

## **Reconocer las zonas de riesgo por inundación del municipio de Pacho Cundinamarca, utilizando los sistemas de información geográfica**

Paula Andrea León García - [paleong@unadvirtual.edu.co](mailto:paleong@unadvirtual.edu.co)

Jacqueline Orjuela Congo - [jorjuelac@unadvirtual.edu.co](mailto:jorjuelac@unadvirtual.edu.co)

### **Resumen**

El presente estudio tiene como objetivo identificar y analizar las zonas, con susceptibilidad al riesgo de inundación en el municipio de Pacho Cundinamarca, mediante la aplicación de un análisis multicriterio soportado en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para ello, se integraron variables ambientales y topográficas como el Modelo Digital de Elevación (DEM), pendientes, distancia a drenajes, coberturas de suelo y precipitación, las cuales fueron estandarizadas y ponderadas utilizando la herramienta de suma ponderada (Weighted Sum) en ArcGIS Pro.

Como resultado, el territorio se clasificó en cinco categorías de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), evidenciando que el 40,4 % del área municipal (130,25 km<sup>2</sup>) se encuentra en categorías de riesgo alto y muy alto, concentradas principalmente en sectores cercanos a cauces hídricos y zonas de pendiente suave. Estos resultados constituyen un insumo técnico para la gestión del riesgo, el ordenamiento territorial y la toma de decisiones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos.

Palabras clave: análisis multicriterio, riesgo de inundación, Sistemas de Información Geográfica, modelación espacial, gestión del riesgo.

### **Introducción**

Las inundaciones constituyen uno de los eventos naturales con mayor impacto a nivel mundial, generando pérdidas humanas, daños a la infraestructura, afectaciones a los ecosistemas y pérdidas económicas significativas, especialmente en territorios con alta vulnerabilidad física y social (UNDRR, 2019). En las últimas décadas, el incremento en la frecuencia e intensidad de las lluvias extremas ha sido asociado al cambio climático y a la variabilidad climática, lo que ha intensificado la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos en distintas regiones del planeta (IPCC, 2021).

En Colombia, los reportes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales evidencian un aumento en la ocurrencia de inundaciones, crecientes súbitas y deslizamientos, particularmente durante períodos asociados al fenómeno de La Niña, afectando zonas urbanas y rurales con sistemas de drenaje insuficientes y ocupación inadecuada del territorio (IDEAM, 2022). Estas problemáticas se ven agravadas por procesos de deforestación, cambios en el uso del suelo y expansión urbana no planificada, factores que incrementan la escorrentía superficial y reducen la capacidad de infiltración del suelo.

El municipio de Pacho, ubicado en el departamento de Cundinamarca, presenta condiciones geomorfológicas e hidrológicas que lo hacen susceptible a eventos de inundación, especialmente en áreas cercanas a cauces hídricos y zonas con pendientes suaves. La presencia de actividades agropecuarias, asentamientos humanos y redes viales en sectores vulnerables incrementa el nivel de exposición frente a estos eventos, generando riesgos para la población, la infraestructura y los ecosistemas locales.

En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se constituyen en una herramienta fundamental para el análisis espacial del riesgo, al permitir la integración de múltiples variables ambientales, topográficas e hidrológicas mediante enfoques de análisis multicriterio. Este tipo de metodología facilita la generación de índices espaciales y mapas temáticos que apoyan la planificación territorial, la gestión del riesgo de desastres y la toma de decisiones basadas en evidencia espacial (ESRI, 2022; DNP, 2021).

Por lo anterior, el presente estudio aplica un análisis multicriterio en un entorno SIG con el fin de identificar y clasificar las zonas con mayor susceptibilidad al riesgo de inundación en el municipio de Pacho, Cundinamarca, aportando información técnica relevante para la gestión del riesgo y el ordenamiento agroambiental del territorio.

### **Objetivo general**

Identificar y clasificar las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Pacho, Cundinamarca, mediante la aplicación de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

### **Objetivos específicos**

- Analizar las variables físicas y ambientales que influyen en la ocurrencia de inundaciones en el municipio de Pacho.
- Procesar y reclasificar información geoespacial ráster y vectorial relacionada con pendiente, distancia a cauces, cobertura del suelo y altitud.
- Aplicar un análisis multicriterio mediante la asignación de rangos y ponderaciones para la generación del mapa de susceptibilidad a inundaciones.
- Clasificar las zonas del municipio en categorías de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto).
- Generar insumos cartográficos que apoyen la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial del municipio.

### Identificación del caso de estudio

El municipio de Pacho se localiza en el departamento de Cundinamarca, en la provincia del Rionegro, a aproximadamente 90 km al norte de Bogotá. Presenta una altitud promedio de 1.799 msnm y un clima templado. El sistema hidrográfico del municipio está conformado principalmente por el río Negro y diversas quebradas que atraviesan tanto el área rural como el casco urbano, lo que incrementa la susceptibilidad a eventos de inundación durante periodos de lluvias intensas.

