

Análisis del mapa de riesgo por inundación del municipio de Anapoima Cundinamarca.

Eduard Miguel Suárez Puentes, emsuarezpu@unadvirtual.edu.co

Karen Natalia Perez Vargas, knperezv@unadvirtual.edu.co

Jhoswar Clodomiro Rodríguez Peña, jcrodriguezpe@unadvirtual.edu.co

Ana Isabel Torres Fajardo, aitorresf@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Yetfersson Arley Serrato Velosa, yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

El presente informe analiza la distribución espacial del riesgo por inundación en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, a partir de un mapa temático clasificado en cinco categorías: riesgo muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Se identifican las zonas críticas más expuestas, se comparan los resultados con información histórica disponible sobre afectaciones hidrometeorológicas y se evalúan los impactos potenciales en comunidades, infraestructura, sistemas productivos y ecosistemas locales. A sí mismo, se plantean recomendaciones de manejo y ordenamiento agroambiental, orientadas a disminuir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia territorial. Para llegar a todo esto este estudio tubo que evaluar y modelar el riesgo por inundación en el municipio de Anapoima, enfocándose en las áreas de influencia de los ríos Apulo y Bogotá, para aportar al ordenamiento agroambiental del territorio.

Se aplicó la metodología en modelación del riesgo de inundación en SIG donde para realizar el presente estudio, se aplicó una metodología de modelación hidrológica e hidráulica dentro de un sistema de información geográfica (SIG), utilizando el software ArcGIS para la simulación del flujo.

Palabras claves:

Inundaciones; ordenamiento agroambiental; riesgo hídrico; Anapoima

Introducción

El municipio de Anapoima, hace parte de la cuenca del río Bogotá, la cual se extiende en el sentido norte-sur y cubre cerca del 24% del departamento. El municipio hace parte de la cuenca baja del río Bogotá y pertenece a las subcuencas del río Apulo zona baja, cubriendo una superficie del municipio equivalente a 5105 hectáreas; la subcuenca del río Calandaima, cubriendo una superficie del municipio equivalente a 3091 hectáreas; y la cuenca del sector del Salto del Tequendama-Apulo, cubriendo una superficie equivalente a 5044 hectáreas. (Alcaldía Municipal de Anapoima, s.f documento SIGAM 2012-2015).

En el municipio de Anapoima se han presentado eventos de inundación se localizan principalmente en la planicie de inundación de los ríos Apulo, Bogotá y las quebradas campos y Socotá, las cuales se ven afectadas en épocas de invierno.

De las 531 viviendas que se encuentran en riesgo naturales, el 82,2% se halla en peligro de deslizamiento, el 9.6% en riesgo de inundación por ubicarse cercade la ribera del Río Apulo la cual en época de lluvias aumenta su caudal en un 8%. (Alcaldía Municipal de Anapoima, s.f documento SIGAM 2012-2015).

Actualmente el Concejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres realiza visitas periódicas de seguimiento. Durante la temporada invernal se han presentado inundaciones en algunos predios de uso agropecuario; afectando cultivos permanentes, transitorios, animales domésticos y viviendas sobre las riberas del río Apulo y el río Bogotá (Alcaldía Municipal de Anapoima, s.f documento SIGAM 2012-2015).

En Anapoima, ubicado en la provincia del Tequendama, la dinámica hidrológica de su red de quebradas y ríos locales se ve influenciada por una compleja interacción entre la variabilidad climática y la transformación del paisaje.

Los fenómenos asociados al cambio climático como son la disminución de las precipitaciones y el aumento de periodos secos así como la disminución de la cobertura vegetal nativa para dar paso a la parcelación del territorio rural para construcción de viviendas en el territorio de Anapoima, han ocasionado entre otros, la pérdida del recurso hídrico, por lo cual se hace imperante actuar desde el PBOT para hacer frente a esta problemática, a través de tres estrategias que tienen en cuenta el ámbito nacional, regional y local (Alcaldía de Anapoima documento técnico de soporte – DTS, 2023).

El análisis del riesgo por inundación trasciende la cartografía estadística; es un pilar fundamental para la planificación territorial, la gestión ambiental municipal y la protección de infraestructuras y ecosistemas estratégicos. Este informe describe y analiza los resultados del mapa de riesgo por inundación de Anapoima, identificando zonas críticas en las riberas de los ríos Bogotá y Apulo. A partir de esta zonificación, se proponen medidas correctivas desde la ingeniería agroforestal, enfocadas en la restauración de zonas de protección y la implementación de sistemas de drenaje sostenibles que mitiguen el impacto hídrico en el municipio.

Objetivos

General

Analizar la distribución del riesgo por inundación en el municipio de Anapoima (Cundinamarca) e interpretar sus implicaciones socioambientales, territoriales y agropecuarias, generando recomendaciones para el ordenamiento agroambiental.

Específicos

- Identificar las áreas clasificadas con mayor y menor riesgo por inundación dentro del mapa generado.
- Comparar los resultados con evidencias e históricos documentados sobre inundaciones o afectaciones hidrometeorológicas en Anapoima.

- Evaluar el impacto potencial del riesgo sobre las comunidades, infraestructura, sistemas productivos y ecosistemas locales.

Identificación del caso de estudio. El caso de estudio corresponde al municipio de Anapoima se encuentra localizado en el Departamento de Cundinamarca, y hace parte de la Provincia del Tequendama, en la ladera occidental de la cordillera oriental; a una distancia aproximada de 87 Km. de Bogotá D.C. Con una altura sobre el nivel del mar entre los 650 y 1200 metros, su temperatura entre los 22° C y 28° C, encontrándose dentro del piso térmico cálido-seco, razón por la cual se conoce el municipio de Anapoima como “El Sol de la Eterna Juventud”, ubicado en las coordenadas 4° 33′ 13″ de latitud norte y 74° 32′ 22″ de longitud oeste.

Durante la temporada invernal se han presentado inundaciones en algunos predios de uso agropecuario; afectando cultivos permanentes, transitorios, animales domésticos y viviendas sobre las riberas del río Apulo y el río Bogotá.

Se ha presentado riesgo por inundación principalmente en la planicie de inundación de los ríos Apulo, Bogotá y las quebradas campos y Socotá, las cuales se ven afectadas en épocas de invierno. (Alcaldía Municipal de Anapoima PMGRD 2016)

Históricamente, Anapoima ha registrado afectaciones asociadas a:

- ✓ Desbordamientos de quebradas como La Pampa, El Sapo y La Honda.
- ✓ Movimientos en masa desencadenados por lluvias intensas.
- ✓ Inundaciones en sectores suburbanos durante temporadas de La Niña.

La vulnerabilidad se incrementa en sectores cercanos a cauces, zonas de acumulación de aguas y áreas de laderas intervenidas según (UNGRD, 2021). En Anapoima la problemática se centra en los ríos Apulo y Bogotá.

