

**Evaluación de zonas de riesgo en el municipio de Armenia, Quindío, utilizando  
herramientas de sistema de información geográfica.**

David Montoya Bayona

Oscar Fabián Ospina Marín

Paula Yurani Franco Vergara

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

2024

**Evaluación de zonas de riesgo en el municipio de Armenia, Quindío, utilizando  
herramientas de sistema de información geográfica.**

David Montoya Bayona

Oscar Fabián Ospina Marín

Paula Yurani Franco Vergara

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería Ambiental

Director

Gina Carolina Posada Correa

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

2024

## Resumen

El presente trabajo se profundiza en los sistemas de información geográfica en el ordenamiento agroambiental del territorio, dándonos como objeto final el estudio de inundación del municipio de Armenia, Quindío. La metodología utilizada fue realizar la modelación de este municipio, para determinar el grado de vulnerabilidad, sus puntos críticos y no críticos. También los factores que se pueden ver expuestos ante un posible riesgo por inundación ya sea por causas climáticas, geológicas o antrópicas. Buscando alternativas para la prevención de desastres por inundación y toma de decisiones acertadas implementando medidas de manera integral y coordinada que permitirá no solo reducir el riesgo de inundación en el municipio, sino también aumentar la resiliencia de las comunidades ante futuros eventos. Uno de los resultados más alarmante de este municipio es que el 58% del territorio de armenia (68.7 km<sup>2</sup>). Las zonas se encuentran entre nivel alto y muy alto de riesgo por inundación teniendo impacto en diversas comunidades, infraestructuras, sistemas agropecuarios y ecosistemas.

***Palabras clave:*** Ordenamiento Agroambiental; Prevención de Desastres; Riesgo por Inundación.

### **Abstract**

The present work delves into geographic information systems in the agro-environmental planning of the territory, giving us as the final object the study of flooding in the municipality of Armenia, Quindío. The methodology used was to model this municipality, to determine the degree of vulnerability, its critical and non-critical points. Also, the factors that may be exposed to a possible risk of flooding, whether due to climatic, geological or anthropic causes. Seeking alternatives for the prevention of flood disasters and making accurate decisions by implementing measures in an integral and coordinated manner that will not only reduce the risk of flooding in the municipality, but also increase the resilience of the communities to future events. One of the most alarming results of this municipality is that 58% of the territory of Armenia (68.7 km<sup>2</sup>). The areas are between a high and very high level of flood risk, having an impact on various communities, infrastructure, agricultural systems and ecosystems.

***Keywords:*** Agro-Environmental Planning; Disaster Prevention; Flood Risk.

## Contenido

Resumen .....	3
Abstract .....	4
Objetivos .....	12
Objetivo General .....	12
Objetivos Específicos .....	12
Identificación del caso de estudio .....	13
Metodología .....	15
Resultados .....	18
Clasificación del Riesgo de Inundación .....	18
Identificación de Áreas Críticas .....	19
Distribución espacial del riesgo .....	19
Interpretación de los datos obtenidos en términos del impacto potencial en las comunidades, infraestructuras, sistemas agropecuarios y/o ecosistemas presentes en el área estudiada. ....	22
La vulnerabilidad de las diferentes zonas y planificar medidas de mitigación más efectivas ...	23
Restauración de Ecosistemas .....	23
Planificación Territorial .....	24
Sistemas de Alerta Temprana.....	24
Educación y Concienciación .....	24
Tecnologías de Construcción Resilientes.....	24

Políticas y Normativas .....	24
Conclusiones .....	26
Recomendaciones.....	27
Referencias bibliográficas .....	29
Apéndices .....	32

## Lista de Apéndice

<b>Apéndice A</b> <i>Enlace de sustentación</i> .....	32
---	----

## Lista de Tablas

Tabla 1.....	16
Tabla 2.....	18
Tabla 3.....	19
Tabla 4.....	23

## Lista de Figuras

Figura 1 .....	13
Figura 2 .....	15
Figura 3 .....	18
Figura 4 .....	20
Figura 5 .....	20

## Introducción

Los sistemas de información geográfica (SIG) han revolucionado la manera en que se gestionan y ordenan los territorios, proporcionando un marco analítico que integra datos espaciales y temporales. Según Goodchild (2007), "los SIG ofrecen un medio poderoso para entender la complejidad de los fenómenos geográficos y sus interacciones, permitiendo a los tomadores de decisiones actuar con una base sólida de información". En un mundo caracterizado por el cambio climático y los desastres naturales, estos sistemas constituyen una herramienta esencial para la prevención y gestión de riesgos, especialmente en áreas propensas a inundaciones.

