

Análisis Geoespacial del riesgo de inundación en áreas rurales y urbanas del municipio de Santa María (Huila) – Colombia

Jefferson Pérez Castañeda jpcastaneda@unadvirtual.edu.co

Tutor: Jorge Adrián Oviedo Reyes

Resumen

Santa María, siendo un municipio del departamento del Huila, Colombia, se enfrentan un riesgo considerable frente a las inundaciones, este riesgo se debe a que su ubicación geográfica, donde las quebradas y los ríos pueden desbordarse fuertemente durante las temporadas de altas lluvias, los siguientes análisis geoespaciales que realizamos con la herramienta de Argis Pro, siendo una herramienta geoespacial nos ha permitido poder identificar todas las áreas que son vulnerables del municipio de Santa María Huila, dónde podemos considerar diferentes factores como la topografía y uso del suelo.

Este estudio lo reclasificamos en zonas en diferentes riesgo según su nivel, el cual nos resulta fundamental para realizar una planificación y gestión de nuestro territorio, luego de reclasificar todas las capas importantes como lo son el modelo de elevación digital terrestre, cobertura de tierras, precipitaciones, pendientes y distancias de los drenajes y cuencas nos puede brindar una información más coherente frente al riesgo de inundación luego de realizar sumas ponderadas y clasificación de los riesgos

El comprender y conocer el riesgo de inundación de nuestro municipio de Santa María Huila Colombia, con sus áreas y porcentaje de cada una de estas, podemos determinar los porcentajes de riesgo de inundación en el municipio, la cual se clasifica dependiendo el riesgo, riesgo muy bajo con el 7%, riesgo bajo con el 18%, riesgo medio con el 30%, riesgo alto con el 30%, riesgo muy alto con el 13%, esto quiere decir que hay un 33% de la población en riesgo alto y muy alto de inundación y esto equipararía más de 27000 hectáreas del territorio. Esto nos permite poder orientar el desarrollo del territorio y regular la utilización y transformación y ocupación del espacio, y así orientar a la comunidad y educarla creando estrategias para que con esta información se pueda proteger y salvaguardar vidas e infraestructuras, así como también se puede compartir un desarrollo más sostenible para la región, esta información nos parece clave para informar sobre los implantes historiales que son esenciales para enfrentar todos los estudios que se presentan frente a estas catástrofes naturales.

Palabras claves: Inundaciones, riesgo, vulnerabilidad, simulación, análisis multicriterio.

1. Introducción

El municipio de Santa María, ubicada en el departamento del Huila Colombia, está enfrentando el indicativo riesgo de inundación derivado a las diversas montañas de esta región que es muy propensa a las intensas lluvias que siendo combinadas con su topografía montañosa y además la presencia de quebradas y ríos, aumenta demasiado la posibilidad de los desbordamientos, esos fenómenos naturales ponen en riesgo las infraestructuras locales, y a su vez amenazan la vida y el bienestar de los animales y seres humanos, es crucial entender toda la dinámica de la región en su riesgo de inundación y cuáles áreas están comprometidas para desarrollar esta en prevención y ventilación efectivas para el control de estas inundaciones. Según la *FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)*. (2013).

En este municipio ha sido muy recurrente frente a las inundaciones del riesgo, afectando diversos grupos de comunidades, y generando pérdidas materiales altamente considerables, esta vulnerabilidad que representa el municipio se agrava por los diferentes factores como el uso inadecuado del suelo y la deforestación sumándose el cambio climático, que alterado fuertemente los patrones de las precipitaciones.

Estos análisis geospaciales, se han venido convirtiendo en una de las herramientas fundamentales para identificar las áreas más susceptibles frente a las inundaciones de Santa María Huila, el cual al utilizar estas tecnologías podemos mapear la zona de alto riesgo, evaluando los factores como las pendientes del terreno, el uso de suelo y sus cauces de agua. Estos análisis nos permitirían informarles a las autoridades locales para así tomar decisiones informadas y poder establecer acciones frente a estos riesgos y realizar planes de prevención del riesgo, cómo preparar mejor a la comunidad frente a estas posibles emergencias, además nos pueden facilitar la creación de planes de contingencia que son vitales para responder eficazmente a esta situación de riesgo.

El análisis multicriterio que se puede aplicar con estas herramientas y o espaciales es de gran importancia porque trae resultados positivos de riesgo de inundación el cual es importante predecirlos para no tener afectaciones con el paso del tiempo.

2. Objetivos

General

Realizar procesos de geoprocésamiento desde el análisis de multicriterio en el programa ArcGIS pro, para identificar las zonas de riesgo de inundación de Santa María Huila.

Específicos

- Realizar un análisis geoespacial bien detallado para poder identificarlas área críticas y susceptibles a las inundaciones, considerando factores como el uso del suelo la topografía y el comportamiento de la lluvia.

- Implementar y proponer medidas estratégicas y estructurales que incluyen la canalización de los ríos, mejorando el drenaje urbano y la reforestación en las cuencas hídricas para reducir el impacto de todas las inundaciones.
- Fortalecer y desarrollar programas educativos a la población frente a las acciones que se deben de tomar a las inundaciones de riesgo y así generar prácticas de prevención de emergencia.

