

Modelación SIG del riesgo de inundación en Cauca y su aplicación en la planificación y ordenamiento territorial

Anyi Paola Jaramillo Ramírez - apjaramillor@unadvirtual.edu.co

Edwin Nicolas Bedoya Montoya - enbedoyam@unadvirtual.edu.co

Luis Guillermo Muñoz Mejía - lgmunozm@unadvirtual.edu.co

Mónica María Arismendy Restrepo - mmarismendyr@unadvirtual.edu.co

Yenny Andrea Galeano Ospina - yagaleano@unadvirtual.edu.co

Tutor: Rolando Santos Santos - rolando.santos@unad.edu.co

Resumen

El municipio de Cauca y parte del Bajo Cauca Antioqueño, en un análisis del riesgo de inundación que se realiza, muestra que la mayor parte del municipio se encuentra en condiciones de alta susceptibilidad, especialmente en áreas cercanas al río Cauca, los ríos Nechí y Cacerí, y diversas ciénagas y humedales. En los resultados evidencian que aproximadamente más del 80 % del territorio se clasifica dentro de las categorías de Riesgo Alto y Muy Alto, confirma la vulnerabilidad permanente de zonas urbanas y rurales a desbordamientos e inundaciones. Esta situación se relaciona con el relieve plano que se presenta en el municipio por su topografía, la baja pendiente del terreno y la presencia constante de cuerpos hídricos que favorecen la inundación durante lluvias intensas.

Las zonas urbanas más afectadas corresponden a barrios ubicados en la ribera del río Cauca. En el área rural, se reportan afectaciones recurrentes a cultivos de pancoger, producción pecuaria y otros, impacta directamente la economía local. Eventos recientes, como la inundación de abril de 2025 que afecta a más de 120 familias, confirman la magnitud del problema. El uso de SIG permite identificar con claridad estas áreas críticas y aporta información clave para la planificación territorial, la protección ambiental y la gestión del riesgo.

Palabras clave:

Inundaciones, Cauca, Riesgo territorial, Vulnerabilidad, Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Summary

The municipality of Caucaasia is part of the Bajo Cauca region in Antioquia. A flood risk analysis shows that most of the municipality is in conditions of high susceptibility, especially in areas near the Cauca River, the Nechí and Cacerí rivers, and various wetlands and marshes. The results indicate that more than 80% of the territory falls within the High and Very High Risk categories, confirming the permanent vulnerability of both urban and rural zones to overflows and flooding. This situation is related to the flat terrain of the municipality, its low slope, and the constant presence of water bodies that favor flooding during heavy rainfall.

The most affected urban areas correspond to neighborhoods located along the banks of the Cauca River. In rural areas, recurrent impacts are reported on subsistence crops, livestock production, and other activities, which directly affect the local economy. Recent events, such as the April 2025 flood that affected more than 120 families, confirm the magnitude of the problem. The use of GIS made it possible to clearly identify these critical areas and provides key information for territorial planning, environmental protection, and risk management.

Keywords:

Flooding, Caucaasia, Territorial Risk, Vulnerability, Geographic Information Systems (GIS)

Tabla de contenido

Resumen..... 1
 Palabras clave: 1
Summary..... 2
 Keywords: 2
Introducción..... 4
Objetivos 5
 Objetivos Específicos:..... 5
Identificación del caso de estudio 6
Metodología..... 6
Resultados 8
 Resultado del mapa de riesgo por inundación del municipio..... 10
 Análisis de los Resultados: 14
 Afectaciones al sector agropecuario y actividades rurales 15
Conclusiones..... 15
Recomendaciones..... 16
Enlace de sustentación: 16
Referencias bibliográficas 17

Lista de figuras

Ilustración 1. Mapa Obtenido Riesgo Inundación, Caucasia, Desarrollado Grupo 11... 10
Ilustración 2. Síntesis Mapa Riesgo Por inundación 11
Ilustración 3. Gráfico- Representación de Riesgo por áreas. 12
Ilustración 4. Representación de áreas porcentuales..... 14

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación Niveles de coberturas terrestres nivel 2 7
Tabla 2. Criterios para Riesgo de inundación. 8
Tabla 3. Diagrama Metodología Aplicada (Fase4 y Fase6)..... 9
Tabla 4. Clasificación de Área y Riesgo - Categorías 11
Tabla 5. Interpretación del Riesgo en Base al área..... 12

Introducción

El análisis del riesgo de inundación en el municipio de Cauca es fundamental debido a que gran parte de su territorio se localiza en una planicie aluvial atravesada por el río Cauca y varios afluentes del bajo cauca antioqueño, lo cual genera que sea un espacio altamente expuesto a desbordamientos durante las temporadas de lluvia. Estas condiciones naturales, sumadas al crecimiento demográfico urbano en zonas consideradas vulnerables y la dependencia de fuentes de agua subterránea para el abastecimiento, hacen necesario comprender cómo se comporta el territorio frente a eventos de inundación; frente a ello se tienen en cuenta contextos de implicaciones propias de la tendencia a inundaciones como:

El cambio climático a nivel mundial surge a partir de altas concentraciones de dióxido de carbono, se encuentran en las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y por el cambio de uso del suelo. Los impactos asociados a fenómenos extremos del clima como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales demuestran una importante vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas y muchos sistemas humanos. Arias et. al (2021, p.6). El cambio climático global también se puede definir como un cambio de la temperatura media del aire a largo plazo en la tierra y está asociado con el efecto invernadero. Meladze et. al (2017); asimismo, los impactos del cambio climático pueden repercutir de forma beneficiosa o adversa en los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los ecosistemas y las especies, los servicios, las infraestructuras y los bienes económicos, sociales y culturales. Masson et. al (2019, p.30). de acuerdo con Carrijo (2020, p.39) el cambio climático puede afectar las inundaciones en el futuro, por ende, son un riesgo natural que causa pérdidas económicas.

