

# Modelación espacial del riesgo de inundación en San José del Guaviare usando análisis multicriterio en ArcGIS Pro

## Autores:

Bryan David Murillo Guzmán - [bdmurillo@unadvirtual.edu.co](mailto:bdmurillo@unadvirtual.edu.co)  
Diana Mayerli Grijalba Escobar - [dmgrijalbae@unadvirtual.edu.co](mailto:dmgrijalbae@unadvirtual.edu.co)  
Yubislay Puentes Ramírez - [dpuentesra@unadvirtual.edu.co](mailto:dpuentesra@unadvirtual.edu.co)

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

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo aplicar un modelo de análisis multicriterio apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para generar el mapa de riesgo por inundación del municipio de San José del Guaviare, como insumo para el análisis territorial y el ordenamiento agroambiental. La investigación se desarrolló mediante el uso del software ArcGIS Pro, integrando variables físicas y ambientales a través del procesamiento de capas ráster y vectoriales, la generación de mapas temáticos, el cálculo de áreas y el análisis espacial. Como resultado, se obtuvo un producto cartográfico digital que representa la distribución espacial del riesgo de inundación en un área total de 16.485 km<sup>2</sup>, clasificada en cinco categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. La distribución muestra que 1.201 km<sup>2</sup> corresponden a riesgo muy bajo, 3.768 km<sup>2</sup> a riesgo bajo, 4.798 km<sup>2</sup> a riesgo medio, 4.037 km<sup>2</sup> a riesgo alto y 2.680 km<sup>2</sup> a riesgo muy alto. Se evidencia que las zonas con riesgo alto y muy alto se concentran principalmente en áreas cercanas a los ríos Guaviare y Guayabero, así como en sectores asociados a humedales, meandros y suelos con alta susceptibilidad a procesos de inundación.

**Palabras clave:** Ordenamiento agroambiental; Riesgo de inundación; Sistemas de Información Geográfica (SIG).

## Introducción

La adecuada gestión del territorio en contextos agroambientales requiere del uso de herramientas tecnológicas que permitan interpretar de manera precisa las variables asociadas a fenómenos naturales. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen herramientas fundamentales para el análisis del riesgo, dado que permiten integrar datos espaciales, modelar procesos ambientales y representar escenarios territoriales mediante técnicas de análisis multicriterio. Diversos autores destacan el papel de los SIG en la evaluación de amenazas naturales y en la toma de decisiones para la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial (Chuvieco, 2016; Longley et al., 2015). Al combinar información ambiental, hidrológica y geomorfológica, estos sistemas facilitan la

comprensión del riesgo y soportan la formulación de estrategias de mitigación y adaptación. En este sentido, “los Sistemas de Información Geográfica se han consolidado como una herramienta esencial para evaluar escenarios de riesgo y apoyar la toma de decisiones territoriales mediante la integración de datos espaciales y socioambientales” (Coppock & Rhind, 2021).

Por otra parte, el cambio climático se ha consolidado como uno de los principales desafíos ambientales contemporáneos, debido al aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos. Estos cambios están fuertemente asociados a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y los sistemas climáticos globales (Díaz, 2012). En América Latina, fenómenos como inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor han incrementado su severidad, generando desplazamientos, afectaciones sociales y pérdidas económicas significativas (Gambarini, 2018).

Los modelos de inundación basados en análisis multicriterio se han consolidado como herramientas fundamentales para la identificación de zonas con alta susceptibilidad a eventos de inundación, ya que permiten integrar de manera sistemática variables topográficas, hidrológicas y climáticas, logrando una elevada precisión espacial en la representación del riesgo (Tehrany et al., 2014). Este enfoque resulta especialmente relevante en escenarios donde la interacción entre factores naturales y antrópicos condiciona la ocurrencia y magnitud de dichos eventos.

En este contexto, los cambios observados en los patrones de precipitación constituyen un factor determinante. Diversos estudios evidencian un incremento en la frecuencia e intensidad de los eventos de precipitación extrema desde finales del siglo XX, con marcadas variaciones regionales y subregionales, lo cual incrementa significativamente el riesgo de inundaciones y otros fenómenos hidrometeorológicos asociados (Seneviratne et al., 2012). Esta tendencia resalta la necesidad de fortalecer la comprensión de la dinámica hidrometeorológica para anticipar sus impactos sobre la población, la infraestructura y los sistemas productivos.

No obstante, la magnitud del impacto de estos eventos no depende exclusivamente de las condiciones climáticas o ambientales. La vulnerabilidad territorial frente a fenómenos hidrometeorológicos está estrechamente relacionada con los procesos de ocupación del suelo, la planificación territorial y la transformación del paisaje, factores que pueden intensificar o mitigar los efectos de las inundaciones (Adger, 2006). En consecuencia, el análisis integral del riesgo debe considerar tanto las variables físicas como las dinámicas socioambientales, con el fin de apoyar una gestión territorial más sostenible y resiliente.

En este contexto, el municipio de San José del Guaviare presenta condiciones ambientales que incrementan su susceptibilidad a las inundaciones, debido a la presencia de amplias planicies, terrenos de baja pendiente y una fuerte influencia de los ríos Guaviare y Guayabero. Según el Plan de Desarrollo Municipal 2020–2023, las inundaciones han afectado históricamente áreas agrícolas, zonas periurbanas e infraestructura vial, generando pérdidas económicas y limitando la capacidad productiva del territorio (Alcaldía de San José del Guaviare, 2020). Adicionalmente, el POT municipal reconoce que el incremento de lluvias intensas y la presencia de inundaciones recurrentes representan uno de los principales riesgos ambientales para las comunidades rurales y las actividades agropecuarias (POT San José del Guaviare, 2015). Estos documentos evidencian la necesidad de contar con insumos técnicos que permitan identificar áreas críticas y orientar la planificación territorial.

En este marco, el presente estudio aplica un modelo de análisis multicriterio en un entorno SIG para generar un mapa del riesgo de inundación en San José del Guaviare, aportando información significativa para el análisis territorial y el ordenamiento agroambiental del municipio.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Aplicar un modelo de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para generar el mapa de riesgo de inundación del municipio de San José del Guaviare, aportando información significativa para el análisis territorial y el ordenamiento agroambiental.