3. Identificación del caso de estudio

Santa María, ubicada en el departamento del Huila, presenta una geografía caracterizada por montañas y valles que conforman un paisaje variado. La zona se encuentra en una región andina con altitudes que favorecen climas templados y frescos, el promedio de lluvia total anual es de 1700 a 2000 mm. Los meses de alta precipitación son de abril a noviembre, con picos en mayo y octubre, durante estas temporadas, las lluvias son frecuentes, contribuyendo a la biodiversidad local y al cultivo agrícola, la región cuenta con ríos y quebradas que atraviesan su territorio, influyendo en la apariencia geográfica y el uso del suelo.

Este municipio se ha caracterizado por su geografía montañosa y su clima cálido lo que compromete que la zona sea propensa para las altas precipitaciones, esta característica puede ser un punto que lleva a afectar el tema del riesgo de inundación, siendo que las lluvias torrenciales afectan significativamente las estructuras de todo el municipio, estas condiciones climáticas pueden generar un entorno donde el riesgo de inundación sea es afectando a la población a y las actividades socioeconómicas y el eco sistema.

Siendo las precipitaciones de Santa María, el desafío relacionado con la gestión del agua y del riesgo de toda la inundación que se presenta en esta región, la falta de un sistema bien diseñado de los drenajes cuencas y ríos, y la urbanización descontrolada contribuyen fuertemente a una alta vulnerabilidad del municipio frente a los eventos climáticos, siendo importante que los esfuerzos de la gobernación para poder mitigar este tipo de problemas ha sido mínimo, donde se debe reforzar ese tipo de capacitaciones para salvaguardar vidas de sus habitantes, la incidencia estas inundaciones sigue siendo una alta preocupación que considera que es un problema inevitable frente a las catástrofes que se han venido presentando en el municipio de Santa María (*Fundación Empresarial para el Desarrollo de Santa María*). (2015).

