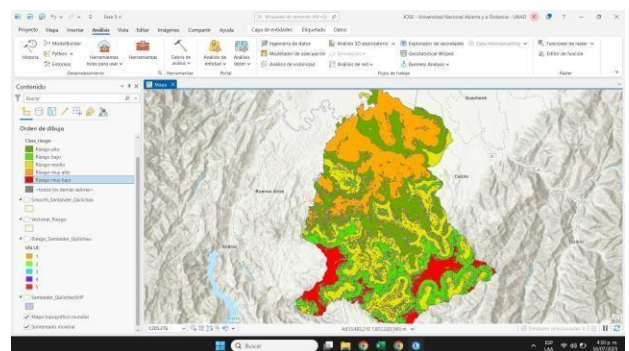


Figura 6. Mapa final de riesgo por inundación en Santander de Quilichao. Fuente: Elaboración propia (2025).

Con el modelo de riesgo de inundación final generado, se realizó la clasificación de las áreas según su nivel de riesgo de inundación. Para ello, se utilizó la clasificación cualitativa del riesgo, que se basó en un sistema de cinco niveles, que van desde riesgo muy bajo hasta riesgo muy alto. Se ha asignado un valor numérico del 1 al 5 a cada nivel, donde el valor

1 corresponde a las áreas de riesgo muy bajo (zonas con mayor capacidad de absorción y menor pendiente), y el valor 5 está asociado a las áreas de riesgo muy alto (zonas cercanas a drenajes y con altas pendientes que favorecen la acumulación de agua).

De acuerdo con esta clasificación, las áreas de mayor riesgo fueron aquellas ubicadas en zonas de mayor pendiente y cercanas a los drenajes principales. Estas áreas son más susceptibles al desbordamiento de los cuerpos de agua y la acumulación de agua de lluvia, por lo que fueron categorizadas como riesgo muy alto. En cambio, las zonas con mayor capacidad de absorción y pendientes suaves fueron clasificadas como riesgo muy bajo, ya que presentan menor probabilidad de sufrir inundaciones, incluso durante eventos de lluvia intensa.

## Resultados

El análisis realizado permitió determinar las áreas de riesgo de inundación en el municipio de Santander de Quilichao mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). A continuación, se presentan los resultados de la clasificación de riesgo, basados en variables geoespaciales como el Modelo Digital de Elevación (DEM), las coberturas de suelo, la precipitación y los drenajes principales. Esta clasificación categorizó el territorio en cinco niveles de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

El mapa final de riesgo por inundación muestra la distribución del riesgo de inundación en el municipio, destacando las zonas con mayor vulnerabilidad. En la zona sur del municipio, se identificaron áreas con riesgo muy alto de inundación, mientras que en las zonas más altas y alejadas de los drenajes se registraron áreas de riesgo muy bajo.

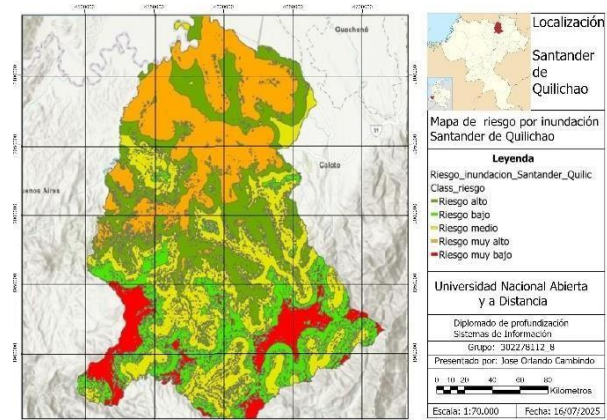


Figura 7. Mapa final de riesgo por inundación en Santander de Quilichao. (Anexo 2) Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación, se presenta la Tabla 1 con los resultados obtenidos para cada nivel de riesgo. Estos valores reflejan el área en hectáreas correspondiente a cada categoría de riesgo de inundación.

Tabla 1. Área de riesgo por inundación en Santander de Quilichao

Clasificación de riesgo	Área (ha)
Riesgo muy bajo	4365.12
Riesgo bajo	8950.5
Riesgo medio	13575.14
Riesgo alto	12633.62
Riesgo muy alto	11921.52

El análisis gráfico también permitió visualizar de manera clara cómo se distribuyen las áreas de riesgo. En la figura 8.0, se muestran las áreas totales por categoría de riesgo, lo que indica que el riesgo medio es el de mayor extensión, con un área de 13575.14 ha, seguido de cerca por las áreas con riesgo muy alto (11921.52 ha) y riesgo alto (12633.62 ha). Por el contrario, las zonas con riesgo muy bajo ocupan una menor extensión, con 4365.12 ha.