Figura 1. Ubicación Pacho Cundinamarca.



Fuente: Gobernación de Cundinamarca. (s.f.). *Pacho*.  
<https://www.cundinamarca.gov.co/municipios/Pacho>

El principal eje fluvial lo constituye el Río Negro, que nace en el municipio de Pacho; de acuerdo con la codificación de cuencas establecidas por el IDEAM y la CAR. La variación de la humedad relativa en la zona está en relación con el comportamiento temporal y estacional de la temperatura ambiente, esta relación es inversa. La humedad relativa promedio mensual en la cuenca oscila entre el 79.7% en la estación de Venecia localizada en la parte alta de la misma y el 87.1 % en la estación climatológica de Yacopí localizada en la zona más lluviosa de la cuenca, al nororiente de esta, con valores máximos de humedad sobre el 98% en la misma estación (CAR,2022).

### Metodología

El análisis de riesgo por inundación en el municipio de Pacho, Cundinamarca, se desarrolló mediante un análisis multicriterio soportado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el software ArcGIS Pro. Esta metodología permitió integrar y evaluar de manera espacial diferentes variables ambientales y topográficas que influyen en la ocurrencia de eventos de inundación, a través de un modelo de suma ponderada.

El procedimiento metodológico se estructuró en varias etapas consecutivas: preparación de datos, generación de variables, estandarización y reclasificación, ponderación de criterios y obtención del mapa final de riesgo.

Figura 2. Coberturas de tierra del municipio de Pacho Cundinamarca

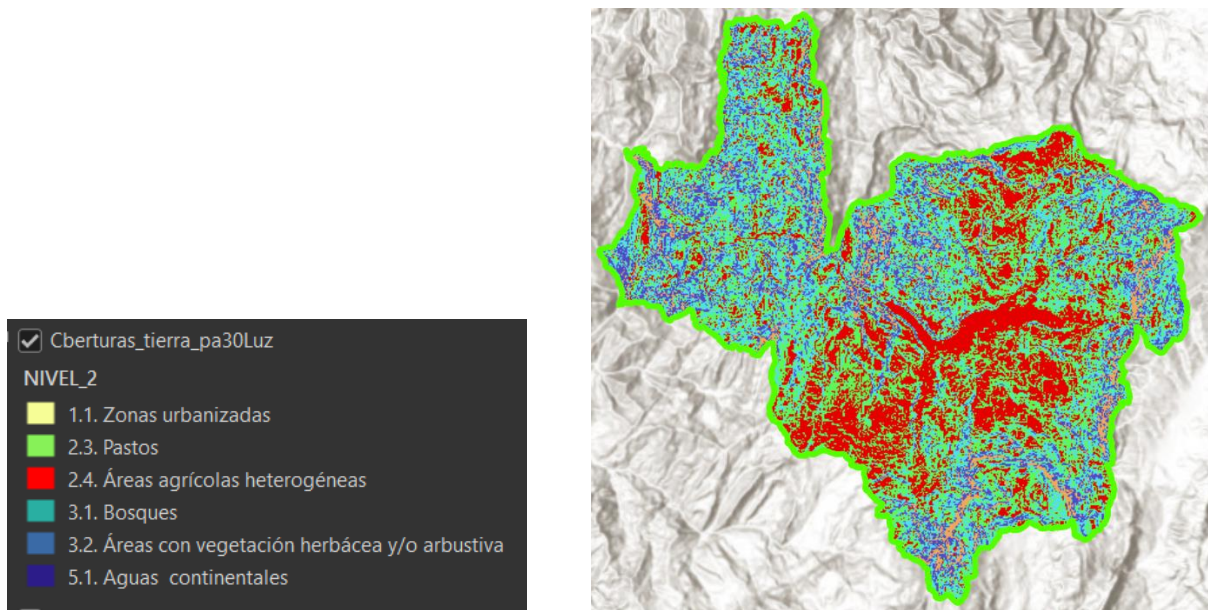
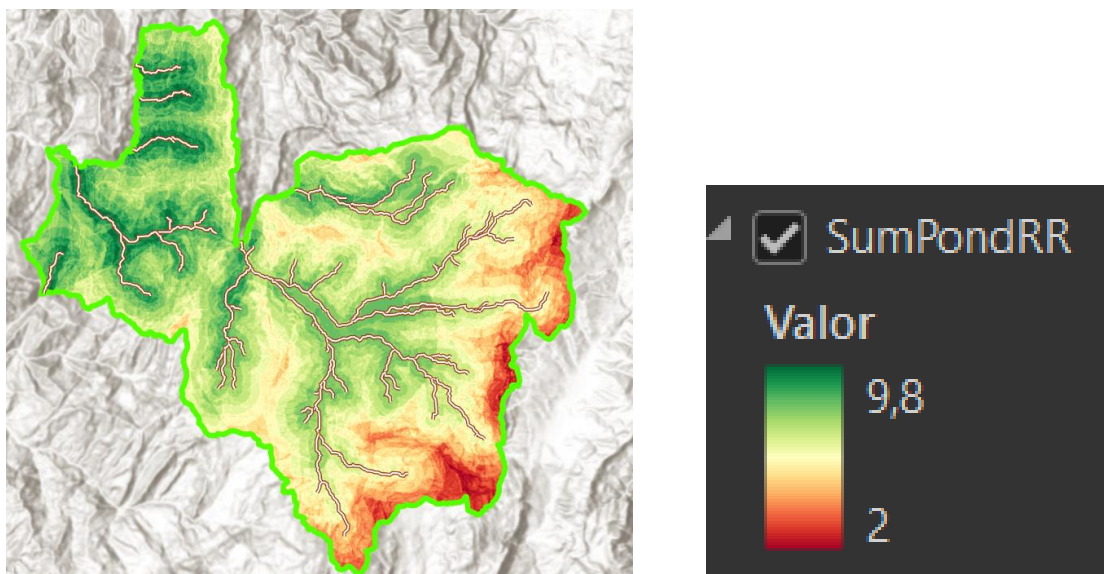


