

## **Identificación de zonas vulnerables a inundaciones en el municipio Ubaque mediante el uso ArcGIS Pro**

### **Autores:**

Aurora E. Suárez Guerrero / [aesuarzgu@unadvirtual.edu.co](mailto:aesuarzgu@unadvirtual.edu.co)

Gerlein Zubieta Buitrago / [gzubietab@unadvirtual.edu.co](mailto:gzubietab@unadvirtual.edu.co)

Luis Felipe Veloza Forero / [lfvelozaf@unadvirtual.edu.co](mailto:lfvelozaf@unadvirtual.edu.co)

Docente Asesor: Gina Carolina Posada Correa / [gina.posada@unad.edu.co](mailto:gina.posada@unad.edu.co)

### **Resumen**

El análisis de riesgo por inundación en el municipio de Ubaque, Cundinamarca, se llevó a cabo utilizando el método de Análisis Multicriterio (AMC) junto con el Sistema de Información Geográfica (SIG), para mapificar y clasificar las zonas vulnerables. Para la categorización del riesgo se agrupó en cinco niveles: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, con una mayor concentración de áreas de alto y muy alto riesgo cerca de los cuerpos de agua. El análisis de la geometría nos permitió determinar las zonas más vulnerables en Km<sup>2</sup> para cada categoría de riesgo, evidenciándose así que el 39.1% del territorio del municipio de Ubaque presenta riesgo alto y muy alto, las cuales corresponde a las zonas cercanas a ríos y quebradas siendo estas las más vulnerables. El 23.4% se encuentran en riesgo medio, mientras que el 13.8% de las zonas presenta riesgo bajo y muy bajo, con menor probabilidad de inundación. Este se resultado enfatiza la importancia de fortalecer la planificación territorial y promover la educación ambiental en prácticas sostenibles y adaptativas frente al cambio climático. Estos resultados ofrecen una base clave para la toma de decisiones y la generación de políticas públicas para el reducir el riesgo de inundaciones.

**Palabras claves:** Inundación, riesgo, SIG.

### **Abstract**

The flood risk analysis in the municipality of Ubaque, Cundinamarca, was carried out using the Multicriteria Analysis (MCA) method together with the Geographic Information System (GIS) to map and classify the areas at risk. The risk categorization was divided into five levels: very low, low, medium, high and very high, with a higher concentration of high and very high risk areas near water bodies. The analysis of the geometry allowed us to determine the most vulnerable zones in km<sup>2</sup> for each risk category, thus showing that 39.1% of the territory of the municipality of Ubaque presents high and very high risk, which corresponds to the zones near rivers and

streams, being these the most vulnerable. The 23.4% are at medium risk, while 13.8% of the areas are at low and very low risk, with a lower probability of flooding. This result highlights the importance of strengthening territorial planning and promoting environmental education on sustainable and adaptive practices in the face of climate change. These results provide an important basis for decision-making and the generation of public policies to reduce flood risk.

**Keywords:** Flooding, risk, GIS.

## Introducción

Según el autor Oro & Herrera se puede inferir que las inundaciones son eventos recurrentes que se producen en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, se desbordan y cubren con agua los terrenos relativamente planos que se encuentran aledaños a las riberas de ríos y quebradas. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento (Oros & Herrera, 2014).

Las inundaciones son una de las problemáticas y/o fenómenos naturales que generan una gran amenaza en todo el planeta tierra; las zonas con mayor afectación tanto económica como en los aspectos ambientales corresponden a las áreas urbanas y rurales.

En el caso del municipio de estudio y/o analizado Ubaque el cual se encuentra localizado en el oriente del departamento de Cundinamarca; este fenómeno es de gran relevancia en esta zona del país, lo anterior teniendo en cuenta que Cundinamarca corresponde a uno de los departamentos de Colombia que han presentado un incremento en las precipitaciones en los últimos años y además estas situaciones ha generado gran

afectación en los municipios de este departamento.

Esta situación se debe a las precipitaciones intensas que se han presentado en la región causa del cambio climático que se presenta actualmente en el mundo, también debido al manejo inadecuado en las prácticas agrícolas, la falta y/o la inadecuada infraestructura para el manejo de los recursos hídricos del municipio. Según el informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (National Geographic, 2024), las inundaciones y otros eventos climáticos extremos, como sequías y granizadas, están ocurriendo con mayor frecuencia debido a la crisis climática (National Geographic, 2024). Este aumento de la incidencia de inundaciones se debe no solo a las precipitaciones intensas, sino también a la deforestación y al mal manejo del recurso hídrico, lo que incrementa el riesgo de desbordamientos y afectaciones a la infraestructura y a la población (National Geographic, 2024).