Río Apulo: Amenaza de Origen Fluvial: El Río Apulo, con su régimen hídrico de rápida respuesta y su histórica intervención antrópica en las rondas, representa una amenaza constante. La modelación de superficies (DEM) en ArcGIS Pro permite identificar las llanuras de inundación y las áreas de mayor riesgo de socavamiento lateral en el municipio de Apulo, afectando la infraestructura y las áreas de desarrollo turístico y agrícola.

Río Bogotá:

Vulnerabilidad y Exposición: A pesar de que Anapoima no está directamente sobre el cauce principal del río Bogotá, el río Apulo es un afluente clave. La dinámica de la cuenca baja del Bogotá, sumada a los históricos vertimientos y la sedimentación, crea un efecto de represamiento o aumento de nivel que impacta de manera indirecta y directa la subcuenca del Apulo. En la historia de los desastres en el Departamento de Cundinamarca, reportado por IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA (2017) y la CAR (2017) se puede ver que en el período de 1900- 2016 los más comunes han sido las inundaciones de larga duración, las avenidas torrenciales, los incendios

forestales, los fenómenos de remoción en masa y los vendavales (CAR 2023 Cambio Climático en la cuenca del río Bogotá)

Metodología

Análisis multicriterio (AMC) en la modelación del riesgo por inundación en Anapoima.

El análisis multicriterio (AMC) es el marco metodológico utilizado para integrar y ponderar diferentes variables geográficas y climáticas (los insumos) con el fin de determinar las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Anapoima.

En este contexto, el AMC transforma datos brutos geospaciales en un mapa de decisión que identifica la susceptibilidad y amenaza en las zonas aledañas a los ríos Apulo y Bogotá.

El AMC como Proceso de integración geoespacial

En la modelación de riesgo por inundación, los criterios del AMC son las variables ráster que influyen en la acumulación y el flujo de agua. El proceso es esencialmente una combinación lineal Ponderada (un método clásico de AMC) realizada dentro de un sistema de información geográfica (SIG).

Tabla 1. Cuadro Definición de Insumos (Criterios y Alternativas)

Tipo de Insumo	Descripción/Función como Criterio	Archivos Utilizados
Topografía	Determina cómo fluye y se acumula el agua.	Ráster modelo de elevación digital (DEM), Ráster Slope (pendientes), Capa ráster de Acumulación de flujo.
Hidrología	Define las fuentes y trayectorias del agua.	Ráster Streams (corrientes) Ráster Distan Anapoima (distancia a las corrientes).
Climático (Amenaza)	Representa la intensidad del evento.	Ráster precipitación municipio de Anapoima, Ráster precipitación abril Anapoima
Cobertura (Vulnerabilidad)	Afecta la infiltración y la escorrentía superficial.	Capa shapefile de cobertura de tierras Reclas Coberturas Anapoima.

Nota: Esta tabla se evidencian el tipo de insumo utilizado con su respectiva descripción y se evidencian los archivos utilizados desde el ArcGIS pro. Fuente: autoría propia (2025)

Ponderación (Asignación de Pesos)

Antes de la combinación, se realiza la reclasificación (por ejemplo, Reclass distan, Reclass precipitación, Reclass DEM). Esto asigna un valor estandarizado (una "puntuación" de riesgo) a cada celda del ráster.

Luego, el AMC exige asignar un peso relativo a cada criterio.

Se aplique la suma ponderada para combinar múltiples capas de datos, donde cada factor tendrá un peso específico que indica su importancia relativa en la modelación del riesgo de inundación. Para ello, se tuvo en cuenta la información de la Tabla 4, que contiene los porcentajes de influencia de cada factor así:

Tabla 2. Criterios de análisis para el riesgo de inundación

Factor	Porcentaje	/100
Modelo de elevación digital DEM	10%	0,1
Pendientes	15%	0,15
Cobertura de tierras (Land cover)	10%	0,1
Precipitación	35%	0,35
Distancia entre drenajes	30%	0,3
Total	100%	1

Nota: Esta tabla muestra los cinco factores del análisis de riesgo de inundación y el porcentaje de influencia de cada uno, así como su valor en escala decimal para aplicar en un análisis multicriterio. Fuente Guía de actividades fase 4 UNAD.

La Reclasificación del ráster Slope (Pendiente)

El ráster Slope (pendientes)_municipio de Anapoima es el insumo inicial. Sus valores representan el grado de inclinación del terreno, generalmente medido en grados o porcentaje.

El objetivo de la reclasificación es asignar una puntuación de riesgo (o susceptibilidad) a cada valor de pendiente, de modo que se ajuste a una escala común (de 1 a 5) que pueda ser combinada con otros criterios (como la precipitación o la cobertura) de acuerdo con la guía de actividades de la fase 4 reclasificación de riesgo por inundación.

Tabla 3. Reclasificación de riesgo por inundación

valores	Simbología
1	
2	
3	
4	
5	

Nota: Esta tabla se puede visualizar el color que se le ha asignado a cada valor de riesgo por inundación. Fuente: Guía de aprendizaje– Fase 4 – UNAD

Lógica Física (Criterio de Riesgo)

En el contexto de inundación, la lógica de riesgo de la pendiente es la siguiente:






Pendientes Bajas (Terreno Plano): El agua se mueve lentamente y tiende a acumularse. Esto representa un riesgo de inundación alto.

Pendientes altas (terreno empinado): El agua fluye rápidamente y drena el área con mayor eficiencia. Esto representa un riesgo de inundación bajo o moderado.

Desde el ArcGIS Pro se realizó el siguiente proceso:

1. Se realizó una reclasificación para ver el riesgo que tiene el municipio, la reclasificación se realizó con clasificación cuantitativa donde el riesgo en el cual se implementó la siguiente tabla y se obtuvo el resultado

Tabla 4. Clasificación cuantitativa

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

Nota: Esta tabla evidencia cinco clasificaciones cualitativas con sus valores correspondientes, y con su respectivo color que los va a diferenciar. Fuente: Guía de aprendizaje– Fase 6 - Evaluación Final UNAD

Realización de mapa de Riesgos:

Se creó un mapa de riesgo por inundación (vectorial) en ArcGIS pro para el municipio de Anapoima Cundinamarca, con clasificación de riesgo de inundación en cinco niveles diferentes (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), utilizando un código de colores para su identificación.

1. Digitalización visual:

Se procesó la imagen para estimar porcentajes de cobertura por clase (aproximación mediante clasificación de color).

2. Consulta de información histórica (secundaria):

Se revisaron reportes del IDEAM, noticias oficiales, documentos de gestión del riesgo departamental y municipal.