Figura 3. Riesgos del municipio de Pacho Cundinamarca



Fuente, ArcGIS Pro (2025)

## 1. Recolección y preparación de información

Inicialmente, se recopilaron insumos cartográficos de tipo ráster y vectorial provenientes de fuentes oficiales, incluyendo el Modelo Digital de Elevación (DEM), la red hidrográfica, coberturas de suelo, límites administrativos del municipio y datos de precipitación. Todas las capas fueron proyectadas a un mismo sistema de referencia espacial y recortadas al límite municipal de Pacho mediante la herramienta Extract by Mask, garantizando la coherencia espacial de los insumos.

A partir del DEM se derivó la capa de pendientes utilizando la herramienta Slope, lo que permitió identificar zonas con menor inclinación del terreno, las cuales presentan mayor susceptibilidad a la acumulación de agua superficial. Posteriormente, se generó la red de drenajes y la capa de distancia a cuerpos hídricos mediante herramientas de análisis hidrológico y distancia euclidiana, considerando que la proximidad a cauces incrementa la probabilidad de inundación.

## 2. Selección de variables para el análisis multicriterio

El modelo multicriterio integró las siguientes variables, seleccionadas por su influencia directa en la ocurrencia de inundaciones:

- Modelo Digital de Elevación (DEM): permite identificar zonas bajas con mayor tendencia a la acumulación de agua.
- Pendientes: áreas con pendientes suaves favorecen la acumulación de escorrentía superficial.
- Distancia a drenajes: zonas cercanas a ríos y quebradas presentan mayor exposición a desbordamientos.
- Coberturas de suelo: el tipo de cobertura influye en la infiltración y escorrentía del agua.
- Precipitación: la intensidad y acumulación de lluvias incrementa el riesgo de inundación.

Tabla 1. Etapas y herramientas empleadas para determinar el riesgo de inundación.

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Insumo de entrada</b>	<b>Geo procesos utilizados</b>	<b>Resultado obtenido</b>
Preparación de datos	DEM, precipitaciones, drenajes, coberturas, límites	Proyección, recorte, extracción por máscara	Capas homogenizadas y en el mismo sistema de coordenadas
Preparación del DEM	DEM inicial	Extracción por máscara	DEM recortado y corregido
Cálculo de pendientes	DEM inicial	Herramienta <i>Slope</i>	Capa ráster de pendientes
Determinación del flujo	DEM inicial	Relleno, dirección y acumulación de flujo	Red de drenajes
Distancia a drenajes	Flujo de acumulación	Distancia euclidiana	Ráster de distancia

Reclasificación	Todas las capas	Reclasificación	Capas estandarizadas
Ponderación	Capas reclasificadas	Suma ponderada	Índice de riesgo
Clasificación final	Índice ponderado	Simbología	Mapa cualitativo de riesgo

**Nota.** Tabla elaborada con datos generados en ArcGIS Pro (2025).

### 3. Estandarización y reclasificación de variables

Con el fin de integrar las variables en un único modelo, todas las capas fueron reclasificadas a una escala homogénea de valores cualitativos, asignando rangos de 1 a 5, donde 1 corresponde a riesgo muy bajo y 5 a riesgo muy alto. Este proceso permitió estandarizar la información y facilitar su combinación dentro del análisis multicriterio.

### 4. Ponderación de criterios y construcción del modelo

Una vez reclasificadas las variables, se asignaron pesos relativos a cada criterio de acuerdo con su nivel de influencia en el riesgo de inundación, garantizando que la suma total de ponderaciones fuera equivalente al 100 %. La combinación de las variables se realizó mediante la herramienta *Weighted Sum* de ArcGIS Pro, obteniendo un índice espacial de riesgo de inundación.