### **Objetivos específicos**

- Preparar, organizar y analizar las capas de información geoespacial requeridas para la modelación del riesgo de inundación en ArcGIS, a partir de la recopilación y procesamiento de variables físicas e hidrometeorológicas del municipio de San José del Guaviare
- Estandarizar y ponderar las variables seleccionadas mediante técnicas de análisis multicriterio en SIG, con el fin de integrar de manera sistemática los factores determinantes del riesgo de inundación.
- Elaborar, interpretar y validar el mapa de riesgo de inundación del municipio de San José del Guaviare como insumo técnico para la evaluación del territorio y la toma de decisiones en procesos de ordenamiento agroambiental.

## **Identificación del caso de estudio**

El presente estudio se desarrolla en el departamento del Guaviare, específicamente en el municipio de San José del Guaviare.

El departamento del Guaviare se encuentra localizado en la región de los llanos orientales, más específicamente en la región suroriental de país, está conformado política y administrativamente por 4 municipios, y su capital es San José del Guaviare. Limita al norte con los departamentos del Meta y Vichada, al este con los departamentos del Guainía y Vaupés, al sur con los departamentos del Caquetá y Vaupés y al oeste con los departamentos del Meta y Caquetá. (Min hacienda,2023)

La extensión de su territorio es de 53.460 km<sup>2</sup>, lo que equivale al 4,68% del territorio continental colombiano, siendo a su vez el octavo departamento más extenso del país en función de su superficie, en igual sentido la predominancia de su territorio es de tierras planas o ligeramente onduladas, que en su mayoría corresponden a la llanura Amazónica, salvo una franja al norte, que hace parte de los Llanos Orientales, y tiene una altitud de 300 msnm. (Min hacienda, 2023).

El municipio de San José del Guaviare cuenta con una extensión de 16.178 km<sup>2</sup> entre área rural y urbana

Para la vigencia 2023 el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) estimó su población en 97.616 habitantes<sup>1</sup> (0,19% del total Nacional), de los cuales el 56% se ubica en la cabecera municipal, mientras que el 44% se concentra en los centros poblados y rural disperso, así mismo el porcentaje de hombres corresponde al 52% y el de mujeres al 48%, y la densidad poblacional del departamento es de 1,78 Hab/km<sup>2</sup>, constituyéndose así en uno de los departamentos con menor densidad poblacional del país. (Min Hacienda,2023)

Los suelos en el municipio del Guaviare suelen estar entre planos y ondulados, rescatando allí las serranías que hacen parte del territorio con una textura que va desde arenosa hasta franco arenosa, es por esto por lo que los riesgos por aceptación climática pueden ser bastante comunes, Villada expone que:

El municipio de San José del Guaviare tiene un alto grado de vulnerabilidad en cuanto a la posible ocurrencia de situaciones de emergencia por su clima, localización, ocupación del territorio, procesos de desarrollo, sistema ambiental y población vulnerable, por lo anterior se presentan diferentes riesgos naturales y antrópicos; que pueden poner en peligro la seguridad de sus 57.198 habitantes como las Inundaciones en la vega del río Guaviare, Guayabero y Humedales, Los Incendios Forestales y estructurales, el Fenómeno Hidrológico del Meandro, la Erosión progresiva de la margen derecha del río Guaviare, el Agrietamiento Progresivo en el Barrio 20 de Julio. (Villada,2009)

Si bien el departamento del Guaviare se caracteriza por tener como actividad económica principal el sector agropecuario incluyendo la ganadería, es por esto por lo que en el marco del taller de actualización de la NDC territorial en el departamento del Guaviare el Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible concluyó que:

La deforestación fue identificada como la amenaza prioritaria por los participantes, dado que sus impactos en el departamento del Guaviare han generado una significativa pérdida de hábitats para especies de fauna y flora endémicas de la Amazonía, afectando de manera directa los corredores de conectividad ecológica. Este proceso ha provocado la fragmentación de los ecosistemas, lo cual reduce su resiliencia frente al cambio climático e incrementa el riesgo de extinción de numerosas especies. Asimismo, la deforestación ha alterado el ciclo hidrológico natural, disminuyendo la capacidad de regulación hídrica del territorio y favoreciendo procesos de erosión de suelos y sedimentación de los cuerpos de agua, con consecuencias negativas para la sostenibilidad ambiental y productiva del departamento (Garzón, 2025).

En relación con la dinámica climática, los principales meses de precipitación en el departamento del Guaviare corresponden a abril y mayo. Para el año de análisis, el mes de mayo registró los valores más altos de precipitación, de acuerdo con los reportes oficiales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2025). Dicho comportamiento se enmarca en un patrón regional caracterizado por lluvias por encima y muy por encima de los valores normales en amplias zonas de la Orinoquía y la Amazonía.

Según el IDEAM (2025), estas anomalías de precipitación se concentraron principalmente en los departamentos de Meta, Casanare y Amazonas; mientras que en la región Andina se destacaron

Boyacá y Norte de Santander. En la región Caribe, los mayores registros se presentaron en La Guajira y Atlántico, y en la región Pacífica se identificó un sector puntual en el departamento de Nariño con precipitaciones dentro de estos rangos. Este escenario climático, sumado a los procesos de deforestación, incrementa la vulnerabilidad del territorio frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos, como inundaciones y deslizamientos.

De acuerdo con datos climatológicos del IDEAM, la temperatura media mensual en San José del Guaviare varía entre aproximadamente 24.5 °C y 26.7 °C, mientras que la precipitación anual supera los 2 500 m.m. (IDEAM,2025)

A continuación, se presenta el mapa de localización del municipio de San José Del Guaviare (Figura1) dentro del marco nacional, para así facilitar una mayor comprensión del estudio a realizar.

### **Figura 1.**

Ubicación Municipio San Jose del Guaviare



Fuente: Autoría propia, mapa del municipio de San José del Guaviare, (2025).

