

## **Análisis e identificación de los lugares con riesgo de inundaciones en el municipio de Abejorral (Antioquia)**

Diana Carolina Echeverri Fernández

[dcecheverrif@unadvirtual.edu.co](mailto:dcecheverrif@unadvirtual.edu.co)

John Jaime Osorio Valencia

[jjosoriova@unadvirtual.edu.co](mailto:jjosoriova@unadvirtual.edu.co)

Deici Yoana Tobón Castrillón

[dytobonc@unadvirtual.edu.co](mailto:dytobonc@unadvirtual.edu.co)

Docente asesor: Yetfersson Arley Serrato Velosa

[yetfersson.serrato@unad.edu.co](mailto:yetfersson.serrato@unad.edu.co)

### **Resumen**

Este estudio tiene como objetivo identificar las áreas con mayor riesgo de inundación en el municipio de Abejorral mediante el uso de geoprocetos y herramientas de análisis espacial. La metodología empleada incluye la recopilación, procesamiento y análisis de datos geográficos, Estos datos permiten generar mapas de vulnerabilidad que destacan las zonas más propensas a sufrir inundaciones, considerando factores como la pendiente, la capacidad de infiltración del suelo y la cercanía a cuerpos de agua. Los resultados de este análisis proporcionan información clave para la toma de decisiones, facilitando la implementación de medidas de prevención y mitigación de riesgos. Además, se busca desarrollar planes de emergencia que reduzcan el impacto de futuros eventos, promoviendo la seguridad de la población y la protección de los recursos del municipio. Este enfoque combina herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con estrategias de gestión de riesgos, asegurando un manejo integral y basado en datos confiables.

**Palabras claves:** riesgo, inundación, análisis multicriterio

### **Introducción**

El punto de referencia para el presente trabajo es con el municipio de Abejorral, allí se han venido presentando problemas de inundaciones, causado principalmente por el alto nivel de riesgos que clasifica como categoría según los valores mostrando el comportamiento a través de los colores, donde

el grado de afectación varía entre el riesgo muy bajo hasta muy alto., esto es causado principalmente por los fuertes vientos, las condiciones atmosféricas arrojando como resultado la destrucción de la estructura y textura del suelo generando una reacción de fuertes erosiones o grandes grietas, ocasionando un gran impacto dado por los

cambios bruscos del clima, ambiental, estructural y principal factor la mano Humana en alterar el ecosistema.

La SIG es el sistema de información geográfica, una plataforma muy práctica donde arroja los resultados que demuestren la respectiva alternativa al mejoramiento de grandes estrategias de poder mitigar o recuperar el bienestar a la conservación de la biodiversidad, favoreciendo la puesta en marcha en la protección de los recursos hídricos-naturales, “la organización de rutas ecológicas y en la prevención a la conservación del suelo. además, protegiendo a las especies en hábitats de peligro y cuidado del ecosistema” Martín Ramos, B., & Martín Fernández, L. (2008). El principal problema es reducir el impacto ambiental, las inundaciones causadas por los altos índices de riesgos primordialmente en lugares donde presentan mayores problemas de desastres, tomando las respectivas medidas pertinentes, gracias a la plataforma de ArcGis podemos interactuar con los diferentes tipos de mapas dándole formas a cada capa., del cual se estructuran las medidas de control y así darle solución al mejoramiento de P.O.T del municipio de Abejorral.