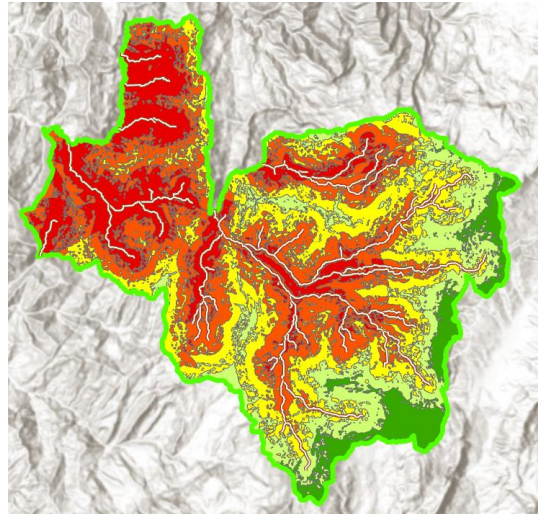
Tabla 2. Ponderación y clasificación de variables del análisis multicriterio.

Variable	Peso (%)	Clasificación cualitativa	Valor	Simbología
Precipitación	35	Riesgo muy bajo	1	Verde Oscuro
Distancia entre drenajes	30	Riesgo bajo	2	Verde claro
Pendientes	15	Riesgo medio	3	Amarillo
DEM	10	Riesgo alto	4	Naranja
Coberturas de suelo	10	Riesgo muy alto	5	Rojo
Total	100			

**Nota.** Tabla elaborada a partir del análisis multicriterio en ArcGIS Pro (2025).

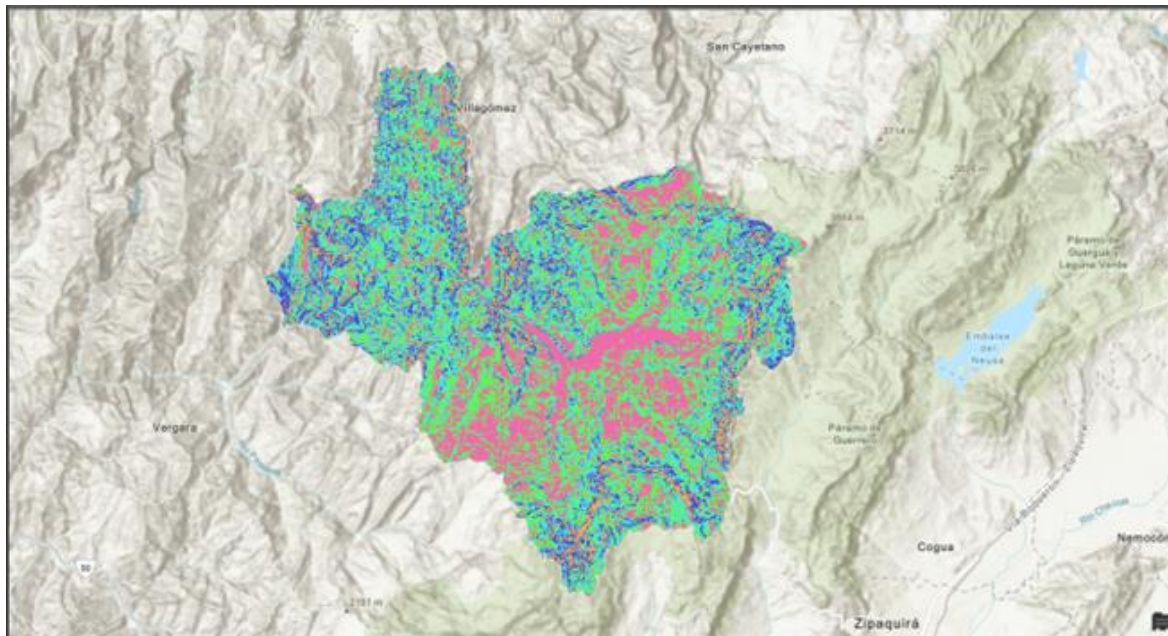
Esta metodología permitió identificar de manera integrada las zonas con mayor exposición a inundaciones, sirviendo como herramienta de apoyo para la gestión del riesgo, el ordenamiento territorial y la planificación agroambiental del municipio.