### **Metodología**

La presente investigación se desarrolló durante el mes de mayo de 2025, mediante un enfoque cuantitativo y cualitativo con análisis espacial, orientado a la modelación del riesgo de inundación en el municipio de San José del Guaviare. Para ello, se emplearon herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de análisis multicriterio, ampliamente utilizadas en la evaluación espacial del riesgo territorial (Malczewski, 1999; Esri, 2023). Este período de análisis coincide con un régimen climático caracterizado por precipitaciones frecuentes, siendo mayo el mes con mayor volumen de lluvias en el municipio, con un promedio aproximado de 330 mm, lo

cual incrementa la saturación del suelo y la probabilidad de escorrentía superficial. Estas condiciones climáticas favorecen la ocurrencia de eventos de inundación, especialmente en áreas de baja pendiente y zonas cercanas a la red hídrica, reforzando la pertinencia del análisis realizado (WeatherSpark, 2025).

El procedimiento metodológico se estructuró en etapas secuenciales, las cuales se sintetizan en el diagrama de flujo presentado en la (Figura 2).

## **1. Preparación de datos y construcción de capas temáticas**

En esta etapa se recopiló y organizó la información espacial necesaria para el análisis. Se utilizaron como insumos el Modelo de Elevación Digital (DEM), el ráster de pendiente, el ráster de precipitación correspondiente al mes de mayo, los archivos vectoriales del límite municipal de San José del Guaviare y del departamento, así como la capa vectorial de coberturas de la tierra, los cuales fueron procesados en el entorno ArcGIS Pro (Esri, 2023). Todos los datos fueron integrados y gestionados en el entorno del software ArcGIS Pro.

## **2. Aplicación de geoprosesos para estandarizar y delimitar la información**

Con el fin de garantizar la coherencia espacial entre las capas, se aplicaron diversos geoprosesos. La herramienta corte, (Clip) permitió delimitar todas las capas al área de estudio. Posteriormente, se empleó Dissolver, (Dissolve) sobre la capa de coberturas de la tierra para simplificar la información y reducir la complejidad geométrica. La herramienta De ráster a polígono (Polygon to Raster) se utilizó para convertir la información vectorial de coberturas en formato ráster, compatible con el análisis multicriterio, mientras que Extraer por máscara (Extract by Mask) permitió recortar los ráster continuos (DEM, pendiente y precipitación) ajustándolos al límite municipal.

## **3. Derivación de capas temáticas para el análisis**

A partir del DEM y otros insumos se generaron las variables necesarias para la evaluación del riesgo de inundación. Estas incluyeron la pendiente, la acumulación de flujo, la red hídrica derivada de la acumulación de flujo, la distancia a drenajes, la precipitación y la cobertura de la tierra. Cada una de estas capas representa factores físicos y antrópicos determinantes en la ocurrencia de inundaciones, de acuerdo con la metodología propuesta en la guía. (UNAD, 2025).

## **4. Procesos de reclasificación de variables**

Cada una de las capas temáticas fue reclasificada asignando valores cualitativos y cuantitativos de riesgo mediante una escala ordinal común de 2, 4, 6, 8 y 10, donde 2 representa un nivel de riesgo muy bajo y 10 un riesgo muy alto, siguiendo la metodología propuesta por la Guía. (UNAD, 2025). Este proceso permitió transformar las distintas unidades físicas (metros, milímetros y porcentajes) en una escala comparativa uniforme, facilitando su integración posterior en el análisis multicriterio. La clasificación cualitativa y cuantitativa utilizada se presenta en la (Tabla 1), conforme a los lineamientos de la Guía. (UNAD, 2025).

**Tabla 1.** Estimación de clasificación cualitativa y cuantitativa

Clasificación cualitativa	Valores
Riesgo muy bajo	2
Riesgo bajo	4
Riesgo medio	6
Riesgo alto	8
Riesgo muy alto	10

Fuente: Autoría Propia, Adaptado de UNAD (2025).

## 5. Reclasificación de la cobertura de la tierra

La cobertura de la tierra fue reclasificada con base en la clasificación Corine Land Cover nivel 2, asignando valores de riesgo por inundación según la susceptibilidad de cada tipo de cobertura frente a procesos de anegamiento. Los criterios de reclasificación aplicados se presentan en la (Tabla 2), de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Guía. (UNAD, 2025).

**Tabla 2.** Clasificación de coberturas de suelo nivel 2

Corine Land Cover Nivel 2	Clasificación de valores
1.1. Zonas urbanizadas	6
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2
1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	4
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	2
2.1. Cultivos transitorios	8
2.2. Cultivos permanentes	8
2.3. Pastos	4
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	8
3.1. Bosques	2
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	4
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	6
4.1. Áreas húmedas continentales	8
4.2. Áreas húmedas costeras	6
5.1. Aguas continentales	10
5.2. Aguas marítimas	6

Fuente: Autoría Propia, Adaptado de UNAD (2025).

## 6. Asignación de ponderaciones y análisis multicriterio

Cada variable reclasificada recibió una ponderación acorde con su nivel de influencia en el riesgo de inundación. Los pesos fueron asignados en un rango entre 0 y 1, cuya sumatoria total

es igual a 1.0, garantizando una distribución equilibrada y estableciendo el porcentaje de influencia de cada criterio en el análisis. La ponderación de las variables se presenta en la (Tabla 3). La integración de las capas reclasificadas y ponderadas se realizó mediante la técnica de suma ponderada (*Weighted Sum*), permitiendo obtener un índice espacial de riesgo de inundación, procedimiento ampliamente utilizado en análisis multicriterio dentro de entornos SIG (Malczewski, 1999; Esri, 2023).

**Tabla 3.** Criterio de análisis para el riesgo de inundación.

Factor	Porcentaje	/100
Modelo de elevación digital DEM	10%	0,1
Pendientes	15%	0,15
Cobertura de tierras (Land cover)	10%	0,1
Precipitación	35%	0,35
Distancia entre drenajes	30%	0,3
Total	100%	1

Fuente: Autoría Propia, Adaptado de UNAD (2025).