Se toma como análisis la zona de riesgo a investigar para garantizarle una solución asertiva donde se especifique el área a calcular, el nivel de infraestructura, las unidades productivas y donde el grado de afectación no altere en gran manera el ambiente, como puntos se detallan las áreas de vida en el municipio de Abejorral, “de acuerdo con la clasificación de Holdridge (Espinal, 1992) las cuales son: precipitación, morfología, coberturas vegetales de especies en el área poblada, materiales superficiales, cuencas, estructuras geológicas, fallas cartográficas terminando en sismos”., lo que se evidencia en gran manera la

vulnerabilidad o al desastre. La implementación de los sistemas de información y gestión agroambiental simplifica el análisis del suelo y su topografía mediante la creación de mapas exactos con la formación de capas de los mismos y las características de cada conformación de los subsuelos, lo que resulta vital para identificar áreas apropiadas para diferentes tipos de cultivos y prácticas agrícolas. Por lo tanto, el municipio de Abejorral actualmente dispone de un plan municipal de desarrollo y el cual han hecho un gran avance de forma significativa al plan de riesgos de Desastres (PMGRD) en 2015, donde fue reportado en el año 2015. “Administración del riesgo de catástrofes del 2015 y mapas diseñados en la etapa de diagnóstico del EOT (2018), “en estos se encuentran las zonas de altas amenazas, como señala la ley 1523 del 2012”, Jaramillo Montoya, M. (2020).

## **Objetivos**

### **General**

Analizar e identificar las zonas del municipio de Abejorral con mayores riesgos de inundación, con el propósito de diseñar e implementar estrategias de prevención orientadas a reducir la vulnerabilidad de la población, los ecosistemas y las infraestructuras locales.

### **Específicos**

\*Caracterizar las zonas de Abejorral con mayor susceptibilidad a inundaciones, considerando factores de topografía y no hidrografía

\* Aplicar un análisis multicriterio para identificar y priorizar las zonas del municipio de Abejorral con mayores riesgos de

inundación, integrando factores físicos, ambientales.

\*Identificar las comunidades más vulnerables a las inundaciones en Abejorral, considerando factores socioeconómicos y de acceso a servicios básicos.

### **Identificación del caso de estudio**

Este trabajo se llevó a cabo en el municipio de Abejorral, lo que nos permite afirmar lo siguiente:

El municipio de Abejorral se encuentra localizado en la subregión oriente. Está ubicada en la frontera norte con los municipios de Montebello, La Ceja y La Unión, en la frontera oriental con el municipio de Sonsón, en la frontera sur con el departamento de Caldas y en la frontera occidental con las localidades de Santa Bárbara y Montebello. Abejorral se fundó en 1811 mediante un decreto del gobierno, constituyendo un paso obligatorio de los caminos nacionales, que iban desde Antioquia grande, cruzando la cordillera central hasta Mariquita en el departamento de Tolima. Por lo tanto, se originó uno de los fenómenos de colonización más relevantes, llevado a cabo por los Abejorraleños de los departamentos de Caldas, el Norte del Valle del Cauca y el Tolima. De acuerdo con la tradición, el nombre de Abejorral se deriva de las picaduras de abejorros que sufrieron el maestro José Antonio y sus colonos durante el evento de traslado del antiguo asentamiento al actual poblado. Al ser picados por estos insectos, inmediatamente el Maestro exclamó: "Es un abejorral." (Sección Fiscal de Antioquia. sf). "Está situado a 2125 msnm, dispone de dos corregimientos, 68 veredas y dos colectivos de comunidad indígena". (Administración Municipal de Antioquia. 2020).

Por lo general, el clima del oriente de Antioquia es frío, húmedo y tropical. La temperatura oscila entre 16 y 20°C; exhibe un ciclo de precipitaciones de 1000 a 4000 mm anuales, con dos épocas lluviosas en abril-mayo y octubre-noviembre, y un período seco entre enero-marzo y julio-septiembre, aunque estos datos pueden fluctuar considerablemente. (CORNARE. 2011).

Abejorral es un municipio que cuenta con una población de 6.765 residentes en el área urbana y 12.331 en el área rural, lo que lo hace un territorio en su mayoría rural. El sábado es el día de mercado, donde los agricultores extraen los productos que han cultivado en sus propiedades para la venta a nivel local y regional. La variedad climática del municipio hace que cada alimento producido sea de gran beneficio para la zona. Se cultivan en este lugar productos como el maíz, frijoles, plátano, cacao, tomate y frutas como mango, mandarina, guanábana, granadilla, entre otros. Muchos de estos productos son de exportación. El café se sitúa en el primer sector de la economía del municipio. Abejorral es el mayor productor en la región oriental de Antioquia, con 3.556 hectáreas de cultivo. La producción láctea alcanza los 60.000 litros diarios, posee 36.000 hectáreas de pastizales y se sitúa en el segundo sector de la economía local.