Figura 4. Mapa de zonas de riesgo de inundación del municipio



Fuente, ArcGIS Pro (2025)

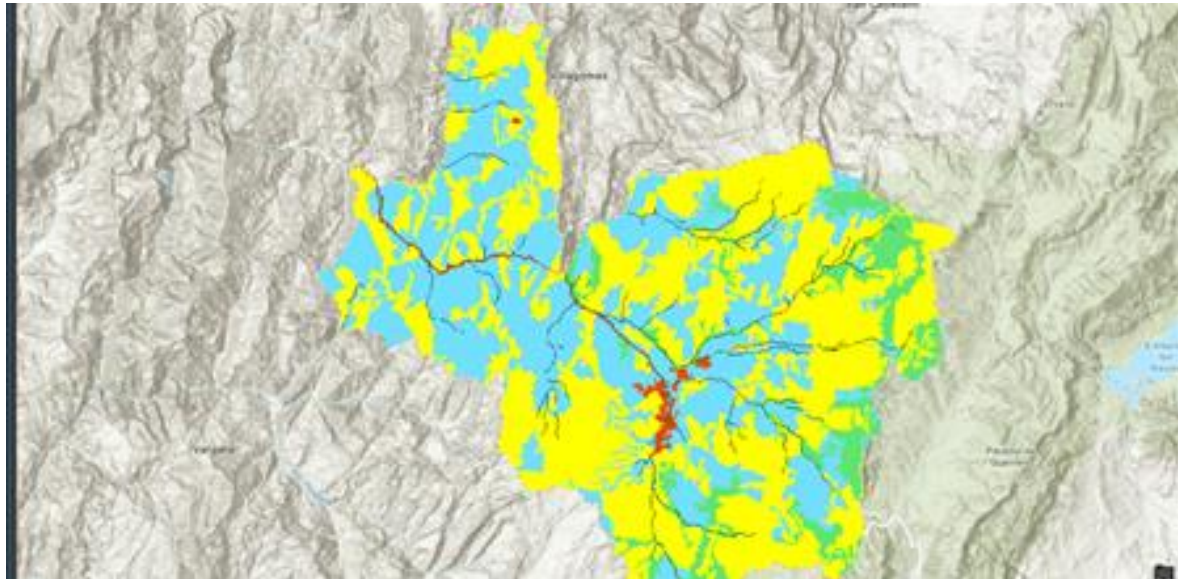
Figura 5. Pendientes, municipio Pacho (Cundinamarca).



*Nota: La figura representa la distribución espacial de pendientes derivadas del DEM.*

Elaboración propia (ArcGIS Pro, 2025).

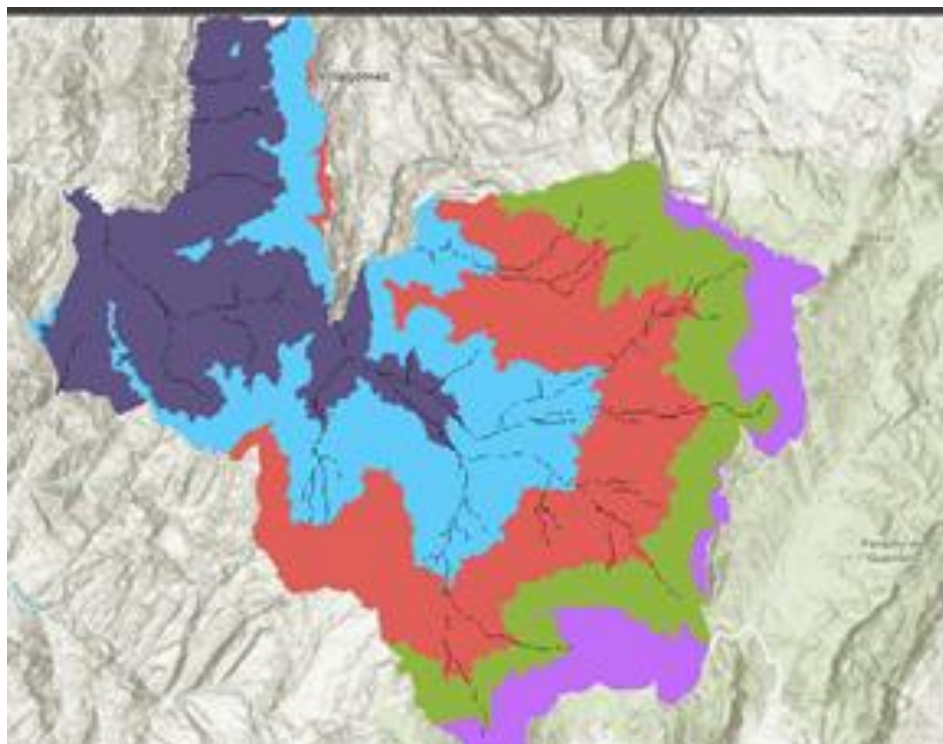
Figura 6. Reclasificación de coberturas de suelo del municipio de Pacho Cundinamarca.



