

Modelación y Análisis Cartográfico del Riesgo de Inundación en el Municipio de Dolores, Tolima: Un Enfoque de Ordenamiento Agroambiental

Autores:

Camilo Andrés Castro Jiménez / cacastroj@unadvirtual.edu.co

Fabian Steven Sanchez Torres / fssanchezt@unadvirtual.edu.co

Flor Vaneza Roncancio Urquijo / fvroncanciou@unadvirtual.edu.co

Yesica Carolina Ascencio Ducuara / ycascenciod@unadvirtual.edu.com

Yina Paola Olave Andrade/ ypolavea@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Gina Carolina Posada Correa – gina.posada@unad.edu.co

Resumen

El presente documento ofrece un análisis completo de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a través del software ArcGIS Pro, aplicado al ordenamiento y gestión agroambiental de territorios rurales en Colombia. Por medio de un enfoque técnico-práctico se desarrollaron diversas fases de estudio espacial en el municipio de Dolores (Tolima), aplicando herramientas vectoriales (punto, línea, polígono) y ráster, integrando capas de cuencas hídricas, coberturas de suelo y modelos digitales de elevación (DEM). La metodología incluyó la reclasificación de variables ambientales como pendientes, distancias a drenajes, precipitación y uso del suelo, aplicando análisis multicriterio y suma ponderada para la elaboración de mapas de riesgo por inundación. El resultado de estos productos cartográficos temáticos permite una visualización clara y precisa del territorio proporcionando argumentos para la toma de decisiones en la planificación territorial y la promoción de proyectos sostenibles. Este proceso fortaleció las

competencias técnicas en el manejo de SIG y destacó la importancia del análisis espacial en la evaluación ambiental. Como conclusión, ArcGIS Pro se presenta como una herramienta

fundamental para interpretar, modelar y comunicar información geográfica de forma eficiente, aportando a la gestión sostenible del territorio rural y al desarrollo de estrategias frente a problemáticas como el cambio climático, el riesgo hídrico y el uso inadecuado del suelo.

Palabras clave: Análisis espacial, ArcGIS Pro, Cartografía, Gestión agroambiental, Ordenamiento territorial.

Introducción

En Colombia la gestión del riesgo de desastres se expresa como una prioridad del Estado, especialmente en regiones rurales propensas a fenómenos hidrometeorológicos como inundaciones y deslizamientos; incluso, la Ley 1523 de 2012, en su artículo 2, pertinente a la reducción del riesgo, expresa que esta tiene que ver con medidas de mitigación y prevención adoptadas antes para poder de una forma eficiente reducir la amenaza y la vulnerabilidad de las personas y recursos ambientales, tomado de (UNGRD 2025). Sin embargo, la implementación de las medidas de gestión, así como su materialización, está acompañada por diferentes retos, como es el caso de la falta de información detallada sobre las condiciones de riesgo que acaecen en muchas partes del país.

El presente estudio está orientado al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en particular ArcGIS Pro, que permite desarrollar la capacidad de análisis y de planificación, en el municipio de Dolores (Tolima). Mediante la integración de datos vectoriales y ráster, se desarrollaron los mapas temáticos de identificación de zonas susceptibles a inundaciones,

partiendo de variables tales como pendientes, distancias a drenajes, coberturas de tierras, entre otras. Las cartográficas obtenidas son insumos vitales para la toma de decisiones en planificación territorial y gestión agroambiental.

Los resultados de este estudio muestran claramente la relevancia de aplicar tecnologías SIG en la gestión del riesgo de desastres, un ejemplo de ello se evidencia en la figura 4 , la cual expone estimación de riesgo por area; donde los equivalentes señalan el Riesgo alto (18.797,16441 hectáreas), Riesgo medio (15.702,1027 hectáreas), Riesgo muy alto (13.536,69566 hectáreas), Riesgo bajo (11.576,74259 hectáreas) Y Riesgo muy bajo (5.036,22009 hectáreas).El gráfico indica claramente que la clase de "Riesgo alto" abarca la mayor área en hectáreas, mientras que el "Riesgo muy bajo" abarca la más pequeña; datos que permiten el desarrollo de estrategias de intervención prospectivas y correctivas, lo que va en pro de la construcción de comunidades más resilientes ante los retos que plantea el medioambiente.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software ArcGIS Pro en la modelación del riesgo de inundación en el municipio de Dolores (Tolima), con el fin de generar productos cartográficos digitales que aporten al ordenamiento y gestión agroambiental del territorio.

Objetivos específicos

Construir una base de datos georreferenciada en ArcGIS Pro, integrando capas de información vectorial y ráster relevantes para la identificación y análisis de variables biofísicas (pendientes, distancias a drenajes, coberturas de suelo, modelos digitales de elevación, precipitación) en el municipio de Dolores (Tolima).

Desarrollar un modelo espacial de riesgo de inundación mediante la aplicación de análisis multicriterio y técnicas de superposición ponderada en ArcGIS Pro, reclasificando y ponderando las variables ambientales seleccionadas para la generación de cartografía temática específica.

Analizar los resultados de la modelación del riesgo de inundación para la planificación territorial y la gestión agroambiental del municipio de Dolores, resaltando el potencial de los SIG con el objetivo de generar decisiones informadas y la construcción de estrategias de adaptación y mitigación frente al riesgo hídrico.

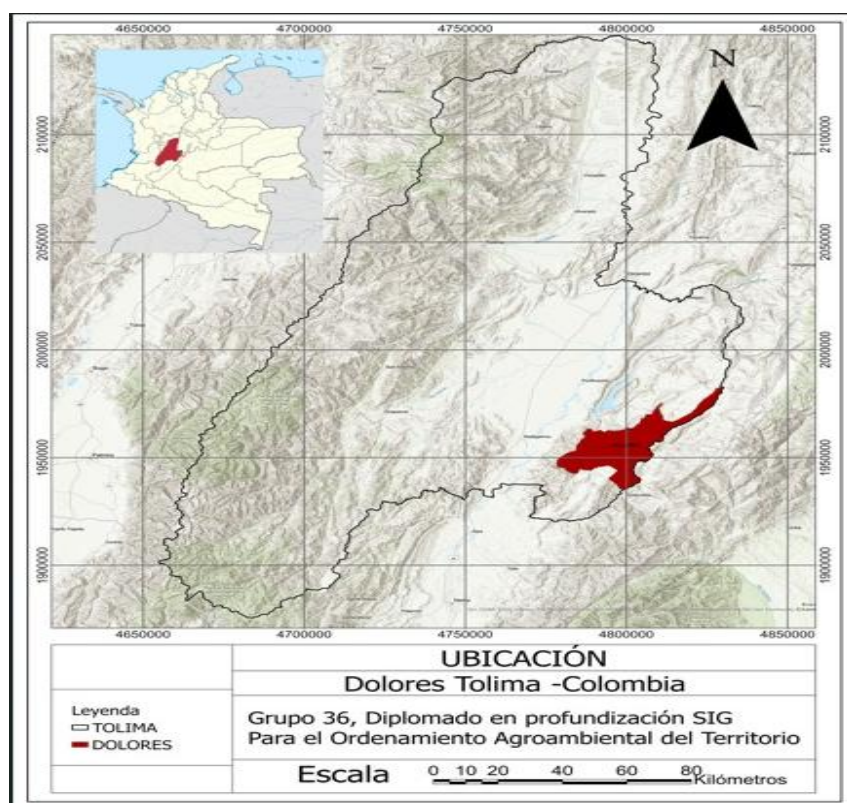
Identificación del caso de estudio

Ubicación del Municipio de Dolores.

El mapa proporcionado, permite determinar la localización exacta del municipio de dolores dentro del departamento del Tolima, así como la observación de las colectivas rurales que lo conforman, siendo este una herramienta fundamental para la identificación y el análisis espacial de esta importante región del municipio de Dolores en Tolima, Colombia; siendo crucial para la planificación territorial y la gestión ambiental.

Figura 1.

Identificación de área de estudio_ Dolores Tolima



Fuente. Autoría propia, (2025).