Abejorral es el cuarto municipio de Antioquia con la mayor cantidad de terrenos certificados en buenas prácticas de cultivo de aguacate para exportación, representando este sector el tercer sector económico. Aunque en menor medida, la floricultura también forma parte de la economía de Abejorral, proporcionando mejores condiciones de vida a sus habitantes.



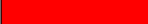
(Administración Municipal de Abejorral, 2020).

### Metodología

Para llegar al análisis multicriterio realizamos una serie de pasos donde es necesario aplicar diferentes fases a las capas ráster para obtener como resultado final un mapa donde se puede evidenciar los diferentes niveles de riesgo por inundación para el municipio de Abejorral, clasificándolos así:

#### Figura 1

*Clasificación por colores de los riesgos por inundación.*

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

Fuente: Guía de la actividad.

A continuación, se describen los pasos aplicados en la actividad para obtención del análisis multicriterio:

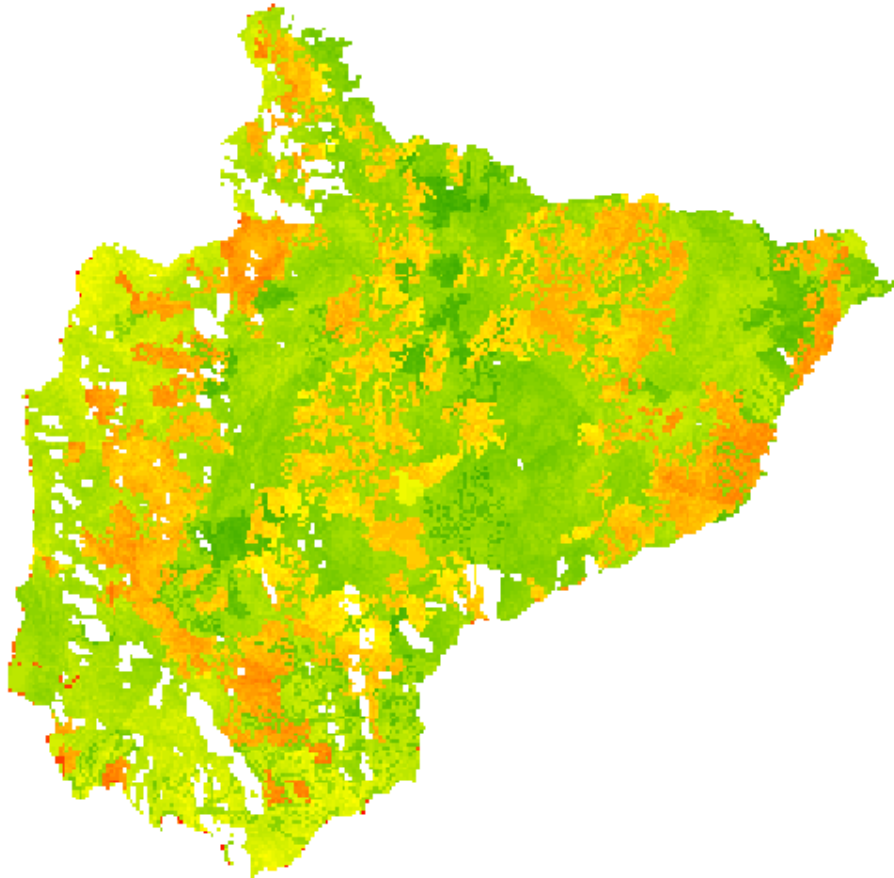
- ✓ Cargue en el software ArcGis de la capa cobertura de tierras (Land Cover) de los departamentos de Antioquia y chocó.
- ✓ Recorte del municipio de Abejorral sobre la capa anterior.
- ✓ Posterior a este recorte realizamos el proceso de disolver en nivel 2 y está capa la convertimos de polígono a ráster.
- ✓ Se ejecuta la capa de precipitaciones basándonos por el departamento de Antioquia donde uno de los principales meses de lluvias es el mes de octubre,

en este punto efectuamos una extracción por mascara para tomar el municipio de Abejorral.