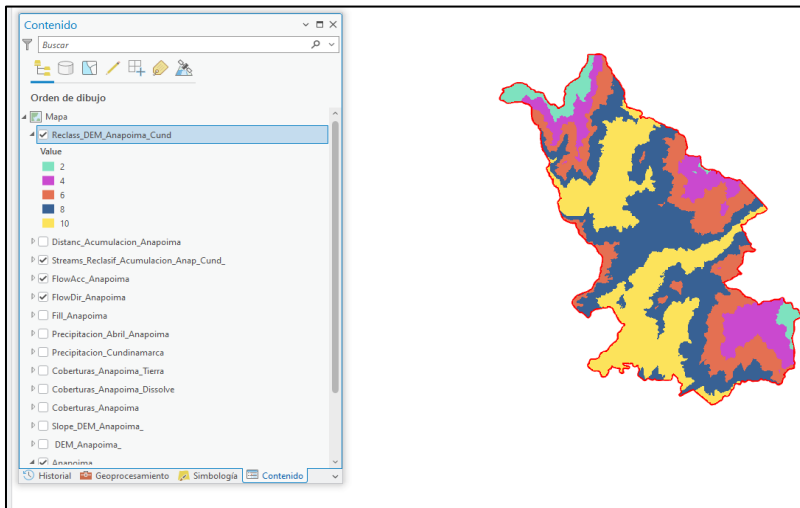
3. Análisis de impactos potenciales:

Se evaluó la vulnerabilidad de comunidades, infraestructura, sistemas agropecuarios y ecosistemas según su ubicación dentro de las zonas de riesgo.

Desde el ArcGIS Pro se realizó el siguiente proceso

1. Se realizó una reclasificación para ver el riesgo que tiene el municipio, la reclasificación se realizó con clasificación cuantitativa

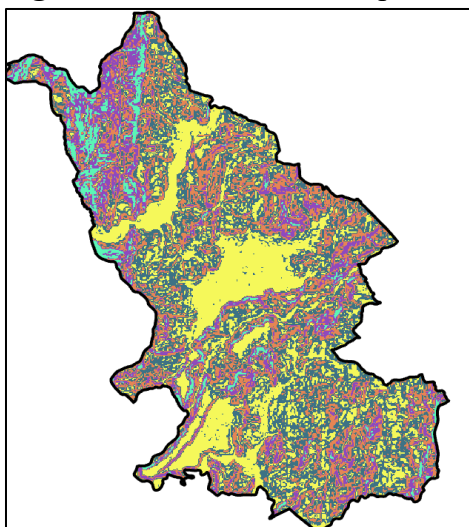
Figura 1. reclasificación cuantitativa de riesgo



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

2. Se realizó una reclasificación para las pendientes teniendo en cuenta los valores y la clasificación cualitativa del paso anterior con el cual se pudo observar las pendientes con mayor riesgo y con el menor riesgo

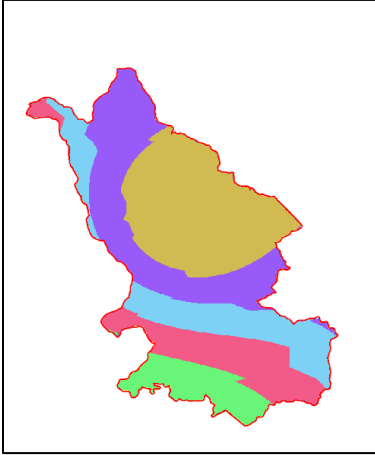
Figura 2. Reclasificación de pendientes



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

3. Se realizo una reclasificación el ráster de precipitación del municipio con los mismos valores cualitativos que se ha venido trabajando, pero esta vez los valores se ponen en orden ascendente

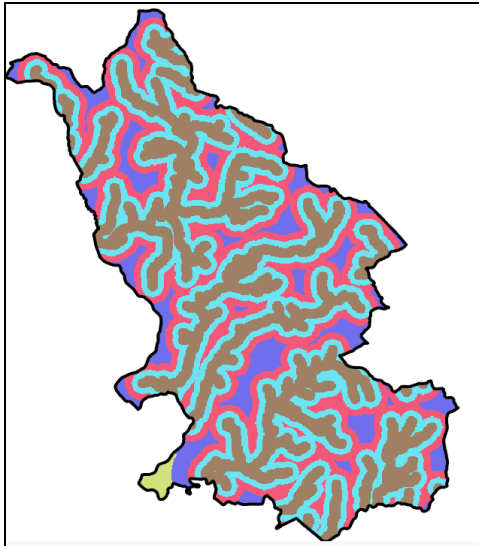
Figura 3. Reclasificación de ráster de precipitación



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

4. se realiza una reclasificación de drenajes donde los valores de la clasificación cualitativa se van a poner en orden descendentes.

Figura 4. Reclasificación de drenajes



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

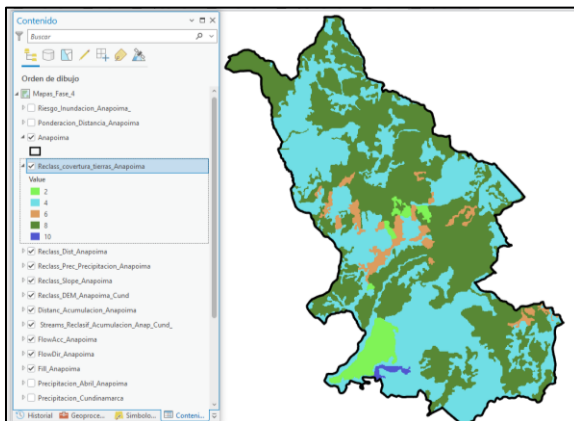
5. se realizó una reclasificación de coberturas de tierras donde se tenían en cuenta los mismos valores, pero ya el orden lo poníamos nosotros mirando el valor de riesgo que uno considerada para cada cobertura del suelo.

Tabla 5. Cobertura de tierras reclasificación

Cobertura de tierras	Clasificación de valores
1.1. zonas urbanizadas	6
1.2. zonas industriales o comerciales y redes de comunicación.	2
1.4. zonas verdes artificializadas, no agrícolas.	2
2.1. cultivos transitorios	8
2.2 cultivos permanentes	8
2.3. pastos	4
2.4. áreas agrícolas heterogéneas	8
3.1. bosques	2
3.2. áreas con vegetación herbácea o arbustiva	4
5.1. aguas continentales	10

Nota: En esta tabla se evidencian que cada cobertura tiene un valor de clasificación como 2, 4, 6, 8 y 10 que se le asigno en ArcGIS desde el criterio de uno considerando el riesgo, sabiendo que 2 es el menor riesgo y 10 es el mayor riesgo que puede haber. Fuente autoría, propia (2025) ArcGIS.

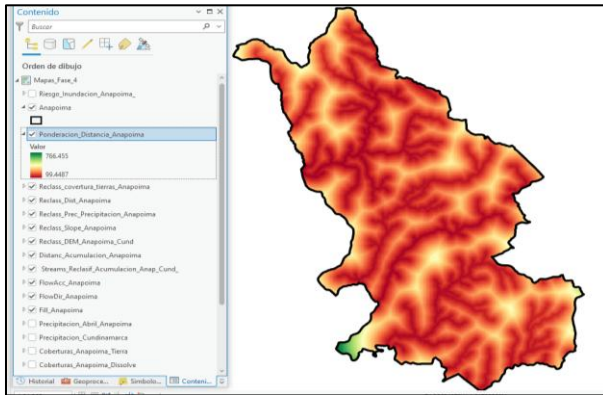
Figura 5. Reclasificación de coberturas



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

- se tomó una suma ponderada para combinar las capas de datos en el cual cada factor se le dará un peso el que indica la importancia del modelo por inundación.