En el mes de noviembre del presente año varios municipios del Cundinamarca han presentado eventos severos como intensas lluvias provocando inundaciones en zonas urbanas de Tocancipá y Cajicá, y crecientes súbitos en ríos de Ubaque y Fómeque (Rodríguez, 2024).

Según el autor Rodríguez en su estudio infiere que estos eventos han provocado inundaciones urbanas, crecientes súbitos en ríos como el río Palmar y el río Unión, y daños en la infraestructura local. El gobernador de Cundinamarca en coordinación con la gobernación y la unidad de gestión de riesgos de Cundinamarca la activación de los protocolos de emergencia y medidas de mitigación para reducir los efectos de estas calamidades” (Rodríguez, 2024 ).

Las situaciones de emergencia que se presentan actualmente en los diferentes municipios que se encuentran dentro del departamento de Cundinamarca (Rodríguez, 2024 ), especialmente en el municipio de estudio “Ubaque”, nos demuestra una vez más en la importancia de emplear herramientas tecnológicas como el Sistema de Información Geográfico (SIG) para identificar las zonas y/o áreas más vulnerables a inundaciones del municipio.

Lo anterior con el fin de que, las autoridades ambientales en conjunto con la gobernación de Cundinamarca y la alcaldía del municipio para implementar estrategias y/o acciones enfocadas en la prevención y/o mitigación de los impactos generados por estos eventos de emergencias.

## Objetivos

### General

Identificar las zonas y/o áreas más vulnerables a inundaciones del municipio de estudio “Ubaque”, mediante la implementación ArcGIS Pro.

### Específicos

- Analizar las características biofísicas del municipio de Ubaque que influyen en la

vulnerabilidad a riesgo de inundaciones, como su geografía, clima y uso del suelo.

- Elaborar un mapa temático que establezca los niveles de riesgo de inundación en el municipio de Ubaque, mediante la implementación de ArcGIS Pro.

- Proponer estrategias orientadas en la prevención y/o mitigación de los impactos negativos ocasionados por la materialización de los riesgos de inundaciones en el municipio de estudio

## Identificación del caso de estudio

“El municipio de Ubaque está situado en la Región del Oriente de Cundinamarca a 56 Kilómetros de la Capital de la república. limita por el norte con Choachí oriente Fómeque, sur Cáqueza y occidente con Bogotá” (Andrea, 2016), la extensión total es de 104.96 Km<sup>2</sup>, (Castillo, 2007).

### Figura 1

Localización geográfica del municipio de Ubaque



Nota: Fuente: Autoría Propia, 2024

“La temperatura media anual en Ubaque está entre 6°C a la altura del páramo es decir (3600 m.s.n.m) y 17°C en la

microcuenca del río El Palmar (1460 m.s.n.m)” (Andrea, 2016)

Ubaque posee gran riqueza en biodiversidad, el 87% de su población es rural y su economía se basa en la agricultura. “El municipio cuenta con diferentes pisos térmicos, desde páramo hasta clima cálido, razón por la cual se cultivan diferentes tipos de productos de acuerdo con el sector” (Cubillos, 2024).

“El manejo del recurso hídrico está directamente ligado al suministro de la fuente principal de abastecimiento (río El Palmar), el cual a su vez tiene las quebradas, laguna y demás fuentes de agua que lo alimentan”. (Andrea, 2016). “La precipitación de la microcuenca del río El Palmar presenta una medida de 1251mm anuales, en el que se destacan tres períodos: un verano y dos inviernos anualmente. Estos períodos están marcados por la convergencia intertropical, la cual aumenta la pluviosidad a finales de marzo hasta noviembre. Período de verano: Diciembre- febrero. (enero es el mes más seco)”, (Andrea, 2016).

Según la Gobernación de Cundinamarca, el pasado 7 de diciembre del 2022 el municipio de Ubaque registro emergencias por la creciente súbita asociada a la temporada de lluvias, lo cual ha ocasionado situaciones de riesgo para la comunidad y daños en la infraestructura. Aunque las inundaciones no han sido tan frecuentes, la posibilidad de que ocurran sigue latente, debido a la persistencia de precipitaciones intensas en la región” (Gobernación de Cundinamarca, 2022).