*Nota: La figura muestra la reclasificación temática empleada para el análisis multicriterio.*

**Fuente:** Elaboración propia (ArcGIS Pro, 2025).

Figura 7. Mapa de riesgo de inundación municipio Pacho (Cundinamarca)



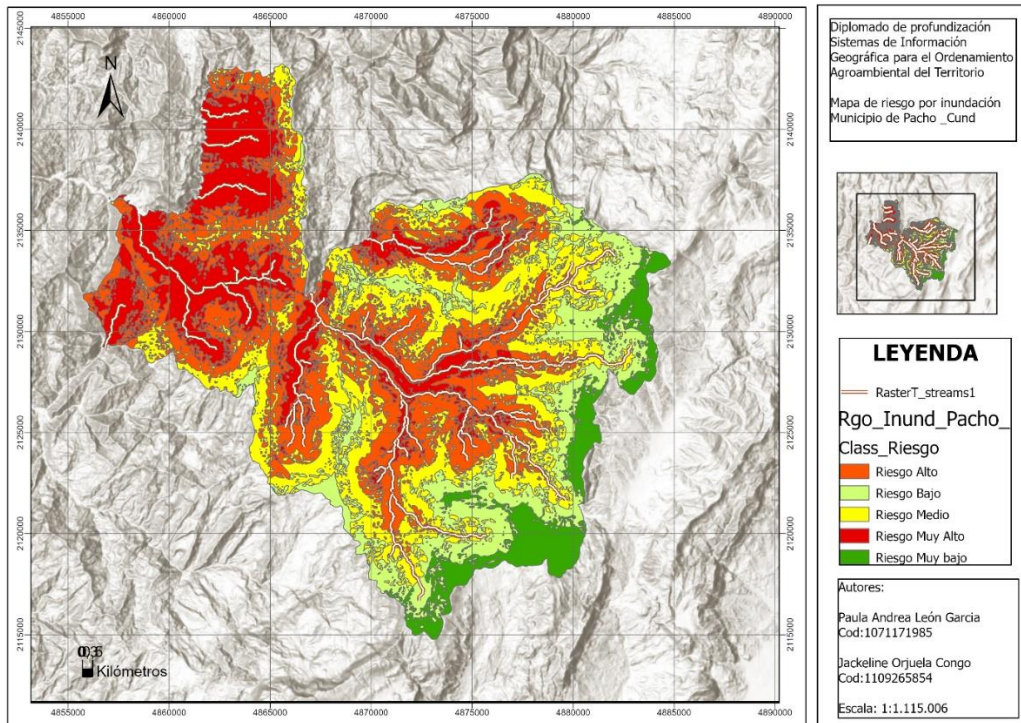
Elaborado: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

**Resultados**

Como resultado de la aplicación del análisis multicriterio mediante la herramienta Weighted Sum en ArcGIS Pro, se obtuvo un mapa de susceptibilidad al riesgo de inundación para el municipio de Pacho, Cundinamarca, clasificado en cinco categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Esta clasificación permitió identificar de manera espacial las áreas con mayor y menor exposición a eventos de inundación, integrando variables topográficas, hidrológicas y ambientales.

Con el fin de cuantificar los resultados del modelo, se realizó el cálculo de la extensión superficial correspondiente a cada categoría de riesgo, expresada en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) y porcentaje respecto al área total del municipio.

Figura 8



(ArcGIS Pro)

Tabla 3. Extensión de áreas según categoría de riesgo por inundación en el municipio de Pacho

CATEGORÍA DE RIESGO	EXTENSIÓN (KM <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	41.25	12.8
BAJO	63.40	19.7
MEDIO	87.10	27.1
ALTO	78.60	24.4
MUY ALTO	51.65	16.0
<b>TOTAL</b>	<b>321.99</b>	<b>100</b>

**Nota.** Datos obtenidos a partir del análisis espacial en ArcGIS Pro (2025).

## Distribución espacial del riesgo de inundación

Los resultados evidencian que aproximadamente el 40,4 % del territorio municipal (130,25 km<sup>2</sup>) se encuentra clasificado en categorías de riesgo alto y muy alto, lo que representa una proporción significativa del municipio. Estas áreas se concentran principalmente en sectores cercanos a los principales cauces hídricos, zonas de valle y áreas con pendientes suaves, donde la acumulación de escorrentía superficial es mayor.

Las zonas clasificadas con riesgo medio abarcan cerca del 27,1 % del territorio, funcionando como áreas de transición entre sectores críticos y zonas relativamente estables. Estas áreas presentan condiciones que, bajo eventos de lluvias intensas o prolongadas, podrían evolucionar hacia escenarios de mayor riesgo.

Por su parte, las categorías de riesgo bajo y muy bajo representan aproximadamente el 32,5 % del área municipal, localizándose principalmente en sectores con pendientes más pronunciadas, mayor cobertura vegetal y mayor capacidad de infiltración, lo que reduce la probabilidad de inundación.