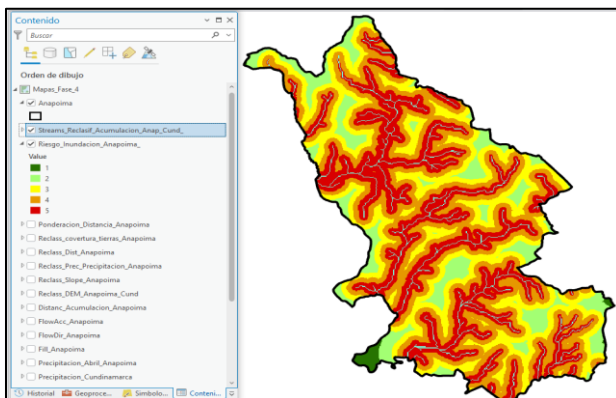
Figura 6. Ponderación



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

7. por último, se logró obtener el resultado de la reclasificación del riesgo por inundación.

Figura 7. Resultado de la reclasificación

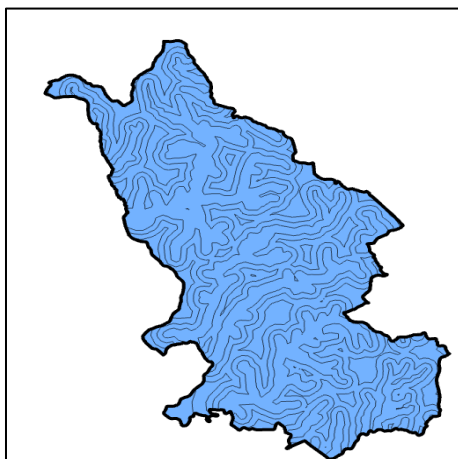


Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Desde la fase 6

1. Se realizo una capa vectorial de riesgo.

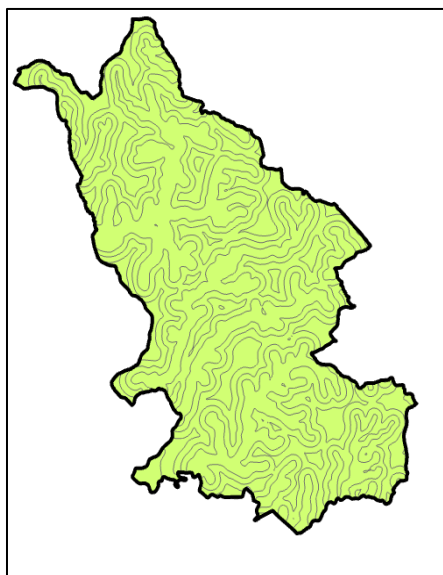
Figura 8. Capa vectorial



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

2. Después se procedió a suavizar (smooth) los polígonos que se obtuvieron anteriormente para poder tener una mejor visualización en el mapa.