En Colombia, el incremento de la temperatura global implica un derretimiento de masas de hielo, asimismo, contribuye al ascenso del nivel del mar; para la región Caribe el aumento en el nivel del mar se ha registrado en 2,3 mm/año y región Pacífico el aumento ha sido de 1,4 mm/año. Arias et al (2021, p,10).

El documento se desarrolla en el contexto del municipio de Cauca, subregión del Bajo Cauca Antioqueño, tiene como principal objetivo caracterizar las zonas con riesgo de inundación mediante un mapa donde se tomaron las precipitaciones del mes de octubre, siendo de gran importancia para la población, la infraestructura y las actividades productivas; la zona ribereña del municipio de Cauca, Antioquia, y de algunos corregimiento como Puerto España están siendo afectada por fuertes procesos erosivos en el canal principal del río Cauca, como resultado de acciones antrópicas, además la invasión de la planicie de inundación con urbanizaciones y viviendas de tipo subnormal que desconocen los requerimientos mínimos de retiros (horizontal y vertical), revestimiento de tramos del canal que restringen su ancho mínimo (contracciones), explotación minera aguas arriba del tramo con detrimento de la capacidad de arrastre del cauce, Posadas et. al (2002), estas condiciones explican que, desde riesgo alto a riesgo muy alto, en las temporadas altas de lluvia; además, entre los ríos Man y Cauca la profundidad de U123 oscila

entre 40 y 90 metros; paralelo al curso del río Cacerí y hacia la confluencia de los ríos Nechí y Cauca esta unidad tiene también importantes espesores que alcanzan hasta 60 metros. Betancur et. al (2023, p 72). Las altas precipitaciones en el municipio de Caucaasia se relacionan también con precipitaciones en las subzonas hidrográficas de río Cauca entre río San Juan y Puerto Valdivia, que durante el año acumula valores de precipitación que van desde 1.100 mm/año hasta 4.900 mm/año. Arias et al (2021, p.15).

Igualmente, el Bajo Cauca Antioqueño es una zona donde hay formaciones acuíferas claramente definidas y se destaca que el agua subterránea constituye la principal fuente de abastecimiento permanente para satisfacer la demanda de los habitantes de varios municipios de esta región como Caucaasia. Oviedo (2020), y estas zonas presentan un alto riesgo debido al desbordamiento de los ríos, los cuales provocan inundaciones y contaminación por la acumulación de sedimentos. Esta situación afecta las fuentes de agua subterránea utilizadas por las comunidades y genera impactos negativos en las actividades productivas, como la ganadería, los cultivos de pastos, la agricultura de pancoger y la minería.

En este proceso, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) desempeñan un papel clave, pues permiten integrar datos ambientales, sociales y territoriales mediante métodos como el análisis multicriterio, facilitando la identificación de zonas críticas. Esta información se convierte en una herramienta esencial para la planeación municipal, lo cual orienta la toma de decisiones sobre ordenamiento del territorio, gestión del riesgo y protección de las comunidades.

Objetivos

Analizar la información espacial, modelada para identificar el riesgo de inundación en el municipio de Caucaasia, mediante un modelo de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica, orientado a la provisión de información útil para la planificación territorial y la gestión del riesgo

Objetivos Específicos:

- ✚ Caracterizar las condiciones físicas, climáticas e hidrológicas del municipio que influyen en la ocurrencia de inundaciones.
- ✚ Aplicar un análisis multicriterio en SIG para integrar variables ambientales y cartográficas reflejado en un elemento grafico como el mapa de riesgo por inundación reclasificado en cinco categorías.
- ✚ Evaluar las zonas de mayor y menor riesgo y la vinculación con afectaciones potenciales sobre comunidades, actividades productivas, infraestructura y ecosistemas, los resultados permitirán la formulación de recomendaciones claras orientadas al ordenamiento agroambiental del territorio.

Identificación del caso de estudio

El estudio se centra en Caucasia, Antioquia, un municipio que funge como eje económico y poblacional en la subregión del Bajo Cauca. Ubicado al norte del Departamento de Antioquia, al norte limita con los municipios de Nechí y El Bagre, al sur con Zaragoza y Cáceres, al oriente con El Bagre y Zaragoza, y al occidente con Nechí.

La selección del Municipio obedece a una justificada vulnerabilidad histórica ante eventos hidrológicos. Geográficamente, el territorio se asienta predominantemente en una planicie aluvial de baja cota, con la cabecera municipal a una altitud media de 50 m.s.n.m. (Plan de Contingencia Caucasia, 2020). Esta característica, propia del piso térmico cálido, determina la lentitud en la evacuación de las aguas. La extensión total del municipio es de 1.411 km² (Centro Minero Ambiental, n.d.), donde la ruralidad domina con cerca del 99.65% del área, dividida en 64 veredas (ASIS Caucasia, 2024).

La ubicación del Municipio señala el principal factor de amenaza, específicamente en la proximidad de la confluencia de los ríos Cauca y Nechí. La cercanía a estos afluentes, junto con la topografía predominantemente plana, convierte amplias extensiones del territorio en zonas de alta exposición, concentrando el riesgo en los núcleos poblacionales y en las áreas agropecuarias ribereñas, lo que justifica la aplicación de una modelación espacial.

La fisiografía de Caucasia se caracteriza por ser una planicie aluvial de baja altitud. La presencia del río Cauca constituye un factor determinante y la cercanía en dicha desembocadura del Río Nechí. Esta configuración convierte a gran parte del territorio, especialmente la cabecera, en una zona de acumulación de agua, altamente susceptible a desbordamientos. Los puntos más bajos (50 m.s.n.m.) corresponden al piso térmico cálido y son los más afectados.

