

Análisis del riesgo por inundación del municipio de San Vicente de Chucurí a través de ArcGIS Pro implementando un análisis multicriterio espacial

Celina Flórez Manrique – cflorezman@unadvirtual.edu.co

Gonzalo Calderón Osorio – gcladeron@unadvirtual.edu.co

Jessica Lorena Briceño Márquez – jlbricenoma@unadvirtual.edu.co

José Andrés Sánchez Arévalo – jasanchezare@unadvirtual.edu.co

Yeymy Kateryne Ramírez Sánchez – ykramirezsa@unadvirtual.edu.co

Rolando Santos Santos – rolando.santos@unad.edu.co

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo principal la elaboración y análisis de un mapa de riesgo de inundación en el municipio de San Vicente de Chucurí, buscando identificar áreas vulnerables ante eventos hidrometeorológicos extremos en este municipio que se destaca por su gran diversidad ambiental, agrícola e hídrica. Para ello se aplicó una metodología de modelación del riesgo mediante un análisis multicriterio espacial, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) como ArcGIS Pro. Para una comprensión integral en los resultados se utilizaron como insumos datos ambientales, sociales y físicos como el modelo digital de elevación, pendientes, cobertura de tierra, precipitación y distancias a drenajes, permitiendo caracterizar el territorio y su susceptibilidad a inundaciones. Los resultados revelaron que el 75,98% del área analizada presenta un riesgo muy alto, alto y medio, destacando las zonas más críticas. Este análisis proporciona información esencial para la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial, sugiriendo la necesidad de implementar estrategias preventivas y de mitigación en áreas con infraestructura y ecosistemas vulnerables. Así, el estudio además de

contribuir en fortalecer la capacidad de respuesta ante inundaciones también propone modelos replicables y resalta la importancia de las herramientas geoespaciales en la planificación agroambiental.

Palabras Clave: cartografía; hídrico; mitigación; precipitación; SIG; vulnerabilidad.

Introducción

El cambio climático, un fenómeno global de proporciones alarmantes, ha intensificado la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos, lo cual se traduce en un aumento significativo del riesgo de inundaciones. En este sentido, las inundaciones representan un fenómeno crítico a nivel mundial que causa alarmantes pérdidas materiales, naturales y humanas, por consiguiente, la magnitud de las muertes y los extensos daños que infligen estas eventualidades son motivo de gran preocupación. Las estadísticas revelan que entre 1998 y 2017, los desastres climatológicos cobraron la vida de 1,3 millones de personas y afectaron a miles de millones más dejando personas heridas, sin hogar, desplazadas o con extrema necesidad (Wallemacq, 2018).

Este incremento en la recurrencia de inundaciones, atribuido también a las alteraciones climáticas (Yannopoulos *et al.*, 2015), subraya la necesidad de abordar y mitigar los riesgos de inundación. Como afirman Giannakidou, *et al.*, (2020), la magnitud del riesgo de inundación depende de los diversos niveles de vulnerabilidad y peligros asociados a una situación o ubicación específica. Estos factores, en conjunto, configuran y definen los riesgos potenciales que enfrentan las personas y las comunidades, lo cual requiere medidas proactivas para mitigarlos y gestionarlos eficazmente. En este contexto geográfico e hídrico, el municipio de San Vicente de Chucurí, ubicado en el departamento de Santander, es particularmente vulnerable ante

fenómenos de precipitaciones intensas que causan el desbordamiento de ríos y quebradas. Por ello, el estudio de estos fenómenos de inundación es de vital importancia.

Mediante un análisis detallado de estos eventos climáticos extremos, se logrará identificar, planificar e implementar medidas efectivas para proteger la población, infraestructura y las actividades productivas. Además, los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio suelen enfatizar la importancia de estos estudios, abordando amenazas naturales, tecnológicas, biológicas y sociales (PBOT, 2003). En este entorno, las herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) surgen como aliadas indispensables, permitiendo integrar, analizar y visualizar datos espaciales de manera eficiente, siendo una herramienta primordial para la toma de decisiones (Tsihrintzis, *et al.*, 1996).

Según Danso, *et al.* (2020), los SIG pueden ayudar a identificar áreas vulnerables y actuar como un sistema de alerta temprana, permitiendo una mejor preparación para las emergencias. Junto al análisis multicriterio, que identifica soluciones a problemáticas complejas a partir de datos ráster, los SIG contribuyen desde un enfoque sistemático en la toma de decisiones, abordando las diferentes perspectivas en un marco de análisis. Por ende, el propósito de este ejercicio es aplicar un modelo de análisis multicriterio dentro de un Sistema de Información Geográfica como ArcGIS Pro, para generar un mapa de riesgo de inundación del municipio de San Vicente de Chucurí que permita analizar las zonas más vulnerables del municipio y formular recomendaciones para la mitigación del riesgo que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de la población y promuevan el desarrollo territorial.

Objetivos

General

Analizar el índice del riesgo territorial de inundaciones en el municipio de San Vicente de Chucurí a través de la elaboración de un mapa cartográfico con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Específicos

Implementar la metodología de análisis multicriterio para establecer el mapa de gestión del riesgo de San Vicente de Chucurí para su revisión y análisis.

Analizar los factores ambientales asociados al riesgo por inundación en San Vicente de Chucurí a través del manejo de ArcGIS Pro y la integración de variables en geo procesos.

Determinar los niveles de riesgo de inundación de cada una de las zonas de San Vicente de Chucurí a través de una clasificación en cinco niveles y código de colores.