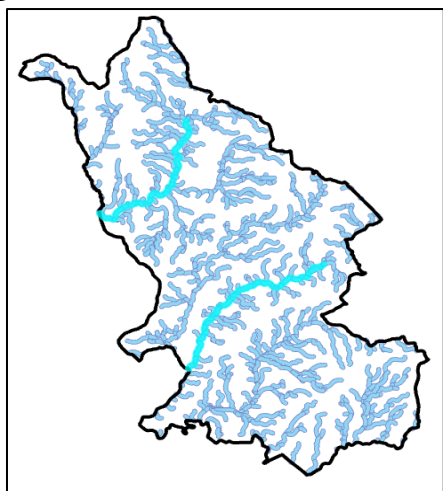
Figura 9. Smooth de polígonos



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

3. Se realizó un geoproceso Smooth Line (Suavizar línea) de disolver los datos obtenidos para simplificarlos.

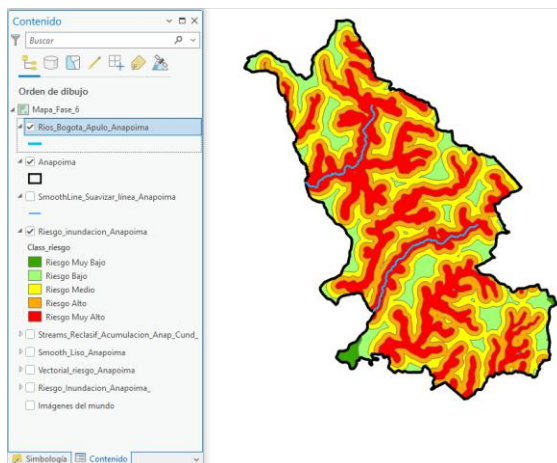
Figura 10. Smooth lineal



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

4. Se obtuvo el mapa de riesgo por inundación

Figura 11. Mapa de riesgo



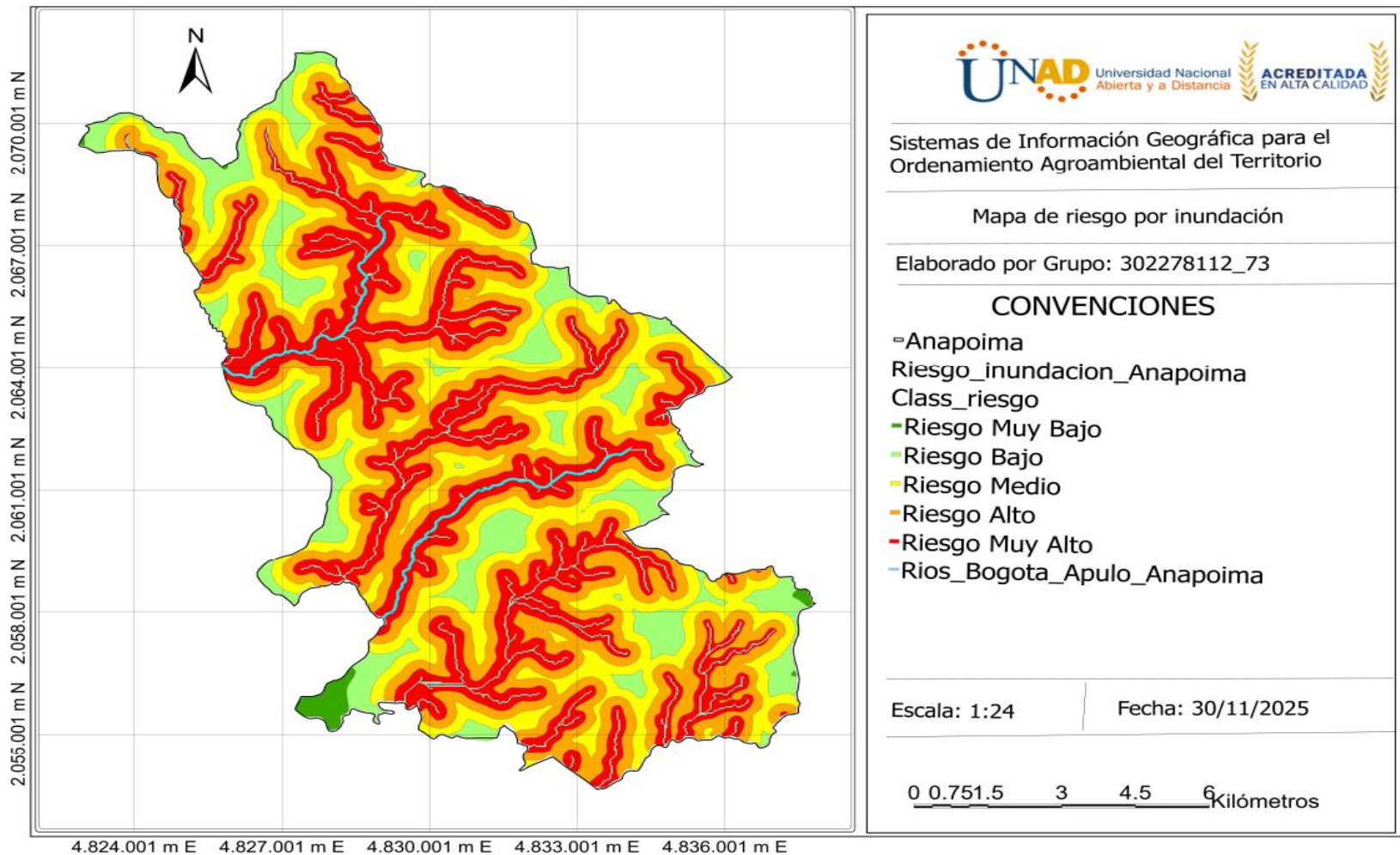
Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Resultados

De acuerdo con la zonificación de amenaza, de las zonas de riesgo de inundación en el municipio de Anapoima en el presente trabajo como resultado final se logra evidenciar la zonificación de las áreas de riesgo por inundación demarcadas en color rojo, haciendo énfasis principalmente en las cuencas de los ríos Bogotá y Apulo representados por las líneas azules más gruesas en donde se puede ver las diferentes tipos de riesgos que se encuentran en el municipio de Anapoima como se describe en el mapa de riesgo por inundación municipio de Anapoima Cundinamarca.

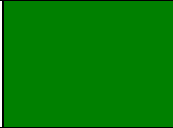



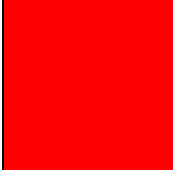
Mapa de riesgo por inundación Municipio de Anapoima Cundinamarca

Figura 12. Mapa de riesgo Anapoima



Fuente: autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

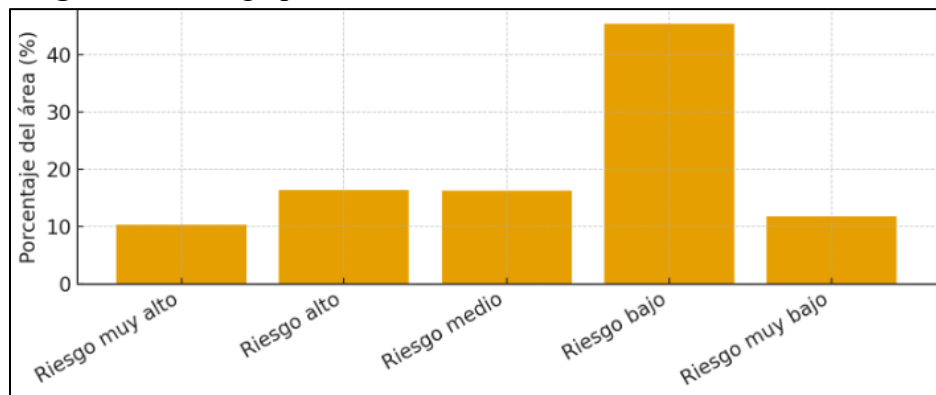
Tabla 6. Distribución de riesgo por categoría

Categoría de Riesgo	Color	Área Aproximada km^2	Porcentaje del Municipio (%)	Interpretación	Tendencia observada
Muy Bajo		0,945792	1%	Zonas altas, buen drenaje	Menor proporción del mapa
Bajo		14,207393	12%	Pendientes suaves, drenaje moderado	Presente en áreas intermedias
Medio		28,693494	24%	Transición hacia zonas propensas	Bastante extendido
Alto		38,514221	32%	Sectores cercanos a cauces y depresiones	Áreas críticas significativas
Muy Alto		39,705144	33%	Zonas de inundación frecuente	Alta concentración en el suroccidente del mapa
Total		122,066044	100%		

Nota: Esta tabla muestra las cinco categorías de riesgo, donde a cada una se le dio un área aproximada en km^2 con su porcentaje lo que ayudo a realizar una interpretación por cada categoría con la tendencia observada. Fuente: autoría propia en (2025)

Estimación de distribución de riesgo por inundación (clasificación cualitativa, basada en colores del mapa)

Diagrama 1. Riesgo por inundación



Fuente: autoría propia (2025)

Análisis de resultados

Identificación de áreas críticas

De acuerdo con la zonificación de las áreas que presentan mayor riesgo de inundación son las áreas que están conformadas por la zona de área de influencia de las quebradas la Campos o Campuna, Socotá y los ríos Bogotá y Apulo todas estas fuentes hídricas ubicadas en el municipio de Anapoima Cundinamarca.

Zonas con mayor riesgo

Las mayores concentraciones de riesgo alto y muy alto se evidencian:

- La zona con mayor riesgo según lo evidenciado en el mapa está ubicada en la inspección de san Antonio de Anapoima ubicada en zona de influencia del rio Apulo.
- En el sector suroccidental del municipio.
- A lo largo de corredores lineales que coinciden con la red hídrica local.
- En zonas bajas y depresiones topográficas.

Zonas con menor riesgo

- Sectores orientales y zonas elevadas.
- Áreas con pendientes mayores y drenaje eficiente.

Comparación de resultado con históricos de afectación:

La distribución del mapa concuerda con registros de inundaciones por:

- Desbordamiento de quebradas urbanas en temporadas de lluvias intensas.
- Anegamientos en zonas de expansión urbana construidas sobre antiguos cauces o áreas planas.
- Daños en cultivos de caña, frutales y pan coger ubicados en terrazas bajas.

Eventos como los reportados en periodos de La Niña 2010-2011, 2017 y 2021 coinciden con las zonas clasificadas como alto y muy alto riesgo, confirmando la validez del modelo.

Historial: Riesgos recientes y contexto regional

Rio Bogotá afectaciones por la ola invernal.

El riesgo más significativo asociado al río Bogotá en Anapoima se presentó durante las olas invernales prolongadas, especialmente el fenómeno de La Niña.

