

ANÁLISIS DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE CHIGORODÓ, ANTIOQUIA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

FLOOD RISK ANALYSIS IN THE MUNICIPALITY OF CHIGORODÓ, ANTIOQUIA, THROUGH THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Natalia Alejandra Laverde Vanegas nalaverdev@unadvirtual.edu.co

Luisa Fernanda López Castaño lflopezcasta@unadvirtual.edu.co

Yamileth Palacios Blanquicet ypalaciosbl@unadvirtual.edu.co

Duverney Valencia Franco dvalenciaf@unadvirtual.edu.co

Ruben Dario Osorio Ocampo rdosorio@unadvirtual.edu.co

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

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el riesgo de inundación en el municipio de Chigorodó, Antioquia, mediante la aplicación de un modelo espacial basado en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La metodología consistió en la recopilación, procesamiento y análisis de información geoespacial asociada a variables, físicas, ambientales y climáticas, tales como la pendiente, la topografía, el uso del suelo y sus coberturas, red hídrica y registros históricos de inundaciones en el municipio. Se emplearon imágenes satelitales, modelos digitales de elevación y datos climáticos para la construcción de un análisis multicriterio ponderado, el cual permitió clasificar el territorio en cinco niveles de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto). Los resultados evidencian que las zonas de mayor riesgo se concentran principalmente en las áreas adyacentes a los ríos y quebradas del municipio, coincidiendo con planicies aluviales y zonas de baja pendiente, donde habitualmente hay recurrencia de eventos de inundación. Así mismo, se identificaron sectores poblacionales y productivos que requieren atención prioritaria para la implementación de medidas de mitigación y planificación territorial asociadas a este riesgo. Este estudio contribuye un insumo técnico relevante para la gestión del riesgo, la formulación de políticas públicas, la ejecución de proyectos y el ordenamiento territorial del municipio de Chigorodó.

Palabras claves: Amenaza, análisis multicriterio, gestión del riesgo, modelación espacial, ordenamiento territorial, vulnerabilidad territorial.

Abstract

This study aimed to assess flood risk in the municipality of Chigorodó, Antioquia, by applying a spatial model based on Geographic Information Systems (GIS). The methodology consisted of collecting, processing, and analyzing geospatial information associated with physical, environmental, and climatic variables, such as slope, topography, land use and cover, the drainage network, and historical flood records for the municipality. Satellite imagery, digital elevation models, and climate data were used to construct a weighted multi-criteria analysis, which allowed the territory to be classified into five risk levels (very low, low, medium, high, and very high). The results show that the highest-risk areas are concentrated primarily in the areas adjacent to the municipality's rivers and streams, coinciding with floodplains and low-slope areas, where flooding events are common. Likewise, population and production sectors requiring priority attention for the implementation of mitigation measures and land-use planning related to this risk were identified. This study provides relevant technical input for risk management, public policy formulation, project implementation, and land-use planning in the municipality of Chigorodó.

Keywords: Threat, multi-criteria analysis, risk management, spatial modeling, land use planning, territorial vulnerability.

Introducción

El municipio de Chigorodó, ubicado en la subregión del Urabá en el departamento de Antioquia, Colombia, presenta condiciones geográficas e hidrológicas, que lo hacen altamente susceptible a eventos de inundación. Su localización en áreas de baja altitud, asociadas a planicies aluviales y a la cercanía con múltiples fuentes de agua, favorece la acumulación de agua y el desbordamiento de caudales durante periodos de altas precipitaciones (Corantioquia, 2009; IDEAM, 2024). Las características físicas sumadas a las dinámicas climáticas propias de la región incrementan de forma significativa la probabilidad de ocurrencia de inundaciones de manera recurrente.

El régimen climático del Urabá Antioqueño, se caracteriza por altas temperaturas y elevados volúmenes de precipitación anual, los cuales se ven intensificados durante la ocurrencia de fenómenos climáticos de gran escala, como el fenómeno de la niña. Este evento climático aumenta de manera significativa la frecuencia e intensidad de las lluvias, elevando el riesgo de desbordamiento de ríos y quebradas, y, en consecuencia, el impacto sobre las áreas rurales y urbanas del municipio (IDEAM, 2021; UNDRR, 2017). Estudios recientes advierten que el cambio climático podría exacerbar estos patrones, generando un escenario de mayor vulnerabilidad para los territorios con limitada capacidad de drenaje natural y ocupación antrópica de zonas inundables (IPCC, 2022).

La vulnerabilidad frente a las inundaciones en el municipio de Chigorodó, se manifiesta de manera diferenciada en el territorio en función de factores físicos y sociales. Los asentamientos humanos, tanto urbanos como rurales, presentan distintos niveles de exposición, según su proximidad a los cuerpos de agua, la topografía, la pendiente y el tipo de suelos. Las zonas con menor altitud y cercanas a ríos y quebradas, concentran niveles de riesgo más alto, mientras que las áreas ubicadas en terrenos más elevados presentan susceptibilidad relativamente menor (Bonnes & Salvatici, 2016). La heterogeneidad espacial del riesgo hace necesario un análisis integral que permita identificar de manera precisa las áreas más vulnerables y priorizar acciones de intervención.

