

Análisis de riesgo de inundación con Sistemas de Información Geográfica en el municipio de Isnos Huila

Nory Cheyen Ordoñez Sapuyes, ncordonezsa@unadvirtual.edu.co

Johana Angelica Yagari Tamaniza, jayagarit@unadvirtua.edu.co

Yetfersson Arley Serrato Velosa, yetfersson.serrato@unad.edu.co

Resumen

Las inundaciones son consideradas niveles de agua sobresalientes de lo normal, esto se da por diferentes variantes como practicas humanas inadecuadas, destrucción de vida natural y/o precipitaciones. Colombia se ubica cerca de la línea ecuatorial lo que permite que el país tenga un clima trópico bimodal presentando dos estaciones secas y dos estaciones de lluvias, las estaciones lluviosas han representado una amenaza para las poblaciones, al ser un país en vía de desarrollo se carece de implementación de medidas para mitigar afectaciones que pueden provocar las inundaciones en época de lluvia. En el municipio de Isnos Huila se han presentado eventos naturales efecto de las precipitaciones que se dan, estos eventos han sido de menor impacto sin embargo surge la necesidad de evaluar y analizar los niveles de riesgo que tiene el municipio si se presenta un fenómeno natural de alto impacto, para la realización del análisis de riesgo por inundación se utilizó el sistema de información geográfica ArcGIS, su representación cartográfica junto con el proceso multicriterio permite el análisis e identificación de soluciones o métodos que ayuden a mitigar posibles eventos catastróficos.

Palabras claves: Precipitaciones, ordenamiento agroambiental, evaluación del riesgo.

Introducción

Las actividades humanas han ocasionado una alteración en los medios naturales, provocando que el ciclo natural presente cambios como lo es cambio climático, al presentarse un cambio climático se presenta un sinnfín de cambios naturales a nivel del suelo, agua y aire provocando fenómenos naturales que terminan afectando de manera directa e indirecta la vida humana. Las precipitaciones son un fenómeno natural, según la meteorología define las precipitaciones como “cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no virga, neblina ni rocío, que son formas de

condensación y no de precipitación” (De Aragon, s. f.).

Las precipitaciones hacen parte de los ciclos necesarios para la preservación de la vida, dentro de las precipitaciones tenemos la lluvia la cual cumple con el ciclo del agua, ciclo importante para el funcionamiento natural de la tierra en general. La problemática que se presenta referente a las precipitaciones es la descarga de agua en forma de lluvia de manera exhaustiva producto del cambio climático, este tipo de lluvia torrencial puede provocar inundaciones fluviales e inundaciones pluviales. “Aunque las inundaciones se pueden activar por las lluvias, es importante resaltar que hay casos donde ocurren por prácticas

humanas inadecuadas como construcción en zonas inundables, taponamiento de cauces, tala y quema de árboles en las cabeceras y zonas de ronda, ausencia o deficiencia de desagües o alcantarillado”. (UNGRD. S.f.)

El ordenamiento agroambiental juega un papel importante en la prevención de desastres naturales tal como se indica en la revista Tecnología y Ciencias de Agua, “la intensidad de precipitación o de los ciclones tropicales están siendo afectados por el cambio climático; pero también las políticas de desarrollo inadecuadas fomentan la urbanización no planeada de cuencas, o el estrechamiento de cauces de los ríos con puentes y otras obras, que reducen su capacidad de conducción”. (Arreguín et al., 2016)

El municipio de Isnos está ubicado en el departamento del Huila, Colombia, enfrenta riesgos significativos asociados a inundaciones, especialmente en áreas cercanas a sus principales fuentes hídricas, como los ríos Magdalena y Mazamorras. Estas inundaciones, provocadas por los fuertes cambios climático y el mal uso del suelo que afectan tanto los sistemas productivos agrícolas como la seguridad de sus habitantes. Según el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD).

A nivel local, algunas medidas de mitigación, como la construcción de sistemas de drenaje y la reforestación de zonas ribereñas, han buscado reducir los impactos de las inundaciones. No obstante, persisten desafíos relacionados con la identificación precisa de áreas críticas y la integración de esta información en el ordenamiento territorial. En este contexto, los sistemas de información geográfica (SIG) exponen como herramientas esenciales para analizar y mapear el riesgo, proporcionando datos que pueden guiar la toma de decisiones.

