

Identificación de las zonas de riesgo de inundación en el municipio de Pore, Casanare mediante el uso de sistemas de información geográfica.

David Barreto Sáenz - davarretosa@unadvirtual.edu.co

Erika Rocío Herrera Tarazona - erherrerat@unadvirtual.edu.co

Saray Camila Carrillo Ariza - sccarilloa@unadvirtual.edu.co

Tatiana Alejandra Molano Cárdenas – tamolano@unadvirtual.edu.co

Sebastián Jiménez Pita - sjimenezpit@unadvirtual.edu.co

Docente asesor: Luis Alejandro Ospina Sánchez - luisa.ospina@unad.edu.co

Resumen

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas tecnológicas que permiten capturar, almacenar, analizar y representar información geográfica espacial, además son fundamentales para visualizar fenómenos y planificar el uso adecuado de los recursos, siendo así el ArcGIS Pro una herramienta esencial que permite trabajar con estos SIG realizando análisis espaciales complejos como identificación de zonas de riesgo por inundación que se presentan en cualquier territorio como lo es el municipio de Pore, Casanare donde por medio de análisis geoespaciales relacionados con el uso del suelo y sus precipitaciones, utilizando herramientas de análisis espacial como lo es el modelo de elevación digital (DEM) se pueden simular los flujos de agua delimitando así las áreas bajas propensas a inundación el cual se representa por medio de un mapa mostrando con una reclasificación del riesgo por inundación en cinco niveles utilizando un código de colores para su identificación, dando como resultado que las zonas de riesgo muy bajo y bajo (verde y verde claro) se encuentran principalmente en la parte noroeste del municipio, estas son más elevadas y menos susceptibles a inundaciones, debido a características topográficas favorables, y las zonas de riesgo alto y muy alto (naranja y rojo) se concentran en la parte centro-sur y oriental del municipio, estas presentan alta susceptibilidad a inundaciones, debido a su cercanía a ríos y quebradas y una pendiente muy baja que dificulta el drenaje de aguas lluvias.

Palabras clave: análisis, inundación, geoprocésamiento, precipitaciones, drenaje, pendientes, lluvias

I. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones y el desarrollo son temas relacionados; antiguas civilizaciones como la India, China y egipcia aprovecharon las crecidas para generar abundancia y fertilidad. En América, las sociedades también se adaptaron y manejaron el territorio en condiciones ambientales adversas; Aztecas, Chibchas y Zenúes, habitaron zonas inundables y mediante técnicas de manejo del agua y la pesca, sostuvieron la población indígena en lo que actualmente es México y Colombia; modificando levemente el paisaje gracias a su comprensión sobre la naturaleza de las inundaciones y de los beneficios que ofrecían. Recientemente, es normal atribuir las catástrofes por inundaciones a la Variabilidad (VC) y al Cambio Climático (CC), porque se vienen presentando frecuentes anomalías de precipitación

(Vincent, 2007; Brown & Funk, 2008) que impactan ecosistemas y sectores socioeconómicos, con pérdidas humanas y económicas (Carvajal-Escobar, 2010, 2011a, 2011b). Las amenazas más significativas en Colombia, y el municipio de Pore, Casanare no es la excepción pues este sufre riesgos recurrentes debido a su ubicación geográfica y sus características topográficas puesto que se encuentra en una zona de llanura en el que sus suelos son planos y de baja pendiente, lo que hace que al momento de lluvias intensas se dificulte el drenaje.

Esta investigación se centra en el riesgo de inundación que presenta el municipio de Pore, puesto que en el pasado en esta zona se han presentado situaciones de inundación lo que ha generado afectaciones en la economía e infraestructura, dejando a su paso pérdida de cultivos y ganado.

Colombia ha establecido en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SNGRD) mediante la ley 1323 de (2012) en el cual coordina esfuerzos entre entidades gubernamentales para gestionar y reducir los riesgos y desastres con el fin de contribuir a la seguridad, bienestar y calidad de vida de las personas.