Predominan las pendientes suaves y planas, típicas de un valle aluvial. Las áreas con mayor altitud (hasta 502 m.s.n.m. en el Alto del Olvido) presentan pendientes más pronunciadas y, no obstante, menor amenaza de inundación por acumulación. El municipio presenta un clima cálido con una temperatura promedio de 28°C. El régimen de lluvias es bimodal, con un promedio anual que oscila entre 2.000 y 4.000 mm.

Para la modelación de la amenaza hidrológica, se utiliza el ráster correspondiente al mes de octubre, con el promedio de precipitación máxima histórica para el departamento de Antioquia/municipio de Caucasia.

Metodología

La metodología se basa en el uso de la modelación espacial en ArcGIS Pro para el ordenamiento agroambiental del territorio utilizando geoprocursos que permitieron mediante el uso de herramientas de análisis y basándose en datos geográficos sacados de diferentes geoportales para ser usados como base y determinar para el municipio de Caucasia un mapa que

identifique las áreas con mayor vulnerabilidad a inundación. se realizó la contraposición de coberturas de suelo, cuencas hidrográficas, pendientes, zonas de protección y urbanizables para establecer las áreas que son de mayor susceptibilidad a eventos de inundación, teniendo en cuenta los diversos factores ambientales, sociales y económicos del municipio de Caucasia; como puede identificarse más gráficamente en la **Tabla 3**.

Diagrama Metodología Aplicada (Fase4 y Fase6).

Otro factor relevante es la revisión de fuentes primarias y secundarias, la cual permitió comprender cómo, desde los procesos de colonización, el desarrollo urbanístico del territorio se ha concentrado a corta distancia de los ríos Cauca y Nechí, con escasa planificación a largo plazo, lo que ha incrementado la vulnerabilidad del área. El análisis espacial se vio complementado mediante una comprensión integral de los factores antrópicos que intensifican el riesgo, tales como la ocupación de la planicie de inundación, los procesos erosivos, la minería en el cauce y la deforestación de las rondas hídricas.

El enfoque metodológico central se apoyó en el Análisis Multicriterio (AMC), una técnica que permite integrar múltiples variables que influyen en un fenómeno territorial. En el contexto geoespacial, el AMC facilita la combinación de capas ráster mediante procesos de estandarización, ponderación y síntesis, generando una superficie resultante que refleja la clasificación de niveles de riesgo presente. En este estudio, el AMC permitió evaluar simultáneamente factores como la precipitación, la distancia a drenajes, la topografía y el uso del suelo, variables determinantes para comprender la amenaza por inundaciones en Caucasia.

- Modelación Ponderada (Fase 4): Clasificando cada valor para el uso del suelo del municipio se trabajó con los valores que se presentan en la **Tabla 1**.

Clasificación Niveles de coberturas terrestres nivel 2:

Tabla 1.

Clasificación Niveles de coberturas terrestres nivel 2.

Clasificación Niveles de coberturas terrestres <i>nivel 2</i>	Clasificación de Valores
1.1. Zonas urbanizadas	1
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2
1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	3
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	4
2.1. Cultivos transitorios	5
2.3. Pastos	6
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	7
3.1. Bosques	8
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	9
4.1. Áreas húmedas continentales	10
5.1. Aguas continentales	11

Nota: Formato de la Guía, Distribución de valores para clasificación condicionado por el municipio. *Fuente* (Tomado Guía y Clasificado según Municipio).

El proceso inició con la recopilación y preparación de cinco factores espaciales: Modelo Digital de Elevación (DEM), pendiente, precipitación, distancia a drenajes y cobertura del suelo. Cada uno de estos factores fue sometido a un proceso de reclasificación con el fin de estandarizar valores en una escala común de 1 a 10. Posteriormente, se aplicó la herramienta de Suma Ponderada, en la cual la precipitación y la distancia a drenajes recibieron las mayores ponderaciones, debido a su influencia directa en la amenaza hidrológica. El resultado fue un ráster final de riesgo, el cual fue reclasificado en cinco categorías, desde riesgo muy bajo hasta riesgo muy alto (como se presenta en la **Tabla 2**.

Criterios para Riesgo de inundación.)

Criterios de análisis para el riesgo de inundación

Tabla 2.

Criterios para Riesgo de inundación.

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital DEM	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierras	10%
Precipitación	35%
Distancia entre Drenajes	30%

Nota: Clasificación de porcentajes para niveles de Riesgo según Propiedad. *Fuente:* Tomado de la Guía.

- Vectorización y Cuantificación (Fase 6): El ráster de riesgo fue transformado a formato vectorial (polígonos) mediante el geoprocso De Ráster a Polígono. Para mejorar la presentación cartográfica, se aplicó el Suavizar Polígono y se usó la herramienta Disolver para agrupar las áreas contiguas con la misma clasificación de riesgo. Finalmente, se calculó el área en km² de cada categoría mediante la función Calcular Geometría, obteniéndose valores que sustentan el análisis de distribución espacial del riesgo y la identificación de las zonas críticas del municipio. Este proceso permitió generar insumos precisos y comparables para formular conclusiones y recomendaciones orientadas con la mitigación del riesgo y al ordenamiento agroambiental de Caucasia.