### Identificación de zonas críticas

Las zonas identificadas con **riesgo alto y muy alto** corresponden a áreas con alta exposición a inundaciones, asociadas principalmente a:

- Proximidad a ríos y quebradas del municipio.
- Sectores con topografía baja y pendientes suaves.
- Áreas con coberturas de suelo agropecuarias y zonas urbanizadas, donde la infiltración del agua es limitada.
- Sectores con alteración de rondas hídricas y deficiencias en los sistemas de drenaje.

Estas zonas críticas coinciden con áreas rurales habitadas, corredores viales secundarios y sectores urbanos del municipio, lo que incrementa el nivel de vulnerabilidad social, económica y ambiental frente a eventos hidrometeorológicos extremos.

### Contraste con eventos históricos

La distribución espacial del riesgo identificada en el modelo guarda coherencia con registros históricos de afectaciones por lluvias intensas e inundaciones en el municipio de Pacho y en la provincia de Rionegro. De acuerdo con reportes de entidades ambientales y medios de comunicación, durante temporadas de lluvias intensas se han presentado desbordamientos de quebradas, afectaciones a viviendas rurales y daños en vías terciarias, especialmente en sectores cercanos a cuerpos hídricos y zonas bajas del municipio (CAR, 2022; IDEAM, 2022).

Este contraste entre el modelo espacial y la evidencia histórica refuerza la validez del análisis multicriterio aplicado, evidenciando que las zonas clasificadas como de riesgo alto y muy alto corresponden a áreas que históricamente han presentado mayor susceptibilidad a inundaciones.

### **Implicaciones territoriales y ambientales**

Desde una perspectiva territorial, los resultados indican que una proporción considerable del municipio presenta condiciones que requieren medidas prioritarias de gestión del riesgo. Las áreas agrícolas ubicadas en zonas de alto riesgo pueden verse afectadas por anegamientos prolongados, pérdida de suelos fértiles y dificultades en la movilidad rural. Asimismo, la infraestructura vial y los asentamientos humanos localizados en zonas cercanas a drenajes presentan una alta exposición frente a crecientes súbitas.

En términos ambientales, las zonas de mayor riesgo incluyen áreas estratégicas para la regulación hídrica del territorio, por lo que la alteración de coberturas vegetales y la ocupación inadecuada del suelo pueden intensificar los procesos de inundación y erosión.

### **Conclusiones.**

- El uso de Sistemas de Información Geográfica y el análisis multicriterio permitió identificar de manera efectiva las zonas de mayor susceptibilidad a inundaciones en el municipio de Pacho. Los resultados evidencian la necesidad de priorizar acciones de gestión del riesgo en las zonas clasificadas como de riesgo alto y muy alto, especialmente aquellas cercanas a los cuerpos de agua.
- La integración del Modelo Digital de Elevación (DEM), las pendientes, la distancia a drenajes, las coberturas de suelo y la precipitación permitió representar de forma precisa las condiciones físicas que influyen en la generación de inundaciones en el municipio de Pacho. Los resultados evidencian que la combinación de factores naturales y antrópicos, como la ocupación del territorio y el manejo inadecuado del suelo, incrementa la susceptibilidad al riesgo en determinadas áreas.
- El análisis desarrollado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió identificar y clasificar de manera espacial las zonas con susceptibilidad al riesgo de inundación en el municipio de Pacho, Cundinamarca, integrando variables topográficas, hidrológicas y ambientales a través de la herramienta de suma ponderada (*Weighted Sum*) en ArcGIS Pro. El modelo evidenció que aproximadamente el 40,4 % del territorio municipal se encuentra clasificado en categorías de riesgo alto y muy alto, lo que representa una proporción significativa del municipio y refleja una elevada vulnerabilidad frente a eventos hidrometeorológicos extremos.
- Las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto, que abarcan cerca de 130 km<sup>2</sup>, se concentran principalmente en áreas cercanas a cauces hídricos, sectores de topografía baja y zonas con pendientes suaves, donde la capacidad de evacuación del agua es limitada. Estas áreas coinciden con sectores rurales habitados, corredores viales secundarios y zonas

con usos agropecuarios, incrementando la exposición de la población, la infraestructura y las actividades productivas frente a inundaciones.