En Colombia, la vulnerabilidad ante inundaciones ha aumentado, particularmente en municipios como Armenia, Quindío, donde la combinación de factores climáticos, geológicos y la actividad humana han elevado el riesgo. Tal como indica el Informe del Centro de Estudios Estratégicos de Fuerzas Armadas (2020), "la gestión adecuada del territorio es crucial para mitigar los efectos de desastres naturales, y el uso de SIG permite una identificación más precisa de las áreas más amenazadas". Este trabajo se centra en modelar el territorio de Armenia para evaluar su vulnerabilidad a inundaciones, identificando no solo los puntos críticos, sino también las comunidades y ecosistemas que se ven amenazados por este fenómeno.

El análisis de los riesgos de inundación en el municipio de Armenia revela un escenario alarmante, donde el 58% del territorio (68.7 km<sup>2</sup>) se encuentra catalogado entre niveles de riesgo alto y muy alto. Esto coincide con las afirmaciones de Ochoa et al. (2019), quienes sostienen que "la adecuada evaluación del riesgo permite priorizar acciones de mitigación y prevenir pérdidas materiales y humanas en zonas vulnerables". A través de la identificación de los factores de riesgo, este estudio busca contribuir a la formulación de estrategias efectivas y coordinadas que no solo reduzcan el impacto de las inundaciones, sino que también fortalezcan la resiliencia de las comunidades ante futuros eventos adversos.

Por último, la implementación de medidas integrales que aborden de manera coordinada la gestión del riesgo de inundaciones es esencial. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2021), "la resiliencia comunitaria se construye a través de una planificación inclusiva y procesos de aprendizaje continuo que capacitan a las comunidades para enfrentar y recuperarse de los desastres". La propuesta de este trabajo no solo se limita a la reducción del riesgo, sino que también busca fomentar un sentido de comunidad y empoderar a los habitantes de Armenia ante los desafíos que presenta el cambio climático. Así, al combinar ciencia, tecnología y participación comunitaria, se abre un camino hacia un desarrollo más sostenible y seguro para todos.

Colombia es un país con diversidad climática, en donde se presentan lugares de alta zona fluvial y otras no. Según la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2020) y el Inventario histórico nacional de desastres (Corporación OSSO, 2019- 2020) entre el 15 de noviembre 1914 y el 31 de diciembre de 2019 se han presentado 67.789 eventos en Colombia de los cuales 20.085 han sido inundaciones, lo que equivale al 30% del total siendo el fenómeno con el mayor número de eventos registrados.

Por esto es importante evaluar la magnitud de las condiciones climatológicas y otros factores que intervienen en estos desastres por inundación, como: Entorno geográfico, político, socioeconómico y cultural, para un estudio de riesgo a profundidad.

El presente trabajo muestra la evaluación obtenida de riesgo de inundación en el municipio de Armenia, Quindío. Con fin de indicar la probabilidad de distintos eventos naturales.

Actualmente el municipio de Armenia, Quindío se encuentra con una problemática de inundación ante el incremento de lluvias y la mala disposición de residuos, según la página oficial de periodismo caracol "La mala disposición de basuras está provocando la mayoría de

inundaciones que se están presentando en Armenia ante el incremento de las lluvias". (Trejos, 2024)

A través de la historia del municipio los eventos más relevantes sucedieron en: En 1999, una de las inundaciones más devastadoras ocurrió en varias zonas del Quindío, incluyendo Armenia, debido a las intensas lluvias registradas en el período. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] "los desbordamientos de los ríos y la saturación de suelos llevaron al colapso de infraestructuras y damnificaron a numerosos hogares en el Eje Cafetero" (IDEAM, 1999). Este evento fue parte de un fenómeno climático que afectó distintas regiones del país y dejó a muchos ciudadanos sin hogar.

En el año 2010, durante la temporada de lluvias asociada con el fenómeno La Niña, Armenia nuevamente sufrió inundaciones significativas. Según un informe del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres [SNGRD], "las lluvias continuas y persistentes llevaron al desbordamiento de los ríos Quindío y La Vieja, afectando más de 500 familias en Armenia" y causando daños a la infraestructura vial y a la agricultura (SNGRD, 2010).

El 5 de diciembre de 2011, Armenia experimentó intensas lluvias que resultaron en inundaciones que causaron deslizamientos y la evacuación de varias comunidades. De acuerdo con el Cuerpo de Bomberos de Armenia, "las precipitaciones alcanzaron hasta 100 mm en pocas horas, generando serios problemas de drenaje en la ciudad" (Cuerpo de Bomberos de Armenia, 2011). Este evento resaltó los problemas de drenaje urbano en la ciudad, donde las infraestructuras no pudieron manejar el volumen repentino de agua.

El 20 de septiembre de 2017, Armenia reportó inundaciones a causa de lluvias intensas que generaron desbordamiento en el río Quindío. Según un comunicado de CORTOLIMA, "las lluvias sobrepasaron los límites establecidos y produjeron escorrentías que inundaron calles y

causaron daños en viviendas" (CORTOLIMA, 2017). Este evento demostró la vulnerabilidad de la infraestructura existente y la necesidad de implementar medidas de mitigación más efectivas.