Según a Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2025) se presentó una emergencia en el municipio debido al desbordamiento del río La Curama, lo que provocó inundaciones en las veredas La Plata, Brisas del Pauto y Regalito. Estas emergencias se enmarcaron en una temporada de lluvias intensas que afectaron a varios municipios del departamento (El Tiempo, 2025, mayo 17).

Este estudio permite realizar el análisis multicriterio estableciendo los cálculos de riesgos por inundación con ayuda del programa ArcGIS Pro

II. OBJETIVOS

A. General

Identificar las zonas de riesgo de inundación en el municipio de Pore, Casanare por medio de un mapa temático.

B. Específicos

Recolectar datos con información satelital del territorio para procesarlos con ArcGIS Pro.

Clasificar las áreas con riesgo de inundación en el municipio de Pore Casanare

Ejecutar geoprocetos para determinar las zonas con diferentes riesgos de inundación en el municipio de Pore Casanare

C. Identificación del caso de estudio

El municipio de Pore está ubicado en el departamento de Casanare. Su actividad económica se basa principalmente en la agricultura, la ganadería, la extracción minera (especialmente de petróleo) y el sector de la transformación, con énfasis en la industria molinera dedicada al procesamiento de arroz.

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pore 2000–2009, el municipio limita con seis municipios del mismo departamento: al norte con Paz de Ariporo; al sur con Nunchía y San Luis de Palenque; al occidente con Támara; y al oriente con Trinidad y nuevamente con San Luis de Palenque.

Pore cuenta con una extensión territorial de 8.707,6 kilómetros cuadrados. El clima de la región presenta una temperatura promedio de 27 °C, alcanzando hasta los 30 °C en las zonas de llanura. La humedad relativa promedio es del 75 %, por lo cual se clasifica como un área cálida semihúmeda, según la «Información general de Pore», publicada por la Alcaldía del municipio (consultado el 1 de mayo de 2015).

Los meses de mayor precipitación en el municipio son generalmente de mayo a noviembre, siendo junio el mes más lluvioso, con un promedio mensual de 309 mm de lluvia, de acuerdo con información de la Gobernación del Casanare. Para este caso, se tomará como referencia la información correspondiente al mes de mayo, extraída de portales web oficiales.

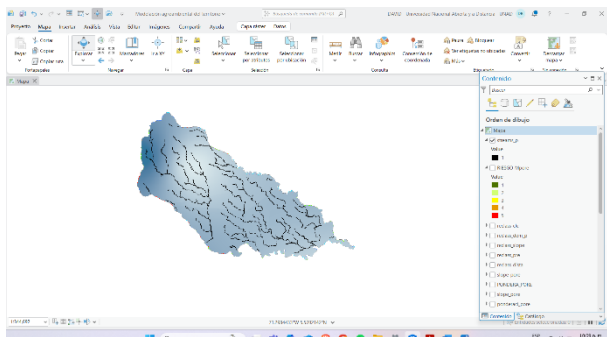
Debido a la topografía del municipio, las zonas rurales cercanas a los ríos Pore, Curama y Pauto son susceptibles a inundaciones. Estas crecidas provocan desbordamientos que afectan principalmente a las veredas Ramón Nonato Pérez, El Verde, San Isidro, El Banco, Matalarga, La Mapora, Guachiría y Guanábanas. También se registran inundaciones en las zonas bajas del municipio, particularmente en las veredas de Miralindo, La Plata, Garzón y Brisas del Pauto (Información general de Pore, pág. 26).

D. Metodología

Para la realización de esta investigación la cual se basó en la identificación de la zona que para este caso fue el municipio de Pore, Casanare, a través del desarrollo de mapas e información de diversas fuentes que están relacionadas con la parte ambiental, geo portal USGS (Servicio Geológico de Estado Unidos), DEM. Como resultado se logró obtener el mapa que se muestra en la siguiente ilustración.