El objetivo es realizar un análisis del mapa de riesgo por inundación en Isnos mediante la herramienta ARGIS PRO, con énfasis en la identificación de áreas críticas. A través de este enfoque, se busca generar información relevante para el ordenamiento agroambiental del territorio.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el riesgo por inundación con el uso de sistemas de información geográfica en el municipio de Isnos, Huila, para la identificación de áreas críticas.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del territorio de Isnos, identificando las características geográficas, hidrológicas y de uso del suelo que influyen en la susceptibilidad a inundaciones.
- Elaborar un mapa de riesgo por inundación utilizando una metodología en SIG que integre factores con capas ráster y vectorial.
- Generar los respectivos análisis de las zonas críticas que permitan dar una orientación a estrategias de mitigación y ordenamiento agroambiental

Identificación del caso de estudio

El municipio de Isnos Huila está ubicado al Suroeste de Colombia, su posición geográfica es; Latitud Norte 1°56'26'', Longitud Occidental 76°14'26''. Cuenta con una extensión de 361 Km², su temperatura promedio es de 18°C, y se encuentra a 1700

msnm, presenta precipitaciones entre el mes de marzo – abril y octubre – noviembre siendo noviembre el mes con mayor precipitación de todo el año, la precipitación media anual es de 1.458 mm

Cuenta con una población de 28.550 habitantes en total, su zona urbana se conforma de 5862 habitantes y la zona rural se divide en 42 veredas, su economía se da en la agricultura siendo la producción de panela su producto estrella y por el cual es conocido como capital panelera del Huila, sus pisos térmicos permiten la producción de un sinnúmero de productos y se resalta el turismo por sus cascadas y parques naturales y arqueológicos que forman parte del patrimonio histórico de Colombia.

“La geográfica del municipio de Isnos es privilegiada por que se halla ubicado en la parte Noroccidental de Suramérica sobre la faja intertropical del mundo, en la cadena montañosa de los andes y específicamente sobre la importante estrella fluvial de Colombia que es la Biorregión del Macizo Colombiano que alberga gran parte de las riquezas en diversidad biológica y ecológica del planeta.” (Red Huila, 2018)

“El sistema hídrico del municipio está conformado por una amplia red, siendo los más importantes los ríos Magdalena, Bordonos y Mazamorras y las quebradas que surten los diferentes acueductos como Helechuzal, Banderas, Gallineros, La Negra y Guadualito” (Huila. S.f.).

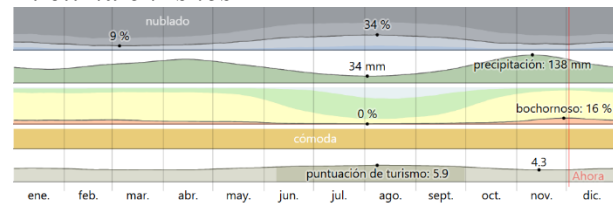
Metodología

El análisis se realizó mediante un enfoque metodológico y cuantitativo empleando ArcGIS y el análisis multicriterio el cual permite la combinación de varios factores geoespaciales para la creación de criterios y

finalmente medir la relación entre ellos y su importancia.