### 2.3 Reclasificación de mapa de riesgo.

Como resultado del análisis multicriterio se obtuvo el mapa de riesgo de inundación del municipio de San José del Guaviare. El cual fue clasificado en categorías de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), de igual manera se le asignó respectiva simbología. (Tabla 4) Este producto cartográfico constituye una herramienta de apoyo para la planificación territorial y la gestión del riesgo, al identificar las áreas con mayor susceptibilidad a eventos de inundación.

**Tabla 4.** 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	

Fuente: Autoría Propia, Adaptado de UNAD (2025).

### 3. Construcción de producto cartográfico digital.

La construcción del producto cartográfico digital se desarrolló a partir de los resultados obtenidos del análisis multicriterio. Para ello, se realizó el cargue de los insumos cartográficos necesarios, entre los que se incluyen la capa de modelación del riesgo por inundación con mayor, el shapefile del municipio de San José del Guaviare y el archivo ráster *Streams\_municipio*, los cuales permitieron estructurar la base espacial del análisis.

## 2.1 Aplicación de geoprocursos para estandarizar y delimitar la información

En esta etapa se efectuó la conversión del ráster de riesgo por inundación a formato vectorial, procedimiento necesario para facilitar la edición, el análisis espacial y la posterior clasificación de las clases de riesgo. Posteriormente, se aplicó el geoprocuro Suavizar polígono, con el propósito de mejorar la geometría de las áreas clasificadas y optimizar la presentación cartográfica del mapa.

A continuación, la (Figura 12) corresponde a la aplicación del geoprocuro Dissolve, utilizando el campo gridcode, lo que permitió unificar las áreas que comparten la misma categoría de riesgo reclasificándolas y simplificando la información espacial. (Tabla 4) Seguido, Se presenta el cálculo geométrico de las áreas resultantes, el cual permitió cuantificar la extensión en km<sup>2</sup> de cada clase de riesgo.

Finalmente, se presenta el modelo final de riesgo por inundación del municipio de San José del Guaviare, en el cual se aplicó la simbología cartográfica correspondiente a las cinco categorías de riesgo, facilitando la interpretación adecuada del producto cartográfico obtenido.

**Figura 2.**  
Diagrama de flujo de la metodología del análisis multicriterio (AMC)



Fuente: Autoría Propia, con base en la Guía (UNAD, 2025) y ArcGIS Pro.

## Resultados

El análisis multicriterio realizado en el software ArcGIS Pro permitió generar el mapa de riesgo por inundación del municipio de San José del Guaviare, el cual representa espacialmente la distribución de la susceptibilidad del territorio frente a eventos de inundación. Este producto cartográfico integra las variables físicas y ambientales evaluadas, permitiendo clasificar el área de estudio en cinco categorías de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, lo que facilita la identificación de las zonas con mayor vulnerabilidad.

La cuantificación de las áreas por categoría de riesgo, obtenida a partir de la tabla de atributos del mapa resultante (Tabla 4) y su representación gráfica (Figura 3), indica que las categorías de riesgo medio y riesgo bajo ocupan la mayor proporción del territorio analizado, con 4.798,80 km<sup>2</sup> (29 %) y 3.768,53 km<sup>2</sup> (23 %), respectivamente. Estos resultados sugieren condiciones de susceptibilidad moderada frente a procesos de inundación, asociadas principalmente a áreas con pendientes suaves y coberturas que favorecen una infiltración parcial del agua.

Por su parte, las áreas clasificadas con riesgo alto y riesgo muy alto representan cerca del 24 % (4.037,14 km<sup>2</sup>) y 16 % (2.680,40 km<sup>2</sup>) del territorio, respectivamente, y se concentran predominantemente en sectores cercanos a la red hídrica principal, zonas de humedales y áreas de baja pendiente, donde se presentan condiciones favorables para la acumulación de flujo y el desbordamiento de cuerpos de agua. Este patrón espacial coincide con lo reportado en estudios de susceptibilidad a inundaciones los cuales señalan la proximidad a cuerpos de agua y la topografía como factores determinantes del riesgo (Ouma & Tateishi, 2014; Tehrany et al., 2013).

De igual manera, las áreas clasificadas como riesgo muy bajo, que abarcan 1.201,59 km<sup>2</sup> el (7 %) del territorio, se localizan principalmente en sectores de mayor elevación relativa y mejor drenaje natural, lo que reduce la probabilidad de afectaciones por inundación. Este comportamiento ha sido ampliamente documentado en aplicaciones de análisis multicriterio apoyadas en Sistemas de Información Geográfica, donde las condiciones geomorfológicas influyen de manera directa en la susceptibilidad del territorio (Malczewski, 1999).

En conjunto, estos resultados evidencian la utilidad del análisis multicriterio (AMC) como una herramienta eficaz para la identificación de áreas prioritarias para la gestión del riesgo y la planificación territorial, permitiendo relacionar las zonas de mayor riesgo con posibles afectaciones a comunidades, infraestructuras y sistemas productivos presentes en el municipio de San Jose del Guaviare.

La localización de las zonas de mayor riesgo identificadas mediante el análisis multicriterio, ver coincide con sectores históricamente vulnerables a eventos de inundación en el municipio de San José del Guaviare, donde se han reportado afectaciones a comunidades, infraestructura, sistemas productivos y a ecosistemas, durante temporadas de lluvias intensas, particularmente en áreas cercanas a la red hídrica principal (IDEAM, 2025; UNGRD, 2018).

En términos de afectaciones, estas zonas implican elevado riesgo para comunidades asentadas en las riberas (barrios y veredas), infraestructura básica (vías, puentes y redes de servicios) y sistemas

agropecuarios ubicados en vegas y planicies de inundación; los cultivos de ciclo corto y la ganadería extensiva en las riberas son especialmente vulnerables a pérdidas por crecidas e inundaciones. Esta interpretación de las áreas de mayor riesgo concuerda con registros de eventos extremos y daños reportados en el municipio, donde desbordes del río Guaviare y del río Guayabero han afectado múltiples barrios y veredas, con pérdida de viviendas, cultivos e interrupción de vías y servicio.