Este es un artículo de investigación que se basa en resultados obtenidos por medio de la generación de geoprocursos en la herramienta ArcGIS Pro, y teniendo en cuenta la obtención de los resultados se realizará un análisis multicriterio el cual será evaluado para posteriormente entregar una serie de recomendaciones, teniendo en cuenta los niveles de riesgo, el proceso de estudio se realizó con los siguientes procesos

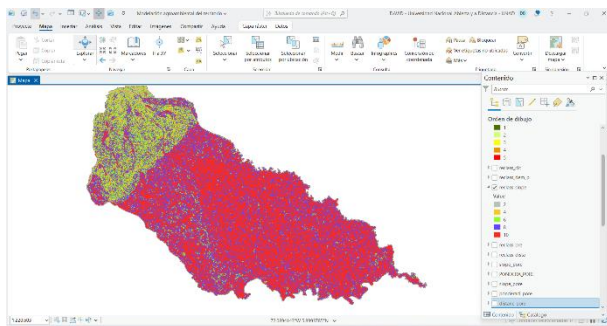
Figura 1. Capa reclasificación de raster de acumulación de flujo



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025

El proceso se realiza con el fin de remarcar los flujos de mayor incidencia en el transporte de masas de agua, de este proceso, junto con la capa de precipitaciones serán de alta importancia y se obtendrá información para formar la capa final de las zonas de riego

Figura 2. Pendientes del municipio (SLOPE)

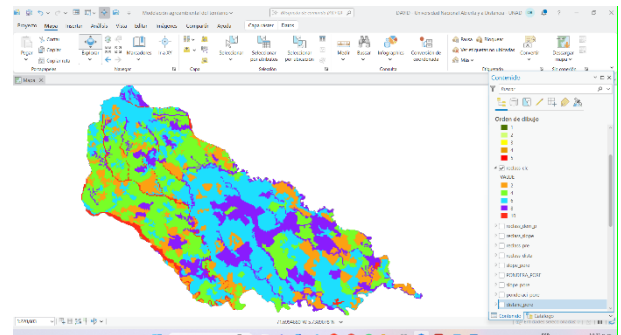


Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025

El conocimiento de las pendientes permite conocer los desniveles, ya que el agua por gravedad

busca acumularse en hacia las pendientes más pronunciadas

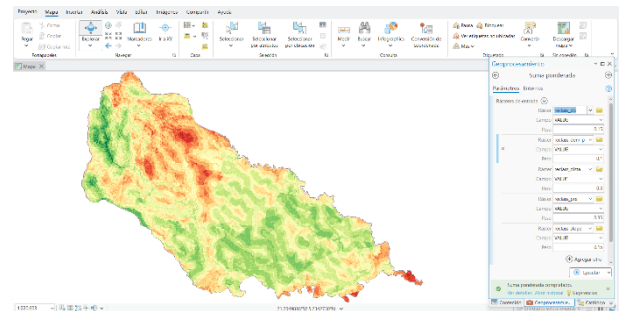
Figura 3. Capa reclasificación de Colina land Cover



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025

Se realiza la reclasificación de la distribución de la cobertura vegetal, donde se reclasifico en 5 tipos de cobertura lo cual nos permitirá reconocer los impactos de la cobertura dependiendo el nivel de riesgo

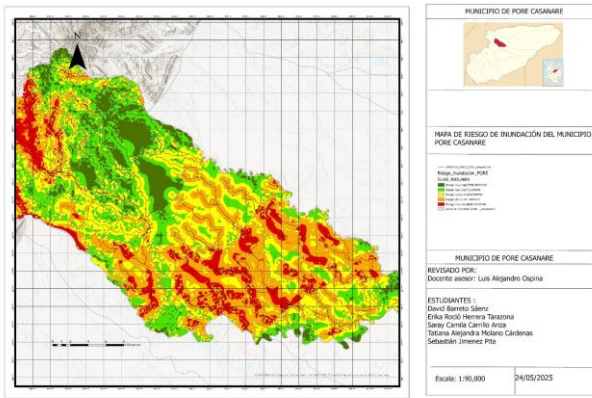
Figura 4. Suma ponderadora



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025

La capa resultante del proceso de la combinación de las variables de las capas anteriores permite formar una capa donde se resaltan las características importantes de cada capa en este caso los desniveles y los flujos de aguas principalmente