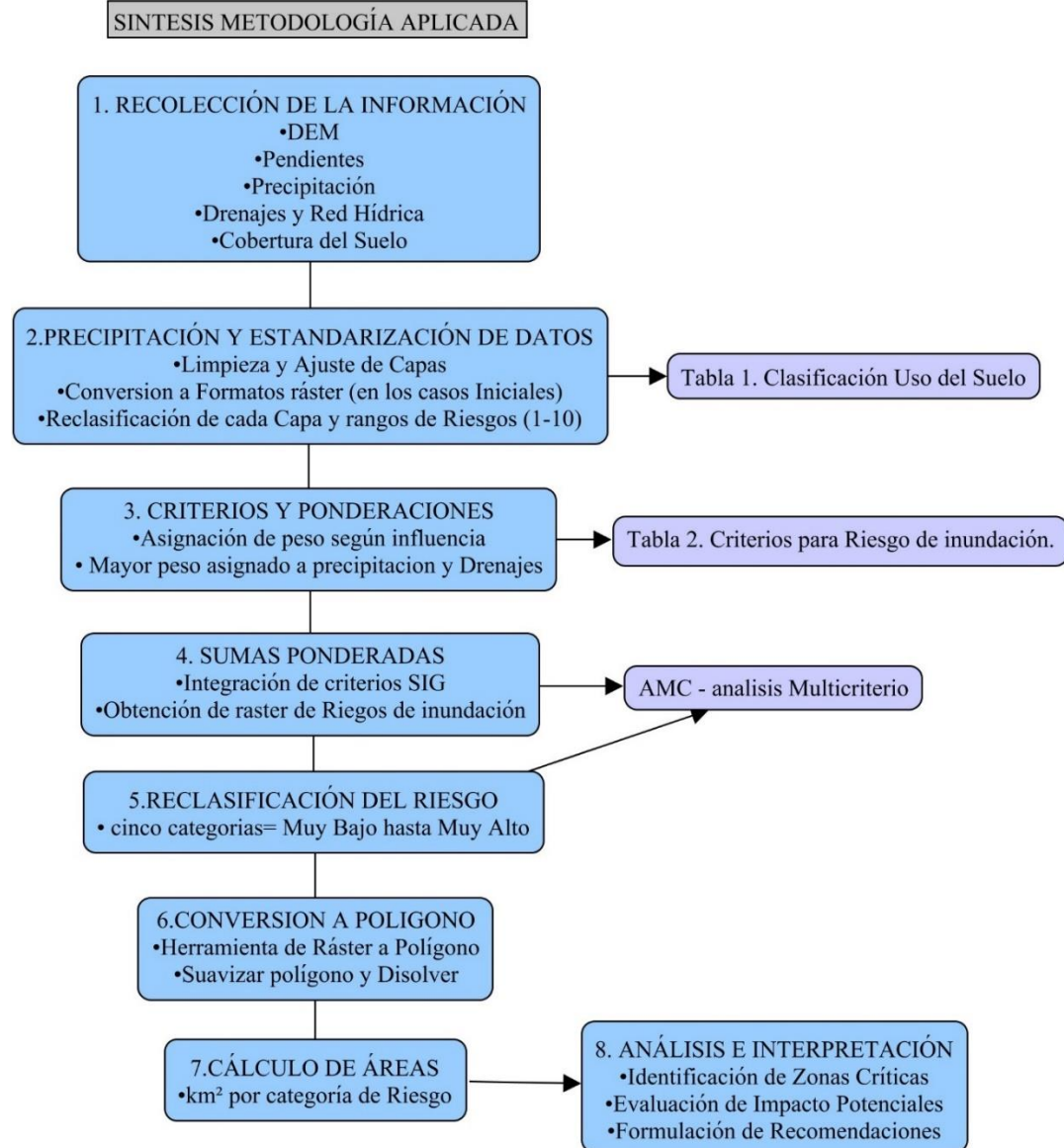
Resultados

Los principales resultados obtenidos son los elementos gráficos obtenido esencialmente del geoprocso de los insumos recolectados para el análisis. Estos resultados incluyen un mapa de riesgo, un esquema general del mapa presentado en la **Ilustración 1**.

Mapa Obtenido Riesgo Inundación, Caucasia, Desarrollado Grupo 11., una tabla de clasificaciones de niveles de riesgo datos presentado en la **Tabla 4**.

Clasificación de Área y Riesgo – Categorías, un balance porcentual del territorio, representado gráficamente y discriminado por el área acumulada según cada categoría de riesgo

Tabla 3.
Diagrama Metodología Aplicada (Fase4 y Fase6).