En el Esquema de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Ubaque, Cundinamarca, desarrollado en colaboración entre la Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Agrícola, y la Alcaldía Municipal de Ubaque, aborda de

manera integral el riesgo de inundación en la región. El estudio resalta que la ocupación inapropiada de los cauces de los ríos y la deforestación acelerada agravan la vulnerabilidad del municipio, ya que reducen la capacidad de absorción del suelo y alteran los cauces naturales de los cuerpos de agua. Además, se señala que las lluvias intensas, sumadas a la falta de infraestructura adecuada para el manejo de aguas pluviales, incrementan significativamente (González Murillo, 2020)

Para la identificación y clasificación de los niveles de riesgos de inundación en el municipio de ubaque se enfocó y/o se seleccionó el mes de noviembre, lo anterior teniendo en cuenta que este mes y/o periodo presenta un aumento en las precipitaciones del municipio analizado.

### **Metodología**

La metodología empleada para realizar la identificación y el análisis de riesgo a inundación en el municipio Ubaque se encuentra orientada en un proceso ordenado para lo cual se empleó el método Análisis multicriterio (AMC) en conjunto con el Sistema de Información Geográfico (SIG).

ArcGIS Pro es la aplicación SIG de escritorio profesional con plenas funcionalidades de Esri. Con ArcGIS Pro, puede explorar, visualizar y analizar datos, crear mapas 2D y escenas 3D, además de compartir su trabajo con ArcGIS Online o un portal de ArcGIS Enterprise (ESRI, 2024).

Esta combinación de metodología fue fundamental para evaluar los posibles riesgos a inundación que se puedan presentar en el municipio de estudio y/o analizados.

En la fase inicial del estudio, se llevó a cabo una revisión de la información

secundaria, utilizando fuentes como artículos científicos y bases de datos geográficas especializadas. Los criterios seleccionados para el desarrollo de este trabajo corresponden a aspectos tales como precipitaciones, pendientes, cercanías a los recursos hídricos, red hidrográfica, el uso del suelo.

Estos criterios se encuentran respaldado por el estudio realizado por Juan Esteban González Valencia “Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones” (Valencia, 2006) en donde se determinó la importancia de las variables geodésicas y ambientales en la evaluación de riesgos.

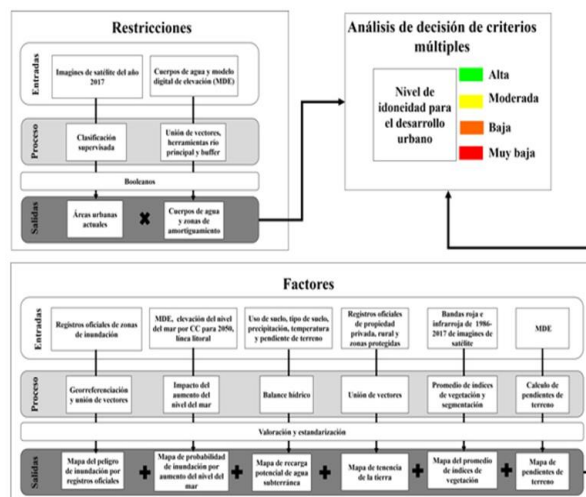
Para para el desarrollo de este trabajo se obtuvo de datos satelitales, mapas topográficos y registros de precipitaciones tomados de fuentes oficiales como el instituto geográfico Agustín Codazzi, IDEAM y/o los suministrados, estos datos se estandarizaron y se convirtieron en formatos compatibles con ArcGIS Pro para su análisis espacial.

La capa utilizada en este estudio integra datos vectoriales y ráster. El geoproceto principal fue la disolución del atributo gridcode para identificar los niveles de riesgo de inundación en el municipio de Ubaque, siguiendo el esquema metodológico descrito en la figura 2.

Este proceso se complementó con la conversión de datos ráster a vectorial y el cálculo de geometría, lo que permitió clasificar y categorizar las áreas de acuerdo con su nivel de riesgo, optimizando la claridad y precisión en la representación de los resultados.

**Figura 2**

Esquema metodológico, Factores, restricciones y MCDA



Nota: Análisis multicriterio para el desarrollo urbano en zonas costeras en un contexto de cambio climático: Caso en Acapulco, México. Revista De Ciencias Ambientales, 55(2), 91–110. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.5>. Fuente: (Guerrero-Morales et al., 2021)

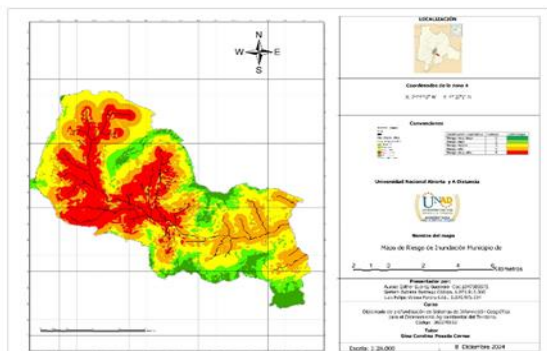
## Resultados

A continuación, se presenta el mapa de riesgo de inundación del municipio de Ubaque (Figura 3.) como resultado de la implantación del método Análisis multicriterio (AMC) en conjunto con el Sistema de Información Geográfico (SIG).