- Según la Gobernación de Cundinamarca, la Unidad Administrativa Especial para la Gestión del Riesgo de Desastres (UAEGRD), con base en el *Boletín No. 0317 del IDEAM*, activó alertas roja y naranja por riesgo de crecientes súbitas en varias cuencas hídricas del departamento debido al aumento de caudales y lluvias intensas en diversos afluentes, con medidas de monitoreo y respuesta por parte de las autoridades locales (Gobernación de Cundinamarca, 5 de mayo de 2025)
- Ola Invernal 2010-2011: Este periodo fue crucial, ya que el incremento extremo de las lluvias a nivel nacional generó una de las temporadas de inundaciones más intensas en

la historia de Colombia, con miles de emergencias reportadas por inundaciones y deslizamientos y millones de personas afectadas por el desbordamiento de ríos y cuerpos de agua. En ese contexto, el aumento de los caudales en la cuenca del río Bogotá elevó el riesgo de desbordamientos e inundaciones en municipios de la cuenca baja, incluyendo Anapoima, tal como los modelos de riesgo y registros históricos de eventos hidrometeorológicos sugieren una mayor vulnerabilidad en estas zonas (Ministerio de Salud y Protección Social, 2011).

En el río Apulo crecientes súbitas y vulnerabilidad:

- El estudio hidrológico realizado en el sector de San Antonio (municipio de Anapoima, Cundinamarca) describe la dinámica del cauce del Río Apulo y los procesos de formación de meandros y eventos de inundación asociados a precipitaciones intensas en temporadas de invierno, lo que evidencia antecedentes de riesgo por desbordamientos en esa zona del municipio (Amaya-Silva & Estupiñán-Cruz, 2021).
- Abril de 2008: Se reportaron inundaciones y pérdidas en cultivos en la ribera de los ríos Apulo y Bogotá, junto con socavamiento en el río Calandaima, eventos que coinciden con antecedentes de riesgo por desbordamientos en el río Apulo, donde estudios hidrológicos y modelos hidráulico-hidrológicos evidencian la formación de meandros y la susceptibilidad de inundación asociada a precipitaciones intensas (Amaya-Silva & Estupiñán-Cruz, 2021).
- Zonas de Divagación: Los análisis multitemporales de imágenes satelitales confirman que los ríos Bogotá y Apulo tienen zonas de divagación que evidencian cambios en los cauces, meandros abandonados y rasgos de inundación reciente, lo que subraya la amenaza fluvial en las áreas de valle de Anapoima. Esta evidencia se complementa con la cartografía oficial de amenaza por inundaciones de la cuenca del río Bogotá elaborada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, la cual clasifica amplias áreas del valle con niveles de amenaza alta y media, coincidiendo con los sectores donde se identifican zonas de divagación y antecedentes de inundación (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2019).
- Vulnerabilidad: El (plan municipal de gestión del riesgo de desastres PMGRD de Anapoima 2016) señala que el cambio de uso del suelo, especialmente la expansión urbana y agrícola en zonas de valle, rondas hídricas y terrazas bajas, sumado a temporadas invernales intensas, ha favorecido la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad de laderas e inundaciones en el municipio. Estas condiciones se ven agravadas por la ocupación de áreas naturalmente inundables, la alteración de la cobertura vegetal y la limitada capacidad de drenaje natural, lo que incrementa la exposición de viviendas, infraestructura vial y actividades productivas frente

a eventos de crecientes y desbordamientos de los ríos Bogotá, Apulo y Calandaima, aumentando así la vulnerabilidad territorial ante escenarios hidrometeorológicos extremos.

En otros riesgos

- La ola invernal de 2021, según comunicados oficiales de la Gobernación de Cundinamarca, estuvo caracterizada por la ocurrencia de múltiples eventos de inundaciones, deslizamientos y crecientes súbitas en gran parte del departamento, lo que motivó la declaratoria de calamidad pública. En este contexto, el municipio de Anapoima resultó afectado por eventos asociados a lluvias intensas y al incremento de caudales, tal como se registra en los listados oficiales de municipios impactados, confirmando su condición de vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos y la recurrencia de escenarios de riesgo por inundación en las zonas de valle y ribera fluvial (Gobernación de Cundinamarca, 2021).
- En 2024, el evento reportado fue un vendaval de alta intensidad que, aunque no corresponde estrictamente a un episodio de inundación, evidencia la vulnerabilidad de la vivienda y de la infraestructura local frente a fenómenos naturales extremos. Este tipo de eventos genera daños en cubiertas, caída de árboles y afectaciones en redes eléctricas y viales, lo que incrementa la exposición y fragilidad estructural del territorio y agrava el riesgo durante periodos de lluvias persistentes, al facilitar el ingreso de agua a las edificaciones, obstruir sistemas de drenaje y aumentar la probabilidad de afectaciones asociadas a inundaciones y crecientes súbitas (Botero Benavides, 2024). Estos antecedentes refuerzan la pertinencia del mapa de riesgo y muestran que la amenaza no es solamente teórica, sino que ya se ha materializado en diferentes formas.
- El cambio de uso del suelo, la ocupación de rondas hídricas y la expansión de actividades agrícolas y urbanas en zonas naturalmente inundables han incrementado la vulnerabilidad del territorio, favoreciendo la ocurrencia de fenómenos de inundación e inestabilidad, especialmente en sectores rurales y periurbanos” (Municipio de Anapoima, 2016)

Informe técnico municipal: amenaza inundación en Anapoima

En concordancia con lo anterior, los Estudios Básicos de Gestión del Riesgo – EBGR Anapoima (noviembre de 2022) incorporan un mapa de amenaza por inundaciones a escala veredal, en el cual se cuantifican los porcentajes de amenaza media y alta por vereda. De acuerdo con este documento, las veredas con mayor proporción de amenaza media y alta corresponden a Santa Ana (21,7 %), Circania (20,2 %), Lutaima (17,2 %), El Cabral (16,4 %), San Antonio (15,6 %) y Santa Lucía (14,4 %), las cuales se localizan principalmente en áreas de valle y zonas de influencia directa de los principales cuerpos hídricos. Por el contrario, veredas como Guásima, San Judas, Andalucía,

Apicata, Palmichera y La Esperanza, entre otras, presentan condiciones predominantes de amenaza baja, asociadas a posiciones topográficas más elevadas y menor interacción con la red hídrica principal.

El (DTS, 2023) establece además una distinción metodológica clave entre la condición de amenaza, aplicada a suelos rurales o áreas no ocupadas susceptibles a inundación, y la condición de riesgo, utilizada para zonas urbanizadas o con infraestructura expuesta, permitiendo una evaluación integral que articula amenaza, exposición y vulnerabilidad. Esta diferenciación resulta fundamental para orientar las decisiones de ordenamiento territorial, la definición de usos del suelo y la priorización de medidas estructurales y no estructurales de mitigación del riesgo.