El presente estudio se centra en el municipio de Dolores, ubicado en el suroriente del departamento del Tolima, Colombia. Limita al norte con los municipios de Prado y Purificación, al oriente con el departamento de Cundinamarca, al sur con el municipio de Alpujarra, y al occidente con el municipio de Guamo (Gobernación del Tolima, s.f.). Su extensión territorial es de aproximadamente 498 km² (IGAC, 2018), distribuidos en una geografía que presenta desde zonas planas y onduladas hasta áreas montañosas de la Cordillera Oriental.

Socioeconómicamente, la principal actividad productiva del municipio es la agricultura, destacándose cultivos como el mango, el arroz, el maíz, el café y la caña de azúcar. También existe actividad ganadera, principalmente de tipo extensivo (Alcaldía de Dolores, 2020). La población total del municipio, según las proyecciones del DANE para 2023, es de aproximadamente 7.500 habitantes, con una distribución mayoritariamente rural (DANE, 2023).

Desde el punto de vista biofísico, Dolores se encuentra en una zona de transición entre el valle del río Magdalena y la Cordillera Oriental (Cortolima, 2010). Esta ubicación le confiere una topografía heterogénea, con altitudes que varían considerablemente, influyendo en la dinámica hídrica y la susceptibilidad a eventos como las inundaciones, especialmente en las zonas bajas cercanas a los principales cauces. La red hídrica del municipio está conformada principalmente por el río Saldaña, que atraviesa gran parte de su territorio, así como por diversas quebradas y corrientes menores que son afluentes de este río (Alcaldía de Dolores, 2025).

En cuanto a las características climáticas, el análisis de riesgo de inundación desarrollado en este estudio se basó en datos como altitud, altura media para el casco urbano del municipio de Dolores, equivale a 1.350 MSNM; sin embargo, el municipio presenta alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre los 600 y 2.600 metros, ya que su topografía corresponde en general a

terrenos quebrados. (Alcaldía Municipal de Dolores, 2012). El municipio de Dolores se encuentra localizado en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, razón por la cual sus características climatológicas dependen principalmente de la altitud además del régimen de lluvias generado por el movimiento de la ZCI y por vientos locales condicionados por la topografía (Alcaldía Municipal de Dolores, 2003). Teniendo en cuenta la clasificación climática desarrollada por Caldas – Lang, en el municipio de Dolores se pueden percibir siete tipos de clima (Cálido Semiárido, Cálido Semi-húmedo, Templado Semiárido, Templado Semi-húmedo, Templado Húmedo, Frío Semi-húmedo y Frío Húmedo), determinados por tres pisos térmicos, el cálido (alturas inferiores a 1000 m.), el templado (1001 2000 m) y el Frío (2000 – 3000 m). el municipio de Dolores se caracteriza por tener temperaturas desde los 16 °C hasta los 26°C; y su variación depende principalmente de la altitud de sus terrenos. La temperatura promedio, de acuerdo con el IDEAM corresponde a 20°C. De acuerdo con el climograma del IDEAM 2020. Dolores experimenta dos picos de lluvias importantes durante el año. El primero, en el mes de marzo; y el segundo en el mes de noviembre. Es importante resaltar que la altura de precipitación máxima en el año, ocurre en el mes de noviembre y corresponde a 319.4 mm en promedio; en cuanto a la altura de precipitación mínima, equivale a 29.5 mm; que se presenta en el mes de agosto. Estas altas precipitaciones, en interacción con las características topográficas de bajas pendientes y la saturación de los suelos en zonas cercanas a los drenajes, incrementan significativamente el riesgo de inundación en el municipio (UNGRD 2025).

La comprensión de estas características propias del municipio de Dolores es fundamental para interpretar los resultados de la modelación del riesgo de inundación y para proponer estrategias de ordenamiento y gestión agroambiental que sean pertinentes y efectivas para este contexto territorial específico (UNGRD 2025).

Se hace necesario la integración de datos preexistentes (mapa de riesgo previo y shapefile del municipio) ya que estos optimizan los recursos y el tiempo de desarrollo del estudio, la transformación de datos ráster a vectorial así como el posterior análisis geométrico que permite una cuantificación precisa de las áreas de riesgo, superando las limitaciones de la representación ráster en este tipo de análisis y estudio cartográfico.

Metodología

La metodología utilizada para analizar el riesgo de inundación en Dolores (Tolima) se fundamentó en la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) a través del software ArcGIS Pro. Este enfoque, que combina aspectos técnicos y prácticos, abarcó varias fases de estudio espacial. En primer lugar, se llevó a cabo la recolección y preparación de datos, que incluyó un archivo ráster de un mapa de riesgo de inundación ya existente y shapefiles del municipio de Dolores. Luego, se transformaron los datos ráster a un formato vectorial (poligonal) utilizando la herramienta "Raster to Polygon" en ArcGIS Pro, lo que facilitó el análisis espacial. La metodología también contempló el suavizado y la disolución de polígonos para mejorar la representación cartográfica y unificar las áreas con niveles de riesgo similares. Finalmente, se calculó el área de cada zona en hectáreas y se asignaron valores cualitativos de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) para llevar a cabo una evaluación tanto cuantitativa como cualitativa del riesgo. Con el fin de facilitar la el analisis de la metodología se expresa de forma resumida en la figura 2 (Diagrama de flujo: Metodología para el análisis de riesgo de inundación en Dolores (Tolima) 2025).

1. Recolección y preparación de datos: Para ello se debe contar u obtener el archivo ráster con el mapa de riesgo de inundación de fases anteriores y el shapefiles del municipio de Dolores, Tolima. Es importante revisar u actualizar las proyecciones y que las coordenadas estén correctas.

2. Transformación de datos ráster a vectorial: Convertir el mapa de riesgo obtenido en una capa vectorial (poligonal) mediante la herramienta "Raster to Polygon" en ArcGIS Pro, para facilitar el análisis espacial. se requiere un archivo ráster con el mapa de riesgo de inundación de fases anteriores y los *shapefiles* del municipio de Dolores, Tolima. Estos se obtienen de la pagina del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), al contar con ellos o por medio de su adquisición. Es importante revisar y actualizar las proyecciones y asegurarse de que las coordenadas sean correctas

3. Efectuar Suavizado y disolución de polígonos: consiste en Aplicar la herramienta "Smooth Polygon" para mejorar la estética de las áreas y "Dissolve" para unir zonas con el mismo nivel de riesgo, asegurando un análisis más claro y limpio.

4. Cálculo del área de cada zona: esta ponderación es muy importante a nivel tanto cuantitativo como cualitativo ya que permite Agregar una columna en la tabla de atributos para calcular el área de cada zona en hectáreas, permitiendo la evaluación cuantitativa del riesgo.

A continuación, se presenta una tabla que expone el cálculo del área:

Tabla 1. cálculo del área de cada zona de riesgo en hectareas,






Clase de Riesgo	Área (Hectáreas)
Riesgo muy bajo	5,056.23
Riesgo bajo	11,576.74
Riesgo medio	15,762.10
Riesgo alto	18,297.16
Riesgo muy alto	13,536.99

La tabla que expone el cálculo del área de cada zona de riesgo en hectáreas, permitiendo una evaluación cuantitativa del riesgo, según la metodología. Fuente. Autoría propia, (2025).

5. Clasificación del riesgo: este paso permite asignar los valores de riesgo cualitativos (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) a cada zona, según la categoría correspondiente, con base en los valores de la clasificación y la simbología definida en la guía y según caracteres a proyectar.

La clasificación del riesgo permite traducir los resultados cuantitativos del análisis de área en categorías cualitativas de fácil interpretación. Esta asignación se realiza en función de los valores obtenidos del cálculo de área por zona y se ajusta a la simbología y las categorías definidas previamente. El objetivo es proporcionar una visualización clara del nivel de susceptibilidad a inundaciones en el territorio.