La Mapificación del riesgo por inundación es un proceso esencial para visualizar las áreas más vulnerables y así implementar medidas de mitigación efectivas. Esto permite representar espacialmente los diferentes niveles de riesgo, según datos como precipitaciones, pendientes, y proximidad a cuerpos de agua.

**Figura 3.**

Mapa de riesgo inundación Municipio de ubaque



Nota: Se visualiza la distribución espacial de los niveles de riesgo según el área. Fuente: Autoría Propia, 2024

La Tabla 2 se muestra la reclasificación del riesgo de inundación en cinco niveles, utilizando un código de colores para facilitar la identificación de las áreas más vulnerables. Esta clasificación, basada en datos de precipitación y otros factores geográficos, complementa el análisis realizado y permite visualizar claramente las zonas con mayor amenaza de inundaciones.

**Tabla 2.**

Reclasificación de riesgo por inundación

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

Nota: La tabla muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y utiliza un código de colores para su identificación. Fuente. (UNAD, 2024)

El mapa generado en ArcGIS Pro utilizando datos de precipitación del mes correspondiente al mes de noviembre, muestra cómo el riesgo de inundación se encuentra distribuido en todo el municipio, con zonas de riesgo alto y muy alto concentradas principalmente en áreas cercanas a ríos y quebradas, lo que refleja una mayor vulnerabilidad a las inundaciones en estas regiones.

La siguiente información corresponde a los resultados obtenidos que nos ayudan a comprender mejor los riesgos asociados y su impacto potencial en municipio analizado.

### Clasificación y áreas afectadas

La tabla de riesgos por inundación (Tabla 2.) presentada a continuación refleja los resultados obtenidos del análisis realizado en el municipio de Ubaque, Cundinamarca, con base en los datos de precipitación del mes de noviembre, el cual es el mes más lluvioso del año. Esta tabla clasifica las áreas estudiadas según su nivel de riesgo de inundación, dividiéndolas en categorías que van desde "riesgo bajo" hasta "riesgo muy alto".

**Tabla 2.**

Clase de riesgo de inundación por área Km2

Clase de riesgo de inundación	Área Km2
Riesgo muy bajo	6,74
Riesgo bajo	12,23
Riesgo medio	32,33
Riesgo alto	28,3
Riesgo muy alto	25,69

Nota: Se visualiza la distribución de los niveles de riesgo según el área. Fuente: Autoría Propia, 2024

La distribución de las áreas vulnerables en el municipio.

### **Áreas críticas:**

Las categorías de riesgo alto y muy alto abarcan un total de 53.99 km<sup>2</sup>, representando casi la mitad del área estudiada. Estas zonas son las más vulnerables a inundaciones severas.

### **Veredas y centros poblados afectados**

**Vereda San Joaquín:** Por su ubicación en zonas bajas cercanas a ríos y quebradas.

**Vereda Santa Lucía:** Caracterizada por áreas planas con suelos saturados durante periodos de lluvia intensa.

**Centro poblado de La Esmeralda:** Cerca de una de las cuencas más afectadas.

**Zona hídrica responsable:** El río Ubaque, que atraviesa varias de estas áreas, es el principal causante de inundaciones debido a su desbordamiento durante periodos de lluvias intensas, sumado al aporte de quebradas menores que aumentan su caudal.

### **Áreas moderadas:**

El riesgo medio cubre la mayor extensión (32.33 km<sup>2</sup>), lo que indica que una proporción significativa del territorio está en riesgo de impactos moderados, pero con potencial de agravarse en eventos extremos.

### **Veredas y centros poblados afectados:**

**Vereda Los Sauces:** Ubicada en pendientes moderadas, con flujo de agua que podría saturar terrenos agrícolas.

**Vereda El Molino:** Donde el riesgo es moderado, pero potencialmente agravado por actividades humanas.

**Zona hídrica responsable:** En estas áreas, además del río Ubaque, se identifican influencias de quebradas menores como Quebrada Las Piedras, que pueden desbordarse en casos de lluvias continuas.

### **Áreas de menor riesgo:**

Solo 18.97 km<sup>2</sup> están clasificadas como riesgo bajo o muy bajo, lo que sugiere que las zonas seguras son limitadas y probablemente se encuentren en elevaciones mayores.