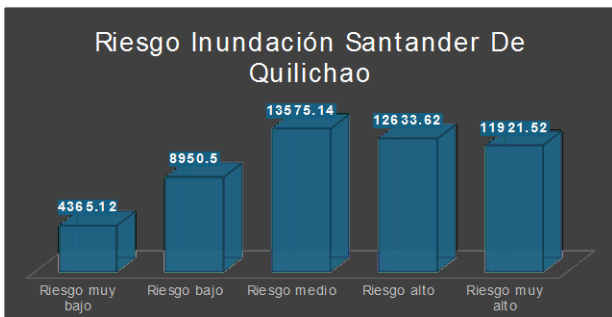


Figura 8. Gráfica de barras del área de riesgo de inundación en Santander de Quilichao. Fuente: Elaboración propia (2025).

Además, la figura 9.0 proporciona una visión más clara de la distribución porcentual de las áreas de riesgo de inundación. En ella se observa que el riesgo medio representa un 26% del área total, seguido por las áreas de riesgo alto (25%) y riesgo muy alto (26%). Las áreas con riesgo muy bajo y riesgo bajo representan el 23% y el 17%, respectivamente.

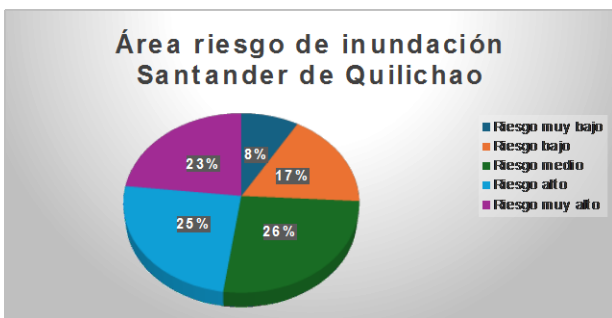


Figura 9. Gráfica circular de la distribución porcentual de las áreas de riesgo de inundación en Santander de Quilichao. Fuente: Elaboración propia (2025).

### Análisis de los Resultados

Los resultados muestran que el riesgo de inundación en Santander de Quilichao está distribuido de forma variada, con una gran presencia de áreas clasificadas en los niveles de riesgo medio, alto y muy alto. Esto indica que una gran parte del municipio puede sufrir inundaciones, sobre todo en las zonas cercanas a drenajes y en áreas con pendientes más pronunciadas.

Las zonas de riesgo muy bajo son pequeñas, lo que refleja las áreas con mayor capacidad para

absorber agua y menor probabilidad de inundación, como las zonas elevadas y alejadas de los drenajes. Sin embargo, las zonas con riesgo muy alto y alto, que abarcan el 51% del territorio analizado, necesitan atención urgente en cuanto a planificación y medidas de mitigación.

Con base en estos resultados, se recomienda intervenir en las áreas de mayor riesgo, especialmente en aquellas cercanas a los drenajes y con pendientes más bajas, donde las inundaciones pueden tener un impacto más grave. Por lo anterior, se invita a hacer mejoras en la infraestructura de drenaje y la reforestación, como medidas preventivas que permitan reducir los riesgos y proteger a la población.

### Conclusiones

A lo largo de este estudio, se ha podido confirmar que conocer el riesgo de inundación en Santander de Quilichao es esencial para gestionar el territorio y planificar el ordenamiento agroambiental.

Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y analizando variables geospaciales como el Modelo Digital de Elevación (DEM), las coberturas de suelo, la precipitación y los drenajes principales, se logró identificar las zonas de mayor riesgo a inundaciones.

Los resultados demuestran que la mayor parte del territorio está en niveles de riesgo medio, alto y muy alto, por ende, es importante establecer medidas en las zonas cercanas a los drenajes y zonas que cuentan con pendientes pronunciadas.

Las zonas de riesgo muy bajo representan una pequeña parte del municipio, por lo que es necesario que se cuente con estrategias de mitigación.

Los mapas y gráficas obtenidos ofrecen una herramienta visual y cuantitativa que facilita la toma de decisiones en la gestión del riesgo de

inundación. El análisis realizado ha proporcionado una base sólida para identificar las áreas más críticas, lo que ayudará a reducir los riesgos, proteger la infraestructura y preservar las comunidades en riesgo frente a eventos tales como el desbordamiento.

### Recomendaciones

Como estudiante de Agronomía en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), considero que la información obtenida es valiosa para el ordenamiento agroambiental de Santander de Quilichao. Las zonas con alto riesgo deben ser prioritarias en las políticas públicas y en la implementación de estrategias de prevención y mitigación de inundaciones.

En las áreas con riesgo medio y alto, es fundamental promover prácticas agrícolas que respeten la topografía del terreno y fomenten la retención de agua, como la agricultura de conservación, que reduce la erosión y mejora la absorción de agua.

La reforestación en las cuencas hidrográficas y cerca de los drenajes es esencial para disminuir el riesgo de inundación, ya que las plantas mejoran la infiltración del agua y reducen la velocidad del escurrimiento superficial.