- ✓ En el siguiente paso debemos retomar el modelamiento de riesgo por inundación, tomamos como base el DEM de Abejorral para delimitar una cuenca hidrográfica hasta obtener el ráster de acumulación de flujo del municipio.
- ✓ Efectuamos una reclasificación del DEM del municipio con el objetivo de organizar los valores que nos indican la información cualitativa de los niveles de los riesgos.
- ✓ Estos pasos de reclasificación procedemos a realizarlos en las diferentes capas como lo es en la de pendientes con el ánimo de identificar cuáles son las de mayor riesgo que este caso serían las zonas planas, en la capa de precipitaciones para identificar allí las intensidades, cobertura de tierras asignando un nivel de riesgo a las coberturas de suelo obtenidas en este municipio, de las cuales encontramos bosques, pastos, zonas urbanizadas, cultivos permanentes, entre otros, reclasificación de drenajes para evidenciar distancias entre estos, entre más cercanos mayor será la probabilidad del riesgo.
- ✓ Como paso final se ejecuta la suma ponderada de las anteriores reclasificaciones efectuadas y como resultado el mapa de riesgo por inundaciones.

**Figura 2**

*Resultado obtenido mapa del riesgo por inundación*



Fuente: Propia, 2024

Ejecutamos la reclasificación de este mapa ajustando en la simbología los colores con base a la tabla de la imagen 1. Y obtenemos el siguiente resultado.

**Resultados**

En el mapa de riesgo de inundación se puede observar con base a los colores que las zonas de color amarillo riesgo medio nivel 3, naranja riesgo alto con valor 4 y el rojo riesgo muy alto valor 5 que están muy distribuidos por

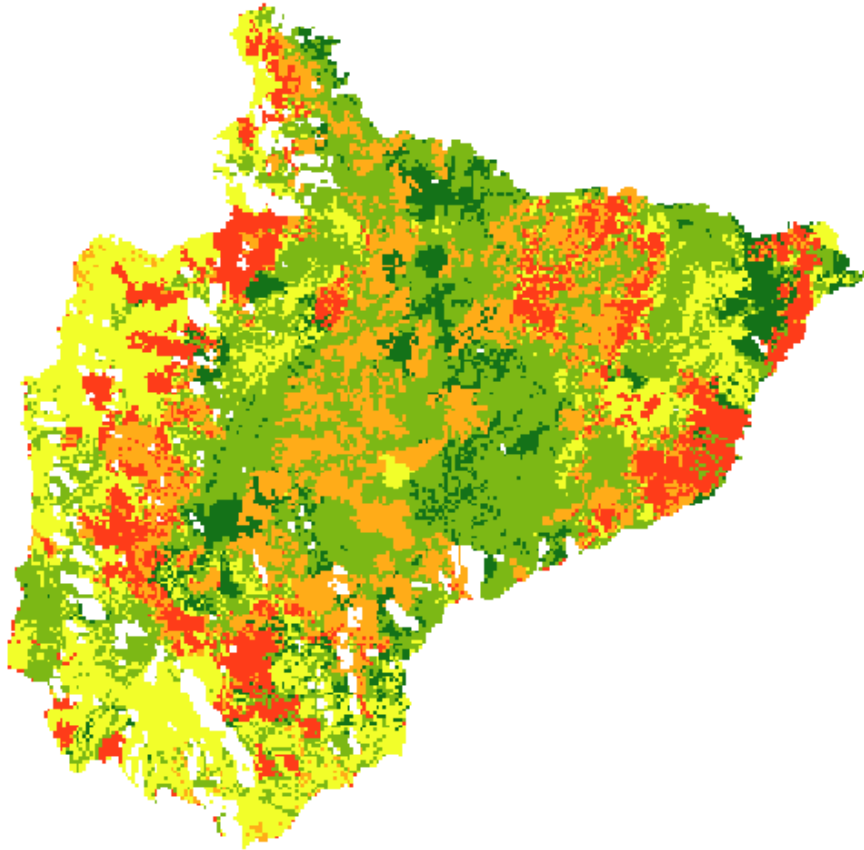
diferentes partes del municipio. En la zona del oeste y el sur se encuentran estos 3 riesgos esto se debe a que por esta zona se encuentran los dos ríos principales del municipio, por el oeste está el río buey y por el sur el río arma.