La alerta más reciente hidrometeorológica, reporte periodístico y Alcalde del municipio de San Jose del Guaviare Willy Alejandro Rodríguez; indica que el periodo de marzo y mayo, del año 2025 se evidencio la afectación por inundaciones; las más grave en los últimos 40 años el río Guaviare y su afluente alcanzaron niveles históricos, provocando desbordes que afectaron barrios urbanos, múltiples veredas, daños a la producción agropecuaria, agrícola, infraestructura y ecosistemas de suma importancia; medios locales señalan el desbordamiento que inundó 13 barrios y más de 43 veredas, con un incremento del nivel del agua superior a 10 metros en algunos puntos, la inundaciones afecto a más de 9.000 personas, principalmente en zonas cercanas a los principales cuerpos de agua, según información oficial divulgada por medios nacionales (Caicedo, 2025).

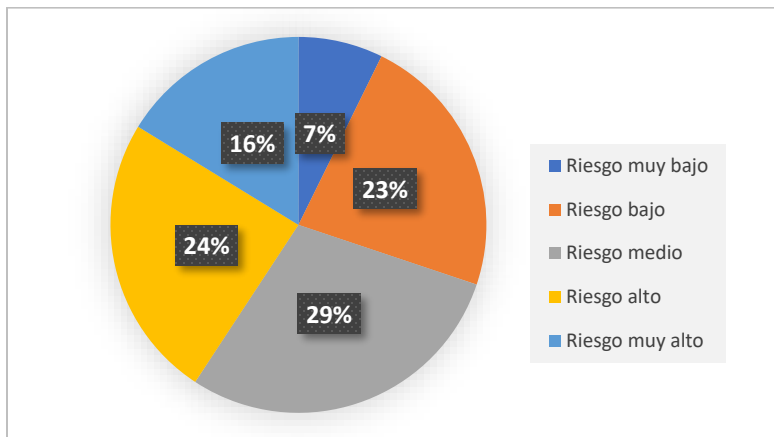
Estos hechos recientes confirman la pertinencia de priorizar para intervención las zonas que nuestro modelo señala como de mayor riesgo. Además, los boletines del IDEAM han emitido alertas para el departamento en periodos de lluvias intensas, lo que refuerza la necesidad de medidas de prevención y monitoreo.

**Tabla 4.** Clasificación cualitativa y cuantitativa de áreas correspondientes a zona susceptibles a inundación.

Clase de riesgo	Área afectada (km <sup>2</sup> )	Observación	% Área afectadas
Riesgo muy bajo	1201.59	Áreas elevadas con buen drenaje.	7%
Riesgo bajo	3768.53	Superficies suavemente onduladas.	23%
Riesgo medio	4798.8	Zonas de transición susceptibles a inundaciones	29%
Riesgo alto	4037.14	Sectores próximos a drenajes y humedales.	24%
Riesgo muy alto	2680.4	Áreas inundables recurrentes en riberas y meandros.	16%
Total, de área	16486.46		100%

Fuente: Autoría Propia, (2025) ArcGIS Pro.

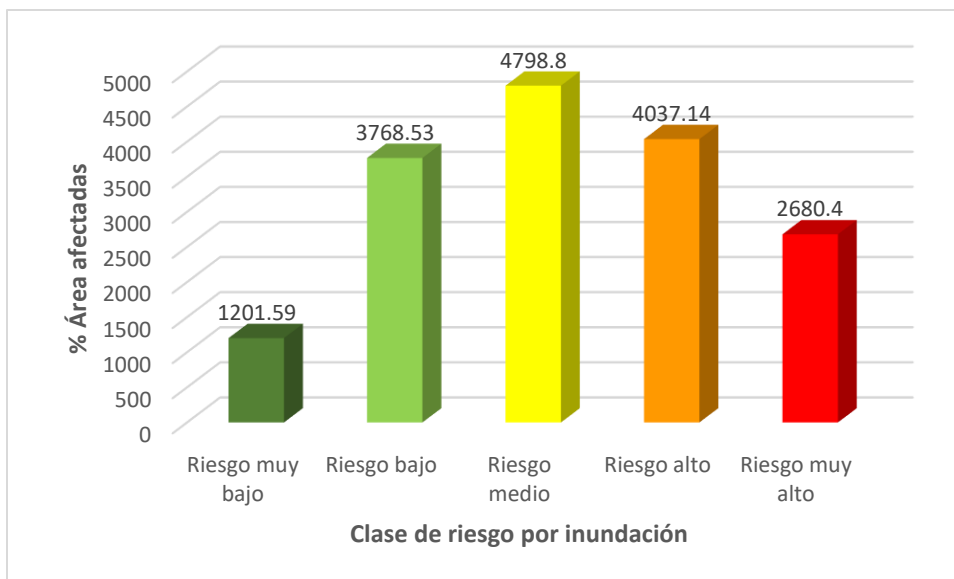
**Figura 3.** Áreas de riesgo por porcentaje (%) de inundación del Municipio de San José del Guaviare.



Fuente: Autoría Propia, (2025).

La Figura 3 presenta una representación clara y diferenciada de los distintos niveles de riesgo por inundación, constituyéndose en un insumo técnico fundamental de los distintos niveles de riesgo por inundación, constituyéndose en un insumo técnico fundamental para el ordenamiento territorial, la prevención de desastres y la identificación de zonas prioritarias para intervención o monitoreo.

