

Identificación del riesgo de inundación en el municipio de Sogamoso Boyacá a través de un análisis multicriterio integrado a un sistema de información geográfica

Loren Michael Velasco Coronado lmvelascoc@unadvirtual.edu.co

Lidia Milena Murillo López lmurillop@unadvirtual.edu.co

Jesús Albeiro Chocontá López jachocontal@unadvirtual.edu.co

Tutor: Yetfersson Arley Serrato Velosa yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

El propósito del estudio fue crear un mapa vectorial que muestre el riesgo de inundación, lo que facilita la identificación y el análisis de las áreas críticas para la planificación agroambiental en el municipio de Sogamoso Boyacá. La metodología utilizada se basa en un análisis multicriterio aplicado dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG), donde se combinaron factores físicos como la pendiente, el uso del suelo y la proximidad a cuerpos de agua. Esto permitió clasificar cualitativamente las áreas en diferentes categorías de riesgo: bajo, medio y alto. Los resultados permiten analizar las zonas con mayor riesgo, que comúnmente se encontraban en áreas de planicie y cercanas a cuerpos de agua, las cuales representan una amenaza considerable para las comunidades, las infraestructuras y los sistemas agropecuarios. Las zonas de menor riesgo se ubicaron en terrenos más elevados o en áreas con condiciones de drenaje más efectivas. Este análisis espacial permitió evaluar cómo se distribuyen las categorías de riesgo y su posible impacto en los ecosistemas y las actividades económicas. Este enfoque proporciona información crucial para la implementación de medidas de mitigación eficaces, contribuyendo a la reducción de vulnerabilidades y a la planificación de estrategias para un desarrollo sostenible en áreas que son propensas a inundaciones.

Palabras claves: Inundación, Riesgo, Áreas.

Introducción

Las inundaciones representan uno de los riesgos naturales más frecuentes y devastadores a nivel global, provocando impactos significativos en lo que respecta a pérdidas humanas, daños a la infraestructura, así como afectaciones a los ecosistemas y las actividades productivas. En Colombia, factores como el fenómeno de La Niña, el cambio climático y la ocupación inadecuada de áreas vulnerables han aumentado la frecuencia y gravedad de estas emergencias (Euscátegui et al., 2022).

De acuerdo con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), las inundaciones impactan anualmente a miles de familias, constituyendo un desafío prioritario para la planificación territorial y la sostenibilidad de los recursos naturales. Frente a esta situación, las herramientas de análisis espacial, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se han posicionado como aliadas fundamentales para la evaluación del riesgo de inundación. Estas tecnologías

permiten la integración de factores físicos, como el uso del suelo y las pendientes, con criterios socioeconómicos, promoviendo una gestión más eficiente del riesgo (Sedano et al 2013). El análisis se llevó a cabo en el municipio de Sogamoso, Boyacá, las actividades agrícolas y los asentamientos humanos exhiben diferentes niveles de vulnerabilidad ante las inundaciones. El objetivo de este proyecto es identificar áreas críticas de riesgo a través de la creación de un mapa vectorial de riesgo por inundación, empleando un enfoque multicriterio en SIG. Los resultados tienen como finalidad contribuir a la comprensión del impacto espacial de las inundaciones, facilitando la implementación de medidas de mitigación efectivas que reduzcan la vulnerabilidad en las comunidades locales y fomenten un desarrollo sostenible del territorio

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un mapa de riesgo por inundación en Sogamoso Boyacá, utilizando SIG y análisis multicriterio para identificar áreas vulnerables.

Objetivos específicos

- Reunir los datos espaciales necesarios para llevar a cabo el análisis del riesgo de inundación.
- Obtener la aplicación de (SIG) para evaluar las áreas de riesgo, por medio de variables como pendientes, uso del suelo y condiciones climáticas.
- Crear un mapa de riesgo por inundación que facilite la toma de decisiones en cuanto al ordenamiento

territorial y la planificación de medidas preventivas.