Entre la zona centro, zona del norte y zona este encontramos más distribuido el color verde claro que es el nivel de riesgo bajo con valor de riesgo 2, allí encontramos las siguientes veredas, quebrada negra, la cordillera, la labor, quebradona arriba, quebradona abajo, carrizales, en las zonas de riesgo muy bajo que

es el color verde oscuro que representa el 8% indica que solo un porcentaje muy bajo del

*Mapa de riesgos por inundación del municipio de Abejorral con la escala de colores solicitada en la guía*

**Figura 3**



Fuente: Propia, 2024

municipio se encuentra con posibilidades mínimas de riesgo de inundación, podemos decir que solo 3990 ha se encuentran libres del peligro.

En la figura 4 se puede observar el mapa de Abejorral con las clases de riesgo de inundación donde 1 representa nivel de riesgo muy bajo, identificándolo con el color verde oscuro, las cuales son pocas, el color verde claro es el nivel de riesgo 2 identificado cualitativamente como

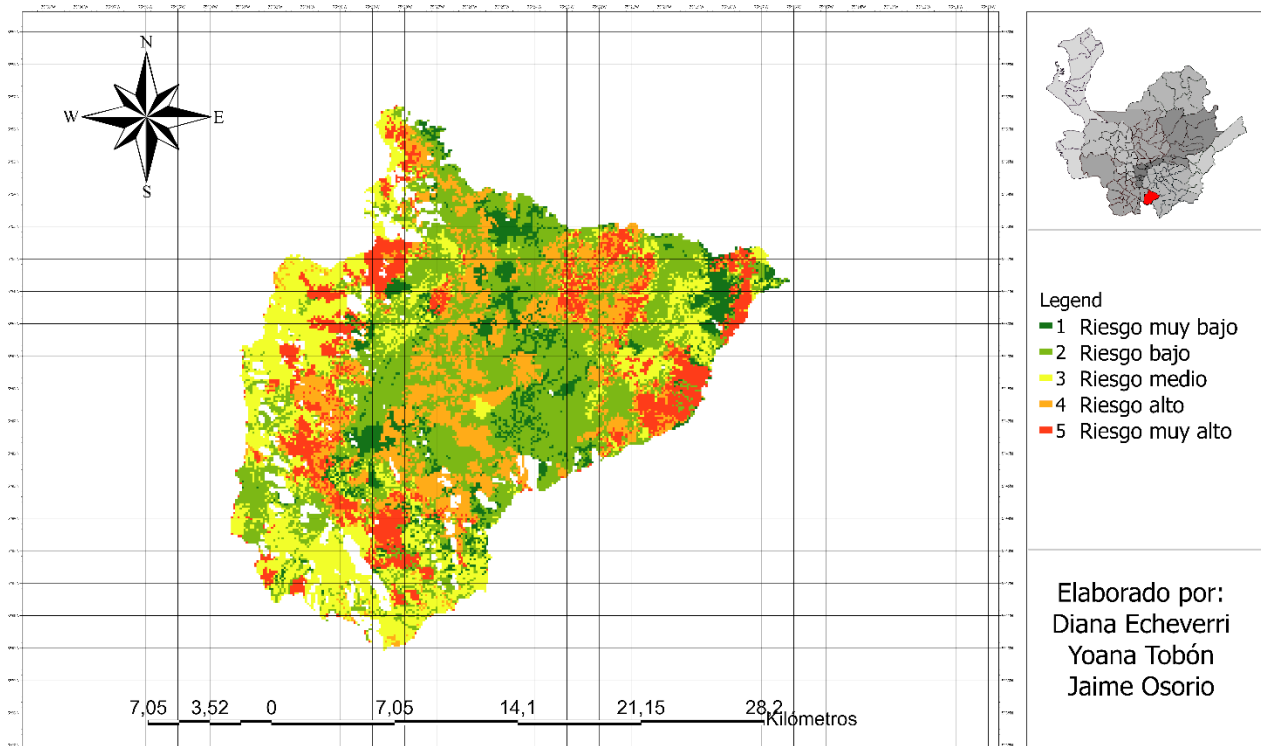
riesgo bajo, de las cuales podemos decir que es un alto porcentaje, el nivel 3 está reconocido con el color amarillo y representa el riesgo medio, el color naranja representa el nivel de riesgo alto que es el número 4 y el color rojo es el nivel de riesgo muy alto que es el valor 5.