### **Veredas y centros poblados asociados**

**Vereda El Retiro:** Ubicada en una zona con mejores condiciones topográficas y escaso riesgo de acumulación de agua.

**Vereda Los Cedros:** Con bajo impacto debido a la inclinación del terreno.

### **Zona hídrica responsable**

Estas áreas están menos influenciadas por los cuerpos de agua principales y presentan un buen manejo natural del flujo hídrico.

## Impacto potencial

### Comunidades

Las áreas clasificadas como Riesgo alto y muy alto (28.30 km<sup>2</sup> y 25.69 km<sup>2</sup>) probablemente incluyen zonas habitadas o cercanas a asentamientos humanos, especialmente si están cerca de ríos, quebradas o zonas bajas.

Impacto: Inundaciones en estas áreas podrían resultar en daños a viviendas, pérdida de bienes, desplazamientos temporales o permanentes, y riesgos para la vida humana.

### Infraestructura

Infraestructuras críticas, como carreteras, puentes, redes eléctricas y sistemas de alcantarillado, suelen estar ubicadas en áreas susceptibles.

Impacto: Las inundaciones en zonas de Riesgo medio a muy alto (86.32 km<sup>2</sup> combinados) podrían interrumpir el transporte, el suministro de servicios básicos y el acceso a servicios de emergencia, aumentando los costos de reparación.

### Sistemas agropecuarios

Ubaque es una región con actividad agrícola significativa. Las áreas de riesgo probablemente incluyen tierras de cultivo y pastoreo.

Impacto: En Riesgo alto y muy alto, se podrían perder cosechas, erosionar suelos fértiles y alterar la disponibilidad de agua para el riego. En Riesgo medio, podría haber afectaciones moderadas, como la saturación de suelos o reducción temporal de la producción.

## Ecosistemas

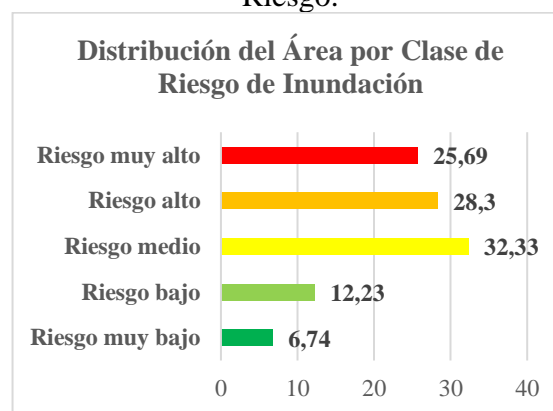
El municipio cuenta con ecosistemas valiosos, como bosques andinos y fuentes hídricas.

Impacto: Las inundaciones pueden causar alteraciones en los hábitats de fauna y flora. Sedimentación y contaminación de cuerpos de agua. Cambios en la estructura del suelo y la vegetación, reduciendo la capacidad del ecosistema para mitigar futuros riesgos naturales.

La Figura 4 representa la distribución del área en kilómetros cuadrados, organizada por niveles de riesgo. Esta representación permite identificar de manera clara la proporción relativa de cada clase de riesgo, favoreciendo un análisis más detallado y una comparación más precisa de su impacto.

**Figura 4.**

Distribución de las áreas Km<sup>2</sup> por Clase de Riesgo.



Nota: Fuente: Autoría Propia, 2024

## Vulnerabilidad

### Riesgo muy bajo (6.74 km<sup>2</sup>)

Vulnerabilidad: Baja.  
Estas zonas se encuentran principalmente en áreas elevadas o con buena capacidad de drenaje. Son las menos propensas a inundaciones y sus comunidades, infraestructura y actividades agropecuarias enfrentan un riesgo mínimo.

### Riesgo bajo (12.23 km<sup>2</sup>)

Vulnerabilidad: Moderada-baja.  
Descripción: Áreas que, aunque menos afectadas, podrían experimentar encharcamientos o inundaciones leves, principalmente en periodos prolongados de lluvia.

### Riesgo medio (32.33 km<sup>2</sup>)

Vulnerabilidad Moderada. Esta corresponde a zonas intermedias que pueden sufrir inundaciones moderadas en eventos lluviosos normales o severos. Son áreas de transición que combinan pendientes y zonas planas, aumentando la acumulación de agua en sectores específicos.

### Riesgo alto (28.30 km<sup>2</sup>)

Vulnerabilidad: Alta. Las áreas con alta probabilidad de sufrir inundaciones severas durante periodos de lluvia intensa, debido a su cercanía a ríos o quebradas, y características topográficas que favorecen la acumulación de agua.