**Figura 4.** Distribución de áreas según el nivel de riesgo de inundación en el municipio San José del Guaviare.

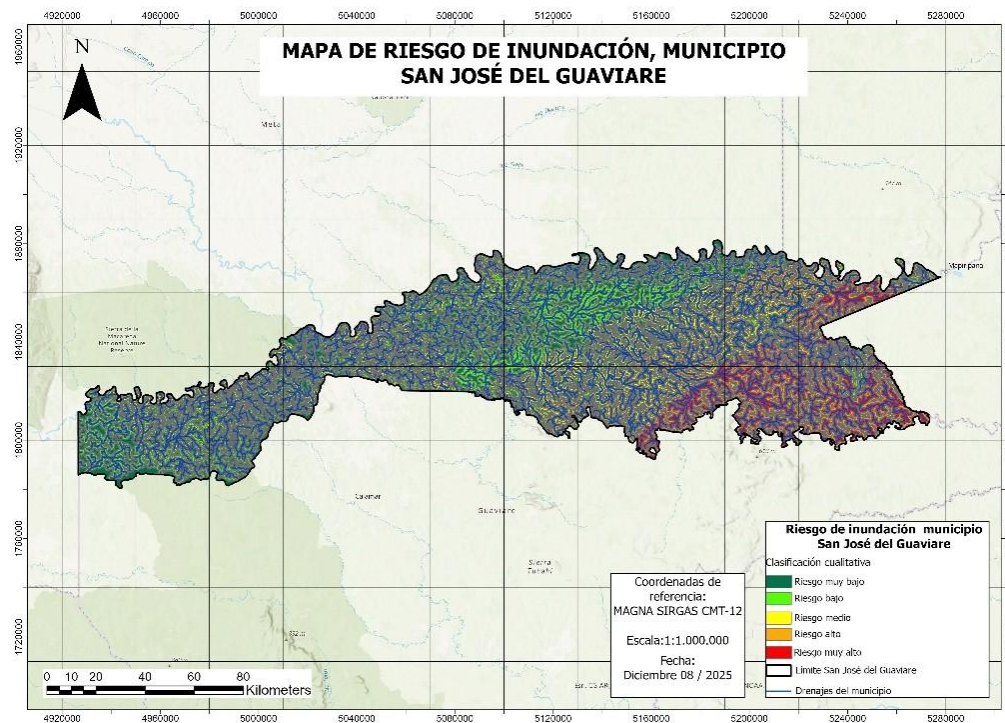


Fuente: Autoría Propia, (2025).

La Figura 4 muestra la distribución de áreas según los niveles de riesgo de inundación. Se observa que el riesgo medio presenta el mayor valor, lo que indica que una gran proporción del territorio se encuentra en condiciones intermedias de susceptibilidad. Le siguen las categorías de riesgo alto y riesgo bajo, evidenciando una transición progresiva entre niveles. En comparación, el riesgo muy bajo es el menos representativo, mientras que el riesgo muy alto, aunque menor que el riesgo alto, mantiene una presencia significativa, lo que sugiere la necesidad de priorizar acciones de gestión y mitigación en estas zonas críticas.

Asimismo, el producto cartográfico cumple con los elementos básicos de representación incluyendo título, leyenda, escala gráfica, orientación norte, sistema de coordenadas y fuente de información, lo que garantiza su correcta interpretación y uso (Figura 5)

**Figura 5.** Mapa de riesgo por inundación del Municipio de San José del Guaviare.



Fuente: Autoría Propia, (2025) ArcGIS Pro.

## Conclusiones

La aplicación del análisis multicriterio en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió identificar y caracterizar de manera precisa las áreas con diferentes niveles de riesgo de inundación en el municipio de San José del Guaviare, evidenciando la utilidad de estas herramientas como soporte técnico para la gestión del riesgo y el ordenamiento agroambiental del territorio, “El análisis multicriterio integrado en Sistemas de Información Geográfica permite evaluar simultáneamente múltiples variables espaciales y apoyar la identificación de áreas con

diferentes niveles de riesgo, constituyéndose en una herramienta eficaz para la toma de decisiones territoriales.” (Malczewski,1999).

La integración de variables físicas, hidrológicas y climáticas en ArcGIS Pro facilitó la generación de un modelo espacial confiable, capaz de representar la compleja dinámica territorial asociada a los procesos de inundación.

Los resultados obtenidos muestran que las zonas clasificadas con riesgo alto y muy alto se concentran principalmente en áreas cercanas a los ríos Guaviare y Guayabero, humedales y sectores con baja pendiente “Las planicies de inundación y los humedales asociados a los grandes ríos presentan una alta susceptibilidad a eventos de inundación, especialmente durante periodos de crecientes y lluvias intensas.” (Chow,1998), lo cual coincide con registros históricos de afectaciones por eventos hidrometeorológicos en el municipio, “El municipio de San José del Guaviare tiene un alto grado de vulnerabilidad a las inundaciones en la *vega*, que pueden poner en peligro la seguridad de la población y del territorio debido a su ubicación en la cuenca y las condiciones ambientales.” (Municipio San José del Guaviare,2009) Estas áreas representan un foco crítico de atención debido a su potencial impacto sobre comunidades rurales, infraestructura vial, sistemas productivos agropecuarios y ecosistemas estratégicos, confirmando la pertinencia del modelo desarrollado.

Asimismo, se evidenció que las zonas con riesgo bajo y medio abarcan una proporción significativa del territorio municipal, lo que indica condiciones de susceptibilidad moderada que, bajo escenarios de incremento en la precipitación o cambios en el uso del suelo, podrían evolucionar hacia niveles de riesgo más altos. “El riesgo de desastres es un proceso dinámico que resulta de la interacción entre amenazas, exposición y vulnerabilidad, y puede modificarse por cambios climáticos y transformaciones antrópicas del territorio.” (UNDRR,2019) En este sentido, el estudio resalta la importancia de considerar el riesgo de inundación como un fenómeno dinámico, estrechamente ligado a la variabilidad climática y a las transformaciones antrópicas del territorio.

Además, el análisis evidencia que procesos como la deforestación y el uso inadecuado del suelo incrementan la vulnerabilidad frente a las inundaciones al alterar la regulación hídrica natural, reducir la infiltración y aumentar el escurrimiento superficial, lo que está asociado con una mayor probabilidad de inundaciones y degradación del suelo. Estudios recientes han demostrado que la transformación del uso del suelo, incluida la pérdida de cobertura forestal, altera significativamente los procesos hidrológicos y puede intensificar la severidad y frecuencia de inundaciones (Verburg & Overmars, 2025).