Identificación del caso de estudio

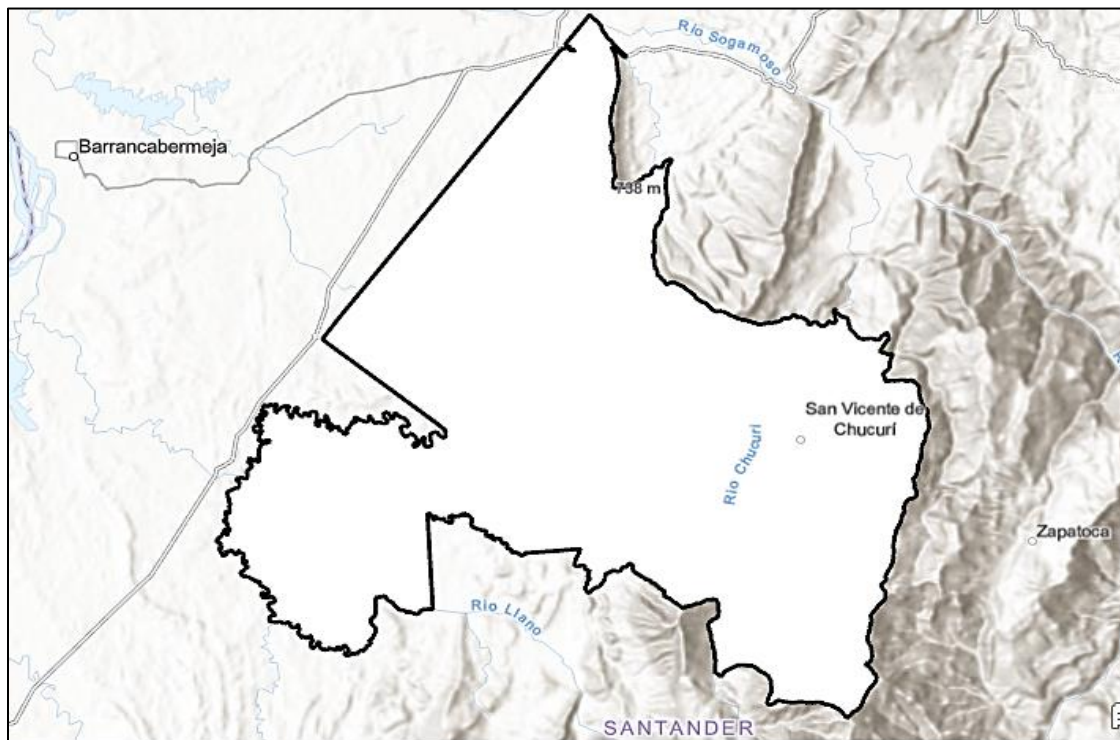
San Vicente de Chucurí es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Santander, en la región del Magdalena Medio. Políticamente, limita al norte con Barrancabermeja, Betulia, Girón y Zapatoca, al sur con Simacota y el Carmen de Chucurí, al este con Zapatoca y Galán y al oeste con Barrancabermeja y Simacota. Según Parra (2009), el municipio abarca un área total de aproximadamente 1,196 km², de los cuales 11,96 km² pertenecen a extensión urbana y 1,184 km² a extensión rural. Este municipio cuenta con cuatro pisos térmicos, cálido, templado, frío y páramo, los cuales permiten que el uso actual del suelo este distribuido entre bosques, sistemas agroforestales, agricultura y ganadería las cuales son actividades de gran impacto especialmente en la parte baja del municipio.

Desde el punto de vista físico y ambiental, San Vicente de Chucurí presenta características las cuales lo hacen susceptible al riesgo de inundaciones. Tiene una altitud media

de 693 msnm, lo cual se traduce en una topografía diversa. El municipio de San Vicente de Chucurí forma parte de la cuenca media del río Magdalena el cual es una arteria fluvial de gran importancia nacional, correspondiendo a más del 50% en el rendimiento hídrico de esta cuenca (Alcaldía San Vicente de Chucurí, 2025). Se enmarca dentro de las cuencas del río Opón y el río Sogamoso, las cuales se dividen en subcuencas y estas en varias microcuencas que conforman la valiosa red hídrica de San Vicente. Dentro de la red hídrica del municipio se destaca la presencia de varios ríos y quebradas, entre ellos el Río Chucurí y la quebrada Las Cruces, que es conocida por desbordarse durante la temporada de lluvias (León, 2012).

Figura 1.