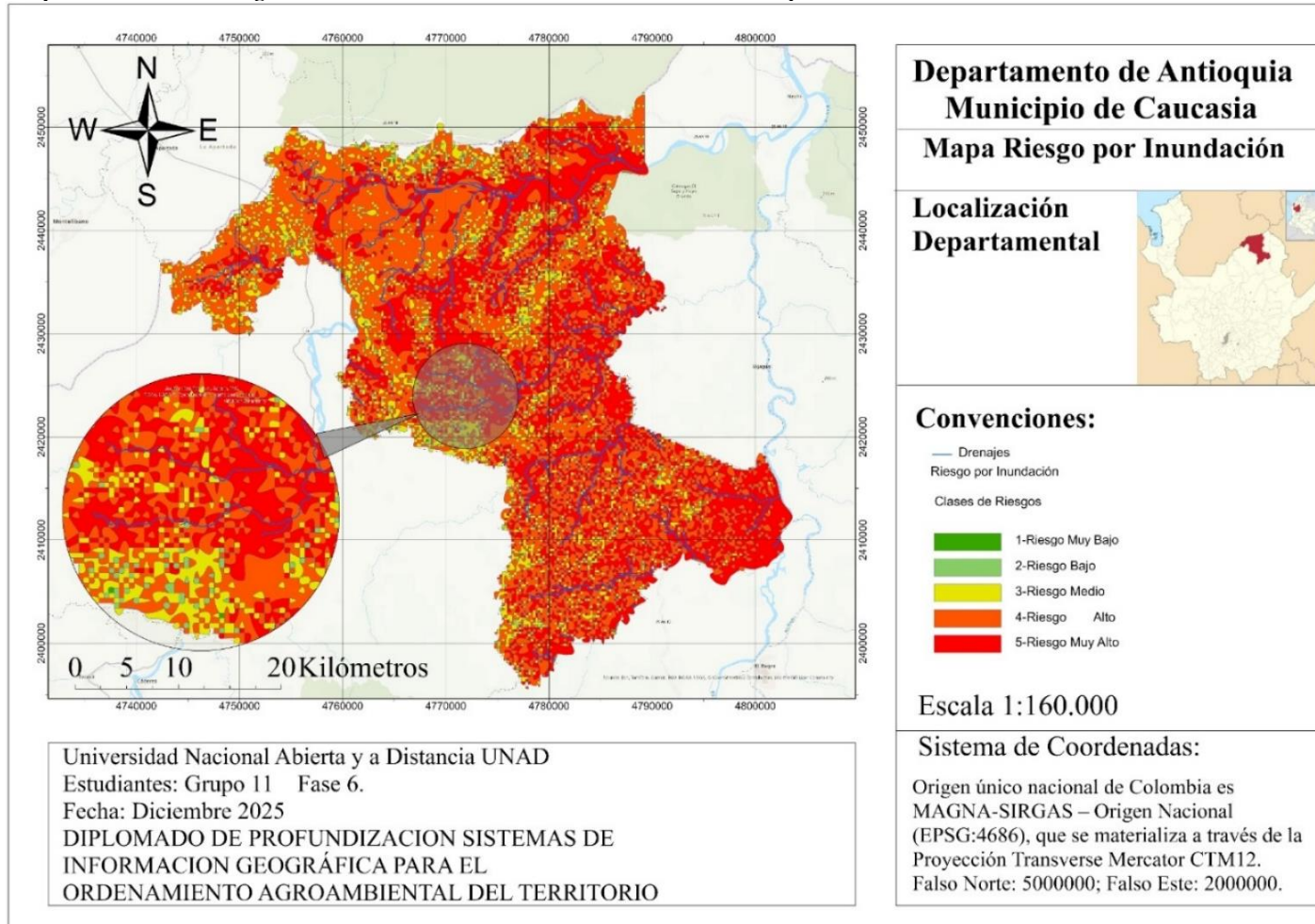


Nota: Mapa con síntesis de los pasos realizados para la modelación multicriterio. Fuente: Creación propia en aplicativo CmapTools.

Resultado del mapa de riesgo por inundación del municipio

Ilustración 1.

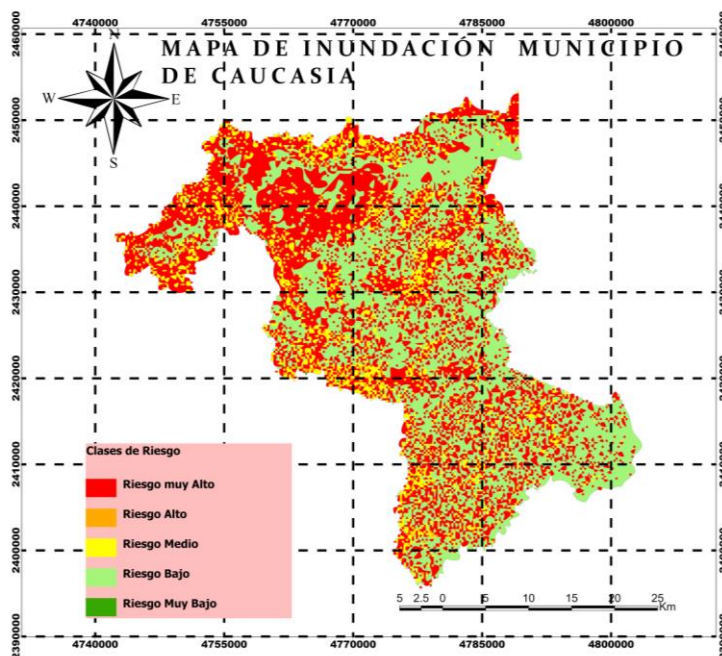
Mapa Obtenido Riesgo Inundación, Caucasia, Desarrollado Grupo 11.



Fuente: Propia (2025) software ArcGis Pro.

Ilustración 2.

Síntesis Mapa Riesgo Por inundación.



Fuente: propia, (2025).

Tabla 4.

Clasificación de Área y Riesgo – Categorías.

Clase de Riesgo	Área en (km ²)	Simbología
Riesgo Muy Bajo	0.908862	Green
Riesgo Bajo	19.718793	Light Green
Riesgo Medio	169.554671	Yellow
Riesgo Alto	620.320094	Orange
Riesgo Muy Alto	609.556232	Red

Nota: En base a las áreas identificadas con Riesgo y su connotación cualitativa. *Fuente:* Creación Propia en base a Datos de las tablas de atributos del archivo en aprx de ArcGis Pro (2025).

El análisis espacial del riesgo de inundación en el municipio de Caucasia evidencia que la mayor proporción del territorio se encuentra en categorías de Riesgo Alto y Muy Alto, sumando aproximadamente 1.229,88 km², representa más del 80% del área evaluada (se refiere la **Tabla 4.**

Clasificación de Área y Riesgo – Categorías). Esto se relaciona con la posición geográfica de Caucasia en la llanura aluvial del río Cauca, así como con la presencia de múltiples cuerpos de agua, zonas de humedales y suelos con baja pendiente, que favorecen la acumulación y desbordamiento en temporadas de lluvias intensas.

Tabla 5.

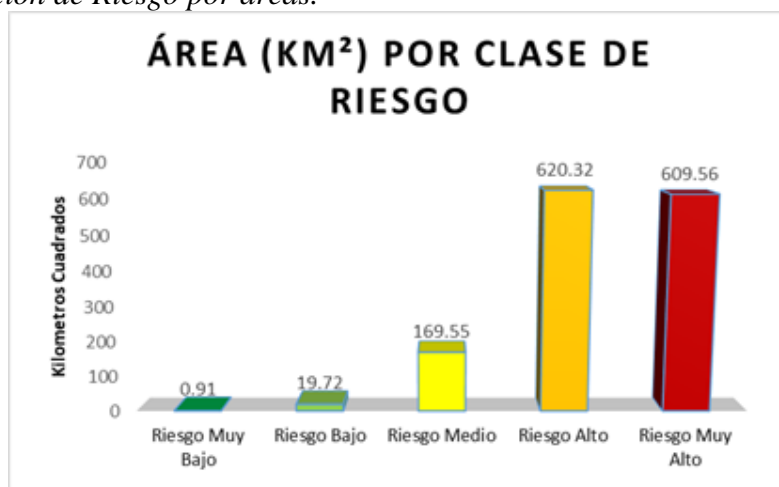
Interpretación del Riesgo en Base al área.