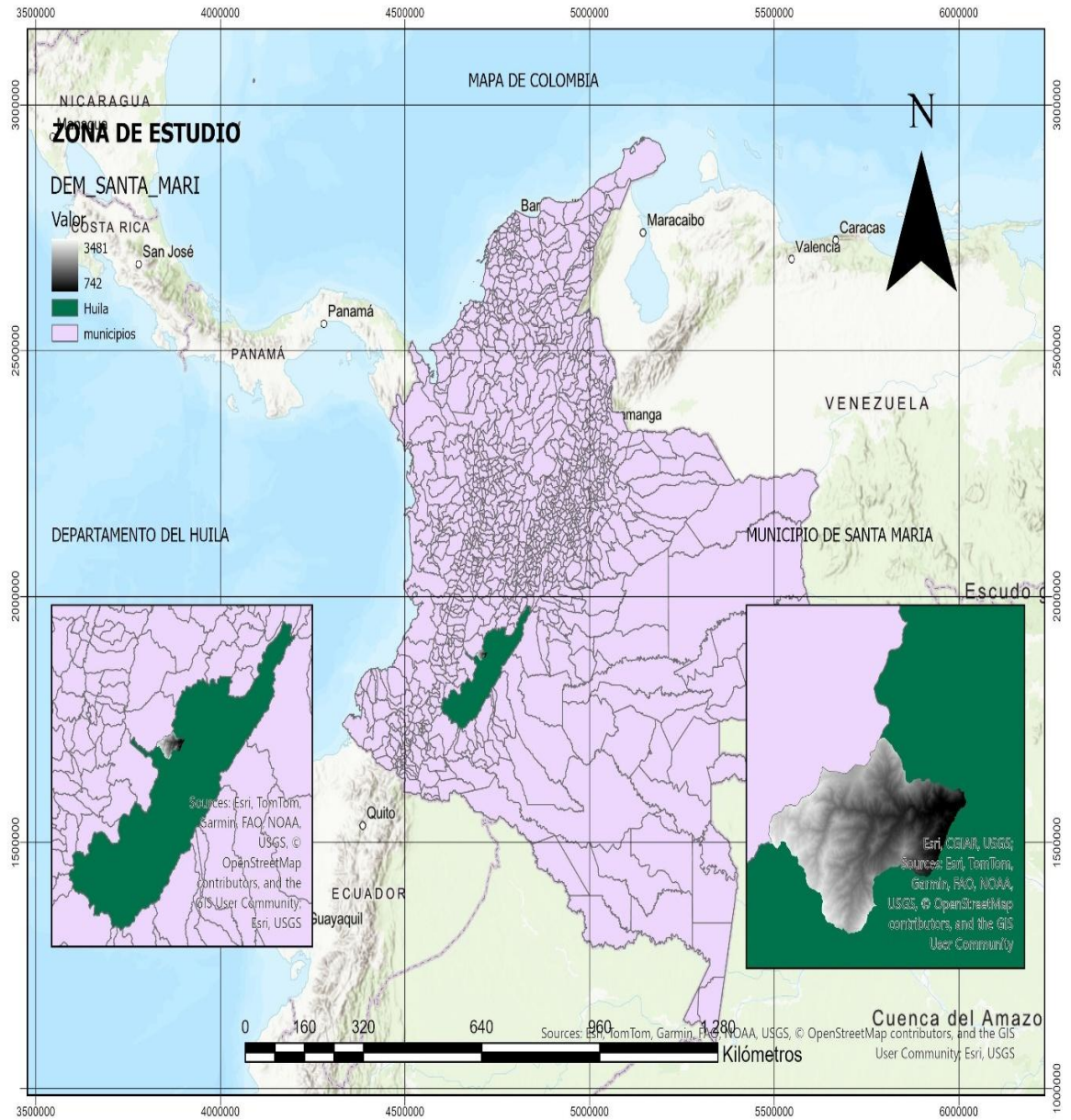


Figura 1. localización de la zona de estudio, el municipio de Santa María está ubicado en el departamento del Huila al occidente. Autoría propia
Autoría propia, ArcGIS pro-2025.

Diagrama de flujo

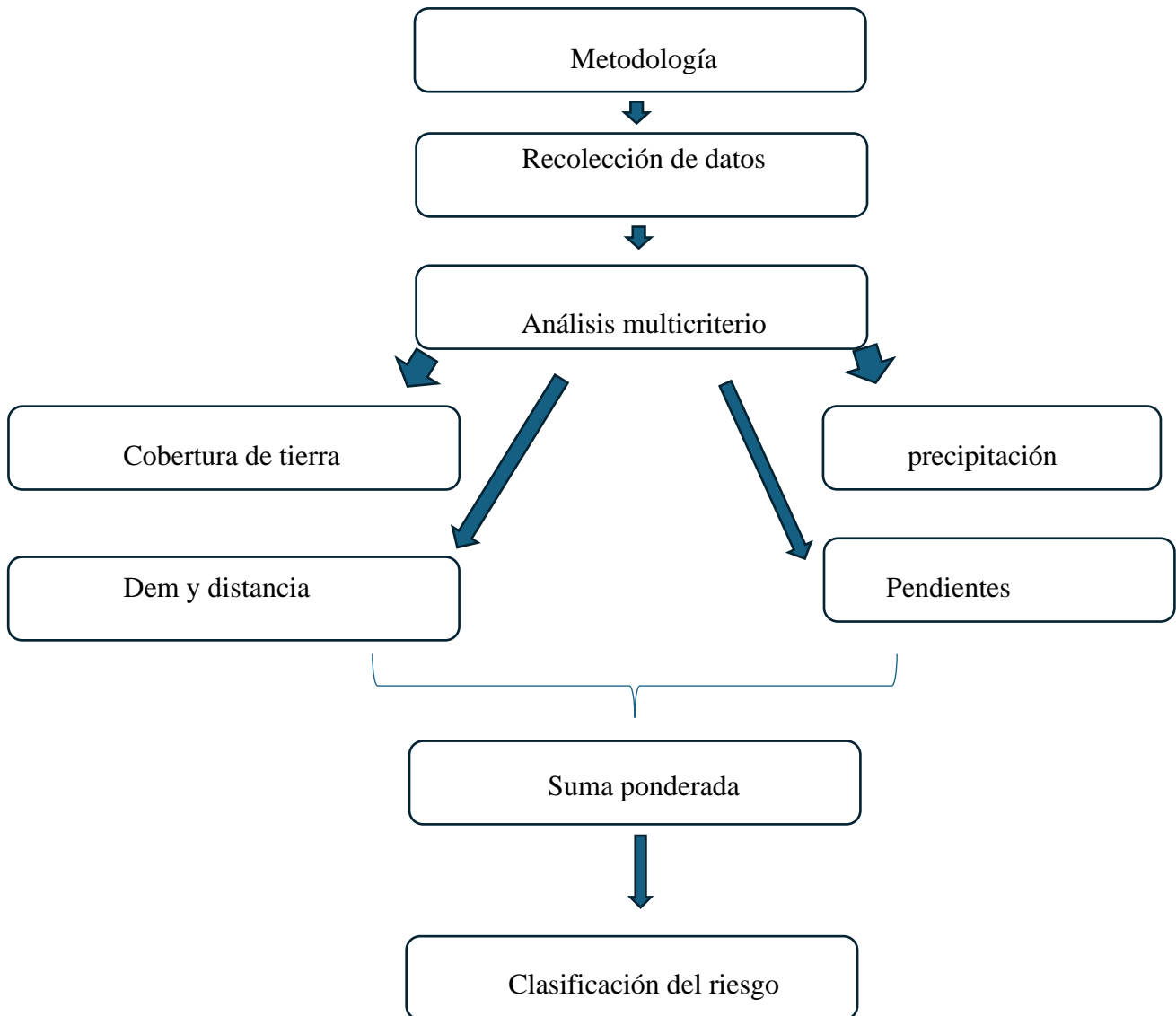


Figura 2. Diagrama de flujo metodología. Autoría propia

4. Metodología

Recolección y ejecución de los datos espaciales

En primera instancia el paso que debemos de iniciar consiste en la recopilación de todos los datos geoespaciales que necesitamos para tener información del suelo, precipitaciones, pendientes, modelo de elevación, cobertura de tierra, esto nos puede ayudar usar y evaluar a través de la fuente

satelital, y así facilitar el análisis del geo proceso en el aplicativo, para así poder tener los resultados finales.