En abril de 2020, la segunda semana se registraron fuertes lluvias en Armenia, resultando en inundaciones que obligaron a la evacuación de algunas familias. Según un informe del Gobierno Municipal de Armenia, "más de 40 viviendas se vieron afectadas, lo que llevó a un llamado a la acción para mejorar el sistema de drenaje de la ciudad" (Gobierno Municipal de Armenia, 2020). Esto puso de manifiesto la persistente vulnerabilidad del territorio ante eventos climáticos extremos.

La historia de inundaciones en Armenia, Quindío, refleja un patrón de eventos encabezados por fenómenos climáticos y la insuficiencia de la infraestructura de drenaje en la ciudad. Los hechos mencionados subrayan la necesidad de una gestión del riesgo más eficaz y la implementación de estrategias de mitigación ante el impacto de las lluvias intensas.

Para evitar estas problemáticas es importante involucrar a las comunidades para generar conciencia durante la temporada de lluvias, para que no se vea afectado la infraestructura de alcantarillado, proporcionando una inundación fluvial a manos antrópicas y se puedan prevenir este tipo de riesgos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar zonas de riesgo en el municipio de Armenia, Quindío, utilizando herramientas Sistema de Información Geográfica.

### **Objetivos Específicos**

Delimitar zonas de riesgo en el municipio de Armenia.

Realizar un análisis de exposición al riesgo comparando las zonas de riesgo mediante su distribución espacial.

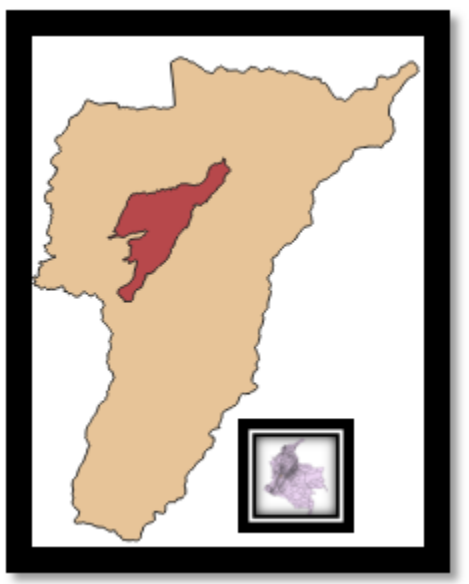
Evaluar el impacto potencial de las comunidades afectadas.

### Identificación del caso de estudio

Armenia es la capital del departamento del Quindío, uno de los principales centros de la economía nacional y del eje cafetero. La ciudad está situada en las coordenadas 4,5170° de latitud norte, 75,6830° oeste, 290 kilómetros al oeste de Bogotá. Es una ciudad de tamaño medio ubicada en el triángulo de oro. Su temperatura promedio es de entre 18-28°C, hace parte de la llamada Región paisa y es el núcleo del Área Metropolitana de Armenia. (GOBERNACIÓN QUINDIO, 2013).

#### Figura 1

*Mapa de Ubicación Armenia, Quindío*



Fuente: Autoría propia

Armenia se encuentra en el paisaje piedemonte Estas tierras están dedicadas a cultivos de café, plátano, yuca, frijón, tomate y algunos frutales como naranja, limón, mandarina, aguacate, etc. (IGAC, 2004)

El clima de Armenia se caracteriza por ser templado - húmedo. El promedio de lluvia total anual es de 2163 mm. Los meses de julio y agosto son los más secos del año. Las

temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta principios de junio y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre. A principios de año se presenta una disminución de lluvias en enero y febrero, los cuales constituyen una segunda temporada seca. En los meses secos de mediados y principios de año, llueve alrededor de 10 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover de 18 a 20 días/mes (IDEAM, 2007).

La hidrografía del municipio de armenia, esta intervenida por cuencas fluviales que pasan sobre la región, sus principales cuerpos de agua son: Río Quindío, río la vieja, quebrada magdalena, quebrada las acacias, quebrada la tebaida. Estas fuentes hídricas son importantes para el desarrollo económico del municipio para los diferentes sectores económicos y el abastecimiento de la región.

Acorde con lo establecido por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres “UNGRD” mediante la Ley 1523 / 2012, es necesario que en todo el territorio colombiano se desarrollen estrategias que permitan responder de forma oportuna y adecuada una emergencia, para lo cual es necesario tener en cuenta acciones para la Preparación, Respuesta y Recuperación que están enmarcados dentro de la Estrategia Municipal para la Respuesta. (UNGRD, 2012).

Debido al incremento de lluvias en armenia y su problemática actual decidimos analizar aquellas zonas críticas de riesgo para la prevención de desastres por inundaciones, trabajando con el mes de octubre que se ve un incremento de lluvias para este municipio del departamento del Quindío.

## Metodología

Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los afluentes; esto hace que un determinado curso de aguas rebase su cauce e inunde zonas adyacentes. Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicados en zonas adyacentes a cursos de agua. Las llanuras de inundación son, por tanto, “propensas a inundación” y un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable (Organización de Estados Americanos OEA, 1993).