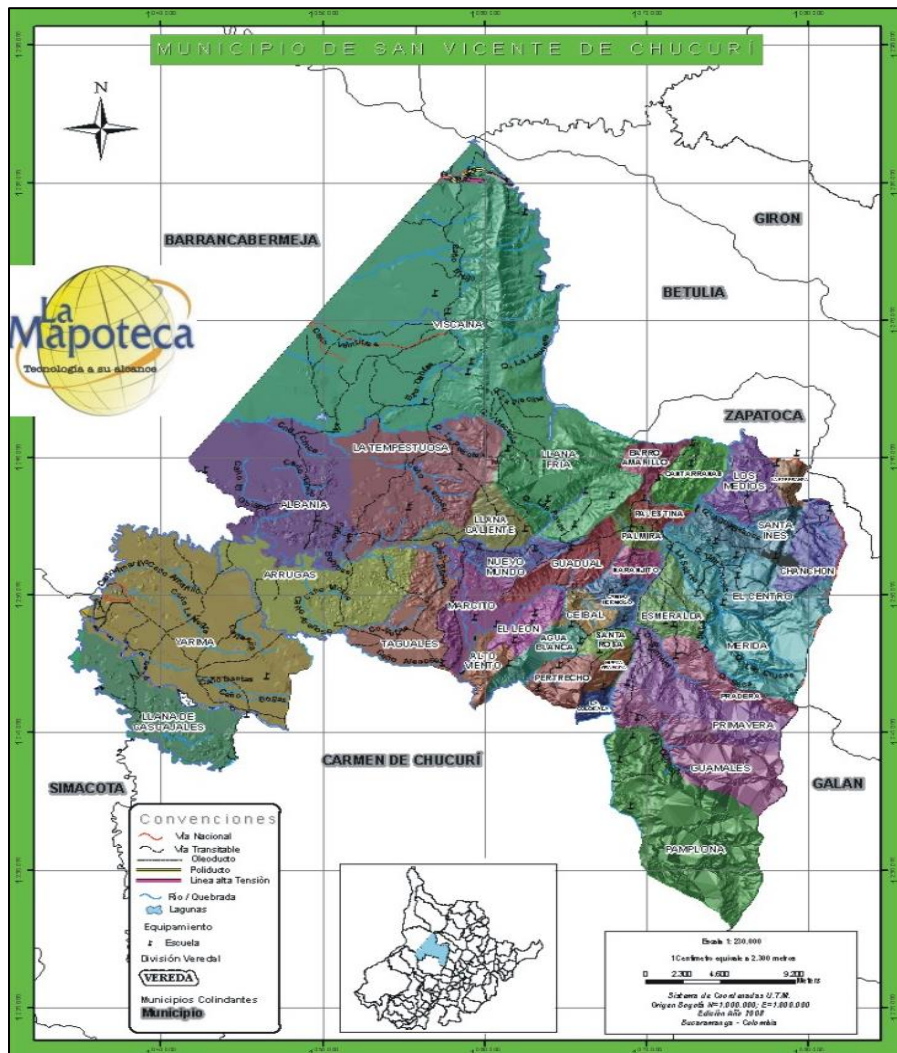
Mapa del municipio de San Vicente de Chucurí.



Nota. La figura muestra el mapa general del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander. *Fuente.* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Figura 2.

Mapa de división política del municipio de San Vicente de Chucurí



Nota. Esta figura expone la delimitación e identificación de la zona urbana y las diferentes veredas que conforman el municipio de San Vicente de Chucurí. *Fuente.* Atlas de Santander (2010).

Si bien las pendientes generales del municipio son moderadas, existen zonas con inclinaciones más pronunciadas que intensifican el escurrimiento superficial, un factor relevante

en la dinámica de las inundaciones. El clima de San Vicente de Chucurí es tropical, con temperaturas medias que oscilan entre los 24 °C y 30 °C, siendo el bosque húmedo tropical la zona predominante en el municipio, lo cual permite poseer una biotemperatura media de 27,8°C (Bustos, *et al.*, 2024). El mes con la humedad relativa más alta es noviembre con el 82% y el mes con la humedad relativa más baja es febrero con el 67%.

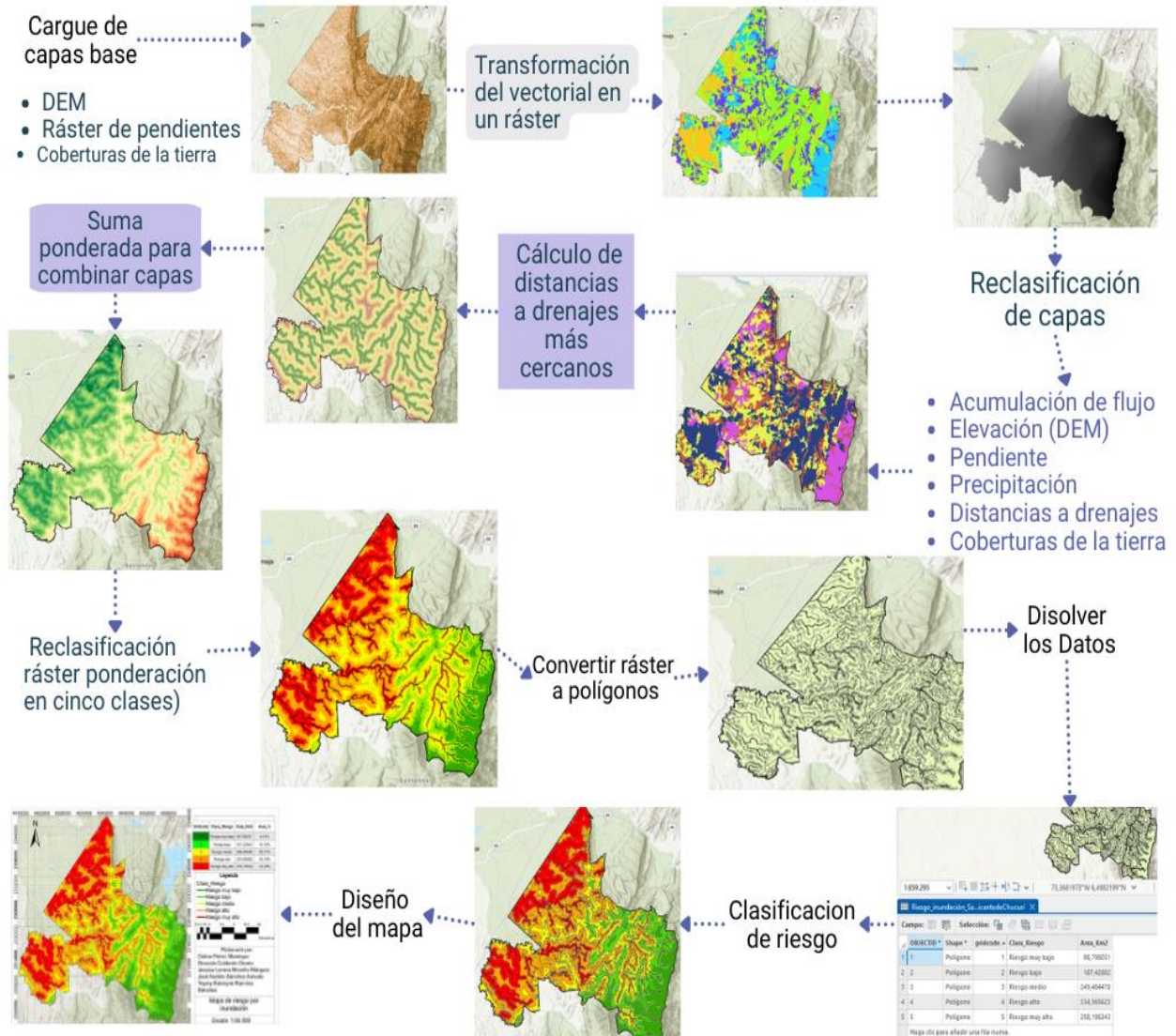
Igualmente, la precipitación es un factor determinante en la vulnerabilidad del municipio, registrando un promedio anual que varía entre 1,500 mm y 3,100 mm, cuyas aguas deben dejar el suelo por escurrimiento o por filtración. Los meses con mayor precipitación son mayo y octubre, donde las lluvias pueden superar los 500 mm en meses críticos, un ejemplo es el caso del mes de octubre donde se presentó un promedio de lluvias día entre 20 mm a 90 mm con un total mes de 320 mm (Weather Spark, 2025). Este patrón de lluvias intensas y concentradas en determinados periodos del año aumenta considerablemente el riesgo de inundaciones, especialmente en aquellas áreas con sistemas de drenaje deficientes y en las comunidades situadas cerca de los cuerpos de agua.