En este contexto, los sistemas de información geográfica se consolidan como una herramienta fundamental para la planificación territorial y la gestión del riesgo de desastres naturales. El uso de estas tecnologías permite integrar información espacial y temporal proveniente de diversas fuentes, tales como modelos digitales de elevación, imágenes satelitales, registros históricos de precipitación, red hídrica y coberturas del suelo, facilitando el análisis de múltiples variables de forma simultánea (Burrough & McDonnell, 2015; Longley et al., 2015). El uso de metodologías basadas en el análisis multicriterio dentro de entornos SIG posibilita la identificación de áreas vulnerables, la estimación de niveles de riesgo y la generación de mapas cartográficos temáticos que aportan de manera efectiva la toma de decisiones.

El presente estudio se enfoca en la identificación y zonificación de las áreas con mayor susceptibilidad a inundaciones en el municipio de Chigorodó, mediante la aplicación de un análisis multicriterio, apoyado de herramientas de SIG. El propósito es ofrecer una caracterización espacial detallada del nivel de vulnerabilidad del territorio, que sirva como insumo técnico para el diseño de estrategias de prevención, mitigación y respuesta a eventos de inundación. De esta manera, se busca contribuir a la seguridad de la población, protección de los recursos naturales y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, urbanos y rurales, fortaleciendo la resiliencia territorial frente a amenazas hidrometeorológicas.

Objetivos

Objetivo general: Generar un mapa cartográfico que identifique el riesgo de inundación al que está expuesta la zona correspondiente al municipio de Chigorodó, Antioquia

Objetivos específicos:

1. Identificar los niveles de riesgo de inundación que afectan al municipio de Chigorodó, Antioquia.
2. Determinar los niveles de riesgo de inundación a través de un análisis multicriterio, clasificándolos como muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.
3. Delimitar las áreas que se encuentran propensas a inundación en el municipio de Chigorodó mediante el uso de sistemas de información geográfica.

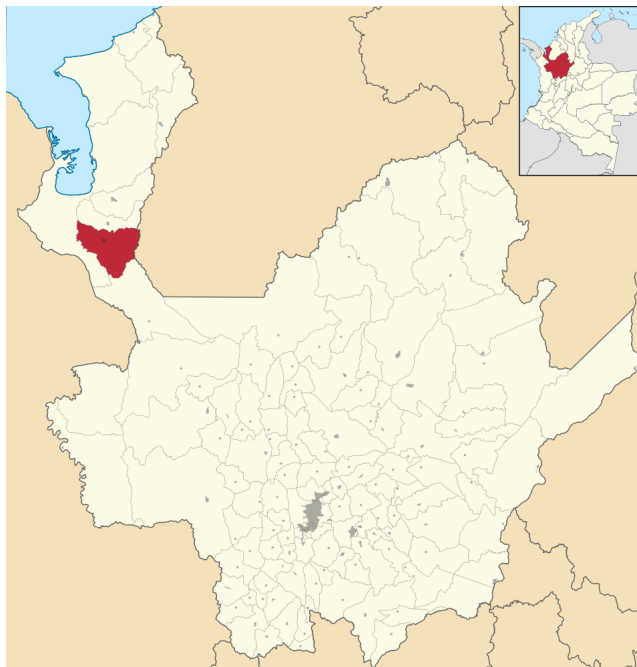
Identificación del caso de estudio

El análisis de riesgos en contextos geográficos específicos requiere una comprensión profunda de las características intrínsecas del territorio seleccionado. Este estudio se centra en el municipio de Chigorodó, ubicado en el departamento de Antioquia, Colombia, como caso de estudio primordial para examinar el riesgo de inundación. La selección de Chigorodó no es arbitraria; su ubicación en la región del Urabá antioqueño, caracterizada por condiciones hidrográficas y climáticas particulares, lo sitúa en una zona de interés significativo para la gestión del riesgo de desastres, especialmente aquellos relacionados con eventos hidrometeorológicos extremos.

Descripción geográfica y estructura político-administrativa de Chigorodó: Chigorodó es un municipio que forma parte de la subregión de Urabá en Antioquia. Su posición geográfica lo sitúa en una zona de transición entre la llanura costera del Caribe y las estribaciones de la Serranía de Abibe, como se muestra en la figura 1. Esta ubicación influye directamente en su hidrografía y, por ende, en su susceptibilidad a inundaciones.

Figura 1.

Localización del municipio



Nota. Milenioscuro, 2010

Ubicación geográfica y división: Geográficamente, Chigorodó se localiza al noroccidente del departamento de Antioquia. Limita al norte con Turbo y Apartadó, al sur con Mutatá, al occidente con el departamento del Chocó, y al oriente con Arboletes y San Juan de Urabá. Esta posición estratégica, aunque facilita la conectividad regional, lo expone a dinámicas climáticas provenientes tanto de la región Andina como de la influencia directa del Mar Caribe y el Pacífico a través del Chocó biogeográfico. La división político-administrativa de Chigorodó se estructura en un núcleo urbano principal, la cabecera municipal, y una vasta zona rural compuesta por numerosas veredas y un corregimiento, como se muestra en la figura 2. La distribución de la población y las actividades económicas entre estas dos áreas es un factor clave en la gestión del riesgo.

Figura 2.