Para este estudio de caso utilizamos el método multicriterio: Un análisis multicriterio en el contexto de los SIG, es todo aquel proceso analítico que permite identificar diversas soluciones ante un problema, utilizando principalmente variables cartográficas como datos de partida”. (Gis & Beers, s.f.).

El análisis Multicriterio (AMC) es definido como “una ayuda de decisión y un instrumento matemático que permite la comparación de alternativas diferentes o argumentos según muchos criterios, a menudo en conflicto, para dirigir al tomador de decisiones hacia una opción justa” (Bertolini & Beek, 2022).

La presente evaluación realiza un análisis del mapa de riesgo por inundación en el municipio de Armenia, donde se incluye la identificación de áreas críticas.

### **Figura 2**

*Esquema metodológico*



Fuente: Autoría propia.

El mapa de riesgo presentado clasifica las áreas del municipio de armenia en varias categorías según el riesgo de inundación, que van desde "muy bajo" hasta "muy alto". Las categorías se representan con colores específicos:

**Tabla 1.**

*Categorización del riesgo de inundación*

<b>Categoría del Riesgo</b>	<b>Color</b>
Riesgo muy bajo	Verde oscuro
Riesgo bajo	Verde claro
Riesgo medio	Amarillo
Riesgo alto	Naranja
Riesgo muy alto	Rojo

Fuente. Autoría propia.

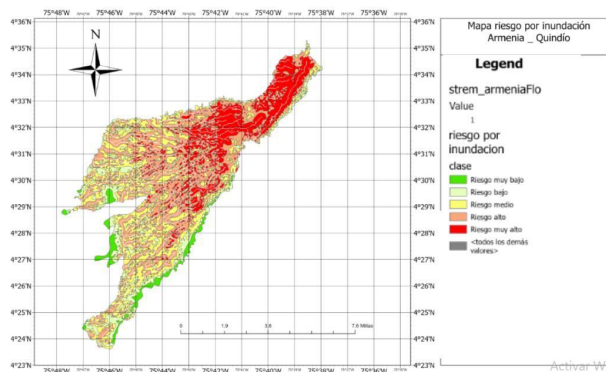
También se identifican áreas críticas con relación al riesgo de inundación de este municipio, y se interpretan los datos en términos de su impacto potencial en diversas comunidades, infraestructuras, sistemas agropecuarios y ecosistemas.

## Resultados

En la figura 3 se puede apreciar los resultados obtenidos con la herramienta ArcGis Pro, a continuación, se realiza la interpretación de los resultados arrojados.

**Figura 3**

*Mapa riesgo por inundación*



Fuente. Autoría propia.

### Clasificación del Riesgo de Inundación

La tabla de riesgo presentada a continuación clasifica el área del municipio de Armenia en cinco categorías, como se muestra a continuación:

**Tabla 2**

*Clasificación del riesgo de inundación en el municipio de Armenia*

#	Clase	Área Km <sup>2</sup>	Color	Clasificación Cualitativa
1	Riesgo muy bajo	4,4667	Verde Oscuro	Riesgo muy bajo
2	Riesgo bajo	11,991	Verde Claro	Riesgo bajo
3	Riesgo medio	32,903	Amarillo	Riesgo medio
4	Riesgo alto	44,512	Naranja	Riesgo alto
5	Riesgo muy alto	24,188	Rojo	Riesgo muy alto
<b>Área total</b>		<b>118,06</b>		

Fuente. Autoría propia.

## Identificación de Áreas Críticas

### *Áreas con Mayor Riesgo*

**Riesgo Alto (Naranja):** Superficie: 44.51 km<sup>2</sup>

**Descripción:** Esta categoría incluye áreas propensas a inundaciones significativas. Zonas urbanas densamente pobladas y cercanas a cuerpos de agua que pueden ser afectadas.

**Riesgo Muy Alto (Rojo):** Superficie: 24.19 km<sup>2</sup>

**Descripción:** Áreas críticas donde el riesgo de inundación es extremo. Requiere atención prioritaria para la implementación de medidas preventivas.

### *Áreas con Menor Riesgo*

**Riesgo Muy Bajo (Verde oscuro):** Superficie: 4.47 km<sup>2</sup>

**Descripción:** Estas áreas tienen un bajo potencial de inundación y son más seguras para comunidades y actividades económicas.

**Riesgo Bajo (Verde claro):** Superficie: 11.99 km<sup>2</sup>

**Descripción:** Zonas que, aunque son relativamente seguras, deben ser monitoreadas, especialmente en temporadas de lluvias intensas.