Metodología

El presente estudio se enfoca en el desarrollo de una metodología integral para la modelación del riesgo por inundación a escala municipal, empleando técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en ArcGIS Pro y mediante un enfoque de Análisis Multicriterio Espacial (AME), integrando diversas variables ambientales y geográficas para generar un mapa temático que represente los niveles de susceptibilidad a inundaciones. Para Gonzales Valencia (2006) esta teoría orienta para que los procesos metodológicos se desarrollen de manera eficiente para identificar zonas de alto riesgo de inundación o deslizamientos. En la figura 3 se observa el mapa de procesos que resume la metodología implementada.

Figura 3.

Mapa de procesos del análisis multicriterio y modelación del riesgo



Nota. Esta figura expresa de manera resumida los procesos desarrollados de acuerdo con la metodología de la investigación. *Fuente.* Autoría propia, 2025.

Durante el desarrollo de esta investigación se manejó el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS CMT12 para garantizar la precisión geoespacial. De manera general se procesaron y transformaron las capas ráster y vectoriales relevantes como modelo digital de

elevación, pendientes, cobertura de tierra, precipitación y drenajes. Estas capas se ajustaron al área de estudio mediante técnicas de enmascaramiento y recorte, asegurando que el análisis se centre exclusivamente en el municipio de San Vicente de Chucurí. Posteriormente, se realizaron los análisis hidrológicos sobre el modelo digital de elevación para derivar información crucial como la dirección y acumulación de flujo, permitiendo identificar la red de drenajes principales, para el cálculo de la distancia a estos drenajes como un factor importante en la proximidad a fuentes de agua.






Estos pasos generaron capas ráster que representan características del terreno y su relación con el flujo hídrico. Cada una de las capas de datos elevación, pendiente, cobertura de tierra, precipitación, distancia a drenajes se reclasificó a una escala común de riesgo. Utilizando métodos como "Rupturas naturales (Jenks)", se asignaron valores numéricos a cada categoría dentro de las capas, reflejando su contribución al riesgo de inundación. Por ejemplo, las zonas de baja elevación o cercanas a drenajes recibieron valores de riesgo más altos. Seguidamente, se aplicó la técnica de suma ponderada para integrar las capas reclasificadas, asignando un peso específico que reflejó su influencia en el riesgo de inundación, dando como resultado un ráster ponderado que representa la combinación de todos los factores, donde cada celda tiene un valor que resume la susceptibilidad total al riesgo.

Se realizó la transformación de la capa ráster a un formato vectorial, capturando la distribución espacial de los diferentes niveles de riesgo. Con el fin de obtener una representación más general y manejable del riesgo, se empleó el geoproceso "Dissolve", agrupando polígonos adyacentes que comparten el mismo valor de riesgo (Gridcode), creando entidades poligonales simplificadas que representan zonas homogéneas de riesgo a nivel municipal. Posteriormente, se realizó la estructuración de la tabla de atributos de la capa disuelta, para realizar la cuantificación

espacial para determinar el área de cada zona de riesgo en kilómetros cuadrados, siendo esencial para el análisis posterior y la interpretación de los resultados. Igualmente, se realizó la asignación de valores cualitativos para la clasificación de riesgo, realizando una categorización clara y consistente del nivel de riesgo en riesgo muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, así como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1.

Reclasificación del riesgo por inundación

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

Nota. La tabla muestra la clasificación del riesgo de inundación en cinco niveles y el código de colores que se utilizó para su identificación. *Fuente.* Autoría propia, 2025.