En conjunto, la coherencia entre los eventos históricos registrados, los escenarios de riesgo del (PMGRD 2016) y la cartografía veredal del (DTS, 2023) confirma la validez del modelo de amenaza por inundación adoptado por el municipio y resalta la necesidad de fortalecer las acciones de prevención, control de la ocupación del suelo y adaptación frente a eventos hidrometeorológicos extremos.

Comparación documentada y tabla de evidencias vs mapa riesgo

Tabla que cruza las veredas / amenazas documentadas con la evidencia histórica / reciente de eventos:

Tabla 7. Evidencias vs mapa de riesgo

Vereda/sector/ municipio	Nivel de amenaza en el documento oficial	Evidencia histórica reciente de afectación	coincidencia con mapa riesgo
Santa Ana	Amenaza media/alta (21.7 %)	-	Sector crítico — si en tu mapa aparece rojo/naranja, coincidiría con diagnóstico oficial
Circania	Amenaza media/alta (20.2 %)	-	Priorizar verificación en campo o comunidad
Lutaima	Amenaza media/alta (17.2 %)	-	Atención especial en planificación rural
El Cabral	Amenaza media/alta (16.4 %)	-	Idem anterior
San Antonio	Amenaza media/alta (15.6 %)	-	Idem
Santa Lucía	Amenaza media/alta (14.4 %)	-	Idem

Guasima, San Judas, Andalucía, Apicata, Palmichera, La Esperanza, etc.	Mayormente amenaza baja ($\approx 99\%$)	-	Zonas de menor prioridad inmediata, aunque deben mantenerse en monitoreo
Municipio Anapoima, área general	Existe documento de gestión con mapas de amenaza/ riesgo	Inundaciones y vendavales recientes reportados.	Confirma que la amenaza no es teórica sino una realidad recurrente.

Nota: esta tabla se evidencian sectores del municipio con su respectivo nivel de amenaza por inundación y la coincidencia que tiene esta amenaza con el mapa de riesgo. Fuente: autoría propia (2025)

Hay una clara coincidencia entre las áreas identificadas como de mayor amenaza en los planes oficiales y la inclusión del municipio en alertas recientes y eventos de emergencia. Esto sugiere que el mapa de riesgo que estás analizando tiene sustento real, pero también evidencia la necesidad de actualizar información, verificar en campo y reforzar medidas de mitigación

Impactos

En comunidades:

- Viviendas en zonas rojas enfrentan riesgo directo a la vida y pérdidas materiales.
- Incremento en enfermedades hídricas post inundación.

En infraestructura:

- Vías terciarias pueden quedar bloqueadas o afectadas por socavaciones.
- Redes de acueducto veredal presentan vulnerabilidad a contaminación y rupturas.

En sistemas agropecuarios:

- Cultivos de frutales (cítricos y mango), pan coger y ganadería en potreros bajos pueden perder productividad.
- Mayor probabilidad de erosión, compactación y pérdida de capa fértil.
- Es importante promover prácticas como cultivos en terrazas, zanjas de infiltración y selección de cultivos tolerantes a inundación temporal.

En ecosistemas:

- Riesgo de degradación de rondas hídricas si no se mantienen coberturas protectoras.
- Humedales y bosques ribereños pueden verse alterados por cambios en régimen hídrico; sin embargo, la conservación de franja ribereña puede amortiguar impactos y servir como sumidero de energía de las crecientes. La pérdida o degradación de estas áreas aumenta la vulnerabilidad del sistema.

Conclusiones:

El análisis del mapa de riesgo por inundación en Anapoima evidencia de manera clara cómo la topografía, la cercanía a los ríos Apulo y Bogotá, y la dinámica de uso del suelo influyen directamente en la vulnerabilidad del municipio frente a eventos hidrometeorológicos. Las zonas identificadas con riesgo alto y muy alto coinciden con los antecedentes históricos de inundaciones y desbordamientos confirmando la recurrencia de estos fenómenos y la validez del modelo de amenaza elaborado.

El mapa generado permite identificar las áreas más críticas y es una pieza o herramienta estratégica para orientar el ordenamiento territorial, la gestión ambiental y la planificación de medidas preventivas. Asimismo, evidencia la necesidad de implementar acciones de mitigación como la restauración de franjas ribereñas, sistemas de drenaje sostenible y regulación del uso del suelo, especialmente en sectores rurales y periurbanos.

En conjunto, este estudio demuestra que la amenaza por inundación en Anapoima no es solo teórica, sino real. El mapa de riesgo, al integrar criterios hidrológicos, topográficos y de cobertura del suelo, proporciona una base sólida para la toma de decisiones que reduzcan la exposición, protejan los ecosistemas y fortalezcan la resiliencia de la comunidad frente a futuras crecientes e inundaciones.

Recomendaciones:

Recomendaciones desde la Ingeniería Agroforestal para el Ordenamiento Agroambiental:

Restauración y manejo de rondas hídricas:

- Reforestación con especies nativas tolerantes a humedad (guadua, yarumo, matarratón).

Implementación de sistemas agroforestales adaptados:

- Asociaciones cacao–maderables o frutales adaptados a humedad moderada.

Manejo de suelos y drenaje:

- Terrazas vivas, zanjas de infiltración, curvas a nivel.
- Drenajes agrícolas en zonas críticas para evitar anegamiento prolongado.

Ordenamiento productivo del territorio:

- Reubicar actividades agropecuarias de alto valor económico fuera de zonas de riesgo muy alto.
- Promover usos compatibles con inundaciones controladas (ganadería silvopastoril extensiva, humedales artificiales).

Educación y gestión comunitaria del riesgo:

- Capacitación a productores sobre adaptación climática.

Recomendaciones desde la tecnología en saneamiento ambiental al ordenamiento ambiental

- Realizar revisiones periódicas de los cambios ambientales de las zonas con mayor incremento de inundación.
- Implementar métodos de prevención para enfermedades y contaminación que se pueden surgir después de una inundación por patógenos o sustancias químicas.
- Fomentar la construcción de un buen alcantarillado y que se le de mantenimiento para que no rebosen con las aguas lluvias y así poder mitigar las inundaciones.
- Las inundaciones afectan el suelo por ello es importante implementar técnicas de saneamiento para recuperar el suelo.
- Realizar charlas educativas a la comunidad sobre los desechos que no se les dan buen manejo y ban a dar al alcantarillado tapándolo lo que no deja que el agua fluya y se pueda rebosar lo que afecta cuando ay una inundación.