### Riesgo muy alto (25.69 km<sup>2</sup>)

Vulnerabilidad: Muy alta. Estas zonas son las más críticas, caracterizadas por su exposición directa a inundaciones severas debido a su ubicación en zonas bajas o cercanas a cuerpos de agua. Las condiciones de suelo suelen estar saturadas o ser propensas a deslizamientos.

### Planificación de medidas de mitigación efectivas

Se pueden proponer medidas específicas que integran infraestructura, manejo ambiental y participación comunitaria para mitigar los impactos en las diferentes zonas de riesgo.

### Zonas de riesgo muy bajo y bajo:

Aunque estas zonas tienen menor vulnerabilidad, es crucial implementar medidas para mantener su seguridad ante eventos extremos inesperados:

Mantenimiento de infraestructuras de drenaje natural para garantizar que los canales y quebradas que atraviesan estas zonas estén libres de obstrucciones y sedimentación, lo que asegura un flujo eficiente de las aguas pluviales.

Promover prácticas agrícolas sostenibles, como la siembra de cobertura y la conservación de suelos, para evitar la erosión del suelo y el escurrimiento excesivo hacia áreas de mayor riesgo.

Establecer un sistema de monitoreo que permitan detectar cambios en el comportamiento hídrico que puedan generar riesgos adicionales.

### **Zonas de riesgo medio:**

En estas áreas, donde el riesgo de inundación es moderado pero significativo, se recomiendan medidas para reducir vulnerabilidades sin necesidad de reubicaciones masivas:

- Implementar tecnología que permita informar rápidamente a las comunidades sobre eventos climáticos adversos, dando tiempo para proteger bienes y evacuar, si es necesario.
- Jornada de siembra árboles en las pendientes y zonas cercanas a cuerpos de agua para disminuir la velocidad de escorrentía y aumentar la capacidad de absorción del suelo.
- Fortalecimiento de la infraestructura como caminos, puentes y drenajes existentes para soportar lluvias intensas, asegurando su funcionamiento durante emergencias.
- Organizar talleres sobre preparación para emergencias y técnicas de autoprotección para reducir así los impactos de inundaciones en familias y pequeños agricultores.

### **Zonas de riesgo alto:**

Las áreas de alto riesgo requieren intervenciones que combinen medidas de ingeniería con una mejor planificación territorial:

- Construcción de diques y terraplenes para establecer barreras físicas para contener y redirigir las aguas hacia zonas de menor riesgo, protegiendo viviendas y tierras agrícolas críticas.

- Identificar las viviendas y estructuras más expuestas y ofrecer alternativas de reubicación a lugares más seguros dentro del municipio, con el apoyo del gobierno local.

- Control del uso del suelo: Limitar actividades urbanas y agrícolas intensivas en estas áreas, promoviendo usos compatibles como zonas verdes, parques y áreas de amortiguación.

- Implementar planes mantenimiento para regular la limpieza y desazolve de ríos y quebradas para evitar desbordamientos.

### **Zonas de riesgo muy alto:**

Las áreas de mayor vulnerabilidad deben recibir atención prioritaria para evitar pérdidas humanas, económicas y ambientales graves:

- Desarrollar rutas de evacuación bien señalizadas y acondicionar refugios seguros, con suministros básicos para atender a la población afectada durante emergencias.
- Designar áreas cercanas como zonas de conservación ambiental para absorber el impacto de inundaciones y reducir el flujo hacia comunidades.
- Crear comités locales de gestión del riesgo, con capacitación específica para actuar ante emergencias, coordinando esfuerzos con instituciones departamentales y nacionales.
- Implementar programas de aseguramiento para los productores locales, protegiéndolos de pérdidas económicas derivadas de inundaciones recurrentes.

**Medidas transversales a todas las zonas:**

- Implementar estaciones meteorológicas locales y sistemas GIS actualizados para evaluar constantemente los riesgos y priorizar intervenciones.
- Ofrecer apoyo financiero o técnico para agricultores y propietarios de viviendas que adopten prácticas sostenibles o mejoren sus estructuras.
- Concienciar a la población sobre la importancia de resguardar los ecosistemas como solución natural al riesgo de inundaciones.

**Conclusiones**

El análisis realizado sobre las zonas vulnerables a inundaciones en el municipio de Ubaque, Cundinamarca, ha permitido identificar y clasificar de manera detallada las áreas de mayor riesgo, lo que proporciona una visión clara y cuantificada de la situación.