División política del municipio de Chigorodó

En cuanto a las pendientes, la topografía de Chigorodó es predominantemente suave en las áreas bajas, donde esto facilita el almacenamiento temporal del agua en la superficie durante las lluvias intensas. Las pendientes suaves ralentizan el escurrimiento superficial, incrementando el tiempo de concentración y, consecuentemente, la posibilidad de desbordamiento de los cauces principales. Las áreas de mayor pendiente, si bien facilitan el escurrimiento rápido, pueden generar fenómenos asociados como deslizamientos de tierra, que a su vez pueden obstruir cauces y provocar inundaciones secundarias o represamientos temporales.

Red hídrica: La red hídrica es el elemento central en la evaluación del riesgo de inundación. Chigorodó se encuentra en una cuenca hidrográfica activa, siendo el Río León uno de los principales ejes fluviales que atraviesa o bordea el municipio. La presencia de numerosos afluentes menores, quebradas y caños que drenan las estribaciones de la Serranía de Abibe y desembocan en sistemas mayores, crea una densa red de drenaje natural.

El principal problema hidrológico surge de la confluencia de varios factores: la baja pendiente general del valle, la saturación del suelo durante períodos prolongados de lluvia, y la geomorfología de los ríos, que a menudo presentan meandros y planicies de inundación amplias. Cuando la capacidad hidráulica de los ríos se ve superada por el volumen de agua entrante, se produce el desborde. Los cauces pueden verse afectados también por la sedimentación, producto de la erosión en las zonas altas, por ende, se reduce su sección transversal efectiva para transportar el caudal máximo, exacerbando el riesgo de inundación incluso con eventos de precipitación moderada. La interacción entre la dinámica fluvial y la ocupación del suelo, especialmente la invasión de las riberas y las zonas de amortiguación natural (como humedales o bosques de galería), aumenta directamente la vulnerabilidad de las estructuras y poblaciones ribereñas.

Características climáticas y régimen de precipitación: Las características climáticas de Chigorodó, propias de la región del Urabá, se definen por ser tropicales húmedas, con altas temperaturas y una precipitación abundante distribuida a lo largo del año.

Influencia climática general: La región se encuentra bajo la influencia de patrones de circulación atmosférica que garantizan altos niveles de humedad y pluviosidad constante. La cercanía al Mar Caribe y la presencia de la Serranía de Abibe actúan como barreras orográficas, forzando el ascenso del aire húmedo y promoviendo la condensación y la precipitación. Esto resulta en un clima con promedios anuales de precipitación que suelen superar los 2500 mm, clasificándolo como una de las zonas más lluviosas de Colombia.

El mes de Octubre como indicador de máxima precipitación: Para el análisis específico de la fase 4, que generalmente busca modelar escenarios de máxima amenaza, se utiliza un mes particular de precipitación. En el contexto climático de gran parte del noroccidente colombiano, incluyendo gran parte de Antioquia y la región del Urabá, el mes seleccionado para representar la condición más crítica de precipitación suele ser octubre.

Octubre se caracteriza históricamente por ser uno de los picos máximos del régimen de lluvias bimensual en la región andina y caribeña colombiana, particularmente en el segundo semestre.

Si bien puede haber una segunda temporada de lluvias en la primavera, la intensidad y persistencia de las lluvias en otoño (septiembre, octubre, noviembre) son frecuentemente las que generan los mayores volúmenes acumulados en cortos periodos.

Modelar el riesgo de inundación para Chigorodó utilizando los datos de precipitación de octubre implica considerar un escenario donde el suelo ya puede estar parcialmente saturado por las lluvias de los meses previos. Una precipitación intensa durante octubre representa una alta probabilidad que los caudales de los ríos excedan sus niveles críticos de desborde, impactando directamente las áreas bajas del municipio. La selección de octubre responde a la necesidad de dimensionar la infraestructura de mitigación y los planes de evacuación bajo la condición de mayor estrés hidrológico anual. Este mes encapsula la vulnerabilidad máxima del municipio frente a eventos extremos, sirviendo como parámetro de diseño para la gestión del riesgo.

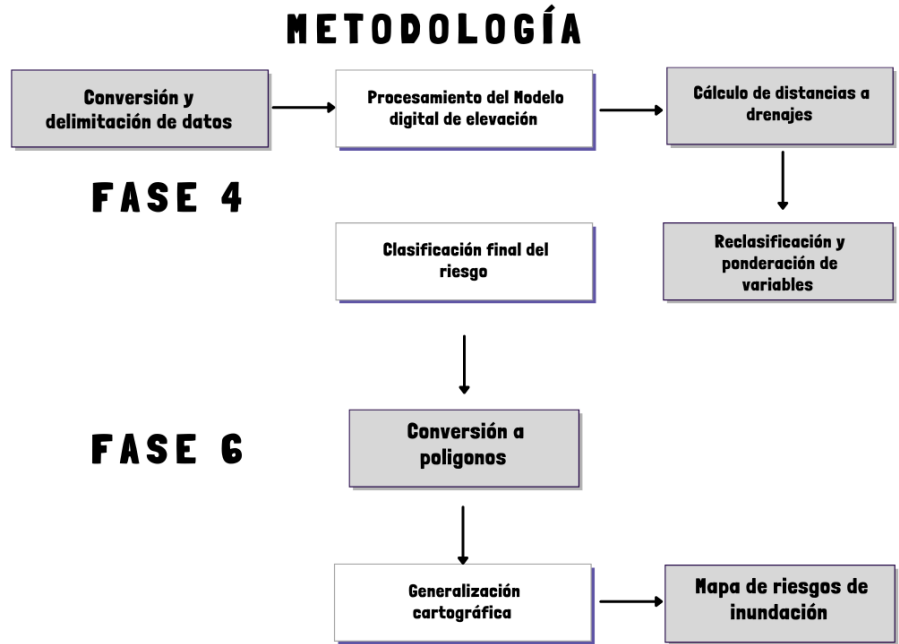
La alta precipitación en octubre no solo afecta el caudal de los ríos principales, sino que también incrementa la escorrentía superficial en las áreas urbanas y rurales, llevando consigo sedimentos y contaminantes a los cuerpos de agua y saturando los sistemas de drenaje artificiales existentes. La combinación de baja pendiente, alta pluviosidad concentrada y una red hídrica densa, todo exacerbado en el pico de lluvias de octubre, define a Chigorodó como un territorio de alta susceptibilidad a las inundaciones. Comprender esta interrelación entre geografía, hidrología y clima es el primer paso esencial para desarrollar estrategias efectivas de adaptación y mitigación en el municipio.