## Distribución espacial del riesgo

La siguiente tabla resume la superficie de cada categoría de riesgo:

**Tabla 3**

### *Resumen de categoría de riesgo*

Clase	Area (km <sup>2</sup> )	Porcentaje del Total (%)
<b>Riesgo Muy Bajo</b>	4.47	3.79
<b>Riesgo Bajo</b>	11.99	10.15

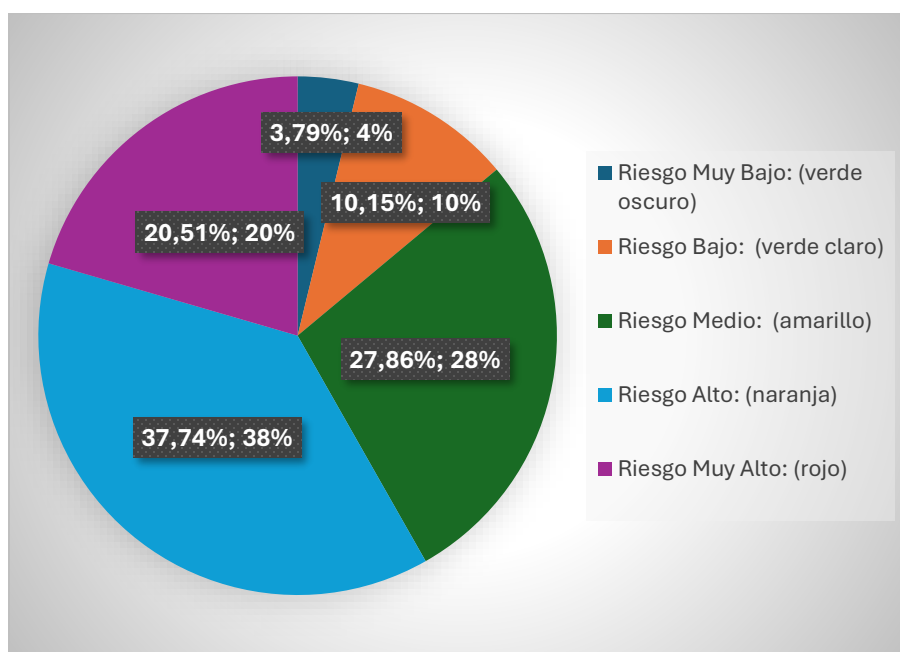
<b>Riesgo Medio</b>	32.90	27.86
<b>Riesgo Alto</b>	44.51	37.74
<b>Riesgo Muy Alto</b>	24.19	20.51
<b>Total</b>	118.06	100

**Fuente. Autoría propia.**

Las áreas con mayor y menor riesgo de inundación según la clasificación cualitativa del riesgo se pueden apreciar en la Figura 4.

#### **Figura 4**

*Diagrama de pastel categoría de riesgo*

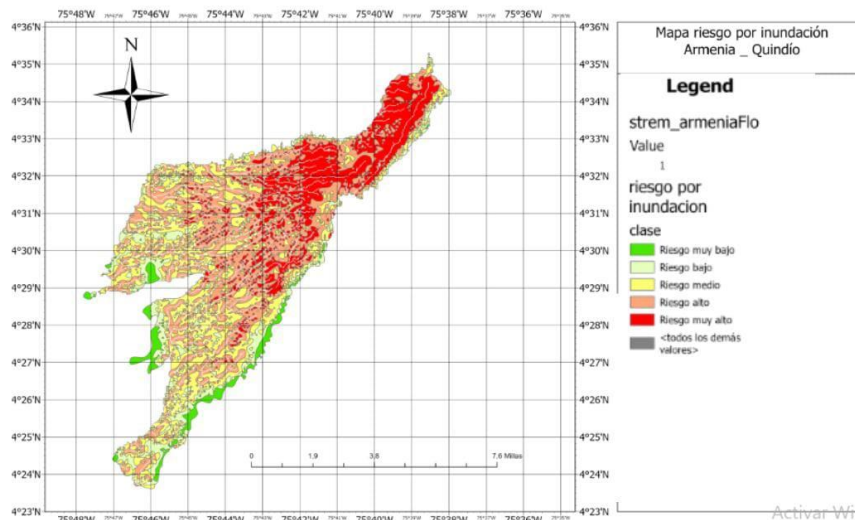


**Fuente. Autoría propia.**

De acuerdo con la información plasmada en la tabla 2 y figura 4 se puede concluir que:

#### **Figura 5**

*Mapa de riesgo*



Fuente. Autoría propia.

**Riesgo Alto y Muy Alto:** Estas áreas representan más del 58% del territorio de armenia (68.7 km<sup>2</sup>). Las zonas en rojo y naranja en el mapa coinciden con las áreas donde se concentran las comunidades, creando un alto potencial para daños en caso de inundaciones. Por ejemplo, las zonas adyacentes a cuerpos de agua, tales como ríos, que carecen de infraestructura adecuada de drenaje y protección.

**Riesgo Muy Bajo y Bajo:** Estas áreas totalizan 16.46 km<sup>2</sup>, constituyendo un 13.94% del territorio de armenia. Estas zonas son menos vulnerables a inundaciones, lo que las convierte en potenciales lugares para el desarrollo de infraestructuras y actividades económicas.