De acuerdo con los resultados, el 39.1% del territorio (aproximadamente 53.99 km<sup>2</sup>) se encuentra en zonas de riesgo alto y muy alto, lo que representa el mayor desafío en términos de vulnerabilidad. Estas áreas son principalmente las cercanas al río Ubaque, donde el desbordamiento de este cuerpo hídrico durante lluvias intensas y prolongadas genera impactos severos en viviendas, infraestructura y cultivos.

Las veredas San Joaquín, Santa Lucía y el centro poblado de La Esmeralda son las comunidades más expuestas en estas zonas críticas. En particular, el riesgo muy alto afecta áreas de aproximadamente 25.69 km<sup>2</sup> (18.7% del total) y las áreas de riesgo alto comprenden 28.30 km<sup>2</sup> (20.4% del total), lo

que subraya la magnitud del problema en el municipio.

En cuanto a las áreas de riesgo moderado, estas comprenden el 23.4% del territorio (32.33 km<sup>2</sup>) y están principalmente en las veredas Los Sauces y El Molino, donde el riesgo de inundación es significativo, pero los impactos no son tan devastadores como en las áreas más críticas. Sin embargo, en estos sectores también se observan riesgos para la agricultura y la infraestructura, especialmente durante eventos climáticos extremos.

Por último, las zonas de riesgo bajo y muy bajo cubren el 13.8% del territorio (18.97 km<sup>2</sup>) y corresponden a áreas con una mejor capacidad de drenaje y ubicación en terrenos elevados. Las veredas El Retiro y Los Cedros se encuentran en estas zonas, y aunque no están exentas de ciertos encharcamientos, los impactos son mínimos, lo que las convierte en áreas más resilientes frente a inundaciones.

Este análisis cuantitativo resalta la necesidad urgente de implementar medidas de mitigación y adaptación en las áreas de mayor riesgo, particularmente en las zonas cercanas al río Ubaque, y refuerza la importancia de un enfoque integral de gestión del riesgo que contemple tanto intervenciones estructurales como no estructurales.

Además, las áreas de menor riesgo ofrecen oportunidades para el reasentamiento o el desarrollo de infraestructuras de apoyo, lo que podría aliviar la presión sobre las zonas más vulnerables. En general, los resultados de este estudio proporcionan una base sólida para el diseño de estrategias de manejo y planificación territorial que busquen reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del municipio frente a las inundaciones.

## Recomendaciones

Una de las primeras acciones y recomendación es fortalecer la planificación territorial para que el uso del suelo se ajuste a las características naturales del territorio. Se debe promover una zonificación clara que diferencie las áreas con mayor vulnerabilidad a inundaciones de aquellas más seguras.

En las zonas de mayor riesgo, especialmente en las cercanas a cuerpos de agua o con pendientes pronunciadas, se deben restringir las actividades urbanas y promover actividades agropecuarias menos intensivas.

De esta manera, se protegería tanto a la población como a la infraestructura agrícola, evitando la expansión desmedida en áreas de alta vulnerabilidad. Además, se debe fomentar la agricultura sostenible mediante el uso de técnicas agroecológicas, como la agroforestería y la agricultura de conservación, que no solo mejoran la productividad, sino que también conservan los recursos hídricos y evitan la erosión del suelo.

Es crucial también reforestar las cuencas hidrográficas y las zonas de pendientes altas para reducir el riesgo de deslizamientos y ayudar a la absorción del agua de lluvia. Los bosques y las zonas de vegetación nativa actúan como amortiguadores naturales frente a las inundaciones, regulando el ciclo hidrológico y protegiendo las áreas productivas.

El fomento de la biodiversidad local mediante la restauración de ecosistemas puede ser clave para mitigar los impactos negativos de las lluvias intensas, promoviendo además la resiliencia de las comunidades agropecuarias ante fenómenos climáticos extremos.

La educación y sensibilización son otro componente esencial. Es necesario involucrar a las comunidades locales en el proceso de

ordenamiento agroambiental, capacitando a los agricultores sobre prácticas sostenibles y adaptativas frente al cambio climático. La implementación de programas de capacitación que enseñen técnicas de manejo del agua, como el uso eficiente del riego y la conservación de suelos, contribuirá a mejorar la productividad sin comprometer la salud del ecosistema. Además, se deben fortalecer los sistemas de monitoreo y alerta temprana para que los agricultores puedan anticiparse a las lluvias intensas y adaptar sus prácticas de manejo agrícola, reduciendo así las pérdidas económicas.