Análisis de los geoprocesos

Todas las variables deben de ser analizadas, cómo la evaluación condicional, dirección del flujo, vínculo del flujo de agua, las pendientes, el DEM elevación digital terrestre, con estos recursos podemos realizar procesos para identificar todas las zonas dependientes montañosas, es correntías, lujo del agua, calcular las zonas buffer, hacer recortes, realizar procesos de polígonos a ráster, crear simbologías, disolver información acumulaciones de distancia, y reclasificar datos importantes para evaluar las acumulaciones del flujo de agua, y su riesgo de inundación.

Puesto que los procesos se hicieron de carácter individual iniciando o la clasificación del vectorial, sistema de elevación terrestre, drenajes dobles y sencillos, intercesión de las zonas buffer, disolución de datos, observación de diferencias energéticas, cálculo de áreas, acumulaciones del flujo, evaluación condicional, vínculo del curso de agua, clasificación del curso de agua, de curso de agua a entidad, ajustes de corrientes, identificación de cuencas hidrográficas a entidad, mucho más que procesos que nos pueden dar como resultado efectivo la acumulación efecto drenaje, realizando un mapa de inundación del riesgo.

Procedimientos de reclasificación de los geoprocesos

para obtener el análisis del riesgo de inundación de nuestro municipio de Santa María Huila tuvimos que realizar una homogeneización de todas las variables de las unidades de riego, realizando reclasificaciones de los ítems del modelo de elevación digital, distancia, pendientes, precipitaciones, cobertura de tierras, y a su vez determinar los riesgos entre bajo, muy bajo, medio, alto, y muy alto, estas características nos van a permitir observar la clasificación de los riesgos en el mapa temático final.

Suma ponderada de las reclasificaciones

En estas sumas ponderadas, puede clasificar, y es decir que todas las 5 reclasificaciones, se agrupan para obtener un solo mapa temático que nos indica claramente la inundación del riesgo del municipio de Santa María Huila.

Análisis multicriterio

Después de realizar todos los procesos en el aplicativo para el municipio de Santa María Huila, el análisis multicriterio nos permite observar diferentes capas de formación espacial, como el uso de la cobertura de tierras, las precipitaciones, modelos de elevación digital terrestre, pendientes, flujos de agua, el cual estas integraciones nos facilitan la evaluación, de todos los factores ambientales económicos y sociales y geográficos, donde podemos identificar todas las áreas para el determinado

procedimiento de la observación el riesgo en el municipio, gracias a esta herramienta pudimos sacar una suma ponderada y combinar todos y observar la importancia de del riesgo de inundación y crear un mapa temático que refleja toda la zona con estos riesgos significativos y poder crear una solución a los objetivos planeados.

Finalmente vamos a aplicar un análisis multicriterio sobre todo los resultados obtenidos, dónde se lograron tomar una decisión correctas y precisas para dar solución a las susceptibilidad del municipio, un ejemplo claro es donde se identifican los problemas primarios de riesgo de inundación que pueden afectar a las zonas agrícolas, a la comunidad y a las infraestructuras del, estos enfoques permiten balancear todos los intereses diversos que se pueden observar y considerar en las múltiples variables que fundamentan una gestión territorial eficiente en las particularidades de todo el municipio de Santa María.

Interpretación del geo proceso

La interpretación de los geo procesos después de realizar las reclasificaciones de inundación en el municipio de Santa María Huila utilizando este aplicativo, es un paso muy importante para obtener clasificar los riesgos más vulnerables de esta región, eso quiere decir que al realizar la reclasificación podemos asignar nuevos valores en las áreas de nuestro mapa temático y llamarlo cada uno por su nombre, donde nos permitirá identificar con mayor claridad las zonas críticas del municipio, este proceso dónde incluimos todas las variables lo debemos de analizar muy bien y sacar las posibles áreas de alto riesgo y muy alto riesgo, para tomar decisiones asertivas frente a la mitigación.

Una vez reclasificado el mapa con los geo procesos, nos ofrecen una información bastante valiosa para la planifica la mitigación, un ejemplo que podemos brindar es que en las capas adicionales que representan toda la infraestructura en los pueblos ni infraestructuras, las debemos evaluar para así no tener tanto daño en el momento, esta interpretación no solo es deficiente en el momento de tomar decisiones sino que también es importante para sensibilizar a la comunidad para evitar riesgos de inundación que causen grandes daños en la región.