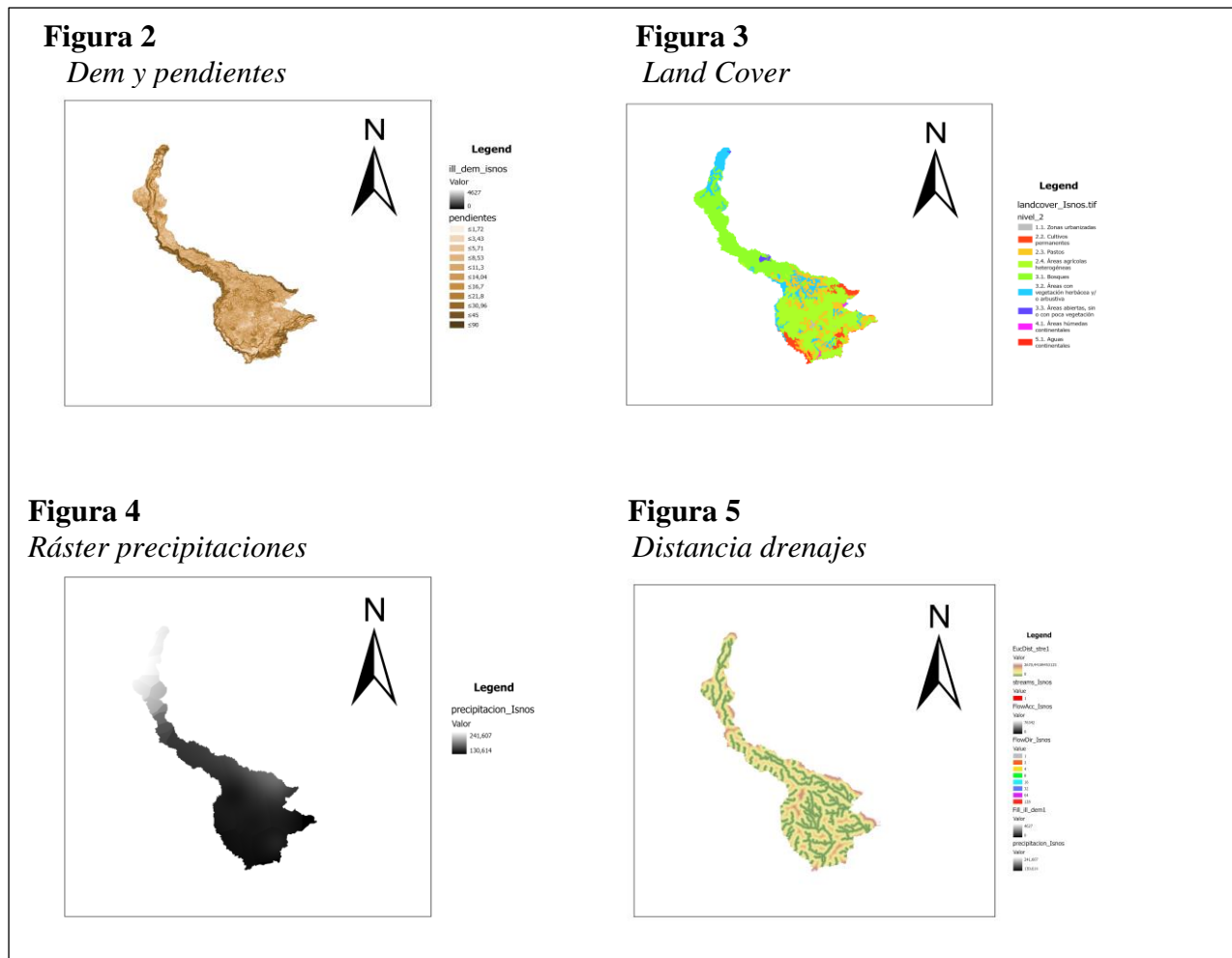
Principalmente se realizó la exportación de la capa dem_municipio y ráster pendientes (figura 2). Mediante el portal geo portal del IGAC se adquirió el shapefile del “Mapa de cobertura de la tierra. Corine Land Cover. República de Colombia en escala 1:100.000 periodo 2018” y se aplicaron los geoprocursos de recorte y disolver para el municipio de Isnos (figura 3). Isnos es un municipio que presenta varios meses con precipitaciones, sin embargo, el mes de noviembre es el que mayor precipitación presenta por lo cual para el análisis de riesgo por inundación del municipio de Isnos se escogió como referencia el mes de noviembre (figura 1)

Figura 1
El clima en Isnos



Fuente. WeatherSpark.com

Una vez identificado el mes de mayor precipitación se exportó la capa de precipitaciones y se aplicó los geoprocursos de extraer por máscara para generar el ráster para el municipio de Isnos (figura 4). Para la generación de la capa distancia entre drenajes se aplicó los geoprocursos de relleno (fill), dirección de flujo (Flow dir), acumulación de flujo (flowacc) (en la acumulación de flujo es importante el cambio de simbología por desviación típica), reclasificar y cambio de parámetros del primer valor por el número de mayor precipitación dividido 100 y el valor de 2 a 1, distancia euclidiana y configurar tamaño de celda 30. (figura 5).



Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Una vez obtenidas las anteriores capas se procede a reclasificar las capas Dem_municipio, pendientes, precipitación, cobertura de tierra y distancia de drenajes.

Reclasificar (reclasifica los valores de un ráster)

“En el cuadro de diálogo, las opciones Clasificar o Único del parámetro Reclasificación permiten generar una tabla de reasignación basada en los valores del ráster de entrada. La opción Clasificar abre un cuadro de diálogo y permite especificar uno de los métodos de clasificación de datos y un

número de clases. La opción Único rellenará la tabla de reasignación utilizando valores únicos del dataset de entrada”. (esri, S.f.)

Reclasificación dem_municipio (figura 6): se utilizó el geoproceto reclasificar y se cambiaron valores de 10 – 2, valores expuestos en (tabla 1).

Reclasificaciones pendientes (figura 7): se utilizó el geoproceto reclasificar y se cambiaron valores de 10-2, valores expuestos en (tabla 2).