Metodología

La modelación espacial del riesgo se llevó a cabo íntegramente en el entorno de ArcGIS Pro, utilizando herramientas específicas para manipular datos ráster y vectoriales. Las fases 4 y 6 corresponden a etapas clave de procesamiento y conversión de datos, necesarias para la obtención del mapa final de riesgo; como se muestra en la figura 3, la cual representa el paso a paso de la metodología aplicada para lograr los resultados presentados.

Figura 3.

Diagrama de flujo



Nota. Elaboración propia, 2025

La metodología empleada en Chigorodó, al pasar de datos brutos a un modelo ráster ponderado (Fase 4) y finalmente a un mapa vectorial detallado (Fase 6), asegura una herramienta de gestión del riesgo robusta y aplicable. El carácter vectorial del mapa final ofrece ventajas significativas sobre un ráster puro para la planificación territorial.

En primer lugar, la precisión topológica es mejor. Los límites de las zonas de riesgo pueden ser utilizados directamente para la delimitación de zonas de exclusión o restricción de nuevos desarrollos urbanísticos. Por ejemplo, las áreas clasificadas como Riesgo Muy Alto pueden ser inmediatamente identificadas en el catastro municipal para implementar planes de reasentamiento o medidas de mitigación estructural.

En segundo lugar, la integración con la base de datos espacial es más fluida. Se puede asociar a cada polígono de riesgo información estadística detallada, como el número de predios afectados, la población potencialmente impactada, o la infraestructura crítica colindante. Este cruce de información vectorial es fundamental para calcular la exposición y refinar la estimación de las pérdidas esperadas.

Finalmente, la fase 4 estableció el fundamento cuantitativo, convirtiendo variables heterogéneas en un ráster ponderado de susceptibilidad mediante cálculos de flujo, pendientes y distancias. La fase 6 cerró el ciclo, transformando este ráster en un mapa vectorial de riesgo final, suavizado y disuelto, optimizado para la planificación y la toma de decisiones operativas. Este

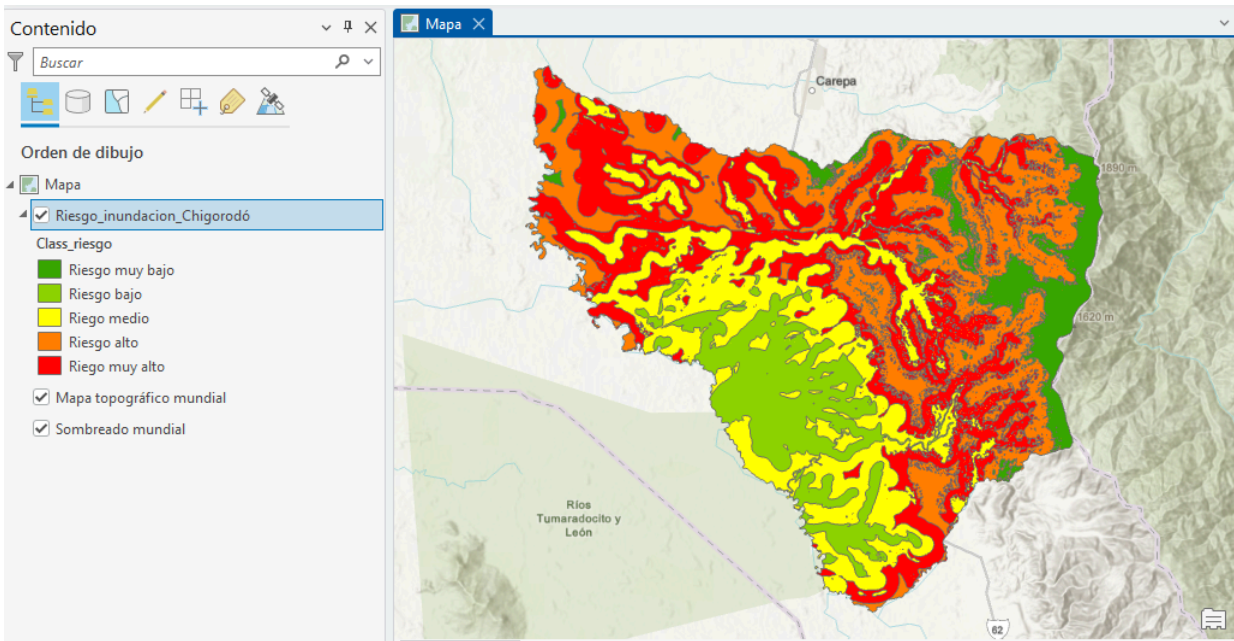
proceso ordenado, desde la conceptualización del riesgo hasta la generación de un mapa vectorial interpretable, proporciona a las autoridades de Chigorodó una base científica indispensable para la reducción del riesgo de desastres y la promoción de un desarrollo territorial más seguro y resiliente frente a las amenazas de inundación.