La simbología de la capa de riesgo de inundación se ajustó para una representación visual efectiva, configurando valores únicos para asignar colores específicos a cada categoría de riesgo, facilitando la identificación de las zonas más susceptibles, dando como resultado la visualización de un producto cartográfico del resultado de riesgo por inundación de San Vicente de Chucurí. Esta metodología, al seguir una progresión lógica desde la preparación de datos hasta el análisis y la comunicación de resultados, permitió la generación de un mapa de riesgo de inundación robusto y su integración en el marco del ordenamiento agroambiental del territorio. Por consiguiente, el manejo de los SIG como ArcGIS Pro, contribuye a gestionar y analizar los

distintos contextos agroambientales, para planificar y fomentar la integración del conocimiento y la tecnología y brindar soluciones en el ámbito rural a las distintas problemáticas (Olaya, 2020).

Resultados

A través de la implementación del Análisis Multicriterio Espacial (AME), la recategorización de capas y la clasificación del riesgo desarrollada por medio del Software ArcGIS Pro, se logró analizar e identificar las veredas y zonas del municipio de San Vicente de Chucurí que presentan y se encuentran en riesgo por inundación como se observa en la tabla 2, donde se logra identificar la clasificación de riesgo realizada a través de la implementación de una red de colores y las áreas en kilómetros cuadrados (km²) que abarca cada una de las clasificaciones de riesgo muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, contribuyendo al desarrollo de la figura 4 donde por medio de la sumatoria de las áreas en km² y el área ocupada por cada tipo de riesgo, se logró representar el área en porcentaje para cada categoría de clasificación de riesgo permitiendo un mejor análisis del mapa de riesgo de riesgo realizado.

Tabla 2.

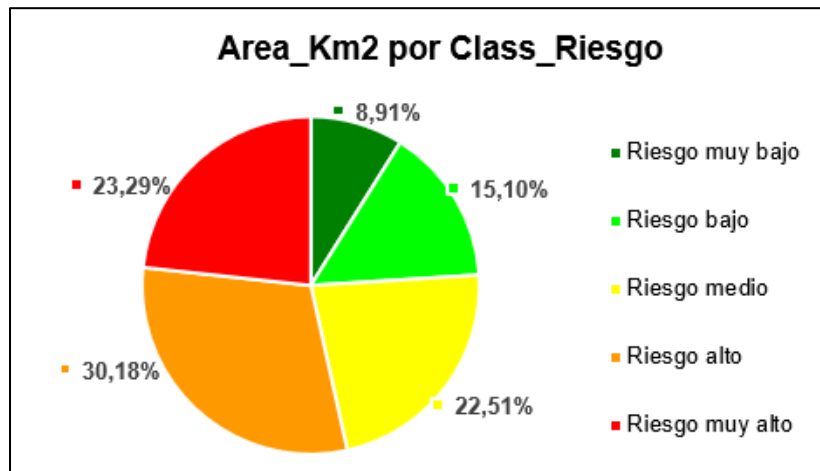
Clasificación del riesgo por inundación por área en kilómetros cuadrados

Gridcode	Class_Rieso	Area_Km2	Area_%
1	Riesgo muy bajo	98,798031	8,91%
2	Riesgo bajo	167,42802	15,10%
3	Riesgo medio	249,46448	22,51%
4	Riesgo alto	334,56562	30,18%
5	Riesgo muy alto	258,19634	23,29%

Nota. Esta tabla muestra los valores de las áreas en kilómetros cuadrados y su respectivo porcentaje para cada tipo de riesgo en San Vicente de Chucurí, de acuerdo con la clasificación realizada. *Fuente.* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Figura 4.

Representación del riesgo en porcentajes



Nota. Este diagrama representa de manera grafica los porcentajes obtenidos de las áreas en kilómetros cuadrados que ocupa cada tipo de riesgo de acuerdo con la clasificación realizada.

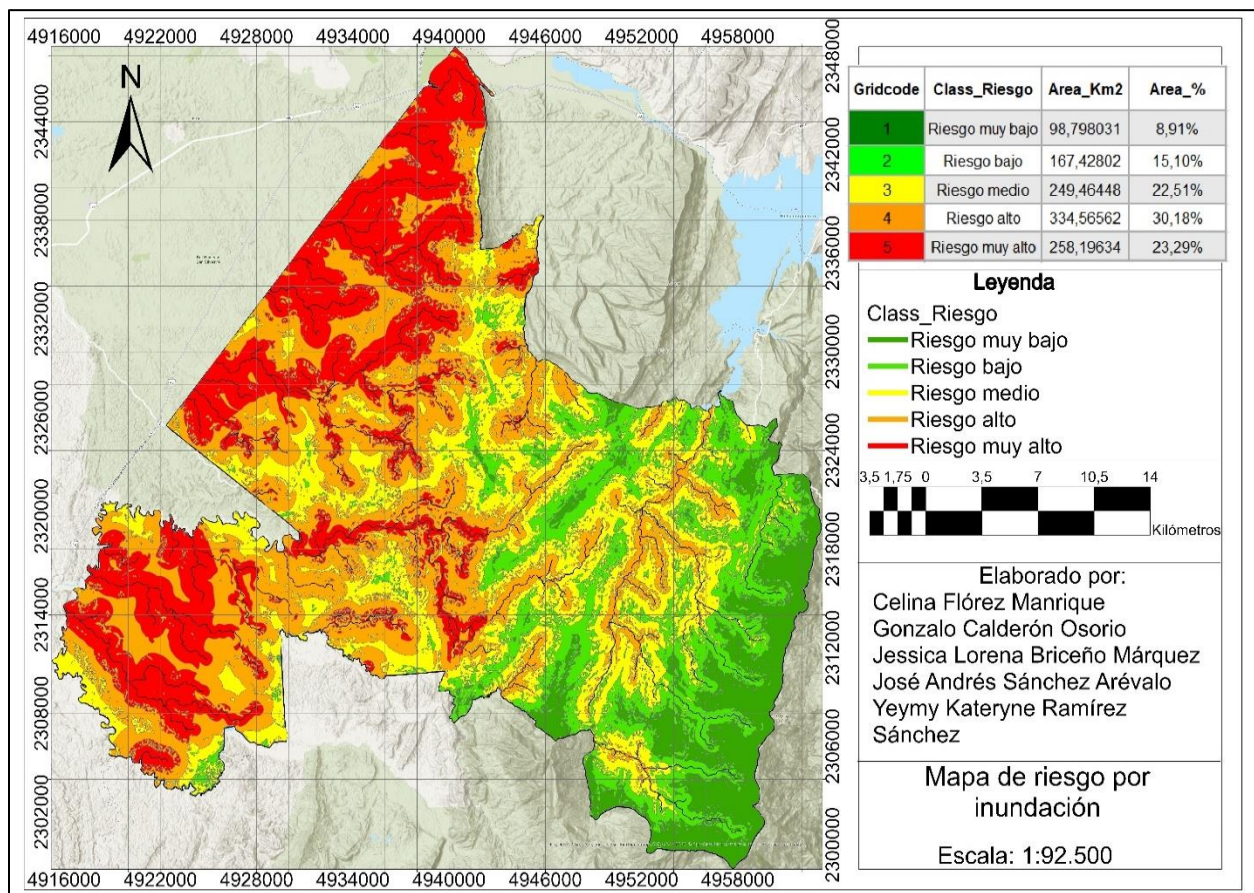
Fuente. Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