Reclasificación precipitación (figura 8): se utilizó el geoproceso reclasificar y se cambiaron valores de 2 – 10, valores expuestos en (tabla 3)

Reclasificación coberturas de tierra (figura 9): se utilizó el geoproceso reclasificar y se cambiaron valores según el riesgo que pueden presentar por la presencia de corrientes, valores expuestos en (tabla 4)

Reclasificación distancia de drenajes (figura 10): se utilizó el geoproceso reclasificar y se cambiaron valores 10-2, valores expuestos en (tabla 5)

Figura 6
Reclasificación municipio

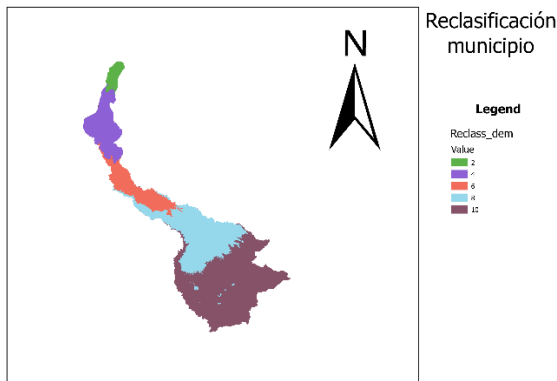


Figura 7
Reclasificación pendientes

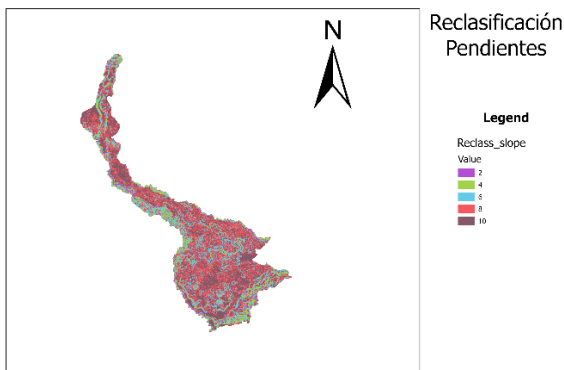


Figura 8
Reclasificación precipitación

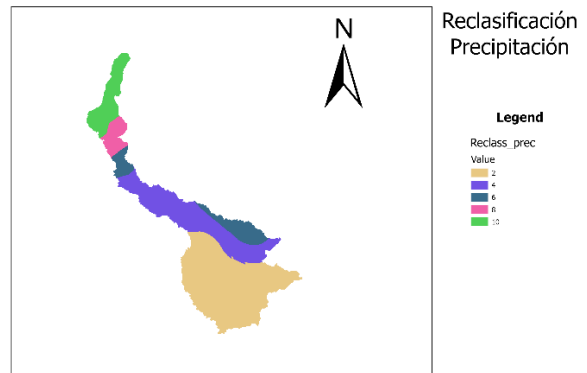


Figura 9
Reclasificación cobertura de tierras

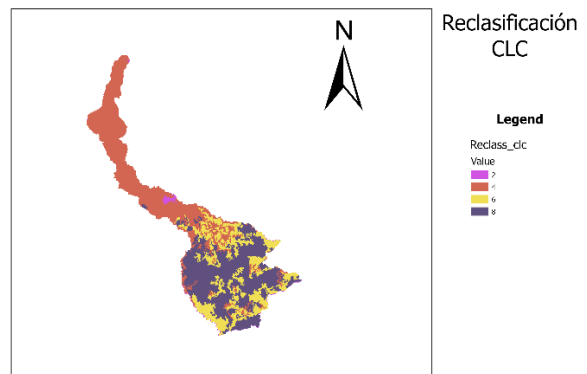
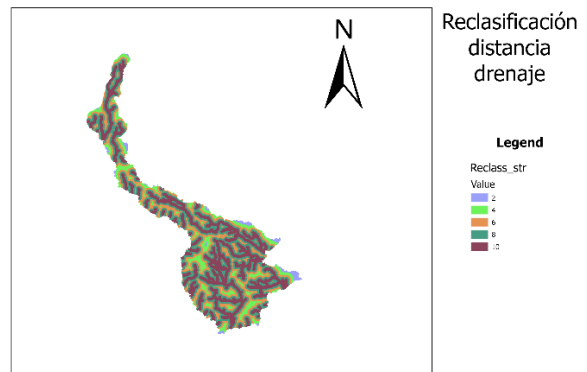