**Interpretación de los datos obtenidos en términos del impacto potencial en las comunidades, infraestructuras, sistemas agropecuarios y/o ecosistemas presentes en el área estudiada.**

**Comunidades:** Las zonas de mayor riesgo en armenia que impactan directamente en la seguridad de las comunidades, las comunidades cercanas a áreas de alto riesgo (naranja y rojo) son más vulnerables a inundaciones. El riesgo alto y muy alto afecta a poblaciones vulnerables que podrían necesitar planes de evacuación y educación para la población sobre medidas de emergencia.

**Infraestructura:** Las áreas en riesgo alto y muy alto generalmente comprenden infraestructuras críticas (puentes, carreteras, servicios públicos) que pueden resultar dañadas, afectando la movilidad y acceso a servicios, lo que aumenta la necesidad de fortalecer estas estructuras. La planificación urbana debe incluir medidas de adaptación frente a inundaciones en este municipio.

**Sistemas Agropecuarios:** La agricultura en áreas de riesgo de armenia (especialmente las zonas rojas y naranjas) se verá afectada por la exposición a inundaciones, la agricultura en las áreas de riesgo medio y alto podría sufrir pérdidas significativas debido al exceso de agua, afectando la seguridad alimentaria local y sus económicas, en concreto puede poner en peligro los medios de vida de muchas familias. Se requieren técnicas de gestión de agua y cultivos resistentes al agua.

**Ecosistemas:** Las zonas con riesgo alto podrían presentar un impacto negativo en ecosistemas locales, alterando hábitats y afectando la biodiversidad en áreas de inundación. En conclusión, los ecosistemas en zonas de alto riesgo podrían sufrir cambios drásticos debido a la erosión y sedimentación provocada por inundaciones recurrentes. Deben implementarse programas de conservación para proteger estos hábitats.

En la Tabla 4. Se representa gráficamente la información proporcionada anteriormente.

**Tabla 4**

*Representación del impacto ambiental*

<b>Clase</b>	<b>Comunidades</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Ecosistemas</b>
<b>Riesgo muy alto</b>	Alta	Alta	Alta
<b>Riesgo alto</b>	Alta	Media	Media
<b>Riesgo medio</b>	Media	Baja	Baja
<b>Riesgo bajo</b>	Baja	Muy baja	Muy baja
<b>Riesgo muy bajo</b>	Muy baja	Muy Baja	Muy baja

Fuente. Autoría propia.

### **La vulnerabilidad de las diferentes zonas y planificar medidas de mitigación más efectivas**

Las medidas de mitigación más efectivas para reducir el riesgo de inundaciones en el municipio de Armenia se podrían proponer de la siguiente manera:

*Infraestructura de Drenaje:* Construcción de Drenajes Pluviales: Instalación de sistemas de drenaje efectivos para canalizar el agua de lluvia y evitar acumulaciones.

*Mantenimiento de Ríos y Quebradas:* Limpieza y desazolve regular de cauces para asegurar un flujo adecuado de agua.

### **Restauración de Ecosistemas**

*Reforestación:* Plantar árboles y restaurar áreas verdes que actúen como esponjas para absorber agua y reducir escorrentías.

*Protección de Humedales:* Los humedales naturales pueden actuar como barreras y absorben el exceso de agua.

## **Planificación Territorial**

*Zonificación de Uso del Suelo:* Evitar el desarrollo urbano en áreas de alto riesgo de inundación, favoreciendo usos más seguros.

*Creación de Zonas de Retención:* Establecer áreas donde el agua pueda acumularse de manera controlada, reduciendo su impacto en las zonas urbanas.

## **Sistemas de Alerta Temprana**

*Monitoreo Meteorológico:* Implementar estaciones meteorológicas que proporcionen pronósticos precisos y alertas sobre condiciones climáticas severas.

*Sistemas de Comunicación:* Establecer canales de comunicación eficaces para avisar a la población sobre inminentes inundaciones, incluyendo sirenas, mensajes de texto y redes sociales.

## **Educación y Concienciación**

*Capacitación de la Comunidad:* Educar a los ciudadanos sobre riesgos de inundación y medidas preventivas, así como sobre cómo actuar en caso de emergencia.

*Simulacros de Emergencia:* Realizar ejercicios regulares para preparar a la comunidad ante posibles situaciones de inundación.

## **Tecnologías de Construcción Resilientes**

*Diseño de Edificaciones Resilientes:* Fomentar prácticas de construcción que reduzcan el riesgo de inundaciones, como el uso de elevaciones en estructuras y materiales impermeables.

*Sistemas de Gestión de Agua de Lluvia:* Instalación de tanques de recolección y sistemas de infiltración de agua pluvial.

## **Políticas y Normativas**

*Regulación de Construcciones en Áreas Críticas:* Implementar normativas que restrinjan o regulen la construcción en zonas vulnerables a inundaciones.