5. Resultados

Mapas de Vulnerabilidad

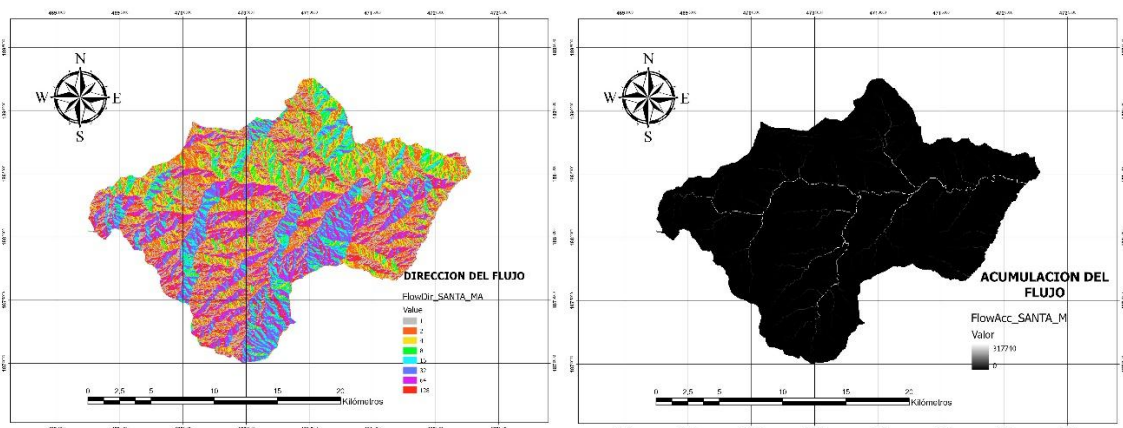
Estos mapas pueden presentarse visualmente en áreas que son Muy susceptibles al momento de las precipitaciones que pueden causar riesgos de inundación con la que pueden los cuerpos de agua realizar daños y catástrofes a las plantas, a la humanidad, y a la comunidad en general, como por ejemplo las pendientes, altitudes, las coberturas de tierra donde se muestra la urbanización y la zona agrícola, y todo lo que se llama infraestructura que son las carreteras y los puentes.

Zonas de riesgo

Estas zonas son las áreas que se reclasificaron en el aplicativo según el nivel de amenaza frente a la inundación, en donde se utiliza un enfoque multicriterio, el cual se crearon unos mapas que dividen los territorios según el bajo, medio y alto riesgo, este tipo de clasificación nos permite observar la gestión del territorio, y facilita que las autoridades pertinentes puedan identificar cuáles son las zonas donde se ven los enfocan los recursos para fortalecer las zonas más vulnerables que pueden identificadas como zonas de riesgo.

Mapas temáticos de riesgo de inundación

Este análisis se enfoca en evaluar cuáles son las inundaciones que pueden apestar directa o e sí todos los aspectos de cobertura de tierras que son urbanos y rurales, el cual pueden incluir, infraestructuras como, escuelas, hospitales, vías, casas y edificios, además podemos identificar todas las zonas que son susceptibles a las avalanchas y poder obtener Información para así no dar capacitaciones a aquellas personas que están cerca de la vulnerabilidad del riesgo.



*Figura 3. Imagen de dirección y acumulación de flujo del agua
Autoría propia, ArcGIS pro-2025.*