Figura 10
Reclasificación distancia drenajes



Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Tabla 1 <i>Valores municipio</i>			Tabla 2 <i>Valores pendientes</i>			Tabla 3 <i>Valores precipitación</i>		
Iniciar	Fin	Nuevo	Iniciar	Fin	Nuevo	Iniciar	Fin	Nuevo
0	1857	10	0	7,752455	10	130,613632	150,200726	2
1857	2333	8	7,752455	14,67429	8	150,200726	164,564594	4
2333	2903	6	14,67429	23,257365	6	164,564594	190,24545	6
2903	3536	4	23,257365	34,609174	4	190,24545	217,232113	8
3536	4627	2	34,609174	70,602715	2	217,232113	241,607162	10
NODATA	NODATA	NODATA	NODATA	NODATA	NODATA	NODATA	NODATA	NODATA

Tabla 4 <i>Valores cobertura de tierra</i>		Tabla 5 <i>Valores distancia drenajes</i>		
Valor	Nuevo	Iniciar	Fin	Nuevo
1.1. Zonas urbanizadas	8	0	240,863387	10
2.2. Cultivos permanentes	6	240,863387	502,671415	8
2.3. Pastos	6	502,671415	795,896408	6
2.4. Áreas agrícolas heterogé	4	795,896408	1256,678539	4
3.1. Bosques	8	1256,678539	2670,441895	2
3.2. Áreas con vegetación he	4	NODATA	NODATA	NODATA
3.3. Áreas abiertas, sin o con	4			
4.1. Áreas húmedas continer	8			
5.1. Aguas continentales	9			
NODATA	NODATA			

Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Para la obtención del mapa de riesgo de inundaciones se realiza una suma ponderada en la cual se combinan los datos de cada capa para dar un valor a cada criterio analizado (tabla 6)

Los criterios son evaluados según su relación con el evento natural estudiado, a cada criterio se le pondera un porcentaje según el nivel de importancia.




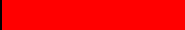
Tabla 6
Criterios de análisis

Factor	porcentaje
Modelo de elevación DEM	10%
Pendientes	15%
Cobertura de tierra	10%
Precipitación	35%
Distancia drenajes	30%
Total	100%

Fuente. Material de apoyo geoprocesos

El mapa de riesgo de inundación se realizó por medio del geoproceso suma ponderada, en la cual se incluyeron los cinco ráster obtenidos anteriormente con su porcentaje estipulado, para la interpretación del mapa se tiene en cuenta la siguiente (tabla 7)

Tabla 7
Clasificación de riesgo de inundación

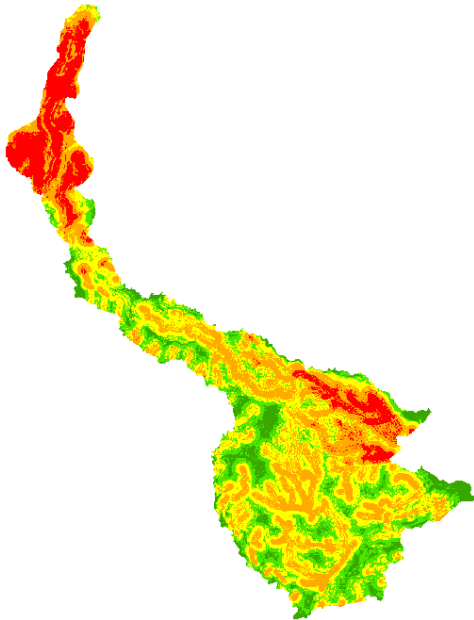
Clasificación cualitativa	valores	simbología
Riesgo muy bajo	1	
Riesgo bajo	2	
Riesgo medio	3	
Riesgo alto	4	
Riesgo muy alto	5	

Fuente. Material de apoyo geoprocesos

Obtención del mapa ráster (figura 11). Una vez obtenido el mapa se realizó la conversión a mapa vectorial por medio del geoproceto de ráster a polígono.

Figura 11

Mapa ráster



Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Resultados

Como resultado de todos los procesos y geoprocetos del análisis multicriterio se obtuvo los siguientes resultados: mapa vectorial final, tablas de atributos con las áreas específicas para la cual se tomó la unidad Km² y graficas. Cada resultado se detalla a continuación.

El análisis del mapa de riesgo por inundación en Isnos, Huila, permitió identificar la distribución espacial de las áreas clasificadas según cinco categorías cualitativas de riesgos: riesgo muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Este análisis integró datos topográficos, hidrológicos y de uso del suelo, y se realizó empleando herramientas (SIG), lo que facilitó la visualización precisa de las zonas críticas.