Para lograr identificar de manera clara las zonas o veredas con probabilidad de sufrir riesgo de inundación de acuerdo con la clasificación realizada, se tuvo en cuenta la figura 2 la cual muestra el mapa de la división política del municipio de San Vicente de Chucurí, identificando claramente la zona urbana y cada una de sus veredas para realizar un análisis más exacto a las áreas comprometidas en el municipio. De acuerdo con la figura 5 que muestra el mapa de riesgo por inundación realizado de San Vicente de Chucurí con su clasificación de riesgo y red de colores, se logra determinar que los resultados arrojados y analizados de manera específica en la figura 4 permiten observar que la zona de riesgo muy bajo (verde oscuro) con un 8,91% y la zona de riesgo bajo (verde claro) con un 15,10%, se encuentran en las veredas de Pamplona, Morelia, Varsovia, Guayacán, Los Medios, Mérida, Primavera, Guamales, La

Colorada, La Esmeralda, Pradera, Chanchon, Pertrecho y Santa Inés que hace referencia a un área de 266,22 km² del municipio, equivalentes al 24,01% del 100% del riesgo, lo cual permite identificar que son veredas ubicadas en zonas donde la topografía reduce el riesgo de inundación, debido a su altitud y a que estos sectores presentan pendientes promedio del 30%.

Figura 5.

Mapa de riesgo de inundación del municipio de San Vicente de Chucurí



Nota. Esta figura muestra el mapa del municipio de San Vicente de Chucurí según su clasificación de riesgo por inundación de acuerdo con la red de colores, también se observa su hidrografía y drenajes demostrando que la mayoría de las zonas cercanas a estos son los que presen tan mayor riesgo de inundación. *Fuente.* Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro).

En cuanto al riesgo muy alto (rojo) con un 23,29%, riesgo alto (naranja) con un 30,18% y riesgo medio (amarillo) con un 22,51%, se encuentra identificado en las veredas de Vizcaína, Pozo Nutrias, Tempestuosa, Albania, Yarima, Campo 50, Campo 29, La Legía, Llana Cascajales, zonas de Santa Inés, El Centro, Palestina, Palmira, Naranjo, Campo Hermoso, Puente Murcia, Pamplona, Táguales, Marcito, zonas de Agua Blanca, Alto Viento, El Ceibal, Santa Rosa, El León, Nuevo Mundo, Llana fría, Llana Caliente, Cantarranas y Barro amarillo, que hace referencia a un área de 842,23 Km² del municipio, equivalente a un 75,98% del 100% del riesgo, mostrando que una gran parte del municipio presenta alto riesgo por inundación y una vulnerabilidad estructural por ser veredas que se ubican a menor altura y presentan altas precipitaciones, las cuales pueden afectar las cuencas hídricas del municipio generando un alto porcentaje del aumento de su caudal, dado que algunas de estas quebradas como Las Cruces y Cantarranas nacen en la parte alta del municipio, y hacen un recorrido por varias veredas, donde se pueden ver los altos riesgos en su desembocadura hacia la Represa Hidrosogamoso – Topocoro, el río Opón y el río Sogamoso.

Igualmente, se logra analizar que los resultados obtenidos de alto riesgo por inundación en el estudio desarrollado se pueden evidenciar en las catástrofes por inundación que han ocurrido en el municipio, destacándose la catástrofe del año 2011 donde se presentó una avalancha que dejó 10 personas desaparecidas, siete heridos y un niño de cuatro años muerto; unas 1.200 personas fueron reubicadas en la parte alta del casco urbano, mientras se atendió la emergencia, además la quebrada las Cruces debilitó las estructuras de dos puentes que comunican el sector con el parque principal, dejando incomunicados varios barrios y también el municipio se quedó sin los servicios de energía eléctrica y agua (El colombiano, 2011). Asimismo, en el año 2024 se presentó otra avalancha la cual dejó una persona muerta y dos

desaparecidas, 35 mil personas damnificadas, pérdidas de más de \$40.000 millones, 13 acueductos y 6 puentes destruidos (Zambrano, 2024). Además, cada una de estas avalanchas a parte de los daños causados en el sector urbano generaron también grandes afectaciones en el área rural, debido a que las altas precipitaciones contribuyeron en el crecimiento de otras fuentes hídricas generando derrumbes, deslizamientos de tierra, inundaciones de cultivos, pérdidas de casas y animales domésticos, falta de servicios como luz y agua potable, vías colapsadas que imposibilitaban el transporte de las cosechas para las ventas y la pérdida de grandes extensiones de áreas agrícolas en cacao, aguacate, plátano y otros cultivos.