Tabla 2. Clasificación del riesgo

Clase de Riesgo	Área (Hectáreas)	Porcentaje del Área Total	Impacto Cualitativo	Simbología (color)
Riesgo muy bajo	5,056.23	7.9%	Zonas con muy baja susceptibilidad a inundaciones, generalmente en elevaciones más altas o con buen drenaje natural.	
Riesgo bajo	11,576.74	17.9%	Áreas con baja probabilidad de inundación, aunque no exentas, a menudo en la periferia de zonas más vulnerables.	
Riesgo medio	15,762.10	24.3%	Zonas de transición con susceptibilidad moderada, que pueden verse afectadas bajo condiciones de precipitación extrema.	
Riesgo alto	18,297.16	28.1%	Áreas con alta probabilidad de inundación, que requieren medidas de prevención y mitigación significativas.	
Riesgo muy alto	13,536.99	20.9%	Zonas críticas con alta vulnerabilidad y riesgo inminente de inundación, especialmente cerca de cuerpos de agua principales o en depresiones topográficas.	

La tabla expone clasificación del riesgo, incluyendo la ponderación de las áreas en hectáreas y su porcentaje correspondiente en el municipio de Dolores, Tolima; Fuente. Autoría propia, (2025).

6. **Análisis espacial y de comparación:** se ofrece una visión más amplia que admite evaluar las áreas críticas, identificar zonas con mayor y menor riesgo, y comparar estos resultados con otros municipios o áreas dentro de Dolores para entender la vulnerabilidad relativa, y el impacto potencial en comunidades y ecosistemas. El análisis espacial y de comparación se realiza una vez que los datos ráster han sido transformados a formato vectorial, suavizados, disueltos y clasificados por nivel de riesgo; Para llevar a cabo este análisis y obtener una visión más amplia de la vulnerabilidad y el impacto potencial en comunidades y ecosistemas, se recomienda efectuar los siguientes pasos:

- **Visualización y superposición de capas:** En ArcGIS Pro, se superponen las capas de riesgo de inundación con otras capas de información relevante, como la distribución de la población, infraestructura crítica (carreteras, hospitales, escuelas), usos del suelo (agricultura, zonas urbanas), y cuerpos de agua. Esto permite identificar visualmente las áreas críticas donde el riesgo de inundación coincide con elementos de interés.

- **Análisis de proximidad:** Utilizar herramientas de proximidad para determinar la distancia de las zonas de alto riesgo a elementos vulnerables, como asentamientos humanos o cultivos. Por ejemplo, se puede calcular qué porcentaje de la población se encuentra dentro de áreas de "riesgo alto" o "muy alto".

- **Consultas espaciales:** Realizar consultas en la tabla de atributos para filtrar y seleccionar zonas con características específicas. Por ejemplo, identificar todas las áreas de "riesgo muy alto" que son simultáneamente zonas agrícolas importantes o centros poblados.

- **Cálculo de estadísticas por zona:** Generar informes estadísticos que cuantifiquen el área, el porcentaje, o el número de elementos afectados dentro de cada categoría de riesgo. Esto permite una comprensión cuantitativa del impacto potencial.

- **Comparación intermunicipal o intralocal:** Si se dispone de datos de riesgo de inundación para otros municipios cercanos o de diferentes áreas dentro de Dolores, se pueden comparar los resultados utilizando las mismas categorías de riesgo y metodologías. Esto ayuda a contextualizar la vulnerabilidad de Dolores en relación con otras zonas. Por ejemplo, se pueden comparar los porcentajes de áreas en riesgo muy alto entre Dolores y un municipio vecino para entender la vulnerabilidad relativa.

- **Generación de mapas temáticos comparativos:** Diseñar mapas que muestren las diferencias en los niveles de riesgo entre distintas áreas o municipios. Esto puede hacerse con el uso de simbología clara y leyendas explicativas.

- **Interpretación y discusión de resultados:** Analizar los patrones espaciales y las estadísticas obtenidas para extraer conclusiones sobre las causas del riesgo (por ejemplo, proximidad a ríos, bajas pendientes), y proponer estrategias de mitigación y adaptación acordes a la realidad del territorio. Se debe prestar especial atención a la ubicación de Dolores (el casco urbano) en una zona de "muy alto riesgo", ya que esto requiere atención prioritaria.

Figura 2.

Metodología para el análisis de riesgo de inundación en Dolores. (Tolima) 2025.



Fuente: Autoría propia, (2025).

7. Representación cartográfica: una vez realizado, observado y posteriormente analizados los datos obtenidos en el numeral 1-6; se Diseñan mapas temáticos que incluyen la visualización del riesgo, leyenda, cuadrícula de coordenadas, escala y datos del estudiante, siguiendo las instrucciones para facilitar interpretación.

De acuerdo con el objetivo específico 3, la representación cartográfica no es solo un paso final para la visualización, sino una herramienta fundamental para el análisis y la comunicación de los resultados de la modelación del riesgo de inundación. Una vez que los datos han sido procesados, clasificados y analizados espacialmente (como se describió en los puntos anteriores), la representación cartográfica se enfoca en sintetizar esta información para facilitar la toma de decisiones informadas y la construcción de estrategias de adaptación y mitigación frente al riesgo hídrico en Dolores, Tolima.

Para lograr esto, la representación cartográfica debe ser robusta y completa, incluyendo los siguientes elementos y consideraciones para su desarrollo:

- **Diseño de Mapas Temáticos Detallados:** Se diseñarán una serie de mapas temáticos que no solo muestren la clasificación del riesgo de inundación (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) a nivel municipal, sino que también integren las capas de información clave utilizadas en el análisis multicriterio. Esto incluye:

- **Mapa de Riesgo de Inundación:** La capa principal, mostrando claramente las zonas clasificadas por nivel de riesgo con una simbología cromática intuitiva (por ejemplo, gradientes de azul para bajo riesgo a rojo oscuro para muy alto riesgo).

- **Mapa de Población y Infraestructura Crítica en Zonas de Riesgo:** Se superpondrán puntos o polígonos que representen asentamientos humanos, vías principales, centros de salud, escuelas y otras infraestructuras vulnerables sobre el mapa de riesgo. Esto permitirá identificar visualmente las áreas con mayor población e infraestructura expuesta al riesgo.

- **Mapa de Uso del Suelo y Riesgo:** Se integrará la capa de uso del suelo para analizar cómo las actividades productivas (agropecuarias) o la presencia de ecosistemas específicos se ven afectadas por los diferentes niveles de riesgo. Esto es crucial para la gestión agroambiental.

- **Mapa de Cuencas Hídricas y Zonas de Riesgo:** La visualización de las cuencas y drenajes principales en relación con las áreas de riesgo ayudará a comprender los patrones hidrológicos que influyen en las inundaciones.

- **Elementos Cartográficos Esenciales:** Cada mapa temático deberá incluir todos los elementos cartográficos necesarios para su correcta interpretación y referencia espacial:

- **Título del Mapa:** Claro y descriptivo, indicando el tema y la ubicación (Ej: "Mapa de Riesgo de Inundación - Municipio de Dolores, Tolima").
- **Leyenda:** Detallada y comprensible, explicando la simbología utilizada para cada categoría de riesgo, tipo de uso del suelo, infraestructura, etc.
- **Cuadrícula de Coordenadas:** Para facilitar la localización precisa en el terreno. Se utilizará un sistema de coordenadas adecuado (ej. Magna-Sirgas).
- **Escala Gráfica y Numérica:** Para indicar la relación entre las distancias en el mapa y en la realidad.
- **Norte Geográfico:** Orientación del mapa.
- **Fuente de los Datos:** Indicar las fuentes de donde se obtuvieron los datos utilizados (ej. IGAC, IDEAM, UPRA, etc.).
- **Créditos de los Estudiantes y Fecha:** Identificación de los autores del estudio y la fecha de elaboración.
- **Generación de Decisiones Informadas y Estrategias:** La representación cartográfica no solo presenta los datos, sino que es la base para:
 - **Identificación de Áreas Prioritarias:** Los mapas de riesgo y sus combinaciones visuales permitirán identificar de forma inmediata las zonas que requieren intervención urgente para la mitigación y adaptación.
 - **Localización de Estrategias de Adaptación:** Los mapas pueden ser utilizados para delimitar áreas aptas para la implementación de medidas como la reforestación en zonas de captación de agua, la construcción de sistemas de drenaje, o la reubicación de infraestructura crítica.

- **Planificación del Uso del Suelo:** Los mapas de riesgo informarán decisiones sobre la zonificación y el ordenamiento territorial, indicando dónde es seguro construir, dónde se debe restringir el desarrollo y dónde se deben fomentar prácticas agroambientales sostenibles.