Identificación del caso de estudio

La ciudad de Sogamoso se encuentra situada en el centro Oriente de Colombia, pertenece al departamento de Boyacá, “se encuentra a 228,5 km al noreste de Bogotá, la capital del país, y a 75,8 km de Tunja, la capital del departamento.

Figura 1. *Ubicación del municipio de Sogamoso en el país.*



Fuente: *Página del municipio de Sogamoso*
<https://www.sogamoso-boyaca.gov.co/>

Posee una altitud de 2.569 m, tiene temperaturas promedio de 18 °C” (Portal Boyacá). Una precipitación promedio a 500 mm al año, por lo cual el caso de estudio el mes de abril fue seleccionado por mayor cantidad de precipitaciones, los riesgos de Inundación antes presentados según la Secretaria Local de Salud, (2015).

“Se registraron en las veredas Siatame desde el sector Alcaparral, La Playa, Altamizal, Tamarindo Juanito y el Recuerdo y sector Acacias y barrios

aledaños al río Monquirá en las veredas quebrada Honda, barrio Monquirá, en la Quebrada Venecia y barrios aledaños, Quebrada de las Torres, afectando parte del parque industrial, Quebrada el Caimán desde la Carrera 10 con calle 26 hacia el barrio la Pradera y el barrio José Antonio Galán. En la zona de Quebrada Honda y el Hatillo, se presentan filtraciones subterráneas de aguas lluvias las cuales han ocasionado movimientos en masa que pueden afectar en mediano plazo estructuras de educación y viviendas cercanas. (Secretaría local de salud, 2015)”

Metodología

Para el desarrollo y obtención del mapa de riesgo por inundación en la ciudad de Sogamoso se utilizó la plataforma geoespacial ArcGIS Pro y para realizar el análisis multicriterio se debe aplicar los factores *tabla 1* para determinar el riesgo de inundación del municipio de Sogamoso – Boyacá.

Tabla 1. *Criterios de análisis para riesgos de inundación*

Factor	Porcentaje
Modelo de elevación digital DEM	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierra (Land cover)	10%
Precipitación	35%
Distancia entre drenajes	30%
Total	100%

Nota: En esta tabla se observa las capas que se utilizaron y el porcentaje de influencia que se utilizó para el análisis multicriterio en el municipio de Sogamoso.

El proceso para la obtención de los factores o capas se muestran en la figura 2, ya que son los necesarios para el análisis multicriterio.

Después de obtener todas las cinco capas (figura 2), se procede a realizar el geoproceto de reclasificar con cada una de las capas (Capa DEM, capas pendientes, capa cobertura de tierra, capa precipitaciones y capa de distancia entre drenajes) de acuerdo a la tabla 2 con sus respectivos valores.