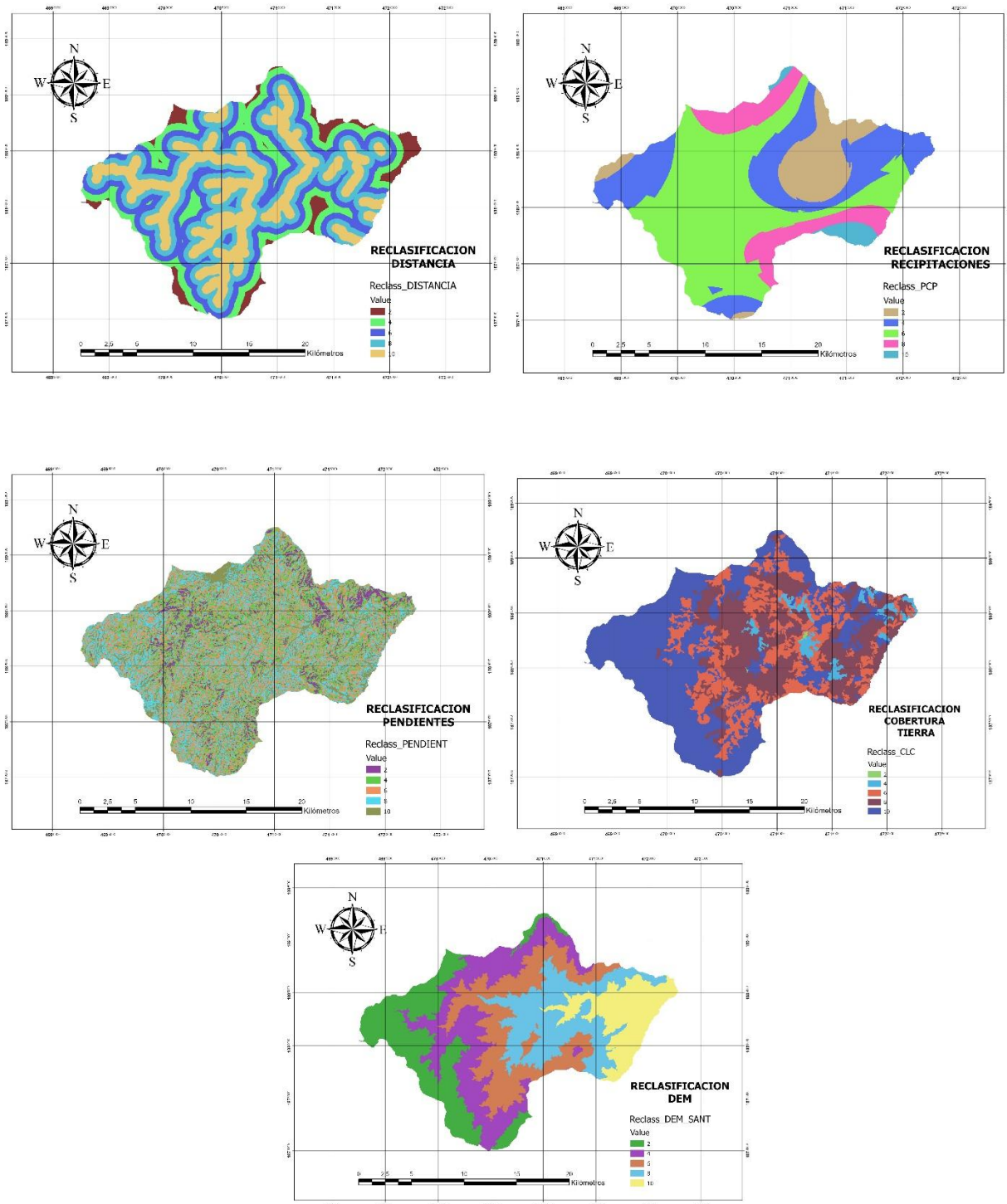


Figura 4. Reclasificaciones de capas, DEM, cobertura de tierras, precipitaciones, pendientes, distancia de cuencas

Autoría propia, ArcGIS pro-2025.

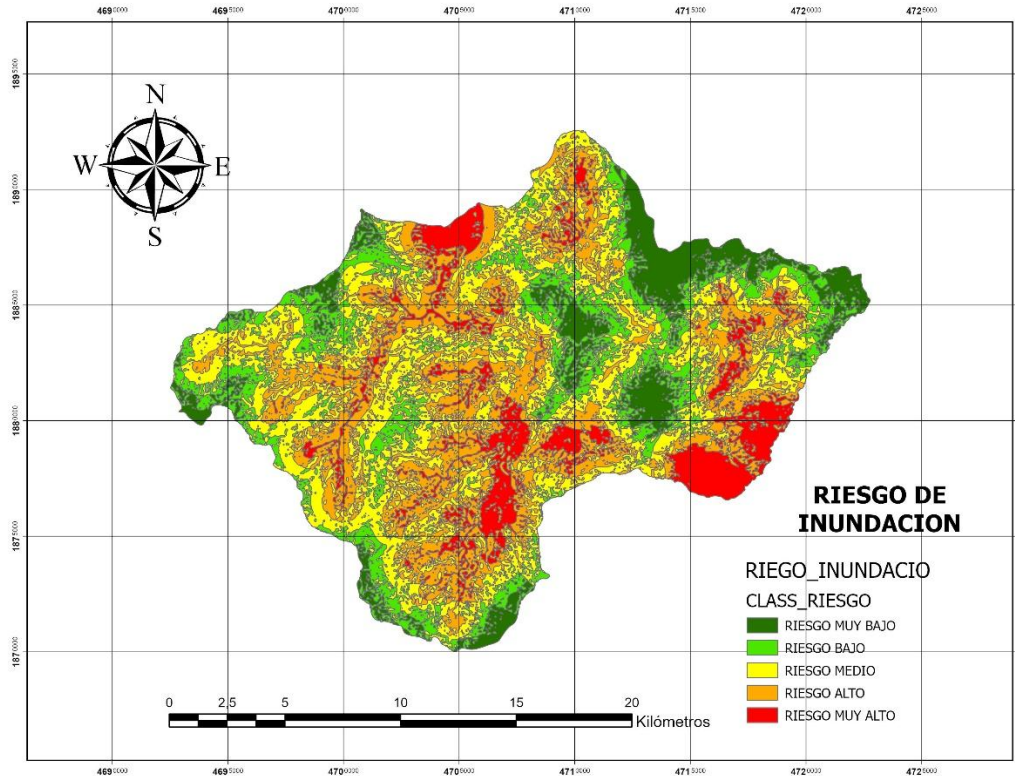


Figura 5. Riesgo de inundación. Autoría propia, aplicativo ArcGIS pro2025.

La figura anterior muestra la reclasificación de todos los geoprocесamientos mostrando las zonas de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto riesgo

Integración multicriterio

Esta integración multicriterio es la combinación de distintas capas, como cobertura de tierras, precipitaciones, modelo de elevación, precipitaciones y pendientes donde se puede observar el riesgo asociado frente a la inundación, esto quiere decir que pueden considerar los factores de la demografía, economía y el medio ambiente, teniendo un resultado de análisis muy completo donde nos permite realizar una toma de decisiones informadas y hacer una planificación urbana y rural, como por ejemplo, si reconocemos las áreas que tienen alta población vulnerable frente a este riesgo, un ejemplo claro es el conocer las áreas que tienen mucha población vulnerable, e informar a las autoridades pertinentes que capaciten, y concienticen a estas zonas vulnerables, no solamente es útil para los encargados de la planificación urbana, sino que posteriormente para poder educar a toda la comunidad, dándole valor educativo en la prevención del riesgo, y fomentar una cultura amable frente a esta prevención de desastres naturales.