- **Comunicación del Riesgo:** Los mapas, al ser herramientas visuales, son eficaces para comunicar los hallazgos a las autoridades locales, comunidades y otros actores involucrados en la planificación y gestión del riesgo. Pueden ser utilizados en talleres participativos para discutir el riesgo y co-diseñar soluciones.

Esta metodología asegura que el proceso sea sistemático, técnico y replicable, permitiendo reconocer y analizar problemas agroambientales relacionados con el riesgo de inundación en Dolores, Tolima.

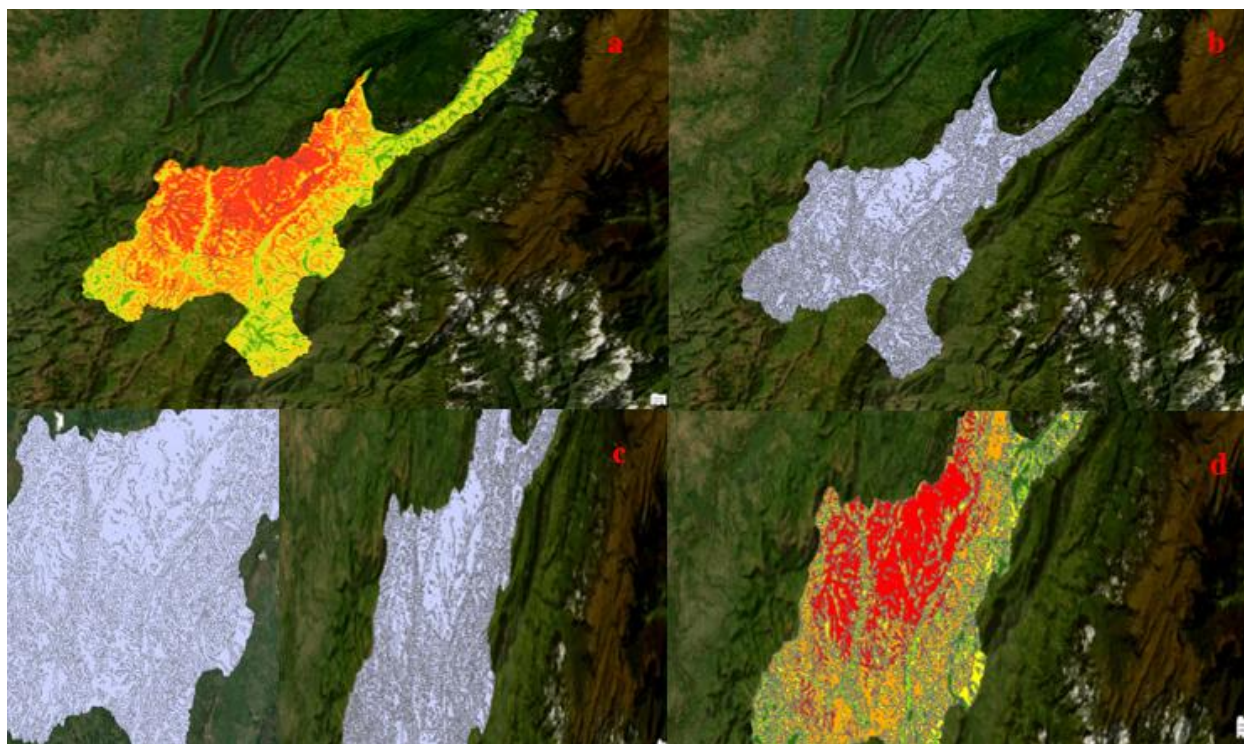
Resultados y discusión

Los resultados de la modelación del riesgo de inundación en Dolores (Tolima) revelan una distribución espacial heterogénea de la susceptibilidad a este fenómeno, con zonas de riesgo muy bajo a muy alto claramente diferenciadas. Estos hallazgos, obtenidos mediante la aplicación de herramientas SIG en ArcGIS Pro, no solo ofrecen una visualización precisa del territorio, sino que también proporcionan una base sólida para la toma de decisiones en la planificación territorial y la gestión agroambiental. El análisis cuantitativo y cualitativo de las áreas afectadas, sumado a la identificación de patrones espaciales, permite comprender la vulnerabilidad del municipio y la importancia de integrar esta información en estrategias de adaptación y mitigación frente al riesgo hídrico, en consonancia con el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La presencia de la ubicación Dolores en una zona de muy alto riesgo subraya la criticidad de estos resultados y la necesidad de una atención prioritaria para salvaguardar tanto a las comunidades como a los ecosistemas locales

Recolección y preparación de datos archivo ráster con el mapa de riesgo de inundación de Dolores Tolima.

Figura 3.

Ráster con el Mapa de riesgo de inundación de Dolores Tolima.



a: Mapa de riesgo por inundación del municipio de dolores Tolima fase 4.

b: Transformación de la capa ráster obtenida de la fase 4 en una capa vectorial.

c: Geoproceso de Suavizar polígono que permite mejorar la calidad estética o cartográfica de la imagen

d: resultado final del sistema de riego por inundación y clasificación de las áreas de intervención.

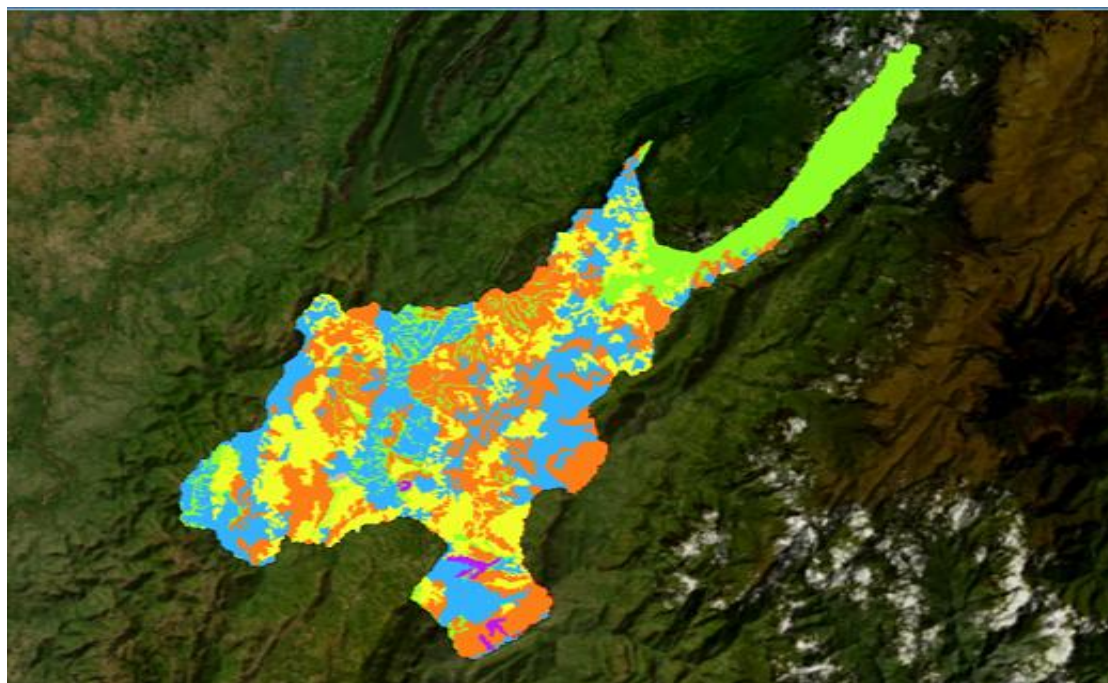
La figura expone la Cartografía y resultado final del análisis de riesgo de inundación en Dolores (Tolima). Fuente. Autoría propia, (2025).

Cobertura de tierras

La Figura 4 presenta un mapa de cobertura de tierras del municipio de Dolores (Tolima). El mapa enmarca la distribución de tierras según el nivel de riesgo, esta visualización conjunta es crucial para entender cómo los diferentes usos del suelo se correlacionan con los niveles de riesgo de inundación identificados en el municipio. La combinación de estos elementos cartográficos permite una Evaluación integral del territorio para la gestión agroambiental y el ordenamiento territorial.