Resultados

El municipio de Chigorodó presenta un escenario de riesgo de inundación no homogéneo, como se muestra en la Figura 4; el riesgo se distribuye de manera notablemente diferenciada en el extenso de su geografía. La información derivada de la cartografía de riesgo, que segmenta el territorio en polígonos con niveles de amenaza específicos, permite identificar zonas críticas que requieren atención prioritaria en términos de mitigación y adaptación.

Figura 4.

Mapa de riesgo por inundación (vectorial)

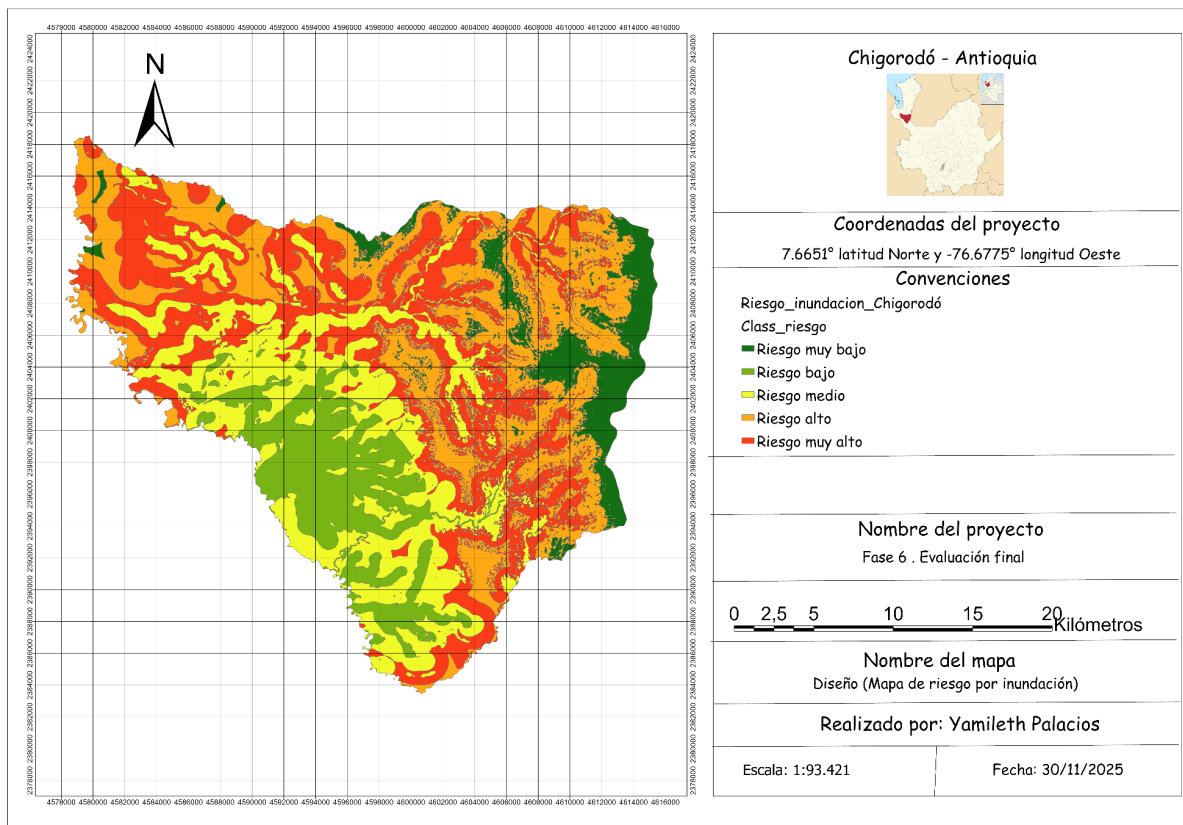


Nota. Elaboración propia, 2025. La imagen muestra un mapa de zonificación de riesgo de inundación del municipio de Chigorodó, donde diferencia visualmente los niveles de susceptibilidad a inundaciones, desde riesgo muy bajo (color verde) hasta riesgo muy alto (color rojo)

La cartografía de riesgo de inundación revela una clara segmentación de la amenaza, donde diferentes áreas del municipio enfrentan niveles de peligrosidad muy dispares. La información

presentada refleja la existencia de zonas clasificadas desde riesgo muy bajo hasta riesgo muy alto, como se observa en la Figura 5.