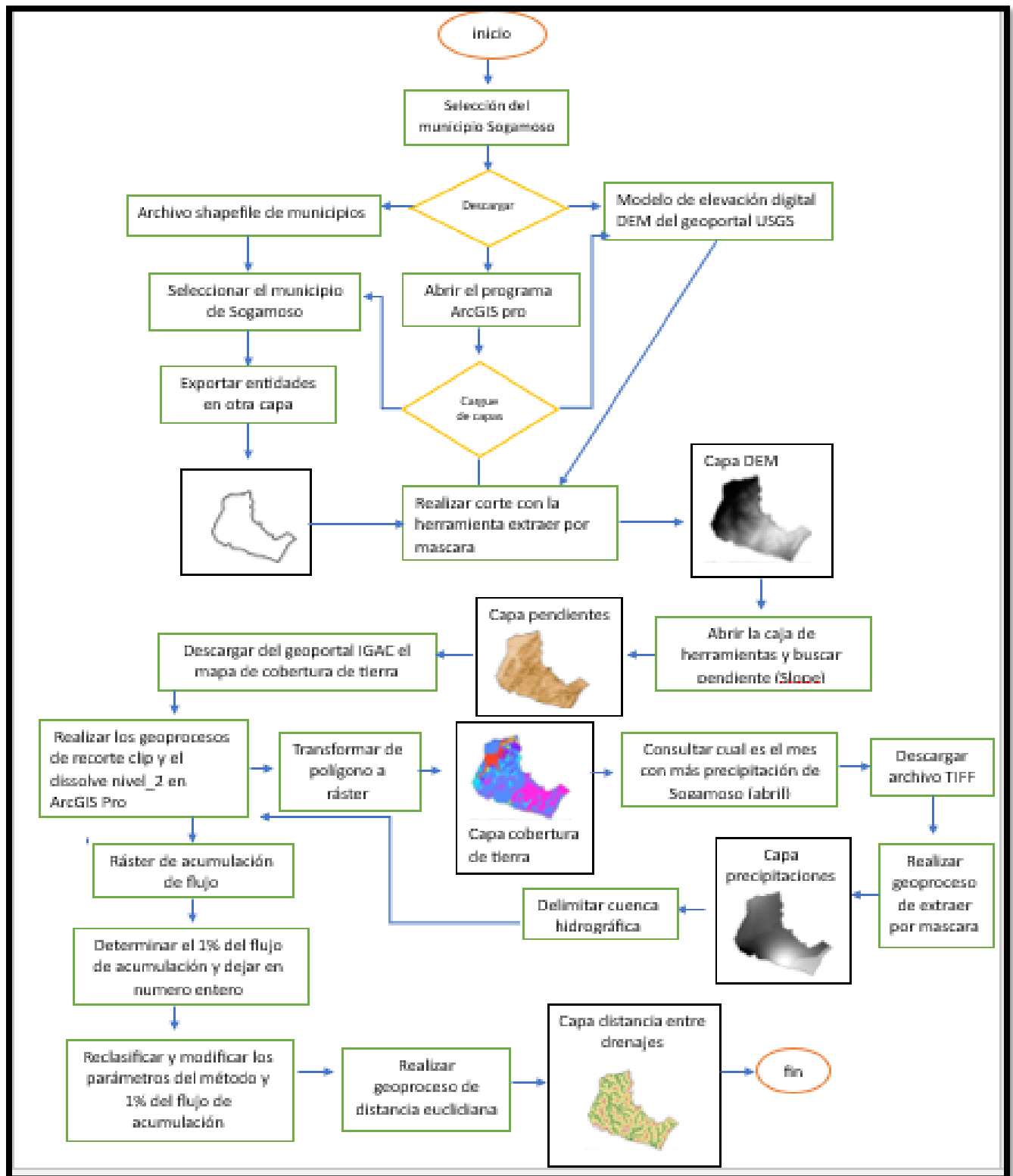
Tabla 2. *Clasificación cualitativa y cuantitativa*

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

Nota: en la tabla se muestra relación entre la descripción cualitativa del riesgo con el valor numérico

Con cada capa se realizó el mismo paso a paso con la herramienta del geoproceto reclasificar del programa ArcGIS Pro, en excepción de la capa de cobertura de tierra puesto que su clasificación es diferente ya que Sogamoso cuenta con zona industriales, urbanas, mineras, cultivos transitorios, permanentes entre otros lo cual se clasificó mediante la tabla 3