Figura 4.

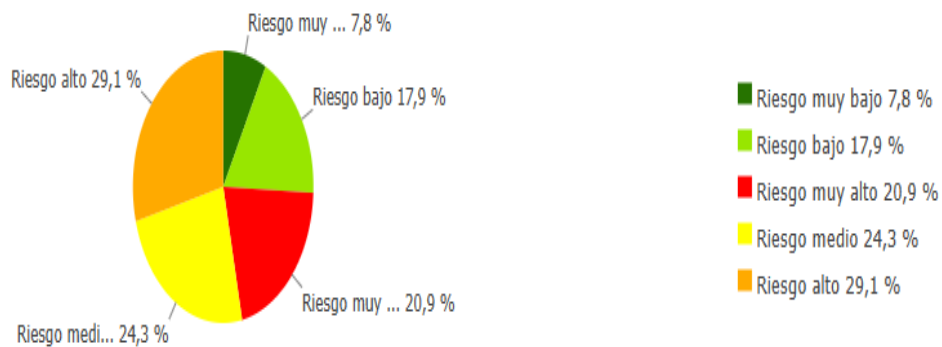
Distribución de tierras.



Fuente. Autoría propia, (2025).

Figura 5.

Clasificación del riesgo por inundación en el municipio de Dolores.

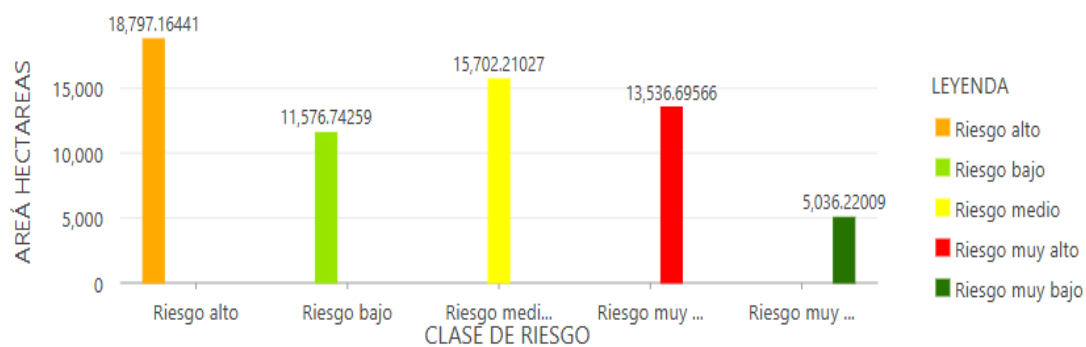


Fuente: Autoria propia, (2025).

Modelación y Análisis Cartográfico del Riesgo de Inundación en el Municipio de Dolores, Tolima: Un Enfoque de Ordenamiento Agroambiental; **Fuente:** Autoria propia, (2025).

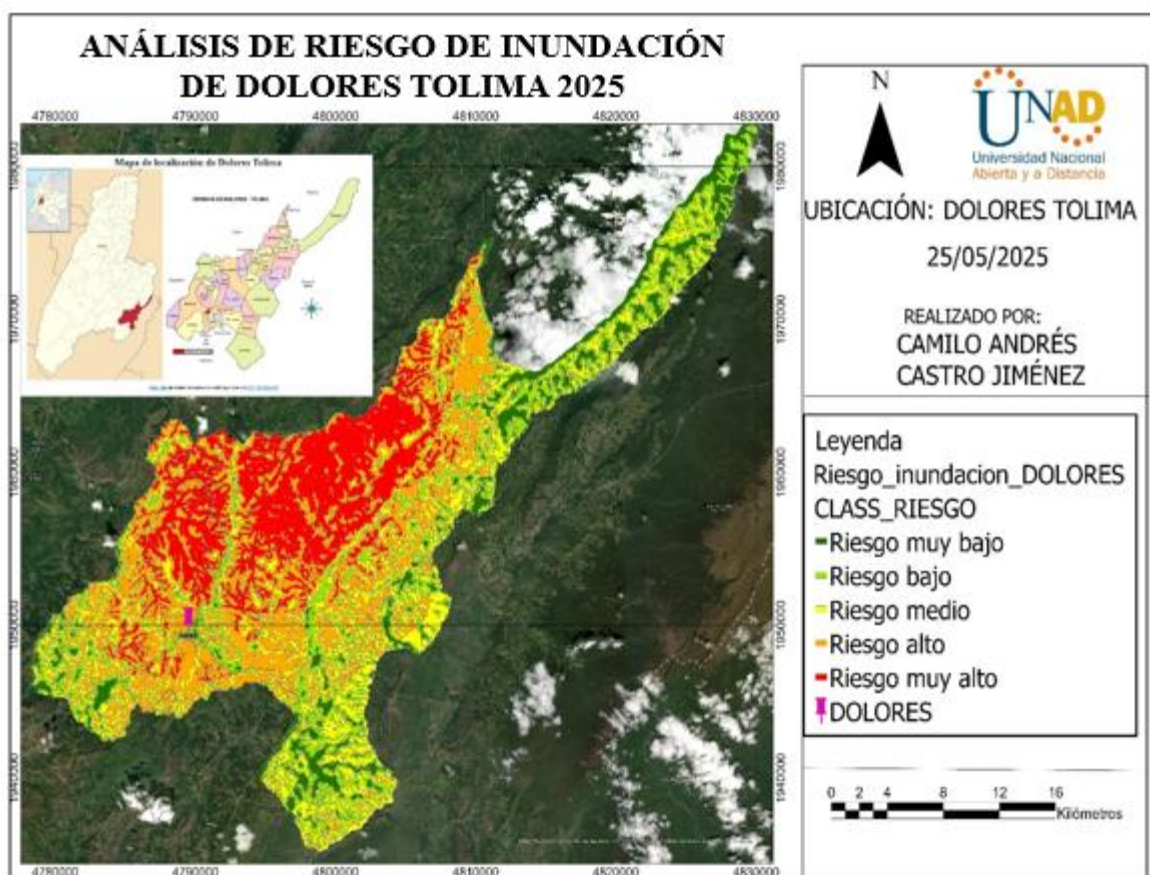
Figura 6.

Distribución del área según clase de riesgo por inundación en el municipio de Dolores.



Fuente. Autoria propia, (2025).

El mapa muestra la distribución de las coberturas de tierra en el municipio de Dolores y su relación con los niveles de riesgo de inundación, representados en la gráfica de barras de susceptibilidad por área. Modelación y Análisis Cartográfico del Riesgo de Inundación en el Municipio de Dolores, Tolima: Un Enfoque de Ordenamiento Agroambiental", **Fuente:** Autoria



propia, (2025).

Figura 7.

Diseño de Mapa de riesgo por inundación del municipio de Dolores Tolima.

Fuente. Autoria propia, (2025).

Análisis Cuantitativo (Estimación Visual):

Tras la observación y diseño del mapa, se puede realizar una estimación del porcentaje del territorio municipal de Dolores que se encuentra en cada categoría de riesgo de inundación:

Riesgo Muy Bajo (Verde Oscuro): Aparentemente cubre una porción menor del territorio, posiblemente concentrada en algunas zonas específicas. Se estima visualmente en alrededor del 10-15%.

Riesgo Bajo (Verde Claro): Representa una parte significativa del área municipal, especialmente en la periferia y algunas zonas intermedias. Se estima en un 30-40%.

Riesgo Medio (Amarillo): Cubre una extensión considerable, actuando como transición entre las zonas de bajo y alto riesgo. Se estima en un 20-25%.

Riesgo Alto (Naranja): Ocupa una porción importante del centro y otras áreas del municipio, indicando una vulnerabilidad significativa. Se estima en un 20-25%.

Riesgo Muy Alto (Rojo): Aunque no cubre la mayor parte del territorio, se concentra en áreas críticas, incluyendo la ubicación señalada de Dolores, lo que sugiere que el casco urbano o zonas de importancia podrían estar en esta categoría. Se estima en un 5-10%.

Es crucial enfatizar que esta cuantificación es una estimación visual basada en la interpretación del mapa y los colores.