Figura 5. Mapa de riesgo



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025

El resultado final representa una capa con 5 niveles de riesgo representados en colores, donde rojo es el mayor nivel de riesgo, estos niveles se calificaron de acuerdo con la siguiente tabla

Tabla 1. Reclasificación del riesgo por inundación

Clasificación cualitativa	Valores	Simbología
Riesgo muy bajo	1	Verde oscuro
Riesgo bajo	2	Verde claro
Riesgo medio	3	Amarillo
Riesgo alto	4	Naranja
Riesgo muy alto	5	Rojo

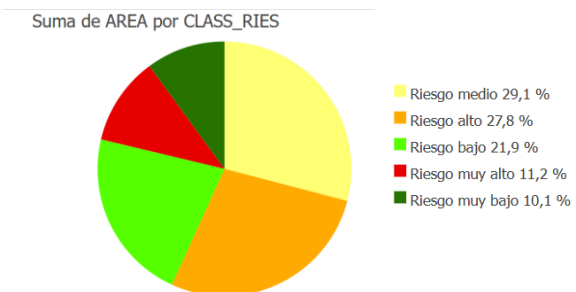
Fuente: Adaptada de Guia de actividades y rúbrica de evaluación (UNAD, 2025)

III. RESULTADOS

Colombia al ser un país tropical y que está ubicado muy cerca de la línea ecuatorial, sus condiciones climáticas son bimodales, es decir, no se cuenta con las 4 estaciones, en el país se da la estación seca o de verano y la estación lluviosa o de invierno. Con esta característica Colombia presenta climas variados y para el departamento de Casanare en donde se ubica el municipio objeto de estudio, se tiene un municipio con un clima bastante húmedo debido a su ubicación montañosa y muy cerca al parque nacional de los Yariguíes.

Teniendo en cuenta la información resultante se puede comprender las zonas que más se ven afectadas, teniendo en cuenta la capa final de todos los geos procesos denominada mapa de riesgo figura 5 en donde se ilustra el riesgo por inundación de Pore, Casanare se puede también obtener el porcentaje de área según la clasificación de riesgo figura 6, en donde se observa que la mayoría del municipio presenta un riesgo medio cubriendo el 29,1% del área, seguido por riesgo muy alto con 27,8%, riesgo bajo con 21,9%, riesgo muy alto con 11,2% y finalmente el riesgo muy bajo con 10,1%.

Figura 6. Porcentaje de área que abarca cada clasificación de riesgo



Fuente: autoría propia, ArcGIS Pro

los ríos Pauto y La Curama son los principales causantes de las inundaciones en algunas veredas. Durante temporadas de lluvias intensas, estos ríos aumentan su caudal y se desbordan, afectando a las comunidades aledañas. Por ejemplo, en julio de 2020, el desbordamiento de estos ríos dejó más de 10 veredas inundadas, incluyendo La Plata y El Garzón, donde cultivos y viviendas sufrieron daños significativos. El municipio de Pore se caracteriza por altas precipitaciones, especialmente en la zona de piedemonte. También lluvias intensas aumentan considerablemente los caudales de los ríos Pauto y Guachiría, originando desbordamientos e inundaciones en las zonas bajas de las veredas de Miralindo, La Plata y Brisas del Pauto.

Además de las lluvias intensas, existen otras causas que contribuyen a las inundaciones en estas veredas como la deforestación, La tala y quema de bosques reducen la capacidad del suelo para absorber agua, lo que incrementa el escurrimiento superficial hacia los ríos. Las edificaciones en las riberas

reducen el espacio disponible para el flujo del agua, facilitando los desbordamientos.