Clase de Riesgo	Área (km ²)	Interpretación
Riesgo Muy Bajo	0.91	Zonas muy puntuales sin mayor amenaza
Riesgo Bajo	19.72	Sectores con amenaza moderada y menor influencia hídrica
Riesgo Medio	169.55	Zonas intermedias con eventos de inundación periódicos
Riesgo Alto	620.32	Sectores altamente expuestos a desbordamientos
Riesgo Muy Alto	609.56	Áreas críticas con frecuente afectación por inundaciones

Nota: Identificación de zonas de amenaza, en base a tipo de riesgo. *Fuente:* Tomada del Mapa, tabla de atributos resultado del modelamiento en ArcGis Pro.

Ilustración 3.

Gráfico- Representación de Riesgo por áreas.



Fuente: Propia (2025).

Las áreas clasificadas como Riesgo Medio (169,55 km²) (referido en la **Tabla 5.**

Interpretación del Riesgo en Base al área y si ejemplo grafico en **Ilustración 3.**

Gráfico- Representación de Riesgo por áreas.) actúan como zonas de transición, las cuales pueden verse afectadas por inundaciones periódicas dependiendo del comportamiento hidrometeorológico, el manejo del suelo y la pérdida de cobertura vegetal. Por otro lado, las áreas catalogadas como Riesgo Bajo y Muy Bajo representan menos del 2% del territorio, esto es el refleja que existen pocas zonas aptas para expansión urbana segura sin necesidad de grandes intervenciones de mitigación.

Implicaciones territoriales y socioambientales

1. Alta afectación socioeconómica potencial: Dado que gran parte del desarrollo urbano, la infraestructura vial y actividades agrícolas se ubican en zonas inundables, existe un riesgo considerable para la población y los sectores productivos del municipio.
2. Presión sobre los ecosistemas: La transformación de humedales, deforestación en rondas hídricas y canalizaciones inadecuadas incrementan la vulnerabilidad al reducir la capacidad natural de retención de agua.
3. Relevancia en la planificación del territorio: Los resultados arrojados dentro del análisis son específicos y dan claridad para adoptarlos dentro del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y en los planes de gestión del riesgo, priorizando:
 - ✓ Reubicación y/o mejoramiento estructural de viviendas en áreas críticas
 - ✓ Ampliación de zonas de protección ambiental
 - ✓ Estrategias de drenaje urbano y restauración ecológica
 - ✓ Fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana

De acuerdo con el EOT de Caucasia, el municipio se encuentra expuesto a inundaciones por su localización en una planicie aluvial, lo cual afecta tanto el casco urbano como áreas productivas del territorio. Esta condición geomorfológica, junto con la influencia del río Cauca y la presencia de ciénagas y humedales, incrementa la frecuencia y magnitud de los eventos de inundación que históricamente han impactado la población y la infraestructura municipal. Acuerdo 019 del 24 de diciembre de 2015 (p. 21). El mapa de susceptibilidad confirma esta vulnerabilidad, más del 80 % del territorio se encuentra en categorías de riesgo Alto y Muy Alto, evidenciando la urgencia de implementar acciones de mitigación.

Por ello, se establecen restricciones al uso del suelo en zonas de amenaza alta y media, orientando la planificación hacia una ocupación responsable del territorio. Dichas áreas requieren un manejo especial debido a las condiciones de amenaza, limitando la expansión urbana sin medidas estructurales y prohibiendo las intervenciones que aumenten el riesgo, como asentamientos informales o transformaciones de ecosistemas de regulación hídrica. Acuerdo 019 del 24 de diciembre de 2015 (p. 30). Esto implica priorizar la reubicación o adecuación de viviendas ubicadas en zonas críticas, así como la conservación de rondas hídricas que funcionan como áreas de amortiguamiento.

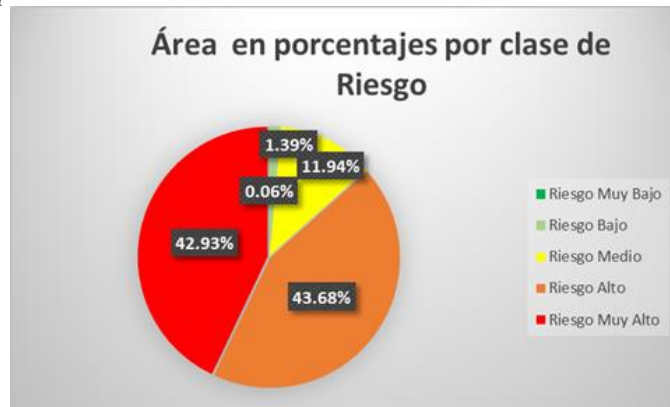
Además, se plantean estrategias de gestión del riesgo enfocadas en la reducción de vulnerabilidad y la protección comunitaria. El POT orienta la formulación de proyectos que fortalezcan los sistemas de alerta temprana, promuevan el ordenamiento del territorio en función del riesgo y fomenten la educación. Acuerdo 019 del 24 de diciembre de 2015 (p. 31). La integración de estos lineamientos con la información cartográfica disponible permite definir prioridades de intervención y asegurar un desarrollo sostenible que minimice las afectaciones futuras.