Conclusiones

De acuerdo con el desarrollo de este estudio, se logró comprender que la mayor parte del municipio de San Vicente de Chucurí, aproximadamente el 75,98%, presenta un riesgo de inundación alto a muy alto. Este riesgo se concentra en veredas ubicadas a menor altitud y cercanas a cuerpos de agua, las cuales son más susceptibles a las altas precipitaciones y al desbordamiento de ríos y quebradas, como Las Cruces y Cantarranas. Por el contrario, las zonas de riesgo muy bajo y bajo, aproximadamente el 24,01% se encuentran en veredas de mayor altitud con pendientes promedio del 30%, donde la topografía tiende a mitigar el riesgo.

Asimismo, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente ArcGIS Pro, junto con un enfoque de Análisis Multicriterio Espacial (AME), resultó ser una metodología altamente adecuada y efectiva para modelar y visualizar el riesgo de inundación. Estas herramientas permitieron integrar diversas variables ambientales y geográficas, procesar datos espaciales de manera eficiente y generar un mapa detallado y clasificado por niveles de riesgo, facilitando la identificación precisa de las zonas críticas y la comprensión de los factores que influyen en la susceptibilidad a inundaciones.

Finalmente, se concluye que los resultados obtenidos tienen implicaciones significativas para la gestión territorial y la reducción de afectaciones futuras. El mapa de riesgo generado proporciona una herramienta esencial para la planificación y toma de decisiones, permitiendo priorizar la implementación de medidas de mitigación y prevención en las zonas de alto riesgo. Esto incluye el desarrollo de Planes de Ordenamiento Territorial (POT) más robustos, la identificación de áreas para reubicación de poblaciones vulnerables, la mejora de sistemas de drenaje y la promoción de prácticas agroambientales sostenibles que consideren la susceptibilidad a inundaciones, contribuyendo así a proteger la población, la infraestructura y las zonas de explotación agrícola y pecuaria ante eventos extremos.

Recomendaciones

Implementación de sistemas agroforestales (SAF) y manejo integrado de cuencas:

Dado que una parte significativa del municipio (75,98%) presenta riesgo alto a muy alto de inundación, y que las precipitaciones intensas son un factor determinante, es crucial adoptar prácticas que mejoren la infiltración del agua y reduzcan la escorrentía superficial. Los sistemas agroforestales (SAF), que combinan árboles con cultivos agrícolas o ganadería, son una estrategia efectiva considerando que la presencia de árboles aumenta la cobertura vegetal, mejora la estructura del suelo, incrementa la capacidad de retención de agua y reduce la erosión, mitigando así el riesgo de inundaciones y deslizamientos en las zonas más vulnerables (Montagnini, 2012). Por consiguiente, es esencial fomentar y apoyar la adopción de SAF en las zonas de riesgo medio a muy alto, especialmente en las veredas identificadas con mayor susceptibilidad. Esto incluye la promoción de especies arbóreas nativas y de rápido crecimiento que además ofrezcan beneficios económicos como frutales y maderables. Paralelamente, se debe promover un manejo integrado de las cuencas hídricas, incentivando la reforestación de riberas

de ríos y quebradas, como Las Cruces y Cantarranas, para estabilizar los taludes, reducir la sedimentación y mejorar la calidad del agua.

Zonificación agroecológica y restricciones de uso del suelo: El mapa de riesgo de inundación es una herramienta fundamental para la planificación territorial. Las zonas con riesgo muy alto y alto no solo son susceptibles a inundaciones, también presentan una vulnerabilidad estructural y paisajística que debe ser considerada en la planificación de actividades agropecuarias. La intensificación de la agricultura o ganadería en estas áreas sin las debidas precauciones puede exacerbar los problemas de drenaje y erosión (Santos y Hernández, 2014). Por ende, es necesario integrar el mapa de riesgo de inundación en la zonificación agroecológica del municipio, para lograr establecer restricciones claras para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias intensivas en las zonas de riesgo muy alto y alto. Se debe priorizar el uso de estas áreas para actividades de bajo impacto, como sistemas silvopastoriles extensivos, conservación de bosques y cuerpos de agua, o el desarrollo de cultivos con baja demanda hídrica y alta resistencia contra la humedad. Para las zonas de riesgo medio, se recomienda la implementación de prácticas de manejo de aguas y suelos que minimicen el riesgo, como terrazas de drenaje, cultivos en contorno y sistemas de riego eficientes.