*Fomento de Seguros Contra Inundaciones:* Incentivar a propietarios y empresas a adquirir seguros que cubran daños por inundaciones.

Implementar estas medidas de manera integral y coordinada permitirá no solo reducir el riesgo de inundación en el municipio, sino también aumentar la resiliencia de las comunidades ante futuros eventos climáticos.

## Conclusiones

Las inundaciones no solo afectan gravemente a las comunidades humanas, sino que también causan daños considerables al medio ambiente. Los ecosistemas, como los bosques, sufren alteraciones que incluyen la pérdida de flora y fauna, así como la alteración de sus funciones naturales. A su vez, la tierra es afectada por la erosión, lo que disminuye su calidad para el cultivo. Además, las actividades agrícolas en las zonas afectadas se ven comprometidas, lo que genera una reducción en la productividad y afecta la economía local.

El desarrollo e implementación de infraestructura adecuada en zonas de alto riesgo, como drenajes, gaviones y muros de contención, es clave para reducir la incidencia de inundaciones y la erosión del suelo. Estas estructuras ayudan a controlar el flujo de agua, protegen las áreas agrícolas y contribuyen a la seguridad de las comunidades. La inversión en estas soluciones preventivas es fundamental para reducir los daños a largo plazo y fomentar la resiliencia ante eventos meteorológicos extremos.

La educación y la sensibilización en las comunidades son fundamentales para mitigar los riesgos asociados a los desastres naturales. La capacitación sobre cómo responder adecuadamente ante situaciones de emergencia y cómo prevenir daños derivados de inundaciones puede marcar una diferencia significativa en la protección de vidas y bienes. Promover la cultura de la prevención permite a las comunidades estar mejor preparadas y reducir la vulnerabilidad frente a futuros eventos climáticos.

## Recomendaciones

Se recomienda implementar sistemas de drenaje adecuados en tanto en áreas urbanas como rurales para hacer frente a las lluvias intensas y prevenir inundaciones. Estos sistemas deben ser diseñados específicamente para gestionar el agua de lluvia de manera eficiente, evitando la acumulación en zonas vulnerables. Además, es necesario establecer un plan de mantenimiento constante que asegure que tanto los drenajes como el alcantarillado y otras infraestructuras hídricas se mantengan en óptimas condiciones. Un mantenimiento adecuado y frecuente garantizará que los sistemas de drenaje puedan manejar grandes volúmenes de agua durante las lluvias, minimizando el riesgo de inundaciones y protegiendo las áreas circundantes de daños graves.

El estudio sobre el riesgo de inundación en el municipio de Armenia resalta la necesidad de una planificación integral que permita mitigar los efectos de estos desastres naturales. Las áreas de "Riesgo Muy Alto" y "Riesgo Alto" requieren atención prioritaria, ya que son especialmente vulnerables a los impactos de las inundaciones. En estos sectores, se deben implementar estrategias específicas para reducir la exposición al riesgo, protegiendo tanto a las personas como a las infraestructuras. Algunas de las medidas clave incluyen:

**Planificación urbana sostenible:** Es fundamental regular estrictamente el desarrollo urbano en áreas de alto riesgo. Debe evitarse la construcción en zonas vulnerables, y en su lugar, se debe promover la restauración de ecosistemas naturales y la rehabilitación de áreas verdes que ayuden a absorber el exceso de agua. La planificación urbana debe estar orientada hacia la resiliencia, considerando no solo los riesgos de inundación, sino también factores como el crecimiento desmedido de las ciudades y los efectos del cambio climático.

**Infraestructura de drenaje y mantenimiento continuo:** Además de la instalación de sistemas de drenaje adecuados, es crucial que se implementen estrategias de mantenimiento

preventivo y ampliación de las infraestructuras existentes. La construcción de drenajes en áreas urbanas y rurales con alta exposición a inundaciones y la mejora de los sistemas de alcantarillado deben ser prioritarias para garantizar una evacuación eficiente del agua hacia los sistemas de desagüe. Asimismo, es esencial considerar el uso de tecnologías sostenibles, como sistemas de drenaje ecológicos, que minimicen el impacto ambiental y contribuyan a una gestión más eficiente de los recursos hídricos.

**Educación y sensibilización comunitaria:** Es necesario llevar a cabo campañas educativas que informen a la comunidad sobre los riesgos de inundación y las acciones preventivas que pueden adoptar. Sensibilizar sobre la importancia de mantener los drenajes libres de obstrucciones y gestionar adecuadamente los residuos es vital para mejorar la eficiencia de los sistemas de drenaje. Además, se deben implementar programas de capacitación para que los residentes reconozcan las señales de alerta temprana y actúen de manera efectiva ante posibles emergencias. La educación continua fortalecerá la capacidad de respuesta de la comunidad, reduciendo su vulnerabilidad y potenciando su resiliencia frente a futuros desastres.