Las áreas críticas están marcadas con el color rojo, las comunidades ubicadas en estas áreas son las más vulnerables a la afectación por las inundaciones repentinas o por las acumulaciones de agua, afectando enceres y cultivos.

La producción agrícola y pecuaria de las zonas de riesgo muy alto recibirían daños importantes que afectarían la economía de las familias y degradaría la calidad de vida de estas, indirectamente el municipio se vería afectado ya que estas actividades son las que dinamizan a la economía afectando de manera general con impacto económico de la región.

La infraestructura como lo son las vías, puentes, acometidas municipales de gas y fluido eléctrico se verían afectadas, por las socavaciones propias de las corrientes de las cuencas ubicadas en las zonas de riesgo muy alto por las inundaciones

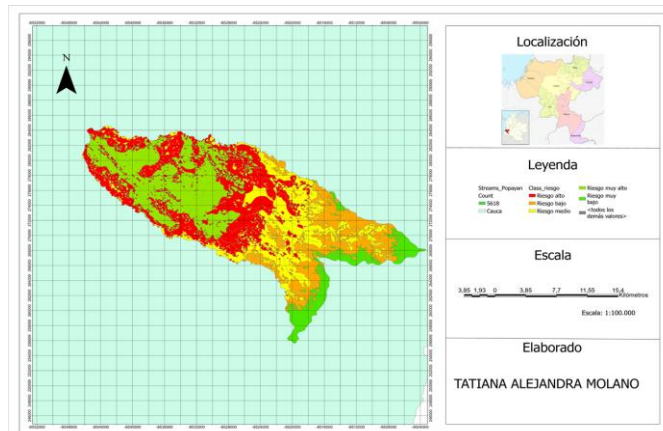
De acuerdo con el mapa de riesgo de inundación obtenido se puede afirmar que se observa una heterogeneidad en la distribución del riesgo por inundación a lo largo de todo el municipio, se observa un patrón de riesgo muy bajo que tienden a ocupar extensiones considerables del territorio, lo que sugiere la presencia de zonas con características de drenaje que disminuyen la acumulación de agua. Las áreas color verde son fundamentales para la planificación del desarrollo a largo plazo, porque ofrecen una mayor seguridad frente a posibles inundaciones

Sin embargo, también es importante observar que se tiene la presencia de zona críticas con riesgos elevados y muy elevados. Las áreas de color rojo se concentran de manera estratégica en las llanuras de inundación de las principales fuentes de agua, la presencia de estas franjas de colores cálidos se trata de un indicador directo de vulnerabilidad de ciertas áreas.

A lo largo de este estudio se analizaron otros 4 municipios más, para los cuales se obtuvieron los

siguientes mapas de inundación, para todos los casos se siguió la misma clasificación de acuerdo con la tabla 1

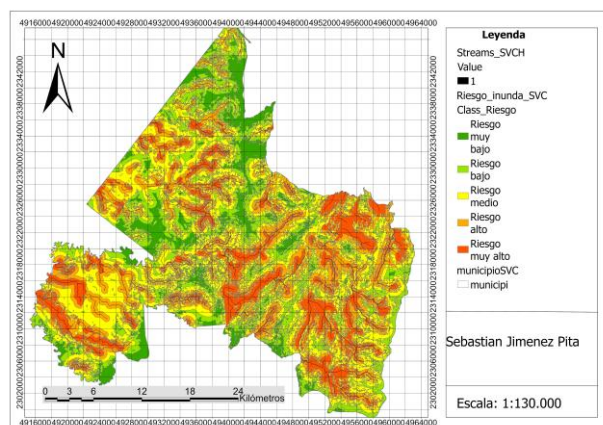
Figura 7. Mapa Riesgo de inundación, Popayán, Cauca