Análisis de los Resultados:

En el municipio de Caucasia, las zonas con mayor vulnerabilidad frente a inundaciones corresponden principalmente a sectores urbanos y rurales localizados en la planicie aluvial del río Cauca, donde la baja pendiente, la cercanía al cauce y la presencia de humedales generan una elevada exposición a desbordamientos y anegamientos recurrentes. Barrios como La Ilusión, Panaca, El Poblado, La Playa, La Victoria, San Rafael y Clemente Arrieta, así como sectores rurales como La Uribe, La Paraguay y Palomar, han sido afectados en múltiples eventos, ello evidencia la fragilidad de las viviendas y la infraestructura frente al ascenso del nivel del agua y al desbordamiento tanto del río como de caños y drenajes urbanos. Estas áreas concentran una alta densidad poblacional con limitaciones socioeconómicas; incrementa la vulnerabilidad del territorio y provoca afectaciones recurrentes sobre la vivienda, la movilidad, los cultivos, el ganado y la prestación de servicios básicos durante cada temporada invernal

Ilustración 4.

Representación de áreas porcentuales.



Fuente Propia (2025).

Finalmente, y de una manera más gráfica, la **Ilustración 4.**

Representación de áreas porcentuales. muestra una alta vulnerabilidad frente al riesgo de inundación, ya que más del 86 % de su territorio se concentra en las categorías de Riesgo Alto (43,68 %) y Riesgo Muy Alto (42,93 %). Esta situación refleja la influencia del relieve predominantemente plano, la baja pendiente y cercanía a ríos de alto flujo, así como humedales y ciénagas que favorecen la acumulación de agua durante periodos de lluvias intensas. El Riesgo Medio representa cerca del 11,94 % del área, correspondiente a zonas de transición que, aunque presentan mejores condiciones de drenaje, continúan siendo susceptibles a inundaciones. En contraste, las áreas clasificadas como Riesgo Bajo y Muy Bajo ocupan una proporción mínima del territorio, asociadas principalmente a sectores con mayor elevación relativa. Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer la gestión del riesgo y orientar el ordenamiento territorial hacia la reducción de la vulnerabilidad del municipio.

Afectaciones al sector agropecuario y actividades rurales

En abril de 2025, por inundaciones causadas por las crecientes del río Cauca, se reportaron daños en cultivos de pancoger (arroz, plátano, maíz) y en producción pecuaria (gallinas, cerdos, pollos), así como piscicultura, en veredas y zonas rurales del municipio. Fuente: Caracol radio (2025)

Esto afecta directamente medios de vida, seguridad alimentaria y economía local, sobre todo en comunidades rurales dependientes de la agricultura y ganadería. Fuente: Caracol radio (2025)

Además de estas afectaciones, las condiciones topográficas de Caucasia amplifican el comportamiento del riesgo de inundación inherente al territorio. El municipio de Caucasia se encuentra ubicado en una planicie aluvial con altitudes cercanas a los 50 m s.n.m. y pendientes muy suaves que, en la mayoría del territorio, no superan el 5 %. Esta condición provoca que el agua tienda a acumularse con facilidad y dificulta la evacuación natural hacia el cauce principal del río Cauca y sus afluentes. Al no existir desniveles o cambios de pendiente significativos que faciliten el drenaje, incluso eventos de lluvia moderada pueden generar encharcamientos prolongados, aumento del nivel freático y saturación del suelo. Estas características topográficas no solo favorecen el desbordamiento durante las crecientes del río, sino que también reducen la capacidad del territorio para recuperarse rápidamente, incrementando la vulnerabilidad de las zonas pobladas y de las áreas productivas asentadas sobre la planicie.

Conclusiones

➤ Distribución del riesgo

El análisis espacial muestra que Caucasia presenta una predominancia de áreas clasificadas como Riesgo Alto y Muy Alto, evidencia la fuerte influencia de su localización en una planicie aluvial y su dependencia de la dinámica del río Cauca y sus afluentes. Estas condiciones generan una exposición permanente para las zonas urbanas y rurales, afectando viviendas, movilidad, sistemas agropecuarios y ecosistemas estratégicos y en muchos casos problemas de salud pública por las acumulaciones de agua en momentos de lluvia.

➤ Adecuación de los SIG y el análisis multicriterio

El uso de SIG permitió integrar información ambiental, climática y territorial de forma ordenada, facilitando la identificación precisa de zonas críticas. El análisis multicriterio resultó adecuado, esto combinó factores relevantes como precipitación, pendientes, distancia a drenajes y cobertura del suelo, ofreciendo un modelo reproducible y útil para la toma de decisiones. Además, se pueden ver las zonas con más problemas de circulación de las aguas superficiales, que pueden contribuir a futuro a mejorar los POT.

➤ **Implicaciones para la gestión territorial**

Los resultados evidencian la necesidad de incorporar el riesgo de inundación como eje determinante del ordenamiento del territorio, y sus implicaciones a todas las actividades económicas del municipio, como mejorarlas y que dicho riesgo no afecte su normal desarrollo. La concentración de población e infraestructura en áreas de alta amenaza requiere acciones como la reubicación progresiva de viviendas, la restauración de humedales, la ampliación de zonas de protección y el fortalecimiento de sistemas de alerta temprana. Incorporar este análisis en el POT permitirá disminuir afectaciones futuras y mejorar la sostenibilidad del municipio.

Recomendaciones

Los resultado obtenido muestran en gran medida el inminente riesgo que posee el municipio de Caucasia a las inundaciones, las medidas a tomar además del aprovechamiento del territorio, desde el comercio, la agricultura o el pastoreo, deberá principalmente invertir en infraestructura adecuado para los altos caudales de agua cuando se presentan las lluvias, además de una transferencia de información y casos aprendido con la comunidad y todos aquellos que desarrollan distintas actividades económicas en el territorio tanto en las zonas urbanas como en las rurales. Se presenta las recomendaciones particulares:

1. *Restauración ecológica y protección de rondas hídricas*

Incentivar la revegetación y conservación de zonas de humedales y franjas protectoras, mejorará la retención de agua y reduce el riesgo.