Recomendaciones desde la ingeniería ambiental al ordenamiento ambiental:

1. Gestión integral del riesgo hídrico (enfoque cuenca)
 - Implementación de Sistemas de Alerta Temprana (SAT): Instalar sensores de nivel en puntos críticos de los ríos Apulo y Bogotá, conectados a un centro de monitoreo municipal para emitir alertas oportunas a las comunidades, fortaleciendo la capacidad de respuesta (PMGRD Anapoima, 2016).
2. Medidas no estructurales y de restauración ecológica
 - Recuperación de rondas hídricas (Ríos Apulo y Bogotá): Delimitar y hacer cumplir estrictamente la faja forestal protectora (ronda hídrica). Desarrollar proyectos de restauración ecológica en estas áreas, utilizando especies nativas adaptadas a ecosistemas ribereños para aumentar la rugosidad, estabilizar los taludes y reducir la velocidad del flujo en caso de desbordamiento, teniendo en cuenta lo estipulado en los estudios del PMCA del rio Bogotá y el decreto 1076 de 2015.
3. Ordenamiento del territorio y control ambiental
 - Restricción de construcción en llanuras de inundación: prohibir de forma perentoria cualquier tipo de nueva construcción, expansión urbana o instalación de infraestructura crítica (ej. escuelas, centros de salud) dentro de las áreas clasificadas como de riesgo alto y muy alto en el mapa de amenaza.

Recomendaciones desde la Agronomía para el Ordenamiento Ambiental:

Desde la agronomía, se plantean las siguientes medidas para disminuir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia ante inundaciones:

- Manejo sostenible de suelos en zonas de riesgo:

Implementar prácticas de conservación como terrazas, curvas a nivel y coberturas vegetales en laderas para reducir la erosión y mejorar la infiltración, y disminuir la aplicación de herbicidas

- Diseño de sistemas agroforestales:

Implementar barreras con árboles nativos con especies de raíces profundas en los bordes de nacimientos quebradas para tener una mejor infiltración y estabilizar los suelos

- Implementación de drenajes:

Trazar y conservar drenaje en las zonas de encharcamientos mejorando la aireación del suelo evitando posibles inundaciones y erosión de los suelos

Referencias bibliográficas:

Alcaldía Municipal de Anapoima (Cundinamarca). (s.f.). Perfil ambiental del municipio de Anapoima (Documento SIGAM 2012-2015). <https://www.anapoima-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Documents/SIGAM%20PERF%C3%8DL%20AMBIENTAL%20MUNICIPIO%20DE%20ANAPOIMA.pdf>

Alcaldía Municipal de Anapoima. (2016). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD). Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstreams/4b607807-fa5b-4bcb-a0a1-61a58ce86d2d/download>

Alcaldía Municipal de Anapoima (abril 2023) Documento Técnico de Soporte – DTS. <https://www.anapoima-cundinamarca.gov.co/ciudadanos/PBOT/04%20-%20Documento%20Tecnico%20de%20Soporte/Documento%20T%C3%A9cnico%20de%20Soporte%20-%20Abril%202023.pdf>

Alcaldía Municipal de Anapoima (abril 2023) Documento Técnico de Soporte – DTS. <https://www.anapoima-cundinamarca.gov.co/ciudadanos/PBOT/04%20-%20Documento%20Tecnico%20de%20Soporte/Documento%20T%C3%A9cnico%20de%20Soporte%20-%20Abril%202023.pdf>

Amaya-Silva, B. A., & Estupiñán-Cruz, M. A. (2021). *Estudio de inundación en el Río Apulo en el sector de San Antonio en el municipio de Anapoima, Cundinamarca, mediante un modelo hidráulico-hidrológico en el software HEC-RAS* (Trabajo de grado). Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstreams/5dea3361-8952-4729-85ca-0271d74016b2/download>

Botero Benavides, A. (21 de marzo de 2024). ‘Furioso’ vendaval en Anapoima causa destrozos en viviendas y estructuras del municipio. Red+ Noticias. <https://redmas.com.co/colombia/Furioso-vendaval-en-Anapoima-causa-destrozos-en-viviendas-y-estructuras-del-municipio-20240321-0008.html>

CAR-DGOAT, UNAL- Geografía, Pabón-Caicedo, J.D., Carvajal-Vanegas, A.F., Armenta-Porras, G.E., Martínez, J.A., Camacho, J.C., Guerrero-Castelblanco, L., Celis-Gil, L.V., Cusgüen-Castro, L.F., Céspedes -Romero, M.P., Ortiz-Olarte, D.W., Peña-Beltrán, Z.Y., González-Daza, W., Sánchez-Rojas, G., Osorio-Bustamante, E., Mora-Linares, J.T., Riaño-Acosta, W.O., Jiménez-Vergara, J.M., Guzmán-García, C.A., Farfán- A.spina, K.L., Pongutá-Buitrago, L.M., Báez-Caballero, M.E., Giraldo-Vieira, C., García-Gómez, A.M., López-Cleves, J.A., Sabogal-Ardila, L.M., Garzón-Rodríguez, A.S., J.D. Acosta-Romero (2024). El cambio climático en la cuenca del río Bogotá: amenaza, vulnerabilidad, riesgo y adaptación. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – Universidad Nacional de Colombia. Convenio 3702 CAR-UNAL. Bogotá D.C. <https://www.car.gov.co/uploads/files/6712bcc948a6c.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2024, 26 de septiembre). *CAR reafirma su compromiso con la recuperación de los ríos Apulo y Calandaima*. CAR Sala de Prensa. <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-reafirma-su-compromiso-con-la-recuperacion-de-los-rios-apulo-y-calandaima>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2019). *Amenaza por Inundaciones. Cuenca del Río Bogotá. Jurisdicción CAR Cundinamarca. 1:25000* (Dataset de zonificación de amenaza por inundaciones). Infraestructura de Datos Espaciales Regional (IDER Cundinamarca). <https://ider.cundinamarca.gov.co/datasets/cundinamarca-map::amenaza-por-inundaciones-cuenca-del-r%C3%ADo-bogot%C3%A1-jurisdicci%C3%B3n-car-cundinamarca-125000-2019-capa/explore>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). Información de Capital Municipal: Anapoima, Cundinamarca. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Gobernación de Cundinamarca. (5 de mayo de 2025). *Cundinamarca activa alertas por crecientes súbitas en varias cuencas hídricas*. Recuperado de <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/cundinamarca-activa-alertas-por-crecientes-subitas-en-varias-cuencas-hidricas>

Gobernación de Cundinamarca. (31 de octubre de 2021). *Gobernación decretó la calamidad pública en Cundinamarca a causa de la ola invernal*. <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/calamidad%20publica%20en%20cundinamarca%20a%20causa%20del%20invierno>

IDEAM Informe Técnico Diario de Condiciones Hidrometeorológicas, Alertas y Pronósticos (ITD) 2025 [https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/Informe-T%C3%A9cnico-Diario-de-Condiciones-Hidrometeorol%C3%B3gicas,-Alertas-y-Pron%C3%B3sticos-\(ITD\)](https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/Informe-T%C3%A9cnico-Diario-de-Condiciones-Hidrometeorol%C3%B3gicas,-Alertas-y-Pron%C3%B3sticos-(ITD))

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD]. (2021). Guía metodológica para la formulación y actualización de planes municipales de gestión del riesgo de desastres
https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/32750/Guia_Formulacion_Actulizacion_PMGRD.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/j1h7lh31NHw?si=rCZVCBXM8SWeTxij>