Distribución espacial del riesgo

De acuerdo con la clasificación cualitativa presentada en la (tabla 8), las áreas con **riesgo medio** abarcan la mayor extensión territorial (113.94 km²), Los resultados mostraron que

las áreas con **riesgo alto** y **muy alto**, que abarcan aproximadamente **151,46 km²** del municipio, están asociadas a zonas ribereñas del río Magdalena y sus afluentes, donde las dinámicas hídricas y la ocupación del suelo intensifican la exposición al riesgo. Por el contrario, las áreas clasificadas como de **riesgo muy bajo** y **bajo**, que representan **100,52 km²**, se localizan en sectores elevados y de menor susceptibilidad. Estas diferencias reflejan la influencia de las condiciones físicas y antrópicas en la distribución del riesgo, lo cual coincide con hallazgos previos en análisis de riesgo hidrológico en territorios rurales (Smith & Brown, 2020).

Esta distribución revela que las zonas con **riesgo alto** y **muy alto** se concentran principalmente en las cercanías de los ríos Magdalena y Mazamoras, donde las características topográficas y los caudales favorecen la susceptibilidad a inundaciones. Por el contrario, las áreas con **riesgo bajo** y **muy bajo** se ubican en zonas más elevadas, con pendientes pronunciadas y menor acumulación de agua superficial.