Figura 5.
Diseño (Mapa de riesgo por inundación)



Nota. Elaboración propia, 2025. El diseño de mapa que se muestra en la imagen representa visualmente las diferentes clases de riesgo de inundación en la región, además incluye elementos cartográficos clave como título, leyenda, barra de escala y coordenadas del proyecto para facilitar la interpretación y validar la información del mapa.

En la siguiente tabla, se observa una clasificación cualitativa (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) asignada a cada polígono, siendo este el resultado final del proceso analítico que combina la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso con la vulnerabilidad de los componentes expuestos (UNDRR, 2017). Las columnas de coordenadas, aunque presentadas como ejemplos o referencias de ubicación, señalan la necesidad de vincular estos datos abstractos a ubicaciones geográficas precisas.

Tabla 1.

Tabla de áreas por categoría de riesgo con información del área en kilómetros cuadrados para cada clase de riesgo cualitativa.

Clases de riesgo cualitativa	Área en kilómetros cuadrados	Porcentaje de área	Observaciones
Riesgo muy bajo	58,623536	8%	Condiciones más favorables o con menos amenazantes
Riesgo bajo	94,213876	13%	Condiciones más favorables o con menos amenazantes
Riesgo medio	163,236386	23%	La mayor parte de la superficie territorial se encuentra en una zona de alerta intermedia
Riesgo alto	189,916344	26%	Condiciones más peligrosas o vulnerables
Riesgo muy alto	211,275971	29%	Condiciones más peligrosas o vulnerables

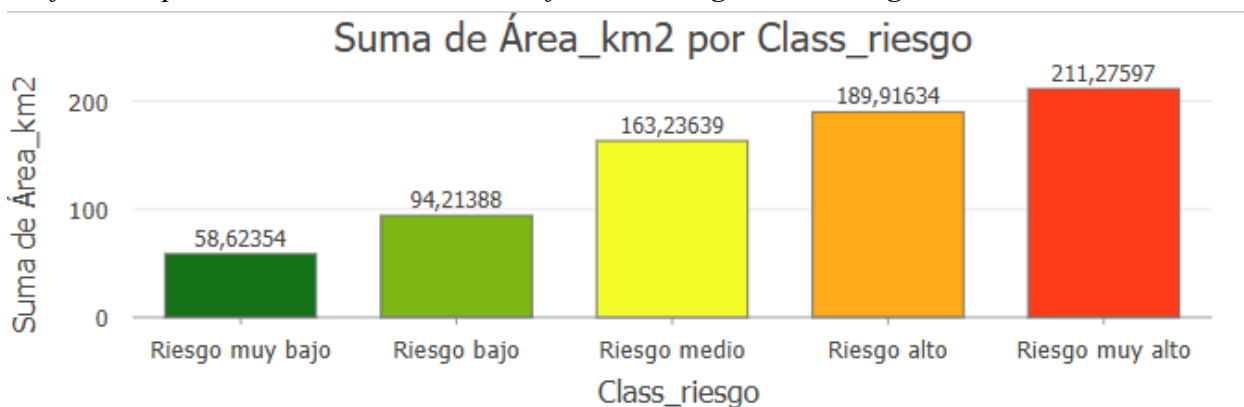
Nota. Elaboración propia, 2025.

La clasificación corresponde a cinco niveles cualitativos de riesgo obtenidos mediante análisis multicriterio en SIG.

El dato más relevante que se obtiene de esta tabla es el área en kilómetros cuadrados, asociada a cada categoría. Este valor permite dimensionar la magnitud del problema. Por ejemplo, el área total analizada se calculó mediante la suma de todas las superficies: $58,62 + 189,92 + 211,28 + 163,24 + 94,21 = 717,27$ kilómetros cuadrados (aproximadamente). Este total representa la extensión territorial bajo escrutinio y se expone en el gráfico 1 cómo ponderado para su mejor interpretación.

Gráfico 1.

Gráfico comparativo de las áreas de las diferentes categorías de riesgo.



Nota. Elaboración propia, 2025. El gráfico representa la frecuencia absoluta acumulada de las áreas representadas para cada nivel de riesgo de inundación.

Del gráfico anterior se infiere que en la extensión total del municipio se focaliza el riesgo medio al riesgo muy alto, es decir, la mayor proporción del área presenta algún tipo de estos riesgos, siendo el riesgo muy bajo y bajo los que menos se presentan en el territorio.

Análisis de resultados

Distribución cuantitativa del riesgo de inundación: La zonificación cualitativa del riesgo en Chigorodó muestra que la mayor extensión territorial corresponde a las categorías de riesgo medio, alto y muy alto. Según los datos proporcionados, el riesgo muy alto abarca 211,275971 kilómetros cuadrados, seguido por el riesgo alto con 189,916344 kilómetros cuadrados. En contraste, las áreas de riesgo muy bajo y bajo representan una porción menor del territorio, sumando conjuntamente poco más de 150 kilómetros cuadrados. Esta preponderancia de zonas de alto y muy alto riesgo sugiere que una parte sustancial del municipio está expuesta a inundaciones severas y frecuentes; esto demanda atención prioritaria en términos de mitigación y adaptación.

Relación entre alto riesgo y afectaciones territoriales: Las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto son, por definición, aquellas donde la probabilidad de ocurrencia de una inundación es alta y las consecuencias esperadas son graves. En Chigorodó, estas áreas suelen coincidir con las riberas de los principales cuerpos de agua, como el río León y sus afluentes, que atraviesan o limitan el municipio.