Figura 2. Flujograma del proceso en ArcGIS



Fuente: Autoría propia, 2024

Tabla 3. *Clasificación coberturas de suelo nivel _2*

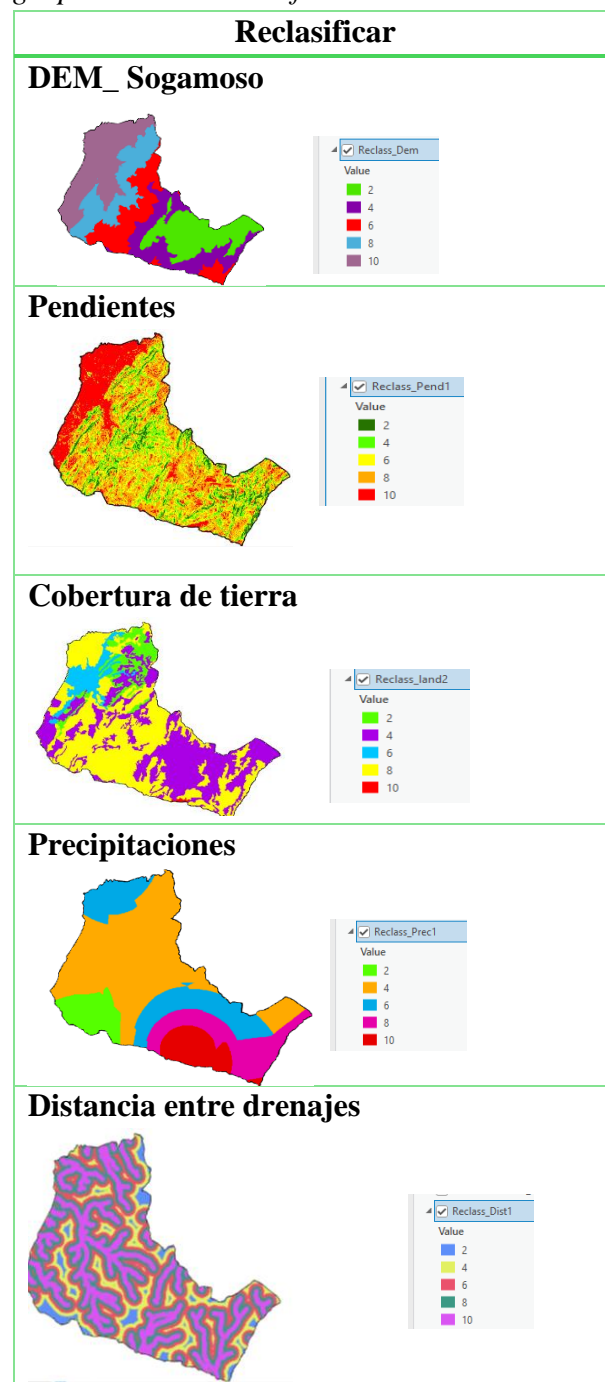
Corine Land Cover Nivel 2	Clasificación de valores
1.1. Zonas urbanizadas	6
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	2
1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	4
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	2
2.1. Cultivos transitorios	8
2.2. Cultivos permanentes	8
2.3. 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: Guía de actividades Fase 4 del diplomado SIGOAT 2024

Nota: la tabla muestra los valores sugeridos y utilizados en el proceso con la capa de cobertura de tierra

A continuación, se muestra en la tabla 4 como fue el resultado de hacer la reclasificación en el programa.

Tabla 4. *Resultados obtenidos con el geoproceto de reclasificar*



Fuente: Propia ,2024

Nota: En la tabla se observa las cinco capas con su respectiva leyenda mostrando la clasificación de la tabla 2.

Después de obtener la reclasificación tabla 4, se realizó la suma ponderada en función de los porcentajes tabla 1 con el geoproceto del programa ArcGIS Pro la cual se sumó las cinco capas con su porcentaje donde se reflejó la importancia de cada uno de ellos figura 3

Figura 3. *Suma pondera de las capas (Capa DEM, capas pendientes, capa cobertura de tierra, capa precipitaciones y capa de distancia entre drenajes del municipio de Sogamoso) en el programa ArcGIS Pro.*



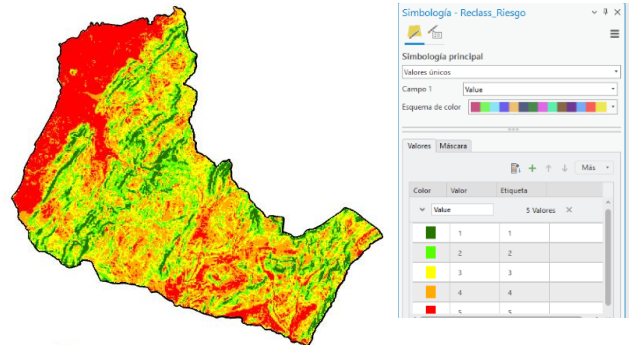
Fuente: Propia, 2024

Se realizó la última reclasificación de acuerdo a la tabla 5 y su resultado en la figura 4 con su respectiva leyenda

Tabla 5: Reclasificación cualitativa con valores y simbología utilizada.