Grafica de porcentaje de áreas comprometidas



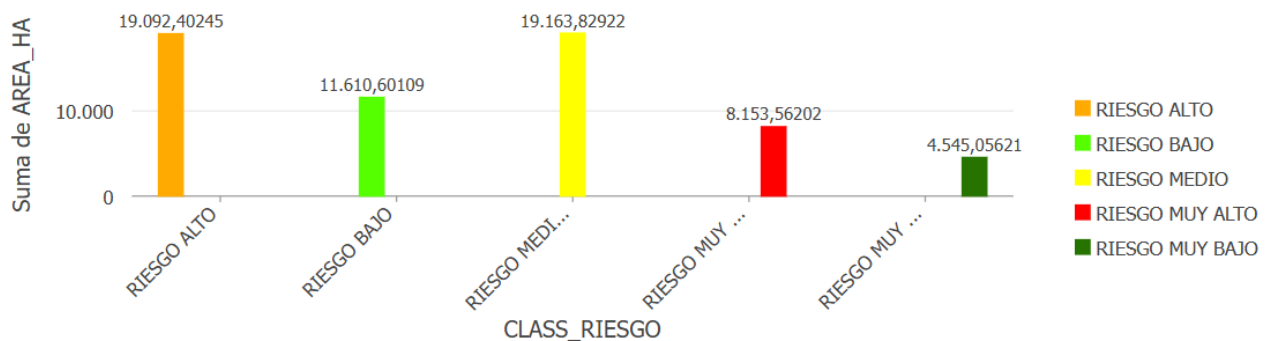
Grafica 1 Áreas asociadas a los niveles del riesgo Autoría propia, aplicativo ArcGIS pro2025.

En esta gráfica anterior podemos observar los porcentajes de riesgo de inundación el cual se clasifica de la siguiente forma, riesgo muy bajo con el 7%, riesgo bajo con el 18%, riesgo medio con el 30%, riesgo alto con el 30%, riesgo muy alto con el 13%, esto quiere decir que hay un 33% de riesgo alto.

Áreas con menor riesgo (bajo y muy bajo)

Para nosotros poder identificar las áreas de riesgos y poderlas clasificar tenemos una ganancia importante para la ejecución de la previsión del riesgo de inundación

Grafica de numero de área en has de riesgo



Grafica 2 Áreas asociadas en unidad de riesgo. Autoría propia, aplicativo ArcGIS pro2025.

En la gráfica anterior podemos ver que entre el riesgo muy alto y alto tenemos más de 27000 hectáreas.

6. Conclusiones

El geo proceso realizado en nuestro aplicativo geoespacial, para el análisis del riesgo de inundación del nuestro municipio de Santa María, nos ha permitido poder identificar y evaluar todas las áreas

que son vulnerables en este fenómeno natural que es el riesgo de inundación, a través del enfoque multicriterio hemos podido integrar diversas variables como lo son las pendientes del suelo, la cobertura, precipitaciones, que se han integrado a través del curso, esta metodología no solo nos proporciona un panorama más eficiente para las zonas de alto riesgo sino que también nos facilita en la toma de decisiones importantes para la preparación de la comunidad y planificación urbana del gestión del riesgo

la generación de mapas temáticos en nuestra zona de riesgos es fundamental la interpretación y poderlos también divulgar a las autoridades locales para que ellos unas estrategias de mitigación efectivas y permanentes, al nosotros conocer estas áreas muy afectadas podemos darle prioridad a las intervenciones de excursión y vías de drenaje, ya allí podemos realizar una intervenciones rápidas para poder mitigar el riesgo, además el análisis de impacto nos permite poder anticipar todas estas inundaciones pudiendo alertar a la comunidad para que esté preparada y segura frente a esta inundación.

Para cerrar podemos decir que el uso de la herramienta del aplicativo tiene un análisis multicriterio muy acertado en la zona de riesgo de inundación para nuestro municipio de Santa María Huila el uso de herramientas avanzadas nos facilita todo el ejercicio para poder prevenir el riesgo del municipio y evitar los desastres naturales, dónde también nos aporta que la prevención y la organización de nuestro entorno es muy importante frente a estas inundaciones.

Recomendaciones

Los procesos realizados en el aplicativo geoespacial para el municipio de Santa María Huila, son fundamentales para la formación la carrera de agronomía, una de las recomendaciones pueden hacer en el ejercicio de la integración de datos geográficos con información agronómica, como es el uso y la clasificación de los cultivos, hay pudiera analizar estos mapas temáticos puedo categorizar qué tipo de cultivos puedo sembrar en cada una, por el tema de la profundidad del suelo, altura, precipitaciones, entre otras.

Es fundamental realizar este tipo de análisis para ver la cantidad y la calidad de disponibilidad de agua del municipio de Santa María, dónde puedo realizar estudios sobre la localización de cada una de las fuentes hidrológicas, donde puedo combinar esta información con los datos y patrones meteorológicos respectivo a las necesidades de cada uno de los cultivos, para la gestión del agua y la agricultura.