Fortalecimiento de sistemas de alerta temprana y educación ambiental comunitaria:

A pesar de las medidas estructurales y de manejo, la ocurrencia de eventos extremos sigue siendo una amenaza, por ende, la preparación de las comunidades es clave para minimizar las pérdidas humanas y materiales, siendo la educación ambiental y la capacitación en el manejo de riesgos los pilares para una gestión territorial resiliente (Beltrán, *et al.*, 2024). En este sentido, se recomienda desarrollar e implementar sistemas de alerta temprana comunitarios, especialmente en las veredas identificadas con mayor riesgo. Estos sistemas deben ser sencillos, accesibles y

basados en el seguimiento de indicadores locales como los niveles de agua en ríos, patrones de lluvia, etc. Complementariamente, se debe llevar a cabo un programa de educación ambiental y capacitación continúa dirigido a los agricultores y habitantes de las zonas de riesgo. Este programa debe enfocarse en la comprensión de los riesgos de inundación, las buenas prácticas agroambientales para su mitigación, la preparación ante emergencias y el uso de los sistemas de alerta, recalcando que la participación activa de la comunidad en la gestión del riesgo es fundamental para su éxito a largo plazo.

Referencias bibliográficas

Alcaldía San Vicente de Chucurí (2025). San Vicente de Chucurí, capital cacaotera de Colombia.

<https://www.sanvicentedechucuri-santander.gov.co/>

Atlas de Santander (2010). Atlas de Santander Municipios Provincias y Veredas.

<https://atlasdesantander.blogspot.com/2010/06/san-vicente.html>

Beltrán, R. G., Reyes, S. R., Páez, D. D., y Cruz, J. C. M. (2024). Experiencia en la implementación de Sistemas de alerta temprana comunitarios inclusivos desde el fortalecimiento de capacidades. *Actas Iberoamericanas en Ciencias Sociales*, 2(1), 27-39.

<https://plagcis.com/index.php/aicis/article/view/17/18>

Bustos-Maldonado, J. S., Gomez-Osorio, I. D., Meneses-Rincón, M. L., & Palomino-Prieto, O. (2024). Elaboración de Briquetas de Carbón Ecológico a Partir de Residuos Vegetales Provenientes de la Mazorca de Cacao del Municipio de San Vicente de Chucuri.

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/903>

Danso, S.Y., Ma, Y., Adjakloe, Y. D. & Addo, I. Y. (2020). Application of an index-based approach in geospatial techniques for the mapping of flood hazard areas: a case of cape coast. *Metropolis Ghana Water* 12(12):3483. <https://doi.org/10.3390/w12123483>

- El colombiano. (2011). Emergencia en San Vicente de Chucurí por avalancha. *Periódico el colombiano*.
- https://www.elcolombiano.com/historico/san_vicente_de_chucuri_avalancha_causa_emergencia-DFEC_133990
- Giannakidou, C., Diakoulaki, D. y Memos, C. D. (2020) Vulnerabilidad a las inundaciones costeras en zonas urbanas industriales de Grecia. *Environ Processes* 7(3):749- 766.
- <https://doi.org/10.1007/s40710-020-00442-7>
- González Valencia, J. (2006). Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, Vol. 5(8), pp. 59–70. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=7d5a99fe-dbcf-33b6-943e-dd92eebf52b6>
- León, D. A. (2012). Camino a Barrancabermeja: antecedentes del proceso de colonización en San Vicente de Chucurí 1864-1900. *Anuario de Historia Regional y de las Fronteras*, 17 (2), 455-479. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-20662012000200007&lng=en&tlng=es.
- Montagnini, F. (2012). Los sistemas agroforestales y su contribución para la mitigación y adaptación al cambio climático. *Revista de la Facultad de Agronomía*, (71).
- http://leyinfogobierno.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/15058
- Olaya, V. (2020). Sistemas de Información Geográfica. *Open Library*.
- https://openlibrary.org/works/OL17311222W/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica

- Parra Jaimes, René. (2009). El Club Deportivo. Organización social en San Vicente de Chucurí. *HiSTORELo. Revista de Historia Regional y Local*, 1 (1), 130-176.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-132X2009000100005&lng=en&tlng=es.
- PBOT. (2003). Plan Básico de Ordenamiento Territorial San Vicente de Chucurí Santander.
<https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/23589>
- Santos, L. D. P., y Hernández, J. E. S. (2014). Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3), 28-32.
<https://www.redalyc.org/pdf/5862/586262041005.pdf>
- Tsihrintzis, V. A., Hamid, R. & Fuentes, H. R. (1996). Use of Geographic Information Systems (GIS) in water resources: a review. *Water Resour Manage* 10(4):251- 277.
<https://doi.org/10.1007/BF00508896>
- Wallemacq P, Below R, McClean D (2018) Pérdidas económicas, pobreza y desastres: 1998-2017. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. *UNDRR - Oficina Regional de Las Américas y El Caribe* <https://www.cred.be/unisdr-and-cred-reaport-economic-losses-poverty-disasters-1998-2017>
- Weather Spark. (2025). El clima y el tiempo prometido en todo el año en San Vicente de Chucurí, Colombia. <https://es.weatherspark.com/y/24367/Clima-promedio-en-San-Vicente-de-Chucur%C3%AD-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Yannopoulos S, Eleftheriadou E, Mpouri S, Giannopoulou I. (2015). Implementación de los requisitos de la Directiva Europea sobre Inundaciones: el caso de cuencas hidrográficas sin aforo o con aforo deficiente. *Environ Processes* 2(1):191–207.
<https://doi.org/10.1007/s40710-015-0094-2>

Zambrano, M. M. (2024). Este es el drama que viven los damnificados en San Vicente de Chucurí tras avalancha: aseguran que el Gobierno no les ha ayudado. *El Tiempo*.

<https://www.eltiempo.com/colombia/santander/asi-es-el-drama-que-viven-los-damnificados-en-san-vicente-de-chucuri-por-la-avalancha-que-acabo-con-todo-3399342>

Enlace de sustentación: https://youtu.be/M8FLZYboi4g?si=RA8ge6gbyEXI_8hf