De acuerdo con el análisis visual proporcionado por mapas de veredas y de riesgo de inundación, las veredas que se encuentran en zonas de riesgo, categorizadas por el nivel de riesgo de inundación, son las siguientes:

Tabla 3. Veredas en zonas de riesgo.

Categoría de Riesgo de Inundación	Veredas Afectadas (Estimación Visual)
Riesgo Muy Bajo (Verde Oscuro)	Guayacanal, El Pinal, Las Veredas del Café, Las Palmas, Bermejo (parcial), Corinto (parcial), La Caja (parcial), Ambica (parcial), El Carmen (parcial)
Riesgo Bajo (Verde Claro)	Palmiras, San Andrés, Santa Rita, Guasimos, Prado (parcial), El Café, Riachón, Macal (parcial), Portachuelo (parcial), Picachos (parcial), San José (parcial), La Guacamaya (parcial), Yopo (parcial), Corinto (parcial), Bermejo (parcial), Natagaima (parcial)
Riesgo Medio (Amarillo)	La Soledad, San Pablo, San Pedro, Macal (parcial), Portachuelo (parcial), Picachos (parcial), El Japón, El Pescado, San José (parcial), La Guacamaya (parcial), Yopo (parcial), Palos Altos, Buena Vista, Los San Juan, Los San Juan (parcial)
Riesgo Alto (Naranja)	La Soledad (parcial), Llanitos, El Japón (parcial), El Pescado (parcial), Palos Altos (parcial), Buena Vista (parcial), San Juan, Santa Rita (parcial), Guásimos (parcial)
Riesgo Muy Alto (Rojo)	Cabecera Municipal (Dolores), Palos Altos (parcial), Buena Vista (parcial), El Pescado (parcial)

La tabla expone las Veredas en Zonas de Riesgo de Inundación en Dolores, Tolima (Estimación Visual), Fuente. Autoria propia, (2025).

Análisis Cualitativo:

El mapa revela un patrón espacial claro en la distribución del riesgo de inundación en Dolores. Las zonas de mayor riesgo (naranja y rojo) parecen concentrarse a lo largo de los cursos de agua principales o en áreas bajas y planas propensas a la acumulación de agua. Por el contrario, las zonas de menor riesgo (verde claro y oscuro) se ubican en áreas más elevadas o con mejor drenaje natural. La presencia de la ubicación "DOLORES" en una zona de muy alto riesgo es un hallazgo crítico que requiere atención prioritaria.

Calificación y Sustento de la Gestión del Riesgo de Desastres en el Marco del PNGRD y la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático:

Este ordenamiento agroambiental, al zonificar el territorio según el riesgo de inundación, constituye una herramienta fundamental para la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en Dolores, alineándose con los principios del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD) y la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).

Por lo que es indispensable aplicar:

Prevención y Reducción del Riesgo: La identificación de zonas de alto y muy alto riesgo permite priorizar e implementar medidas de prevención y reducción. Esto incluye la restricción o regulación del uso del suelo en estas áreas (ordenamiento territorial prospectivo), la construcción de infraestructura de protección (diques, muros de contención), la implementación de sistemas de alerta temprana y la promoción de prácticas agrícolas resilientes que minimicen la exposición a inundaciones. El PNGRD enfatiza la importancia de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo, y este mapa proporciona la base espacial para ambas.

Preparación para la Respuesta y Recuperación: Conocer la distribución espacial del riesgo facilita la planificación de la respuesta a emergencias. Se pueden definir rutas de evacuación, ubicar albergues temporales en zonas de bajo riesgo, y pre-posicionar recursos y equipos de respuesta en función de las áreas más vulnerables. Asimismo, orienta los planes de recuperación post-desastre, priorizando la reconstrucción resiliente en zonas de menor riesgo o implementando medidas de adaptación en las áreas afectadas. El PNGRD promueve la

preparación efectiva para la respuesta y una recuperación que reconstruya mejor ("build back better").

Adaptación al Cambio Climático: El cambio climático proyecta un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos como las inundaciones. La zonificación del riesgo de inundación es un insumo clave para la PNACC, ya que permite identificar las áreas más vulnerables a este tipo de eventos exacerbados por el cambio climático. Las medidas de adaptación en el sector agropecuario y ambiental de Dolores deben considerar este mapa para, por ejemplo, promover cultivos resistentes a la humedad en zonas de riesgo medio, o desalentar la agricultura en zonas de muy alto riesgo, fomentando en cambio la restauración de ecosistemas que actúen como barreras naturales (ej. humedales, bosques de ribera). La PNACC busca reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los sistemas socioecológicos frente a los efectos del cambio climático.

Ordenamiento Territorial Ambiental: El mapa es un componente esencial del ordenamiento ambiental del territorio municipal. Permite integrar la variable del riesgo en la planificación del uso del suelo, asegurando que las actividades productivas (agropecuarias) y los asentamientos humanos se localicen en áreas con menor susceptibilidad a inundaciones. Esto no solo reduce el riesgo para la población y la infraestructura, sino que también protege los ecosistemas estratégicos que pueden ofrecer servicios ecosistémicos de regulación hídrica y protección contra inundaciones. Un ordenamiento territorial que considere el riesgo es un pilar tanto del PNGRD como de la PNACC.

Análisis y comparación con el EOT de Dolores y otros documentos técnicos:

1. Vigencia del EOT: Según los resultados del EOT de Dolores vigente en el año 2003 fue aprobado por Decreto No 076 del 26 de diciembre de 2003 y tenía una vigencia hasta 2012. Esto es un punto crítico, ya que un EOT tan desactualizado puede no reflejar las condiciones actuales de riesgo de inundación, los impactos del cambio climático, ni los desarrollos urbanísticos y rurales recientes. Mientras que el que los mapas de riesgo de inundación de Dolores que se han analizado aquí proporcionen una visión más actualizada del riesgo que la contenida en un EOT de 2003.

2. Mención de Inundaciones en Documentos Departamentales y Regionales:

- CORTOLIMA (Corporación Autónoma Regional del Tolima): considerada, como autoridad ambiental regional, ha realizado y promueve la gestión y reducción de riesgos naturales en el Tolima. Documentos como el "PMGR_-_Dolores_2020.pdf" (Plan Municipal de Gestión del Riesgo - Dolores 2020) y otros planes departamentales de gestión del riesgo, mencionan la persistencia de factores desequilibrantes como las precipitaciones considerables y la afectación por fenómenos de El Niño y La Niña, que inciden directamente en las inundaciones, la Corporación realiza monitoreo de áreas urbanas afectadas por inundaciones.

- Repositorio de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD): Expone que Existen referencias a documentos que mencionan la afectación de Dolores por la temporada de lluvias y el mal estado de las vías debido a inundaciones, lo que corrobora la existencia del riesgo en el municipio.

- Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Tolima: Este estudio contempla la identificación de riesgos y vulnerabilidad, incluyendo inundaciones, y busca la articulación y planificación de acciones para mitigar las afectaciones; menciona que los Esquemas de

Ordenamiento Territorial de los municipios del Tolima son insumos para este plan, lo que reafirma la importancia de la variable de riesgo en el ordenamiento.

3. Coherencia General con la Percepción de Riesgo: tras el contenido que expone el EOT de Dolores de 2003 para una comparación exhaustiva de zonificación, la información disponible de CORTOLIMA y la UNGRD, así como los planes de gestión del riesgo a nivel departamental, reafirman que las inundaciones son un riesgo conocido y relevante para el municipio de Dolores, Tolima. La identificación de Dolores (la cabecera municipal) en la zona de muy alto riesgo en el mapa de inundaciones es un hallazgo significativo que probablemente se refleje, al menos parcialmente, en las evaluaciones de riesgo del EOT, aunque con metodologías y detalles posiblemente desactualizados.