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

Figura 4. *Mapa riesgo de inundación municipio de Sogamoso*

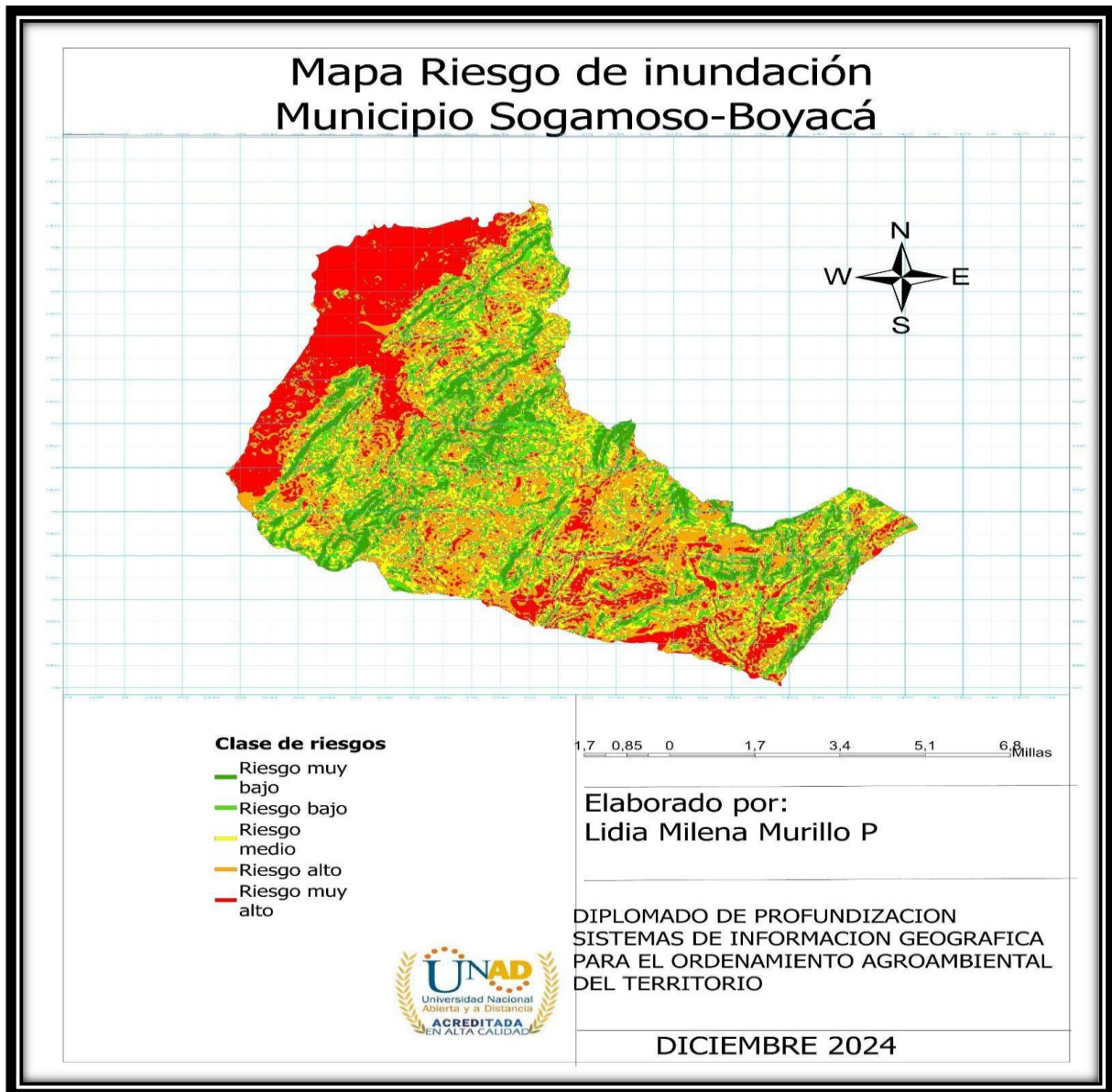


Fuente: Propia ,2024

Por último, se realizó un cálculo de geometría calculando el área en hectáreas del municipio de Sogamoso tabla 6 y siguiendo la simbología de colores de la tabla 4 , lo cual los resultados serán explicados mas adelante con detalle.