Finalmente, el mapa de riesgo de inundación generado constituye un insumo técnico fundamental para apoyar la planificación territorial, la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones a nivel municipal y departamental “La incorporación de los mapas de amenaza y riesgo en los instrumentos de ordenamiento territorial es fundamental para orientar la planificación del uso del suelo y reducir la vulnerabilidad de la población frente a eventos naturales.” (DNP,2015) Su aplicación puede contribuir a orientar acciones de prevención, mitigación y adaptación frente a eventos hidrometeorológicos extremos, así como a fortalecer procesos de ordenamiento agroambiental sostenible. En consecuencia, se concluye que el uso de SIG y análisis multicriterio

representa una herramienta estratégica para mejorar la resiliencia territorial del municipio de San José del Guaviare frente al riesgo de inundación.

## **Recomendaciones**

Se recomienda fortalecer la planificación territorial del municipio de San José del Guaviare mediante la incorporación obligatoria de los mapas de riesgo de inundación generados a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como insumo técnico fundamental en los instrumentos de ordenamiento territorial, tales como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), los Planes de Desarrollo Municipal y los Planes de Gestión del Riesgo de Desastres.

La actualización periódica de estos mapas permitirá una mejor identificación de las áreas críticas y facilitará la toma de decisiones informadas frente a la expansión urbana, la localización de infraestructura y el desarrollo de actividades productivas, reduciendo la exposición de la población a eventos de inundación.

Es así como la procuraduría general de la nación (2018) expresa que; “De acuerdo con la normatividad colombiana, el alcalde y la administración municipal tienen la responsabilidad de integrar de manera efectiva las acciones de gestión del riesgo de desastres en la planificación del desarrollo local, especialmente a través de los planes de Ordenamiento Territorial, los Planes de Desarrollo Municipal y demás instrumentos de gestión pública, para disminuir la vulnerabilidad de la población y orientar el desarrollo sostenible del municipio”.

Es por esto por lo que Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP) “los planes de ordenamiento territorial, los planes de desarrollo municipal y los planes de gestión del riesgo de desastres son instrumentos de planeación clave que deben articularse para orientar el desarrollo territorial, priorizar la inversión pública y reducir la vulnerabilidad frente a amenazas naturales en los municipios” (DNP, 2025).

Asimismo, se recomienda priorizar acciones de conservación, restauración ecológica y manejo sostenible del territorio en zonas ribereñas, humedales y áreas clasificadas con riesgo alto y muy alto de inundación ya que “Las restauraciones de humedales y de las planicies de inundación ayudan a reducir el riesgo de inundación al aumentar la capacidad de retención de agua, atenuar las crecidas y restaurar funciones ecológicas esenciales para la regulación hídrica.” (Ramsar,2018), cabe resaltar la importancia que tiene para el ecosistema la restauración ecológica puesto que “Los procesos de restauración ecológica deben integrar diagnóstico del sitio, referencia ecológica, manejo de suelos y control de especies invasoras, y estar articulados con la planificación territorial para garantizar la recuperación sostenible de ecosistemas estratégicos.” (Min Ambiente,2023). Estas acciones deben orientarse a la recuperación de la cobertura vegetal, la protección de los corredores ecológicos y la reducción de procesos de deforestación, con el fin de mejorar la regulación hídrica natural, disminuir la erosión de suelos y mitigar la sedimentación de los cuerpos de agua. La implementación de franjas de protección y el control del uso del suelo en estas áreas contribuirán a disminuir la vulnerabilidad ambiental y socioeconómica del municipio.

De igual manera, se sugiere fortalecer los sistemas de monitoreo hidrometeorológico y de alerta temprana, integrando información climática en tiempo real, registros históricos de precipitación y niveles de los ríos, con el apoyo de entidades como el IDEAM y los organismos locales de gestión del riesgo. El uso de estas herramientas permitiría anticipar eventos extremos, mejorar la capacidad de respuesta institucional y reducir los impactos negativos sobre las comunidades, especialmente aquellas asentadas en zonas de alta susceptibilidad a inundaciones.

Adicionalmente, se recomienda promover procesos de capacitación y fortalecimiento institucional en el uso de SIG y análisis espacial, ya que “El desarrollo de capacidades institucionales, incluyendo la adopción y el uso de instrumentos tecnológicos como los SIG y el análisis de datos espaciales, permite a las instituciones tomar decisiones más informadas sobre uso del territorio, planificación y gestión de recursos naturales desde una perspectiva territorial integral.” (IDE,2024) con el fin de garantizar la correcta interpretación y aplicación de los productos cartográficos generados. La adopción de metodologías estandarizadas y el uso de datos de mayor resolución espacial contribuirán a mejorar la precisión de futuros modelos de riesgo y a consolidar una gestión territorial basada en evidencia técnica.

En los últimos años se ha dado una mayor importancia al estudio y desarrollo de estos programas que garantizan el avance en las comunidades es por esto por lo que “La Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) implementa talleres y plataformas educativas que fortalecen las capacidades territoriales en el uso y aprovechamiento de tecnologías geoespaciales, facilitando la gestión de información y la toma de decisiones en municipios y entidades públicas.” (ICDE,2025) una buena organización por parte de los entes gubernamentales del departamento podrá lograr la utilización de estas herramientas enfocadas principalmente para el aprovechamiento de los recursos naturales del municipio.

Finalmente, se recomienda integrar los resultados del presente estudio en programas de educación ambiental y participación comunitaria, fomentando la apropiación social del conocimiento y la corresponsabilidad en la gestión del riesgo. La articulación entre las comunidades, las instituciones y los sectores productivos permitirá implementar prácticas sostenibles que reduzcan la presión sobre los ecosistemas, eviten la ocupación de áreas inundables y fortalezcan la resiliencia del territorio frente a los efectos del cambio climático.

## **Referencias bibliográficas**

Alcaldía de San José del Guaviare. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020–2023: San José para todos*. Alcaldía Municipal.

Adger, W. N. (2006). *Vulnerability*. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>

Caicedo, E. (2025, 16 de julio). *El impacto de la ola invernal en San José del Guaviare ha dejado más de 9.000 damnificados*. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com>

Chuvieco, E. (2016). *Fundamentos de teledetección espacial* (5.<sup>a</sup> ed.). Editorial Síntesis.