4. Importancia de la Actualización del EOT: El hecho de que el EOT de Dolores date de 2003 y su vigencia haya expirado en 2012, subraya la urgente necesidad de su actualización. Los mapas de riesgo de inundación más recientes, como los presentados, deben ser considerados un insumo fundamental para la revisión y ajuste del nuevo EOT. Un EOT actualizado permitiría:

- Formalizar y legalizar las zonas de riesgo de inundación identificadas, estableciendo restricciones de uso del suelo y medidas de mitigación específicas.
- Integrar de manera explícita los principios del PNGRD y la PNACC en la planificación territorial, lo cual es crucial para la adaptación al cambio climático y la reducción de la vulnerabilidad.
- Orientar la inversión pública y privada hacia zonas más seguras y promover el desarrollo sostenible.
- Establecer un marco normativo para la prevención, preparación para la respuesta y la recuperación post-desastre, con base en información actualizada de riesgo.

Conclusiones

La Eficacia de ArcGIS Pro y los SIG para la modelación del riesgo de inundación tras a aplicación del software ArcGIS Pro y la metodología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) demostraron ser herramientas altamente eficaces y robustas para la modelación y el análisis del riesgo de inundación en el municipio de Dolores, Tolima. La integración de datos vectoriales y ráster, junto con el análisis multicriterio y la superposición ponderada, permitió una evaluación espacialmente explícita de la amenaza hídrica; La conversión del mapa de riesgo ráster a formato vectorial y las operaciones de suavizado y disolución de polígonos fueron cruciales para obtener una representación cartográfica clara y precisa, facilitando la visualización de zonas de riesgo homogéneo y optimizando la comunicación de los resultados.

La identificación y cuantificación espacial del riesgo de inundación en Dolores, logró identificar y cuantificar con precisión el estudio de las áreas del municipio de Dolores afectadas por diferentes niveles de riesgo de inundación; Se determinó que las categorías de riesgo alto (18.797,16 hectáreas) y muy alto (13.536,69 hectáreas) representan las mayores extensiones. El análisis espacial reveló una clara concentración de las categorías de riesgo muy alto y alto a lo largo del cauce principal que atraviesa el municipio y en las zonas bajas adyacentes, lo cual concuerda con los principios fundamentales de la hidrología y la geomorfología fluvial, la presencia de la cabecera municipal de Dolores en una zona clasificada con muy alto riesgo subraya la necesidad urgente de un plan de gestión del riesgo específico para esta localidad.

Los aportes al ordenamiento territorial y la gestión del riesgo de desastres, como; mapas temáticos generados, resultado de este ordenamiento agroambiental, proporcionan una base espacial sólida para la comprensión y gestión de la distribución de la amenaza por inundación en Dolores; la clasificación cualitativa del riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) facilita la

interpretación y la toma de decisiones para los actores locales. Estos productos cartográficos digitales son insumos vitales para la planificación territorial, permitiendo la identificación de áreas prioritarias para la implementación de medidas de prevención, reducción, preparación y adaptación, en consonancia con los lineamientos del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD) y la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).

La necesidad de actualización de instrumentos de planificación y acciones concretas permite ser vigía de la efectividad de este análisis para la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático la cual dependerá de su real incorporación en los instrumentos de planificación del desarrollo municipal (Plan de Desarrollo Municipal, Esquema o Plan de Ordenamiento Territorial), especialmente considerando la desactualización del EOT actual de Dolores (vigente hasta 2012). La priorización de las zonas de alto y muy alto riesgo, particularmente donde se concentran poblaciones o actividades económicas, es crucial. Esto implica la asignación de recursos para implementar medidas derivadas del análisis del riesgo, incluyendo estudios de detalle, planes de mitigación estructural y no estructural, y planes de evacuación específicos para las áreas más vulnerables, promoviendo así la reducción de la vulnerabilidad y la construcción de un territorio más resiliente y sostenible.

Idoneidad y pertinencia del método

El método empleado se considera idóneo y pertinente para el objetivo del estudio. La utilización de ArcGIS Pro, un software SIG estándar en la industria y la academia, garantiza la replicabilidad y la validez técnica del proceso. La secuencia de pasos, desde la manipulación de datos espaciales hasta el análisis y la representación cartográfica, es lógica y coherente con las mejores prácticas en la modelación de riesgos naturales.

La integración de datos preexistentes (mapa de riesgo previo y shapefile del municipio) optimizó los recursos y el tiempo de desarrollo del estudio. La transformación de datos vectorial y el posterior análisis geométrico permitieron una cuantificación precisa de las áreas de riesgo, superando las limitaciones de la representación ráster en este tipo de análisis.

Limitaciones del estudio

Es importante reconocer que este estudio se basa en un mapa de riesgo preexistente, cuya metodología de elaboración no se detalla en este documento. La precisión y la escala de ese mapa original influyen directamente en la calidad de los resultados obtenidos. Futuras investigaciones podrían beneficiarse de la generación de un mapa de riesgo primario, utilizando datos de mayor resolución y considerando variables adicionales como la capacidad de infiltración del suelo, la intensidad y duración de las precipitaciones históricas, y la presencia de infraestructuras de control hídrico.

Recomendaciones

Integrar los Mapas de Riesgo en los Instrumentos de Planificación Municipal; Es crucial incorporar formalmente los mapas de riesgo de inundación generados en los documentos de planificación oficiales del municipio, como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y el Plan de Desarrollo Municipal. Esta integración asegurará que la planificación del uso del suelo, el desarrollo de infraestructura y las prácticas agrícolas estén alineadas con los niveles de riesgo identificados, promoviendo una gestión agroambiental sostenible y reduciendo la vulnerabilidad a futuros eventos de inundación

Realizar Estudios de Riesgo Detallados para Áreas de Alta Vulnerabilidad, Especialmente el Casco Urbano: Dado que la ubicación de "DOLORES" (probablemente el centro urbano) se identifica como un área de muy alto riesgo, se recomienda realizar evaluaciones de riesgo más detalladas y localizadas para estas zonas críticas. Estos estudios deben informar el desarrollo de planes de mitigación específicos (tanto estructurales como no estructurales) y estrategias de evacuación adaptadas para proteger a la población y la infraestructura en las áreas más vulnerables

Priorizar y Asignar Recursos para Medidas de Reducción de Riesgos y Adaptación: El estudio subraya la importancia de traducir los resultados cartográficos en acciones concretas. Por lo tanto, es esencial priorizar la implementación de medidas de prevención y reducción en áreas de alto y muy alto riesgo, considerando los principios del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD) y la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). Esto incluye la asignación de los recursos necesarios para proyectos como infraestructura de

protección (diques, muros de contención), sistemas de alerta temprana y la promoción de prácticas agrícolas resilientes.

Fomentar la participación comunitaria en procesos de monitoreo ambiental y gestión del riesgo, apoyando la creación de redes comunitarias de alerta temprana y educación ambiental que refuercen la resiliencia local (UNDRR, 2019; Alcaldía de Dolores, 2020).

Establecer convenios interinstitucionales entre entidades como IDEAM, IGAC, Cortolima, y universidades regionales, para actualizar continuamente la base de datos geoespacial del municipio y fortalecer la investigación aplicada en temas de cambio climático y riesgos hidrometeorológicos (IGAC, 2018; DANE, 2023).

Priorizar la gestión agroambiental en las zonas con riesgo medio y bajo, promoviendo prácticas sostenibles como la agroforestería, terrazas de cultivo y manejo de suelos que reduzcan la vulnerabilidad sin comprometer la productividad (FAO, 2020). En las zonas identificadas con alta y muy alta vulnerabilidad a inundaciones (18.297,16 hectáreas y 13.536,99 hectáreas respectivamente), especialmente aquellas con vocación agropecuaria o que colindan con cuerpos de agua, se recomienda enfáticamente la implementación de **sistemas agroforestales y prácticas de manejo de suelo** que aumenten la resiliencia del territorio.

Sistemas agroforestales recomendados

- **Sistemas silvopastoriles intensivos y extensivos:** En áreas de pastoreo, la integración de árboles y arbustos (como el botón de oro *Tithonia diversifolia*, el matarratón *Gliricidia sepium* o especies nativas de rápido crecimiento y tolerancia a la humedad) puede mejorar la infiltración del agua, reducir la erosión del suelo, diversificar la producción y ofrecer

sombra y forraje al ganado. La densidad y tipo de especies dependerán de la vocación productiva predominante.