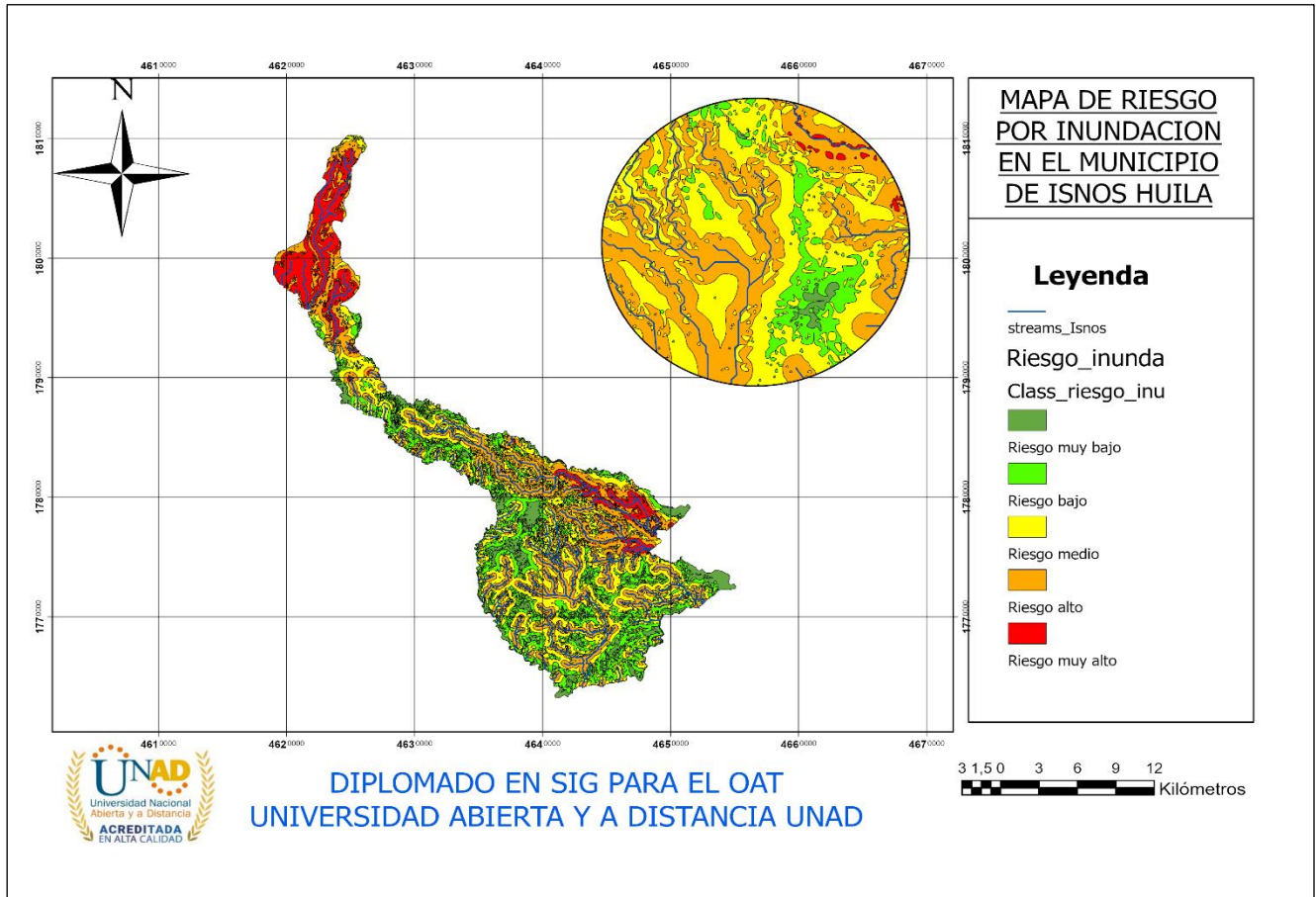
Tabla 8

Clasificación cualitativa del riesgo por inundación en Isnos.

gridcode	Class_riesgo_inundación	Area_km2
1	Riesgo muy bajo	28,8125261
2	Riesgo bajo	71,7131733
3	Riesgo medio	113,942341
4	Riesgo alto	105,329117
5	Riesgo muy alto	46,1313516

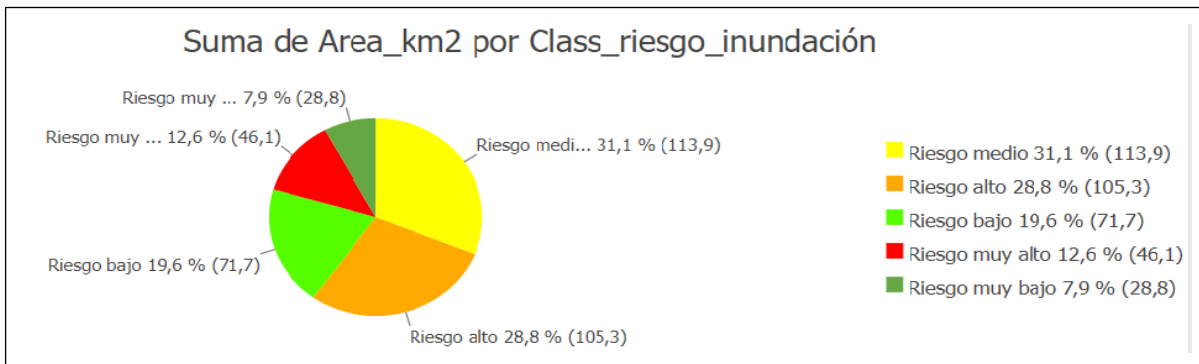
Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Figura 12
 Mapa de riesgo de inundación municipio de Isnos Huila



Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Figura 13
 Clasificación cualitativa en porcentaje del riesgo por inundación en Isnos



Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Análisis de áreas críticas

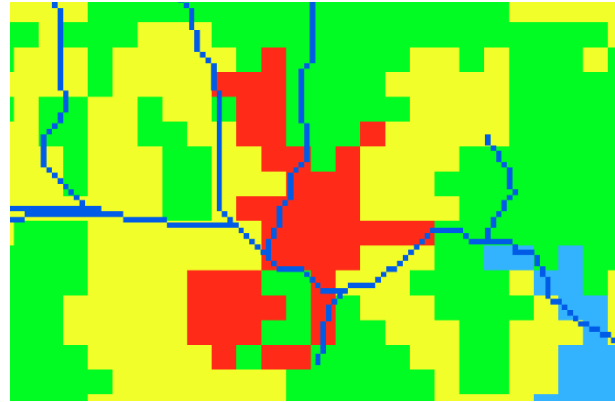
Las áreas críticas identificadas corresponden a las zonas con **riesgo muy alto**, las cuales se encuentran mayormente concentradas en el norte del municipio, donde los cursos de agua se combinan con usos agropecuarios intensivos y asentamientos humanos cercanos. Estas áreas representan una amenaza significativa para las comunidades, infraestructuras viales y sistemas productivos. Asimismo, los ecosistemas ribereños en estas zonas enfrentan riesgos elevados de degradación debido a la erosión y el anegamiento recurrente.

En contraste, las zonas con **riesgo muy bajo** se ubican principalmente en terrenos elevados al sur del municipio, donde las condiciones topográficas limitan la posibilidad de inundaciones. Aunque estas áreas tienen menor susceptibilidad, podrían servir como zonas de resguardo para actividades agropecuarias en caso de eventos extremos.