Las afectaciones a las comunidades son directas. Las poblaciones asentadas en estas planicies aluviales sufren la pérdida de viviendas, el desplazamiento forzado y la interrupción de servicios básicos. En el ámbito de la infraestructura, las vías de acceso, puentes y redes de energía y acueducto ubicadas en estas zonas son propensas a daños recurrentes, dificultando la

conectividad y la respuesta ante emergencias. (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá, 2009)

El sistema agropecuario, pilar económico de la región, también se ve severamente impactado. Chigorodó es una zona de alta producción agrícola, especialmente de banano y palma de aceite. Las inundaciones destruyen cultivos listos para la cosecha, saturan los suelos y dañan la maquinaria agrícola. Los ecosistemas ribereños, que incluyen humedales y bosques de galería, sufren la erosión de sus orillas y la alteración de sus ciclos hídricos naturales, afectando la biodiversidad local.

Contrastación con eventos históricos: La información de riesgo se valida a menudo mediante la comparación con la memoria histórica de desastres. Chigorodó ha sido afectado por inundaciones significativas, particularmente durante temporadas de lluvias intensas asociadas al fenómeno de La Niña. Eventos pasados, como las inundaciones registradas alrededor de 2010 o 2019, han demostrado cómo vastas extensiones de cultivos fueron anegadas, requiriendo asistencia humanitaria masiva y declaratorias de calamidad pública. La identificación de las zonas de mayor riesgo en el mapa actual corresponde geográficamente a las áreas que históricamente han reportado los mayores daños y desplazamientos. Por ejemplo, las comunidades cercanas a los caños y el cauce principal del río León, que se encuentran dentro de la clasificación de riesgo muy alto, son consistentemente las más afectadas en cada evento mayor (Corantioquia, Informes de Desastres Municipales). Esta correlación entre el mapa de riesgo y los registros históricos confirma la validez predictiva de la zonificación. Las zonas de menor riesgo, como las laderas o áreas mejor drenadas, rara vez figuran en los reportes de afectación severa. (Jimenez, 2019)

Implicaciones para la gestión del riesgo: La concentración del riesgo en casi 400 kilómetros cuadrados clasificados como altos o muy altos exige estrategias diferenciadas. Para las áreas de riesgo muy alto, la gestión debe enfocarse en la reubicación segura de asentamientos críticos y la implementación de obras de protección estructurales, si son viables. En las zonas de riesgo alto, es crucial reforzar los planes de evacuación y alerta temprana, además de promover prácticas agropecuarias resilientes al agua. La información geográfica y cualitativa es la base para la restricción de nuevos desarrollos urbanísticos o productivos en las áreas más vulnerables, alineándose con los planes de ordenamiento territorial.

Conclusiones

A partir de la zonificación y la magnitud de las áreas afectadas por diferentes niveles de riesgo, se pueden establecer conclusiones concretas sobre el estudio realizado en Chigorodó.

El análisis evidenció que el riesgo de inundación en Chigorodó no es uniforme; existe una concentración significativa de las condiciones más peligrosas en zonas específicas, probablemente asociadas a la cercanía de los principales cuerpos de agua y la morfología del terreno. La distribución muestra que el riesgo muy alto no es un fenómeno marginal, sino una característica espacial prominente en el paisaje del municipio. Esto implica que las medidas de gestión no pueden ser generalizadas, sino que deben ser focalizadas geográficamente, dirigiendo recursos de protección y reubicación, si es necesario, a los cuadrantes que concentran las áreas de riesgo alto y muy alto, que suman cerca de 401,192 kilómetros cuadrados.

El uso de SIG y análisis multicriterio demostró ser altamente adecuado para este tipo de estudios en un contexto municipal como Chigorodó. Estas herramientas permiten integrar múltiples variables (como topografía, uso del suelo, proximidad a ríos, y patrones históricos de inundación) de manera espacialmente explícita. La capacidad de ponderar estos factores y generar una clasificación cualitativa detallada, como la presentada, supera las limitaciones de los análisis puramente descriptivos o históricos, ofreciendo un mapa de vulnerabilidad espacial preciso y cuantificable, esencial para la planificación detallada.

Las implicaciones de estos resultados para la gestión territorial son directas y urgentes. La identificación precisa de las áreas de riesgo alto y muy alto obliga a entes como la administración municipal a revisar y actualizar sus Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Específicamente, implica restringir nuevos desarrollos urbanísticos o de infraestructura crítica en las zonas clasificadas como muy alto riesgo y promover la implementación de obras de mitigación estructural (como defensas ribereñas) o no estructural (como sistemas de alerta temprana) en las áreas de riesgo alto. La diferencia entre las áreas de riesgo medio y alto sugiere que las intervenciones tempranas en las zonas medias podrían prevenir su degradación a condiciones más peligrosas.

Recomendaciones

Los datos sobre la distribución de riesgos en Chigorodó revelan que las áreas catalogadas como de riesgo alto (189,916 kilómetros cuadrados), y muy alto (211,275 kilómetros cuadrados), suman una extensión considerable. Estas zonas son prioritarias para la intervención. El riesgo en este contexto agroambiental probablemente se asocia a factores como la susceptibilidad a deslizamientos e inundaciones (asociados a pendientes y tipos de suelo) y la vulnerabilidad de los sistemas productivos existentes a eventos climáticos extremos o al agotamiento de la fertilidad del suelo.