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025

De acuerdo con el mapa para el municipio de Popayán, Cauca de la anterior figura, se puede afirmar que este municipio enfrenta un considerable desafío en la gestión del riesgo, pues se observa una extensa área como de riesgo, lo que implica una necesidad evidente de implementar medidas preventivas de mitigación y de ordenamiento territorial para estas zonas vulnerables, mientras que las áreas con riesgo bajo pueden llegar a ofrecer oportunidades para un desarrollo más seguro del municipio

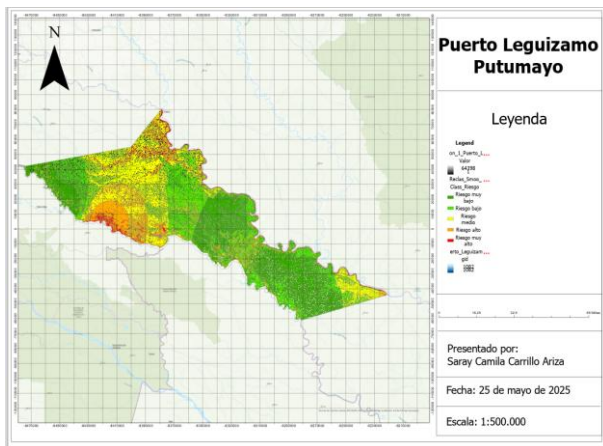
Figura 8. Mapa Riesgo de inundación, San Vicente de chucuri, Santander



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025.

Se evidencia que en el municipio de san Vicente de chucuri la mayor parte del territorio presenta condiciones de riesgo medio, se evidencia amenazas intercambiables, que no son criticas pero se debe tener un seguimiento y aplicar medidas preventivas, incluye zonas de expansión urbana y también zonas agrícolas con presencia de amenazas con desastre natural, como a deslizamientos, se deben priorizar algunas zonas según el plan del municipio, como monitorio continuo en temporadas de lluvias para identificar cambios donde existe amenaza y vulnerabilidad.

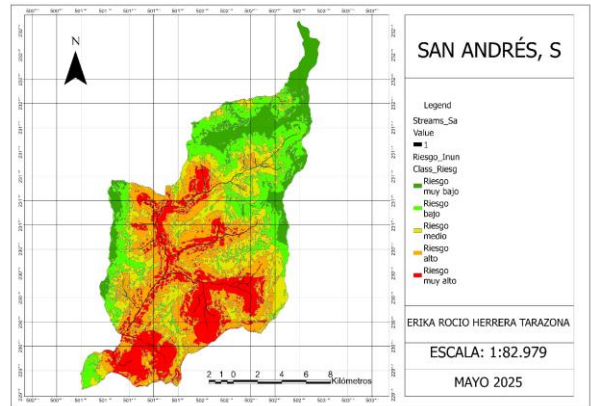
Figura 9. Mapa Riesgo de inundación, Puerto Leguizamo, Putumayo.



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025.

Puerto Leguizamo presenta alto riesgo de inundación en sus zonas de baja altitud, especialmente en el noroeste y suroeste, donde predominan colores rojo y naranja en el mapa. Estas áreas, cercanas a ríos y quebradas, son vulnerables durante la temporada de lluvias. En contraste, las zonas centrales y orientales, de mayor altitud (verde y amarillo), tienen menor riesgo. Se recomienda priorizar acciones preventivas en las zonas bajas para mitigar posibles afectaciones.

Figura 10. Mapa de riesgo de inundación, San Andrés, Santander.



Fuente: autoría propia, ArcGIS pro-2025.

Como se puede observar el municipio de San Andrés Santander las zonas con mayor porcentaje de cobertura son de riesgo medio principalmente en el centro y sureste del municipio, las zonas de alto y muy alto corresponden a un 20% del territorio localizadas principalmente en el centro-sur y en las cercanías de los afluentes principales. Estas áreas son las más propensas a inundaciones severas y, por tanto, requieren atención prioritaria y la implementación de obras de mitigación como canales de drenaje, promover la reforestación de áreas ribereñas, y establecer sistemas de alerta temprana y educación a los habitantes como parte de una estrategia integral de gestión del riesgo.