Los lugares que podemos identificar del municipio que estén ubicados en las zonas de riesgo alto y riesgo muy alto están: Guayaquil, aures el silencio, aures arriba, san bartolo, yarumal, el guaico, Altamira, la cascada, la peña, Portugal, santa ana, chagualal, la florida, naranjal, san Bernardo, la pérdida, santa

catalina, el chagualo, la labor, piedra candela, alto de letras, la esperanza, entre otros.

**Figura 4.** Mapa de clases de riesgo de inundación del municipio de Abejorral

### MAPA DE CLASES DE RIESGO DE INUNDACIÓN DEL MUNICIPIO DE ABEJORRAL



Fuente: Propia, 2024

La cabecera municipal de encuentra en riesgo medio, así como la parte oeste y sur del municipio es donde este nivel de riesgo se concentra.

**Tabla 1.** Clasificación de la clase de riesgo de inundación del municipio de Abejorral con sus áreas (ha).

Class_riesgo_inundacion	Área_ha
Riesgo muy bajo	3990,5
Riesgo bajo	17592,88
Riesgo medio	10824
Riesgo alto	8721,35

Riesgo muy alto	6145,29
-----------------	---------

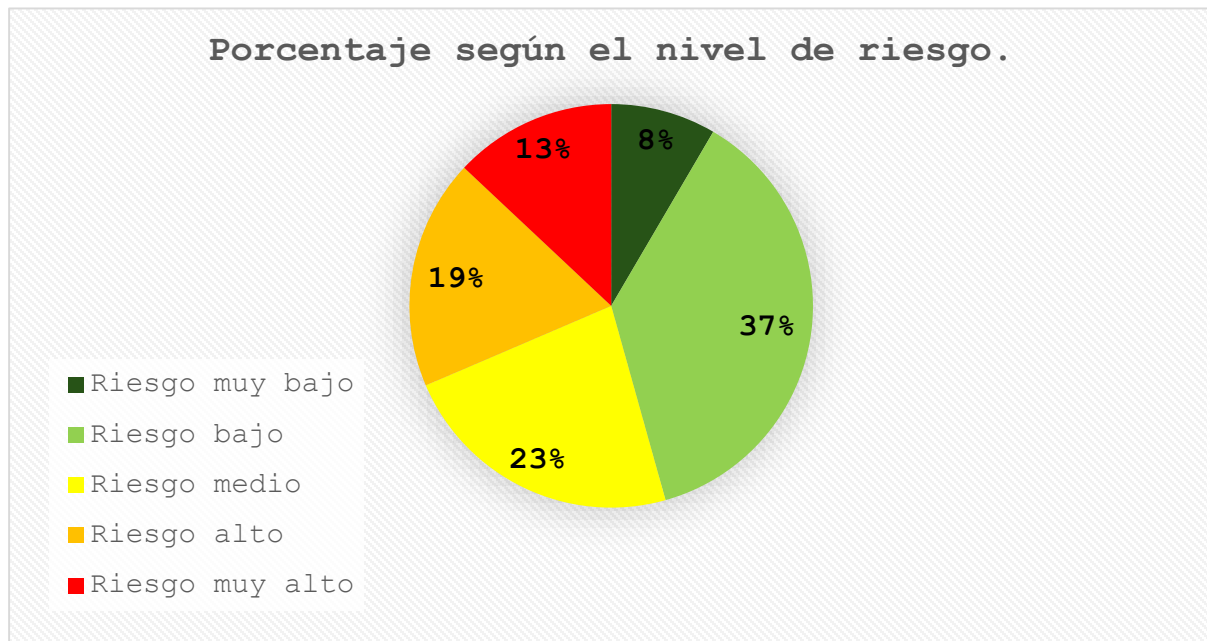
De la tabla anterior podemos deducir que el riesgo bajo es el que abarca mayor área con un total de 17592, 88 ha, posterior a este se encuentra el nivel medio abarcando un área de 10824 ha y podría decirse que entre el nivel de riesgo medio, riesgo alto y riesgo muy alto son áreas muy similares con diferencias muy bajas.

La siguiente grafica circular nos brinda información de los porcentajes según el nivel de riesgo, la cual se encuentra identificada con los colores de la tabla indicada en la figura 1, el riesgo bajo nos indica que representa el 37% de los riesgos, el riesgo medio que es el porcentaje

que continua tiene un valor del 23%, el riesgo alto se evidencia en el 19% de las áreas del municipio de Abejorral y los riesgos muy bajos (color verde oscuro) y riesgo muy alto (color rojo) son los porcentajes más bajos, es decir, pocas áreas del municipio se encuentran en estos rangos.