Además, se debe promover el uso de seguros agrícolas para proteger a los productores de las pérdidas causadas por fenómenos climáticos adversos. Estos mecanismos pueden ser fundamentales para mitigar los efectos de las inundaciones y las sequías en las áreas agrícolas de Ubaque, asegurando la estabilidad económica de los productores y su capacidad para recuperarse después de eventos extremos. Estas estrategias deben ir acompañadas de políticas públicas que faciliten la transición hacia prácticas más sostenibles y resilientes, asegurando la seguridad alimentaria y la protección ambiental a largo plazo.

## Referencias bibliográficas

- Andrea, C. V. (2016). *Evaluación De La Calidad Físico-Química Y Biológica De La Lagunade Ubaque Para El Diseño Y Actualización De Las Medidas De Gestión Integral Del Recurso Hídrico - Propuesta De Trabajo De Grado Para Optar Al Título De Ingeniero Ambiental*: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9493/EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20F%C3%8D%20SICO%20QU%C3%8D%20MICA%20Y%20BIOL%20>

- 3%93GICA%20DE%20LA%20LAGU  
NA%20DE%20UBAQUE%20PARA  
%20EL%20DISE%20c3%91O%20Y%20  
LA%20AC.pdf?sequence=1&isAllowe  
d=y
- Castillo, J. S. (2007). *Plan de Gobierno*.  
Obtenido de  
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/12767/11159-1.pdf?sequence=1>
- CCB. (2021). *Mapa municipio de Cundinamarca. Ubaque v.4*. Obtenido de Cámara de comercio de Bogotá: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/74367ed8-a793-44ce-8fb3-82af2e019be8>
- Cubillos, J. E. (2024). *Plan de Gobierno “Construyamos Juntos Un Mejor Ubaque” e*. Obtenido de <https://wapp.registraduria.gov.co/electoral/elecciones-territoriales-2023/pdf/planes/00008-E6ALC153010000008001.pdf>
- ESRI. (01 de Julio de 2024). *Introducción a ArcGIS Pro*. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/get-started/get-started.htm#>
- Gobernación de Cundinamarca. (7 de 12 de 2022). *Llamado de la Gobernación a estar en alerta ante recrudescimiento de las lluvias*. Obtenido de <https://www.cundinamarca.gov.co/dependencias/oficina-de-control-interno/noticias/llamado%20de%20la%20gobernacion%20a%20estar%20en%20alerta%20ante%20recrudescimiento%20de%20las%20lluvias!/ut/p/z1/xVTbcpswEP0V8sAjlgAbcN98abFTN3HtcW3zkhGwwWpBIkLYdb--ki9JJ03td>
- González Murillo, C. A. (2020). *Universidad Nacional De Colombia, Departamento*
- De Ingeniería Agrícola, Alcaldía Municipal D*. Obtenido de Esquema de ordenamiento territorial para el municipio de Ubaque (Cundinamarca) .  
Universidad Nacional:  
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/14501/14649-1.pdf?sequence=1>
- Montañez, E. (2015). *Proyecto final banco mundial* . Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/proyecto-final-banco-mundial-4-mas-edgar-montaez-rcolombia/50325615>
- National Geographicla. (8 de Mayo de 2024). *¿Qué es una inundación y de qué formas se puede manifestar?* Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/05/que-es-una-inundacion-y-de-que-formas-se-puede-manifestar>
- Oros & Herrera, J. L. (2014). *Estudio del grado de vulnerabilidad producido por el fenómeno de remoción en masa como aporte evaluativo a la gestión del riesgo en el municipio de Ubaque (Cundinamarca)*. Obtenido de Trabajo de grado: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/000101678.pdf>
- Rodriguez, J. F. (07 de Noviembre de 2024 ). *Radio W*. Obtenido de <https://www.wradio.com.co/2024/11/08/inundaciones-y-granizadas-afectan-a-varios-municipios-de-cundinamarca/>
- UNAD. (2024). *Fase 6 Evaluación final - Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Obtenido de DIPLOMADO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN: <file:///C:/Users/user/Downloads/Guia%20de%20actividades%20y%20r%C3%ABbrica%20de%20evaluaci%C3%B3n>

%20-%20Unidad%2010%20-  
%20Fase%206%20-  
%20Evaluaci%C3%B3n%20final%20(  
3).pdf

Universidad Politécnica de Cartagena . (2000).  
*UPCT*. Obtenido de  
[https://www.upct.es/~minaees/analisis\\_aguas.pdf](https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf)

Valencia, J. E. (2006). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Vol. 5(8), pp. 59–70*. Obtenido de <https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>

**Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/8f8zmqrtqyE?feature=shared>