La zona urbana del municipio de Isnos Huila se encuentra en riesgo alto por las corrientes que se dan paso dentro de la urbanización (figura 14), estas corrientes se convierten en una problemática debido a que la comunidad ha asentado sus viviendas muy cerca de los afluentes no se evidencia las medidas preventivas de 30m y una alta precipitación ocasionaría que los afluentes se desborden ocasionando inundaciones a su paso. La zona roja corresponde a la zona urbanizada del municipio de Isnos y las líneas azules corresponde a las corrientes presentes en el municipio.

Figura 14

Zona urbana de Isnos



Fuente. Autoría propia, herramienta ArcGIS

Impacto potencial del riesgo

- **Infraestructura y comunidades:** Las zonas de riesgo alto y muy alto comprenden áreas cercanas a vías principales y asentamientos, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población en términos de acceso y habitabilidad durante eventos de inundación.
- **Sistemas agropecuarios:** Las áreas críticas incluyen terrenos dedicados al cultivo de café y entre otros cultivos, cuya productividad podría verse afectada por la pérdida de suelo y anegamiento.
- **Ecosistemas:** Las inundaciones recurrentes pueden alterar los ecosistemas riparios, afectando la biodiversidad y la capacidad de regulación hídrica de los ríos locales.

Conclusiones

Este trabajo constituyó la implementación de un sistema de información geográfica mediante el método de análisis multicriterio con el fin de aportar al ordenamiento agroambiental y la gestión del riesgo en el municipio de Isnos, el municipio es de extensión pequeña pero resalta su riqueza en biodiversidad, esto permite que dentro de su territorio pasen diferentes afluentes importantes no solo para el municipio si no para el país como lo es el paso del Río Magdalena y el Río Mazamorrás, la suma de las corrientes se convierten en una alerta para la comunidad, teniendo en cuenta sus niveles de precipitación, los afluentes pueden causar impactos negativos para el municipio en general. Con el análisis realizado se pudo determinar que el riesgo medio corresponde al 31,1% del área del municipio seguido con el riesgo alto con un porcentaje de 28,8% del cual hace parte el área urbanizada. el riesgo muy alto corresponde al 12,6% del área total, esta área en su mayoría pertenece a áreas boscosas y con vegetación herbáceas, estas áreas pertenecen al parque nacional natural Purace (PNNP).

Recomendaciones

Los fenómenos naturales se pueden presentar en cualquier momento, es importante priorizar buenas prácticas ambientales por parte de la comunidad y administración municipal, dentro de las prácticas se tiene:

Buena disposición de los residuos: esto garantiza que los canales de desagüe se encuentren limpios y libres de escombros, garantizando su buen funcionamiento.

Reforestación: la administración municipal debe garantizar el control de la deforestación y presentar programas de reforestación con el fin de recuperar áreas afectadas por la

deforestación, así como el cuidado y preservación de los parques naturales.

Conocer los riesgos: la administración municipal debe conocer los riesgos y las áreas más críticas para generar un boletín con los controles de gestión de riesgo que garantice la reducción del riesgo y el manejo adecuado en caso de presentarse un evento que altere la seguridad de la comunidad.

Referencias bibliográficas

- Arreguín-Cortés, FI, López-Pérez, M., & Marengo-Mogollón, H. (2016). Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VII (5), 5-13.
- De Aragon, G. (s. f.). ACCA: Atlas de Cambio Climático de las Américas. <https://idearagon.aragon.es/lib/IDEAragon/examples/ACCA/precipitacion>.
- Escamilla Rivera, V. I., Castro Campos, U., & Villalobos Zapata, G. J. (2020). Análisis de vulnerabilidad y gestión de riesgo por inundación en áreas de cuencas. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/11357>
- Esri inc, (2023). Herramientas de geoprocetos en ArcGIS Pro. Guía para la creación de modelos espaciales y análisis. <https://pro.arcgis.com>
- Huila, (s.f.). Isnos. <https://huila.com/isnos/>

Ministerio del ambiente, (2005). minam. Gob.
pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-
general-del-ambiente. pdf.
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/PUYANGO.pdf>

Presidencia consejo de ministros, (2014). Plan nacional de gestión del riesgo de desastres PLANAGERD 2014-2021.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28798>

Red Huila, (2018). Isnos.
<https://redhuila.com/isnos-2/>

Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastre, (s.f.) Inundaciones.
<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/inundaciones>

Zamora Saud, N., Pérez Sánchez, E., Carballo Cruz, V. R., & Galindo Alcántara, A. (2019). Dinámica de las terrazas fluviales en la subcuenca Grijalva-Villahermosa, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 71(3), 805-817.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-33222019000300805&script=sci_arttext

Enlace de sustentación:

<https://youtu.be/BMUTTFAXiA>