En las zonas urbanas y periurbanas, se deben implementar infraestructuras verdes, como zonas de amortiguamiento, humedales y sistemas de drenaje sostenible, que permiten gestionar el agua de manera eficiente y contribuyen al bienestar ambiental y social.

Es necesario seguir monitoreando el riesgo de inundación de manera periódica utilizando SIG y otras tecnologías, para ajustar las políticas públicas y garantizar la protección de la población y el medio ambiente.

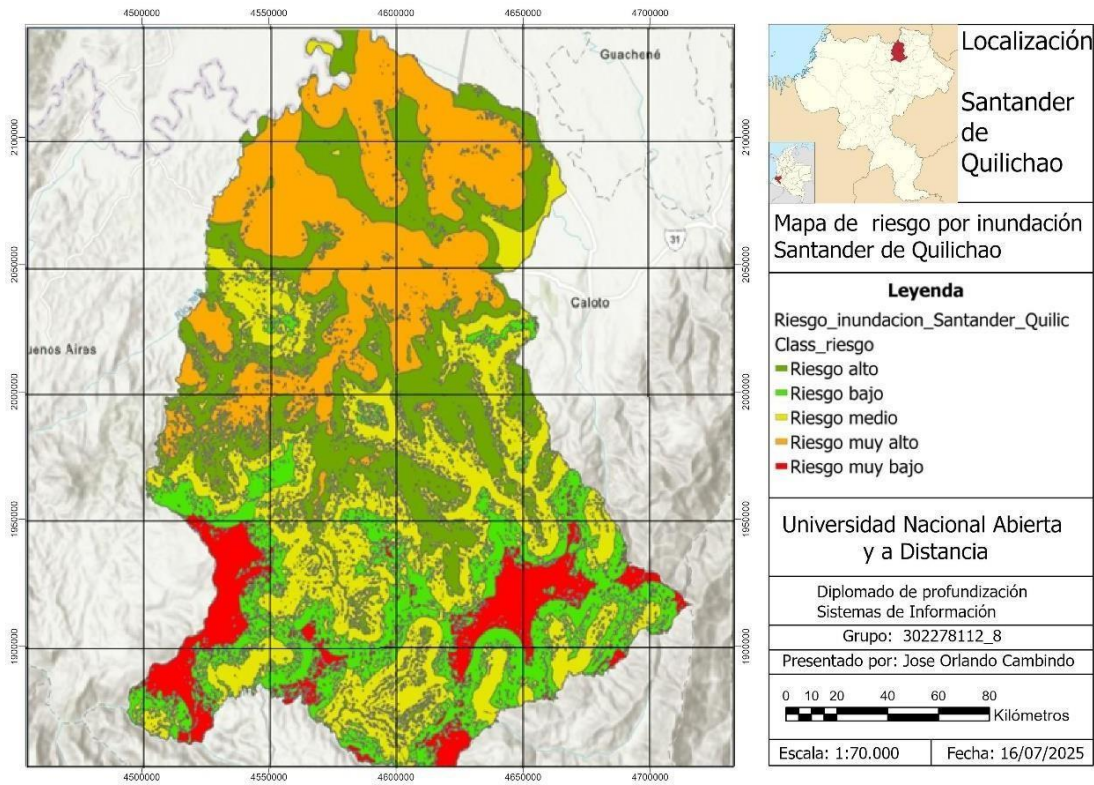
### Referencias bibliográficas:

- Díaz, J., & Pérez, M. (2019). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica: Aplicaciones*

*en el medio ambiente y el ordenamiento territorial*. Editorial Universitaria.

- García, J., & Martínez, P. (2022). Evaluación de riesgos de inundación mediante SIG en zonas rurales. *Revista de Gestión Ambiental*, 34(3), 213-227. <https://doi.org/10.1016/j.rga.2022.06.004>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía para la gestión del riesgo de inundación en áreas rurales*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co>
- Orellana, G. (2021). *Aplicación de SIG para la evaluación de riesgo de inundación en cuencas hidrográficas*. *Tecnologías y Ciencia Ambiental*, 18(2). Recuperado de <http://www.tcambiental.org>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2020). *Reforestación y gestión del agua en zonas de riesgo de inundación*. FAO. Recuperado de <http://www.fao.org>
- Rodríguez, L. (2020). *Gestión del riesgo de inundación mediante SIG: Enfoques prácticos*. Editorial Académica.
- Torres, A., & González, R. (2021). Uso de la modelización espacial para la identificación de áreas vulnerables a inundaciones en el Caribe colombiano. *Revista de Investigación en Geomática*, 15(1), 45-61. <https://doi.org/10.4321/rigc.2021.15.01.003>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2020). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Inundación*. UNGRD. Recuperado de <http://www.ungrd.gov.co>

## 2. Mapa Final



### Anexos:

#### 1. Enlace video:

<https://youtu.be/RxSFqS0BmWk>