2. *Adecuación y mantenimiento de drenajes rurales y urbanos*

Implementar obras de drenaje sostenible, canales alternos y sistemas de manejo de esorrentía en sectores críticos para disminuir encharcamientos y desbordamientos.

3. *Planeación agropecuaria adaptada al riesgo*

Promover cultivos tolerantes a inundaciones en zonas de alta amenaza, zonificación productiva y sistemas silvopastoriles que reduzcan la erosión y la compactación del suelo.

4. *Monitoreo hidrometeorológico comunitario*

Implementar sistemas locales de monitoreo de lluvias y niveles del río, que permitan alertar a tiempo a las comunidades rurales y minimicen pérdidas agrícolas y pecuarias.

5. *Ordenamiento urbano con enfoque preventivo*

Evitar nuevas urbanizaciones en zonas de riesgo alto y muy alto, así como fortalecer los procesos de reubicación y mejoramiento estructural en barrios vulnerables.

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/KyP-YpqcDPs?feature=shared>

Referencias bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Cauca. (2015). Acuerdo 019 del 24 de diciembre de 2015: Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Cauca.
- Arias, D., Escobar, J., Tabares, C., Espinosa, P., (2021). Cambio Climático No. 20. Documentos de Trabajo-INNER Universidad de Antioquia. Instituto de Estudios Regionales.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/iner/article/view/345361/20804734>
- Betancur, T. (2014). Atlas Hidrogeológico del bajo Cauca Antioqueño. CORANTIOQUIA, Universidad de Antioquia. <https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/completo-atlas.pdf>
- Betancur, T., (2023). El potencial de las aguas subterráneas en el departamento Antioquia. Universidad de Antioquia. file:///C:/Users/57313/Downloads/BetancurTeresita_2023_PotencialAguasSubterranas.pdf
- Caracol Radio. (2025, 20 mayo). En Cauca, donde hay 1.400 damnificados por las lluvias, hay alerta por alto caudal del río Cauca. Recuperado de <https://caracol.com.co/2025/05/20/en-caucasia-donde-hay-1400-damnificados-por-las-lluvias-hay-alerta-por-alto-caudal-del-rio-cauca/>
- Carijo, C., (2020). Impacto del Cambio Climático sobre los eventos extremos de precipitación e inundaciones para el diseño de infraestructuras hidráulicas. Universidad Politécnica de Madrid E.T.S.I. de caminos, canales y puertos. https://oa.upm.es/65574/1/CARLOS_GARIJO_SARRIA.pdf
- Djanibekov, U., Polyakov, M., Craig, H., y Paulik, R. (2024). Flood Impacts on Agriculture under Climate Change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand. *Economics of Disasters and Climate Change*, Vol. 8, pp. 283–316. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3>
- Efrimidou, E., y Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based flood risk assessment using the decision-making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale. *Environmental Process*. No. 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>
- Escolano Utrilla, S. (2015). *Sistemas de información geográfica: una introducción para estudiantes de geografía*: (ed.). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>
- González Valencia, J. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, Vol. 5(8), pp. 59–70. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>
- Masson, V., Zhai, P., Pörtner, H., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. Pirani, A. Moufouma, W. Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, R., Chen, Y. Zhou, X., Gomis, M., Lonnoy, E., Maycock, Tignor M., Waterfield, T., Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático - IPCC. (2018). Resumen para responsables de políticas. En: *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero*, en el

- contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Meladze, M., Meladze, G., (2017). Climate change: A trend of increasingly frequent droughts in Kakheti Region (East Georgia). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1512188717300222?via%3Dihub>
- Montoya, D.M., Gaviria, J.I. (2011). Las Aguas subterráneas un recurso vital para la Sostenibilidad. CORANTIOQUIA. <https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/CompendioAguas.pdf>
- "Rodríguez, M.A., Aransay J.M.,Diago, M.P.,Solange, N.,Llorente J.A.,Ruis, P.,Sáenz, E. (2020). Enseñanza de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en estudios de grado y posgrado en la Universidad de La Rioja, Principios Teóricos y Ejemplos prácticos. Universidad de La Rioja.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/745417.pdf>"
- Oviedo, L. (2020). Variaciones de la recarga de agua subterránea bajo escenarios de cambio climático en el nivel somero del sistema acuífero bajo cauca antioqueño. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
<https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/5cb64f7c-a98c-456f-af95-b72260020730/content>
- Posada, L., Herrera, J., Montoya, S. (2001). Cambios geomorfológicos en el río Cauca (Sector Caucasia, Antioquia) inducidos por acciones antrópicas <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7988849>
- Rueda, O., Betancur, T. (2006). Evaluación de la vulnerabilidad del agua subterránea en el bajo cauca antioqueño. Sistema de Información Científica Redalyc. Universidad Nacional de Colombia.
<https://www.redalyc.org/pdf/1450/145017291005.pdf>
- The wather channel. (2025). MAPA RADAR DE CAUCASIA, ANTIOQUIA, COLOMBIA.
<https://weather.com/es-MX/tiempo/mapas/interactive/1/a7744365ea285cf50a669354d90e8348a79ed6b4a24b665d1faeaab52ba9cb76>
- Valle, N. (14 de abril 2025). Al menos 120 familias están afectadas por inundaciones en Caucasia. Caracol Radio.
<https://caracol.com.co/2025/04/14/al-menos-120-familias-estan-afectadas-por-inundaciones-en-caucasia/>
- VISIÓN PANZENÚ. (2000). Propuesta de trabajo diseño de componentes institucional y operativo.<https://www.neotropicos.org/Informes/VisionPanzenuIIMetodologia131000.pdf>