Resultados

Figura 5. Riesgo de inundación en el municipio de Sogamoso



Fuente: *Autoría propia*, 2024

Por medio del programa ARCGIS, se obtuvo las partes que se pueden ver afectadas por riesgo de inundación en la ciudad de Sogamoso Departamento de Boyacá, y por medio del análisis multicriterio se puede analizar que el color rojo representa la parte con un riesgo alto de inundación que abarca todo el centro y el valle de Sogamoso, el color naranja representa un riesgo medio alto con posible inundación, el color amarillo representa un riesgo medio, el color verde claro representa un riesgo medio bajo y el color verde oscuro representa un riesgo bajo en el cual hacen parte las pendientes más altas del municipio. Mediante el mapa se puede realizar un análisis en cuanto al riesgo por inundación en la ciudad de Sogamoso, por lo tanto, Sogamoso se encuentra en un riesgo alto de inundación lo cual genera los siguientes impactos.

Impacto ambiental: Como daño a ecosistemas, humedales, contaminaciones en fuentes hídricas y una degradación del suelo por erosión o sedimentación excesiva.

Impacto social: Principalmente a las personas que viven en las zonas de medio, alto y muy alto riesgo con posibles brotes de enfermedades por el agua estancadas como el dengue o pérdidas materiales como afectaciones en sus viviendas.

Impacto económico: Daños a cultivos del municipio y a la ganadería lo cual hace que se interrumpa estas actividades económicas lo cual genera una pérdida.

Impacto de la infraestructura: Con el gran riesgo de inundación que tiene Sogamoso se ve afectado las vías tanto las urbanas como las rurales debido a que el sistema de

alcantarillado falle cuando se presenta fuertes lluvias.

Tabla 6. *El área especificada en hectáreas clasificadas por riesgo de inundación en el municipio de Sogamoso*

Grid code	Riesgo de inundación	Area_ Ha
1	Riesgo muy bajo	1644
2	Riesgo bajo	3362
3	Riesgo medio	5471
4	Riesgo alto	5598
5	Riesgo muy alto	4486

Nota: *En esta tabla se puede observar que el área se determinó por hectáreas en el análisis*

En la tabla 6 se muestra la distribución más claramente de cuanto es el área en hectáreas (Ha) según los niveles de riesgo inundación del municipio de Sogamoso. A partir de estos datos se puede decir:

Riesgo muy bajo que comprende 1644 hectáreas que comprende la Ramada, Morca, Ombachita.

Riesgo bajo hay 3362 hectáreas dónde está Pilar y Ceibita, Mortiñal.

Los riesgos muy bajo y riesgo bajo suman en total 5.006 hectáreas, siendo menores con las áreas de medio y alto.

Riesgo medio con 5471 hectáreas se encuentra Pantanitos, Villita y Malpaso, Riesgo alto con 5598 hectáreas donde están las Cintas, las Cañas y Crucero.

En los riesgos medio y riesgo alto tienen las mayores áreas (5471 Ha y 5598 Ha) lo cual muestra que gran parte del municipio de Sogamoso enfrenta riesgos muy significativos de inundación.

Riesgo muy alto con 4486 hectáreas que comprende la zona urbana en los barrios Asodea, Provivienda, el Recreo, el Palomar, Universitario, y sectores como de Siatame y las Manitas, debido a que en estas zonas se encuentra el río Monquirá, río Chiquito y Venecia y quebradas de Torres y el Caimán. El riesgo muy alto demuestra que también son varias las zonas especialmente la urbana tiene alta vulnerabilidad de inundación y que es necesario de medidas de mitigación más urgentes para prevenir tanto a las personas como a las infraestructuras del municipio.

El municipio de Sogamoso se encuentra en ubicada en zona donde hay varios ríos como río Chicamocha o también llamado río grande con sus dos afluentes el río Monquirá y río Chiquito, el río Suárez y quebradas Cayumba, quebrada Aguas Clara; lo cual hace que en temporadas de lluvias estos cuerpos de agua se desborden y provocan las inundaciones.