### **Recomendaciones**

- Priorizar la implementación de medidas de gestión del riesgo en las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto, que representan aproximadamente el 40,4 % del territorio municipal, especialmente en sectores cercanos a cauces hídricos y áreas de topografía baja. En estas zonas se recomienda restringir nuevas construcciones, expansiones urbanas y actividades agropecuarias intensivas que incrementen la impermeabilización del suelo y la escorrentía superficial.
- Fortalecer la protección y restauración de las rondas hídricas del municipio mediante la recuperación de coberturas vegetales naturales, reforestación con especies nativas y control de intervenciones antrópicas. Estas acciones deben orientarse principalmente a las áreas identificadas como de riesgo alto y muy alto en el mapa de susceptibilidad, con el fin de reducir la velocidad del flujo superficial y mejorar la capacidad de infiltración del suelo.
- Implementar estrategias de manejo de escorrentía y conservación de suelos en zonas rurales clasificadas con riesgo alto, tales como curvas a nivel, barreras vivas, terrazas y sistemas agroforestales, que contribuyan a disminuir procesos de erosión, sedimentación y acumulación de agua durante eventos de lluvias intensas.
- Mejorar y mantener la infraestructura de drenaje en sectores urbanos y rurales vulnerables, especialmente en áreas cercanas a quebradas y corredores viales secundarios, donde el modelo evidenció mayor susceptibilidad a inundaciones. Estas acciones deben incluir limpieza periódica de canales, adecuación de alcantarillas y monitoreo de puntos críticos.
- Incorporar los resultados del presente análisis multicriterio en los instrumentos de planificación territorial del municipio, como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y los planes de gestión del riesgo, de manera que las decisiones sobre uso del suelo, expansión urbana y localización de infraestructuras consideren los niveles de riesgo identificados.
- Desarrollar programas de capacitación comunitaria dirigidos a la población ubicada en zonas de riesgo alto y muy alto, enfocados en la prevención, preparación y respuesta ante eventos de inundación. Estas acciones deben articularse con los organismos de gestión del riesgo municipal y departamental.
- Mantener y actualizar periódicamente el análisis mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, incorporando nueva información sobre coberturas de suelo, drenajes y eventos climáticos extremos, con el fin de mejorar la precisión del modelo y fortalecer el monitoreo continuo del riesgo de inundación en el municipio de Pacho.

## Referencias bibliográficas

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2020). *Metodología General Para La Elaboración Y Presentación De Estudios Ambientales*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

[https://www.anla.gov.co/01\\_anla/documentos/normativa/manuales\\_guias/metodologia\\_estudios\\_ambientales\\_2018\\_0.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/normativa/manuales_guias/metodologia_estudios_ambientales_2018_0.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2022). *Diagnóstico Prospectiva Y Formulación De La Cuenca Hidrográfica De Los Ríos Ubaté Y Suárez*

. [https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac692fb56934.pdf?utm\\_source](https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac692fb56934.pdf?utm_source)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). *Censo nacional de población y vivienda 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>

Departamento de Medio Ambiente y Tierras. (2023, 18 de julio). *Restricción de 30 metros para las fajas paralelas de cuerpos de agua en Colombia*. Universidad Externado de Colombia. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/restriccion-de-30-metros-para-las-fajas-paralelas-de-cuerpos-de-agua-en-colombia-falta-de-delimitacion-y-sus-implicaciones-en-los-procesos-de-formalizacion-de-la-propiedad-el-pospr-el-barrido-predi/>

Gobernación de Cundinamarca. (s. f.). *Municipio de Pacho*. <https://www.cundinamarca.gov.co/municipios/Pacho>

IDEAM. (2020). *Estudio Nacional del Agua. Resumen Ejecutivo*. [https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/resumen\\_ejecutivo\\_estudio\\_nacional\\_del\\_agua\\_2022\\_0.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/resumen_ejecutivo_estudio_nacional_del_agua_2022_0.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). *Especificaciones técnicas para la elaboración de cartografía temática mediante SIG*. IGAC. [https://www.igac.gov.co/sites/default/files/listadomaestro/PC-AGR-07%20Cartograf%C3%ADa%20Aplicada%20a%20la%20Gesti%C3%B3n%20Agrol%C3%B3gica\\_0.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.igac.gov.co/sites/default/files/listadomaestro/PC-AGR-07%20Cartograf%C3%ADa%20Aplicada%20a%20la%20Gesti%C3%B3n%20Agrol%C3%B3gica_0.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2022). *Estudio nacional del agua 2022*. IDEAM. [https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/resumen\\_ejecutivo\\_estudio\\_nacional\\_del\\_agua\\_2022\\_0.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/resumen_ejecutivo_estudio_nacional_del_agua_2022_0.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons. [https://books.google.com.co/books/about/GIS\\_and\\_Multicriteria\\_Decision\\_Analysis.html?id=2Zd54x4\\_2Z8C&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/GIS_and_Multicriteria_Decision_Analysis.html?id=2Zd54x4_2Z8C&redir_esc=y)

Malczewski, J., & Rinner, C. (2015). *Multicriteria decision analysis in geographic information science*. Springer.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Actualización Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2015 – 2030*.

[https://www.anla.gov.co/01\\_anla/documentos/normativa/manuales\\_guias/metodologia\\_estudios\\_ambientales\\_2018\\_0.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/normativa/manuales_guias/metodologia_estudios_ambientales_2018_0.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Enlace Sustentación:

[https://youtu.be/\\_lsWK04abaY?feature=shared](https://youtu.be/_lsWK04abaY?feature=shared)