El enfoque agronómico aporta herramientas técnicas para la gestión de estos riesgos. Para las áreas de riesgo muy alto y alto, la recomendación principal debe ser la restricción estricta de actividades agrícolas intensivas y la promoción de la restauración ecológica.

En estas áreas, la prioridad no es la producción, sino la protección hidrológica y la estabilización de laderas. Se recomienda implementar programas de reforestación con especies nativas que posean sistemas radiculares profundos, favoreciendo la captura de agua y la fijación del suelo. La ganadería extensiva y la agricultura de subsistencia, si persisten, deben ser reemplazadas por sistemas silvopastoriles bien manejados o áreas de conservación estricta. Es crucial establecer rondas hídricas y zonas de amortiguamiento bien definidas alrededor de cuerpos de agua, prohibiendo cualquier tipo de alteración o uso agrícola.

Las zonas de riesgo medio (163,236 kilómetros cuadrados), son aquellas donde la actividad agropecuaria puede continuar, pero bajo estrictas normas de manejo sostenible. Aquí, las recomendaciones agronómicas deben centrarse en la intensificación sostenible y la diversificación de cultivos.

Para el riesgo medio, se debe promover la implementación de agricultura de conservación, incluyendo la siembra directa, la rotación de cultivos y el uso de abonos verdes para mejorar la estructura del suelo y la retención de humedad, reduciendo así el riesgo de erosión durante eventos de alta pluviosidad. Es vital zonificar el municipio para identificar qué cultivos son más aptos según la pendiente y el tipo de suelo, evitando monocultivos vulnerables.

En las áreas de riesgo bajo (94,213 kilómetros cuadrados), donde las condiciones son más favorables, el enfoque debe ser la optimización de la productividad mediante el uso eficiente de insumos. Esto implica análisis de suelos periódicos, aplicación de fertilización balanceada y la adopción de tecnologías que incrementen el rendimiento sin degradar el recurso natural, como sistemas agroforestales bien diseñados que combinen productos maderables, frutales y cultivos transitorios.

Independientemente de la zona de riesgo, el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP) es una recomendación transversal. Dado que Chigorodó tiene una fuerte vocación hacia cultivos como el banano y el plátano, la reducción de agroquímicos mediante el uso de controles biológicos y prácticas culturales reduce la contaminación de las fuentes hídricas, mitigando indirectamente los riesgos ambientales asociados a la escorrentía contaminada.

Aunque el área de riesgo muy bajo (58,623 kilómetros cuadrados) es la menor, representa el potencial de desarrollo agrícola sostenible. En estas zonas, se deben priorizar proyectos de innovación y demostración de buenas prácticas, incluyendo sistemas agroecológicos y la certificación de productos bajo estándares de sostenibilidad, sirviendo como ejemplos replicables para el resto del municipio.

En el componente económico, es necesario promover incentivos como pagos por servicios ambientales, créditos verdes, seguros agropecuarios y mercados locales que fortalezcan la sostenibilidad productiva. En el ámbito social, se destaca la importancia de la gobernanza

comunitaria mediante comités ambientales, participación juvenil y la integración de saberes ancestrales de comunidades rurales.

Link de sustentación:
https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/nalaverdev_unadvirtual_edu_co/IODM7dOCA-f5OLIZY8URR18IAexsqKnavgBEuaJIBvy_8etY?e=dvHJZx

Referencias bibliográficas

- Bonnes, M., & Salvatici, R. (2016). Mapas de riesgo y vulnerabilidad en la gestión de emergencias: Un enfoque basado en Sistemas de Información Geográfica. *Revista de Geografía y Ordenación del Territorio*, 58, 45-62.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (2015). Principles of geographical information systems. *Oxford University Press*.
- Corantioquia. (2009). *Zonificación de amenazas y riesgos de origen natural y antrópico del municipio de Chigorodó*. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá. (2009). *Zonificación de amenazas y riesgos de origen natural y antrópico del área urbana del municipio de Chigorodó como herramienta fundamental en la planificación del territorio*. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/handle/20.500.11762/19687>
- Departamento Administrativo de Planeación, Gobernación de Antioquia. (2006). *Chigorodó 2024*. <https://dssa.gov.co/asis/documentos2024/asis2024/URABA/Chigorod%C3%B3%202024.pdf>
- IDEAM. (2024). Informe de predicción climática a corto, mediano y largo plazo en Colombia. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*.
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. *Cambridge University Press*.
- Jiménez, D. (2019, marzo 15). 45 familias afectadas por inundaciones en Chigorodó. *El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/>
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic information systems and science. *Wiley*.
- Melo, J. Y. & Ruiz, J.F., junio, 2024: Informe de Predicción Climática a corto, mediano y largo plazo en Colombia. Grupo de Modelamiento de Tiempo y Clima, Subdirección de Meteorología - IDEAM

Milenioscuro. (2010). *Mapa del Municipio de Chigorodó, Antioquia (Colombia)*.
https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Colombia_-_Antioquia_-_Chigorodo.svg

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2017). Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030. *United Nations*.