Conclusiones

Se puede inferir que es fundamental considerar los factores que afectan variables como el riesgo por inundación, tales como la topografía, la ocupación del suelo y la cercanía a fuentes de agua, para llevar a cabo un análisis multicriterio. Se logró integrar estos datos al combinar variables fácticas y de valor, por lo que se proporcionó una perspectiva más amplia sobre el riesgo. El estudio reveló que la vulnerabilidad del municipio de Sogamoso se focaliza en zonas bajas del municipio y terrenos de menor altitud. Esto representa un gran riesgo de inundación, dentro de la ciudad y los alrededores donde se encuentran sistemas

productivo, dedicados a la ganadería y agricultura, los cuales se ven afectados, por los desbordamientos de los ríos y las inundaciones, convirtiéndose en pérdidas totales para los ganaderos y agricultores por lo tanto con la ayuda de la información geoespacial, se pueden realizar métodos de control y prevención, tales como: limpieza de ríos y caños, control de basuras, limpieza de zanjas, no obstruir el paso del agua en los afluentes, y un monitoreo constante por los ríos principales. Por último, este enfoque resalta la importancia de integrar técnicas de análisis multicriterio y sistemas de información geográfica para una gestión sostenible de riesgos ambientales y planificación territorial de los municipios.

Recomendaciones

Los sistemas de información geográfica son necesarias para transformar y hacer buen uso del territorio, por lo cual es este trabajo de análisis multicriterio se puede inferir que la ciudad de Sogamoso se encuentra una alta probabilidad de inundación, y por sus antecedentes anteriormente, se han presentado desbordamientos de los ríos e inundaciones, de lo cual deja grandes pérdidas económicas a los ciudadanos y cerca de la ciudad a ganaderos y agricultores, los cuales cuando ocurren desbordamientos las parcelas quedan totalmente inundadas, afectando las cosechas, por lo cual es recomendable que la gestión de riesgo perteneciente a la alcaldía de Sogamoso y junto con la gobernación de Boyacá, realicen una inspección en los lugares que frecuentemente suceden los desbordamientos y realicen soluciones inmediatas para disminuir este riesgo, también la comunidad a tomar conciencia y a no botar basura a los

ríos y alcantarillado puesto que esto es un factor de que se taponen los drenajes y se presentan estas situaciones adversas, también por la topografía plana con la que cuenta Iza, Firavitoba y Sogamoso es muy difícil que fluya el agua, lo cual hace que se acumule a lo largo del cauce y sufra desbordamiento e inundaciones, ya que los ríos que se desprende de los municipios aledaños como Tota, Cuitiva y Pesca, acumulan una gran cantidad de agua y los municipios que cuentan con una topografía plana sean afectados constantemente en épocas invernales.

Referencias bibliográficas

Euscátegui Collazos, C., Vanegas Ramos, M., Pérez Betancourt, J., & Martínez Rueda, S. (2022). Plan Nacional de Respuesta, segunda temporada de lluvias 2022 con influencia Fenómeno La Niña. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres: <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/PNC/PNR-2T-LLUVIAS-2022-VF.pdf>

Portal Boyacá. (s.f.). *Nuestras Provincias*. Sistema informático digital. <https://www.portalboyaca.com/municipios-sogamoso.php>

Secretaría local de salud. (2015). Análisis de situación de salud en el modelo de los determinantes sociales de salud. Municipio de Sogamoso 2015. Retrieved 12 04, 2024, from <https://www.boyaca.gov.co/secretaria-salud/wp-content/uploads/sites/67/2016/04/ima>

[ges Documentos asis 2015 asis-sogamoso-2015.pdf](#)

Sedano-Cruz, Karime, Carvajal-Escobar, Yesid, & Ávila Díaz, Álvaro Javier. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Luna Azul*, (37), 219-238. Retrieved December 13, 2024, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200014&lng=en&tlng=es.

Enlace de sustentación:
<https://youtu.be/CY3SbIyDySE>