IV. RECOMENDACIONES

Establecer planes de acción, teniendo en cuenta la información del mapa de riesgo generado con la herramienta de trabajo ArcGIS Pro, en la cual se evidencian las zonas de alto riesgo por inundación en el municipio de Pore, Casanare, teniendo en cuenta los meses en donde se genera mayor precipitación del año.

Realizar planes de capacitación y concientización a los habitantes del municipio en donde se hable de la conservación de los afluentes, y las cuencas hídricas, la importancia de la conservación de la misma, de igual modo los habitantes aprendan un manejo adecuado de los residuos, el impacto que tiene la conservación del suelo.

Establecer zonas de protección ambiental con especies nativas con alto valor ecológico y que tengan buena adaptación a suelos húmedos como lo son gramíneas las cuales resisten al encharcamiento y especies arbóreas con raíces profundas, así como también prácticas agrícolas resilientes como labranza mínima y manejo adecuado de canales de drenaje

V. CONCLUSIONES

Se identificaron las zonas de riesgo de inundación en el municipio de Pore, Casanare, mediante la elaboración de un mapa temático, el cual permitió visualizar y analizar las áreas más vulnerables. Recolectar datos con información satelital del territorio para procesarlos con ArcGIS Pro.

Se clasificaron las áreas con riesgo de inundación en el municipio de Pore, Casanare, identificando cinco niveles de vulnerabilidad: riesgo medio (29,1 %), riesgo alto (27,8 %), riesgo bajo (21,9 %), riesgo muy alto (11,2 %) y riesgo muy bajo (10,1 %). Con base en estos resultados, se determina que el municipio presenta principalmente un nivel de riesgo medio, siendo esta la categoría con mayor porcentaje de cobertura en el territorio analizado.

Se ejecutó un geoprocesos mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para determinar las zonas con diferentes niveles de riesgo de inundación en el municipio de Pore, Casanare. Este procedimiento integró variables como la topografía, el uso del suelo, la red hidrográfica y antecedentes históricos de inundaciones, determinando que las estas zonas pertenecen a las veredas La Plata, Garzón, Guachira, Miralindo, y Brisas del Pauto en base a esto se proponen distintas alternativas de solución para reducir el riesgo de inundación por medio de la capacitación e implementación de una agricultura resiliente.

REFERENCIAS

Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1523 de 2012: Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se

establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 48.411 de 24 de abril de 2012. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestor_normativo/norma.php?i=47141

El Tiempo. (2025, mayo 21). El drama de Eudoro Alvarado, a quien el río Ariporo le partió en dos su finca y arrasó diez hectáreas de cultivos. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/el-drama-de-eudoro-alvarado-a-quien-el-rio-ariporo-le-partio-en-dos-su-finca-y-arraso-diez-hectareas-de-cultivos-345601>

UNGRD. (2020). ¿Cuál es el riesgo por inundaciones en Colombia? Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. [¿Cuál es el riesgo por inundaciones en Colombia?](https://www.ungrd.gov.co/colombia/¿Cuál-es-el-riesgo-por-inundaciones-en-Colombia?)

Sedano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., & Ávila Díaz, Á. J. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Luna Azul*, (37), 219-238. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742013000200014&script=sci_arttext

Abril, A. R., & Merchán, L. A. (2021). IMPACTO AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL CULTIVO DEL ARROZ EN PORE (CASANARE). *Revista Prospectiva Científica*, 17(17).

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>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2020). Instructivo para la usabilidad de Normas internacionales de citación APA 7a Edición. Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReaderRepositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/static/pdf/Norma_APA_7_Edicion.pdf

Enlace de sustentación:
<https://youtu.be/BRvIXhfXpro?feature=shared>