Campodron J, (2022) *Conservación y restauración de ríos y riberas (Manual técnico, LIFE ALNUS)*. [https://www.ctfc.cat/docs/ALNUS\\_ES.pdf](https://www.ctfc.cat/docs/ALNUS_ES.pdf)

Coppock, J. T., & Rhind, D. W. (2021). *The history and development of GIS*. Routledge.

Departamento Nacional de Planeación. (2025). *Orientaciones de ordenamiento territorial para la formulación de los planes de desarrollo territoriales* [Documento técnico]. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/SisPTOrientaciones/Orientaciones%20-%20Ordenamiento%20Territorial.pdf>

Díaz, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y Sociedad*, 37(2), 179–190.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2015). *Guía para la incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial*. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Guia-Integracion-Gestion-Riesgo-Ordenamiento-Territorioal-Octubre2015.pdf>

Esri. (2023). *ArcGIS Pro* [Software]. Environmental Systems Research Institute. <https://www.esri.com>

Gambarini, A. (2018). *Impactos del cambio climático en América Latina*. WWF. <https://www.wwf.org>

Garzon N, (2025) Min de ambiente y desarrollo sostenible, memorias del taller de actualización de la NDC territorial NUESTROS DESAFÍOS CLIMÁTICOS <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/10/21-Memorias-Taller-territorial-Guaviare.pdf#:~:text=En%20los%20ecosistemas%2C%20provocan%20la%20degradaci%C3%B3n%20de,reden%20la%20disponibilidad%20de%20agua%2C%20disminuyen%20la>

Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*. McGraw-Hill. [https://ponce.sdsu.edu/Applied\\_Hydrology\\_Chow\\_1988.pdf](https://ponce.sdsu.edu/Applied_Hydrology_Chow_1988.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2025). *Resumen de Alertas Hidrológicas, Área Hidrográfica Orinoco*. Boletín oficial del IDEAM. Disponible en: [https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2025-07-31/212\\_itd\\_julio\\_31\\_2025.pdf](https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2025-07-31/212_itd_julio_31_2025.pdf)

IDEAM (2025) Boletín climatológico mayo 2025 <https://share.google/AZebHpd4wVvnpX2JX>  
Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). (2024). *El desarrollo transversal de capacidades institucionales desde una perspectiva territorial*. <https://www.gub.uy/infraestructura-datos-espaciales/politicas-y-gestion/desarrollo-transversal-capacidades-institucionales-desde-perspectiva>

Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE). (2025). *Fortalecimiento de capacidades territoriales*. <https://www.icde.gov.co/etiqueta/fortalecimiento-de-capacidades-territoriales>

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Systems and Science* (4th ed.). Wiley.

Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons. [https://books.google.com.pe/books?id=2Zd54x4\\_2Z8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=2Zd54x4_2Z8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false)

Min Hacienda (2023) Departamento del Guaviare (Viabilidad Fiscal territorial 2023) <https://share.google/HrospCsojU6NPInXe>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Colombia). (2023). *Guía técnica de restauración ecológica* (Anexo técnico). [https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan\\_nacional\\_restauracion/Anexo\\_8\\_Guias\\_Tecnicas\\_Restauracion\\_Ecologica\\_2.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf)

Ouma, Y. O., & Tateishi, R. (2014). Flood susceptibility mapping using geographical information system (GIS) and multi-criteria decision analysis: A case study of Kenya. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2013.11.002>

Procuraduría General de la Nación. (2018). *Directiva PGN-0003: Gestión del riesgo de desastres y planificación territorial en la gestión pública* [Guía disciplinaria]. [https://apps.procuraduria.gov.co/guia/gd\\_734/docs/dir\\_pgn\\_0003\\_2018.html](https://apps.procuraduria.gov.co/guia/gd_734/docs/dir_pgn_0003_2018.html)

POT San José del Guaviare. (2015). *Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de San José del Guaviare*. Alcaldía Municipal.

Ramsar Convention Secretariat. (2018). *Wetland restoration for climate change resilience* (Ramsar Technical Brief No. 10). Ramsar Convention Secretariat. [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn10\\_restoration\\_climate\\_change\\_e.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn10_restoration_climate_change_e.pdf).

Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C. M., et al. (2012). Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. En *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (SREX)* (pp. 109–230). Cambridge University Press.

Tehrany, M. S., Pradhan, B., & Jebur, M. N. (2013). Flood susceptibility mapping using a novel ensemble weights-of-evidence and support vector machine models in GIS. *Journal of Hydrology*, 512, 332–343. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.03.008>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2018). *Informe de afectaciones por la temporada de lluvias en el departamento del Guaviare*. UNGRD. <https://www.gestiondelriesgo.gov.co>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2019). *Terminology on disaster risk reduction*. <https://www.undrr.org>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2025). *Guía de aprendizaje – Fase 4: Modelación agroambiental del territorio*. ECAPMA.

Villada B,(2009) PLAN LOCAL DE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL GUAVIARE [https://sanjosedelguaviareguaviare.micolombiadigital.gov.co/sites/sanjosedelguaviareguaviare/content/files/000048/2384\\_plan-local-de-emergencias-y-contingencias-del-municipio-de-san-jose-del-guaviare.pdf](https://sanjosedelguaviareguaviare.micolombiadigital.gov.co/sites/sanjosedelguaviareguaviare/content/files/000048/2384_plan-local-de-emergencias-y-contingencias-del-municipio-de-san-jose-del-guaviare.pdf)

Verburg, P. H., & Overmars, K. P. (2025). *Land use dynamics and their impact on hydrology and water quality of a river catchment: a comprehensive analysis and future scenario*. *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 4124–4136. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-35946-y>

WeatherSpark. (2025). *Clima promedio en San José del Guaviare, Colombia, durante todo el año*. <https://es.weatherspark.com/y/25242/Clima-promedio-en-San-Jos%C3%A9-del-Guaviare-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

### **Enlace de sustentación**

<https://www.youtube.com/watch?v=WqWf1-BYAs4>