- **Cultivos en franjas o en contorno con barreras vivas:** Para zonas agrícolas, implementar el cultivo en franjas, alternando diferentes especies cultivadas, y establecer barreras vivas con especies arbustivas o arbóreas densas en los linderos o siguiendo las curvas de nivel. Estas barreras ayudan a disipar la energía del agua, retener sedimentos y nutrientes, y promover la infiltración.

- **Sistemas agroforestales ribereños (cortinas rompevientos y cercas vivas):** A lo largo de los ríos y quebradas que atraviesan Dolores, y que son los principales causantes de las inundaciones, se debe fomentar el establecimiento de franjas de protección con especies nativas de árboles y arbustos. Estas franjas no solo actúan como barreras físicas contra la crecida del agua, reduciendo la velocidad del flujo y la erosión de las riberas, sino que también mejoran la calidad del agua y sirven como corredores biológicos. Se pueden incluir especies como guadua (*Guadua angustifolia*), sauce (*Salix humboldtiana*) o alisos (*Alnus acuminata*).

Manejo de Suelos Recomendado:

- **Promoción de la cobertura vegetal permanente:** Minimizar la exposición del suelo desnudo mediante cultivos de cobertura (leguminosas, gramíneas), mulching (acolchados orgánicos) o residuos de cosecha. Esto aumenta la materia orgánica, mejora la estructura del suelo y su capacidad de infiltración, y reduce la escorrentía superficial.

- **Labranza de conservación o mínima labranza:** Reducir o eliminar el laboreo intensivo del suelo para mantener su estructura, la macrofauna edáfica y la materia orgánica. Esto favorece una mayor infiltración de agua y menor compactación, haciéndolos más resilientes a los eventos de inundación.

- **Construcción de zanjas de infiltración y micro-terrazas:** En laderas con pendientes suaves dentro de las zonas de riesgo, la implementación de zanjas o trincheras de infiltración y micro-terrazas puede ayudar a captar y retener el agua de lluvia, reduciendo la velocidad de la escorrentía y promoviendo la recarga de acuíferos subterráneos.

- **Manejo integrado de cuencas:** Dado que el riesgo de inundación se concentra a lo largo de los cauces principales como el río Saldaña, es fundamental adoptar un enfoque de manejo integrado de cuencas que incluya no solo las zonas de alta vulnerabilidad, sino también las partes altas de las cuencas para regular el flujo hídrico desde el origen.

Referencias bibliográficas

Libros

- Bravo, J. D. (2000). Breve introducción a la cartografía y a los sistemas de información geográfica (SIG).
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (2015). Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press.
- Chrisman, N. (2013). Exploring Geographic Information Systems. Wiley.
- Escolano Utrilla, S. (2015). Primera parte. 2. La representación del espacio geográfico en los SIG: Modelos de datos. En S. Escolano Utrilla (Ed), Sistemas de información geográfica: Una introducción para estudiantes de geografía (pp. 47-78). Prensas de la Universidad de Zaragoza. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/44840>
- Fallas, J. (2007). Modelos digitales de elevación: Teoría, métodos de interpolación y aplicaciones. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional, Costa Rica.
- IGAC. (2018). Principios de cartografía general. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.igac.gov.co/>
- IGAC. (2021). Atlas geográfico de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.igac.gov.co/>
- Olaya, V. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Open Library. https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., & Guptill, S. C. (2018). Elements of Cartography. John Wiley & Sons.

Sánchez, C. (2023). Impacto del cambio climático en los sistemas agroambientales andinos.

Editorial Universidad Externado de Colombia.

Artículos de Revista

Bravo, J. (2019). La importancia de los SIG en la planificación territorial y ambiental. Revista

Geográfica de América Central, 2(63), 1-15.

Campillo, H. O., & Sánchez, E. R. (2011). La cartografía como medio investigativo y

pedagógico. Dearq, (9), 30-47. redalyc.org/pdf/3416/341630318005.pdf

Djanibekov, P., Craig, M., & Paulik, R. (2024). Flood Impacts on Agriculture under Climate

Change: The case of the Awanui Catchment, New Zealand. Economics of Disasters and

Climate Change, 8, 283–316. <https://doi->

[org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s41885-024-00147-3](https://doi-)

Efracimidou, E., & Spiliotis, M. (2024). A GIS-Based flood risk assessment using the decision-

making trial and evaluation laboratory approach at a regional scale. Environmental

Process, 11, Article:9. <https://doi.org/10.1007/s40710-024-00683-w>

Moya-Zamora, J., Gutiérrez, S. B., Sánchez, K. O., Arroyo, P. M., Pérez, E. M., Argüello, Y. C.,

& Sánchez, E. O. (2025). Consideraciones técnicas en los procesos de georreferenciación

dentro del Marco Geodésico Nacional CR-SIRGAS. Geographical Journal of Central

America, 1(74). <https://orcid.org/0000-0001-6953-4885>

Ramírez, D. (2022). Modelos de elevación digital y sus aplicaciones. Revista de Geografía Norte

Grande, 82, 1-18.

Sosa-Franco, I., Pérez-Guerra, G., Machado-García, N., & Elena-Ruiz Pérez, M. (2023). Method

for query processing in a geographic information system. Revista Ciencias Técnicas

Agropecuarias, 32(2), 1–9. <https://research-ebSCO->

com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=033edfb1-14a2-3d6e-80bf-572383cf71b3

Páginas Web (e informes en línea)

Agencia de Desarrollo Rural - ADR. (s.f.). Plan integral de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial - TOLIMA TOMO II. <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/TOLIMA-TOMO-II.pdf>

Alcaldía de Dolores (Tolima). (2020). Plan de Desarrollo Municipal “Dolores unidos con el corazón” 2020-2023. <https://www.dolores-tolima.gov.co/>

COLOMBIA TURISMO WEB. (s.f.). TOLIMA-DOLORES.

<http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/TOLIMA/MUNICIPIOS/DOLORES/DOLORES.htm>

Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. (2020). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres - PMGRD - DOLORES 2020.

https://cortolima.gov.co/images/Gestion_riesgo_PMGRD/2020/PMGR_-_DOLORES_2020.pdf

Esquema de Ordenamiento Territorial Dolores Tolima 2003 en el repositorio del CDIM de la ESAP. (s.f.). <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/23164>

FAO. (2023). Manejo sostenible de la tierra y los recursos naturales: Perspectivas desde América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/>

FAO. (2024). Agro-ecological and agro-biodiversity indicators for sustainable food systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/>

- FAO. (2024). Sistemas agroambientales: Guía metodológica para su evaluación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/>
- Gómez, S. (2020). Aplicaciones de la teledetección en el monitoreo ambiental (Tesis de maestría o doctoral). Universidad Nacional de Colombia.
- IDEAM. (s.f.). Históricos de Estaciones - Datos Hidrometeorológicos. Recuperado el 19 de mayo de 2025, de <http://www.ideam.gov.co/>
- Infante Osorio, C., Ramírez Cuetia, C. S., & Romero Pérez, J. L. (2021). Conceptualización de un sistema de información geográfica (SIG) para la educación ambiental en Bogotá DC (2002-2021).
- Moreno Granados, J. A., Olave Hurtado, L. A., & Parra Espinosa, I. D. (2021). Formulación de lineamientos para la evaluación control y seguimiento ambiental de los Proyectos Turísticos Especiales de Gran Escala en Colombia. <https://repository.lasalle.edu.co>
- UNGRD. (2023). Lineamientos para la elaboración de planes de gestión del riesgo municipales. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. <https://www.ungrd.gov.co/>
- UNGRD. (2024). Gestión del riesgo de desastres en Colombia: Informe anual. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. <https://www.ungrd.gov.co/>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA. (2022). TOLIMA - Perfiles Departamentales 2022. https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/TOLIMA/3-%20Microan%C3%A1lisis%20Evaluaciones%20agropecuarias%202023-Tolima.pdf
- Universidad de Ibagué. (2024). Ficha de caracterización. Municipio de Dolores, Tolima. <https://extension.unibague.edu.co/images/2024/extension/visor/DOLORES.pdf>

Enlace de sustentación: SIG _Modelación y Análisis Cartográfico del Riesgo de Inundación en Dolores Tolima _arcGIS Pro. <https://youtu.be/TOYFbzTkP6Q>