**Fomento de la resiliencia y planificación a largo plazo:** Para minimizar los impactos de futuros eventos de inundación, es esencial que las comunidades no solo cuenten con medidas de respuesta, sino que también estén preparadas para adaptarse a los efectos del cambio climático. Esto implica integrar políticas públicas que favorezcan la adaptación al clima, fortaleciendo las capacidades locales para gestionar desastres naturales. La resiliencia no depende únicamente de infraestructuras físicas, sino también de comunidades organizadas e informadas, capaces de actuar de manera pro-activa y fundamentada en principios de prevención.

### Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Armenia. (2024). Alcaldía de Armenia invita a redoblar esfuerzos para prevenir inundaciones durante la temporada de lluvias. <https://www.armenia.gov.co/atencion-al-ciudadano/noticias/alcaldia-de-armenia-invita-a-redoblar-esfuerzos-para-prevenir-inundaciones-durante-la-temporada-de-lluvias>
- Barbosa, K. S., Cárdenas, S., Guavita, Y. L., Borda, C. A., Marín, J. D., & González, A. M. (2020). Análisis climático de la ciudad de Armenia [Tesis, Universidad distrital Francisco José de caldas]. [https://www.researchgate.net/publication/351824388\\_ANALISIS\\_CLIMATICO\\_DEL\\_MUNICIPIO\\_DE\\_ARMENIA\\_QUINDIO](https://www.researchgate.net/publication/351824388_ANALISIS_CLIMATICO_DEL_MUNICIPIO_DE_ARMENIA_QUINDIO)
- Bertolini, L., & Beek, R. (2022). Multicriteria decision analysis in land-use planning: A systematic review. *Environmental Science & Policy*, 136, 172-183. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.05.009>
- Cruz Cuéllar, H. F. (2017). *Análisis Espacial Multicriterio para el estudio de la distribución y conectividad estructural de aves del Bosque Seco Tropical (BST) del Tolima* [Tesis de Magister, Universidad Nacional de Colombia]. [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64776/Tesis\\_HECTOR%20CRUZ.pdf](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64776/Tesis_HECTOR%20CRUZ.pdf)
- Díaz Villanueva, J & García Carazas, J. (2021). Zonas afectadas por inundación en quebrada para medir el nivel de riesgo de la población. Universidad Ricardo Palma - URP. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4789>
- Gabriel, R. A. A., & Arturo, A. C. J. (2024, febrero 12). *Propuesta de aplicación del método de análisis multicriterio con el software ArcGIS, para la selección eficiente de la ruta*

*preliminar de la Vía de Evitamiento de la ciudad de Abancay.*

<https://repositorio.pucp.edu.pe/items/3e2300b3-e701-4871-b7c4-4268ad601c37>

González Valencia, J. E. (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, 59-70.  
<https://www.redalyc.org/pdf/750/75050806.pdf>

Hernández-Urbe, R. E., Barrios-Piña, H., & Ramírez, A. I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 08(3), 05-25. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>

Ingenierías USBMed. (2014). *Análisis multicriterio SIG basado en momentos de orden superior normalizados para el cálculo de superficies de viabilidad ambiental.*  
file:///C:/Users/lenovo/Downloads/Dialnet-  
AnalisisMulticriterioSIGBasadoEnMomentosDeOrdenSup-6283793.pdf

*Modelo de simulación para comprender los desastres causados por inundaciones y flujo de escombros en Colombia.* (s. f.). <https://www.esri.co/es-co/nosotros/publicaciones/blogs/fecha/2020/defensa-y-seguridad/modelo-de-simulacion-para-comprender-los-desastres-causados-por-inundaciones-y-flujo-de-escombros-en-colombia>

Roberto. (2020, 17 octubre). *¿Qué son los análisis multicriterio en un SIG? - Gis&Beers.*  
Gis&Beers. <http://www.gisandbeers.com/como-realizar-un-analisis-multicriterio-sig/>

Trejos, A. (2024, 9 octubre). Inundaciones en calles de Armenia, mala disposición de basuras y falta cultura ciudadana. *Caracol Radio*. <https://caracol.com.co/2024/10/10/inundaciones-en-calles-de-armenia-mala-disposicion-de-basuras-y-falta-cultura-ciudadana/>

- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo. (2020). *¿Cuál es el riesgo por inundaciones en Colombia?* UNGRD. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Cual-es-el-riesgo-por-inundaciones-en-Colombia.aspx#:~:text=%C2%BFSabe%20si%20Colombia%20tiene%20amenaza,el%2031%20%25%20del%20%C3%A1rea%20total>.
- Valencia, L. & Rojas, D. (2024). Análisis de zonas de riesgo de inundación en Cali y sus efectos usando ArcGIS Pro. [Diplomado de profundización para grado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62493>
- Valladares, J. (2022). *Métodos para realizar un Análisis Multicriterio en un SIG*. MASTERGIS. <https://mastergis.com/blog/metodos-analisis-multicriterio-sig>

## Apéndices

### Apéndice A

*Enlace de sustentación*

<https://youtu.be/75NWy4LnhAQ>