Es importante considerar que todos los proyectos comunitarios que utilizan estos procesos que o espaciales para abordar este tipo de desafíos agrícolas, pueden participar en iniciativas que promuevan el uso de todas estas tecnologías geoespaciales que favorecen a todos los agricultores para tener una mejor oportunidad en la práctica de sus conocimientos en campo, esta relación no solo fortalece las habilidades técnicas, sino que permite comprender mejor los conocimientos de

las necesidades y las preocupaciones de cada agricultor según su región, lo que es crucial para desarrollar todas las soluciones agronómicas y tener mejor rendimiento en la calidad y tamaño de cada cultivo.

Referencias bibliográficas

Cabeza García, Pedro Manuel, Razo Cajas, Edgar Fernando, & Cajas Carrión, Ricardo Fernando. (2022). Caracterización de las PYMES del distrito metropolitano de Quito, mediante el sistema de Georeferenciación ArcGIS pro. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 280-290. Epub 02 de abril de 2022. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200280&lng=es&tlng=pt.

Espinoza-Ramírez, Abraham, Nakano, Mariko, Sánchez-Pérez, Gabriel, & Arista-Jalife, Antonio. (2018). Sistemas de Información Geográfica y su Análisis Aplicado en Zonas de Delincuencia en la Ciudad de México. *Información tecnológica*, 29(5), 235-244. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500235>

Maddio, Rafael Adrián, Dufilho, Ana Cecilia, & Gandini, Marcelo Luciano. (2023). Estimación de la recarga potencial de agua subterránea de un acuífero mediante teledetección y sistemas de información geográfica. *Revista de geología aplicada a la ingeniería y al ambiente*, (50), 67-80. <https://dx.doi.org/10.59069/24225703e006>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2011). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems of Risk*. Londres, Earthscan/Roma, FAO. www.fao.org/nr/solaw/solaw-home/en/.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. Santiago de Chile. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/292283/>

FEDY (Fundación Empresarial para el Desarrollo de Santa María). (2015). *Lineamientos para adelantar la revisión ordinaria de contenidos de largo plazo del PBOT de Yumbo*. Productos 1 y 2

diagnostico operativo del territorio & revisión y evaluación del PBOT de Yumbo.
<https://yumbo.gov.co/PlanDeOrdenamientoTerritorial/DOCUMENTOS%20POT/DIAGNOSTICO%20YUMBO%20POT.pdf>

Google Earth. (s. f.) Google Earth. (s. f.). Zona de estudio de la quebrada la Olga con Google Earth.
<https://www.google.com/intl/es/earth/>

Hernández Caballero, A. N., y Silva Herrera, Á. M. (2019). Formulación de estrategias para la gestión de la microcuenca Quebrada Mancilla a partir del cálculo del balance hídrico y el caudal ecológico en Facatativá, Cundinamarca [Tesis de pregrado, Universidad de Cundinamarca].
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2687/FORMULACION%20DE%20ESTRATEGIAS%20PARA%20LA%20GESTION%20DE%20LA%20MICROCUCENCA%20QUEBRADA%20MANCILLA%20A%20PARTIR%20DEL%20C%20C3%81L%20C2.pdf?sequence=1>

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2016). 3er Censo Nacional Agropecuario. Resultados. Tomo 2. (p. 719). <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-deresultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2- Resultados.pdf>

Departamento de Gestión Ambiental. (2009). Glosario de términos ambientales. Municipalidad de San José. (p.7).https://kipdf.com/glosario-de-terminosambientales_5ab6773f1723dd429c75f35b.html

Ospina Parra, Carlos Eduardo, Martínez Medrano, Juan Carlos, Contreras Valencia, Katia, & Tautiva Merchan, Luz Andrea. (2020). Análisis socioeconómico del cultivo de fríjol en Cundinamarca (Colombia), para la identificación de un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL). *RIVAR (Santiago)*, 7(21), 13-32. <https://dx.doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4622>

Pérez Rodríguez, César Arturo, Palacios García, Yenny Maritza, & Herrera Estrada, Juan Carlos. (2022). A precipitation analysis for predictive rain model in Zipaquirá, Cundinamarca. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 266-272. Epub 02 de abril de 2022. Recuperado en 17 de diciembre

de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200266&lng=es&tlng=en.

Tofiño Rivera Adriana P, Ortega Cuadros Mailen, Pedraza Claros Bertilda, Perdomo Ayola Sandra C, Moya Romero Diana Carolina. Efectividad de Beauveria bassiana (Baubassil®) sobre la garrapata común del ganado bovino Rhipicephalus microplus en el Departamento de la Guajira, Colombia. Rev. argent. microbiol. [Internet]. 2018 Dic [citado 2024 Dic 17]; 50(4): 426-430. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412018000400014&lng=es. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2017.10.005>.

González Camila, Cabrera Olga L., Munstermann Leonard E., Ferro Cristina. Distribución de los vectores de Leishmania infantum (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en Colombia. Biomédica [Internet]. 2006 Oct [cited 2024 Dec 17]; 26(Supl 1): 64-72. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572006000500009&lng=en.

Link acceso al video de sustentacion.

<https://youtu.be/UfCqjLxm8G8?si=TQApBZ3WMf7VehUj>