respectivas recomendaciones en la implementación donde el enfoque integral es el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) para identificar y analizar las áreas de

**Figura 5.** Porcentaje según el nivel de riesgo del municipio de Abejorral.



Fuente: propia, 2024

## Conclusiones

El trabajo presenta como resultado unas bases idóneas y específicas, donde cada análisis multicriterio muestra fundamento potencial para caracterizar el problema de índices de riesgos de cada inundación en los diferentes lugares del municipio de Abejorral, de lo cual se arrojaron los tipos de datos de cada nivel, el cual un solo mapa se evidencia las capas del sistema ráster., para darle manejo en el ordenamiento agroambiental de las zonas vulnerables a inundaciones, se da las

riesgo. El uso de las SIG permite la creación de mapas precisos que facilitan la identificación de zonas propensas a inundaciones, lo cual es crucial para la planificación y gestión del territorio. Cada proceso para llegar a la solución de poder determinar el análisis multicriterio es implementar el paso a paso de la plataforma ArcGis donde se toman los índices de precipitación, coberturas, niveles de riesgos entre otros factores., por ello la importancia de realizar un análisis detallado de las

características del suelo y la topografía en el municipio de Abejorral, donde se han presentado problemas de inundaciones. Este resultado incluye la evaluación de la morfología, coberturas vegetales y cuencas, lo que ayudara a determinar las áreas más vulnerables y el diseño de estrategias de mitigación de la manera más adecuada, donde la clasificación nos muestra un panorama más amplio y poder trabajar sobre el problema., para reducir el impacto agroambiental dando el respectivo análisis y la identificación de cada lugar de riesgo del municipio elegido.

### **Recomendaciones para la prevención de riesgos de inundación**

Garantizar la estructuración y reforma de la capacidad potencial de los suelos y subsuelos, donde los habitantes naturales como seres abióticos y bióticos puedan interactuar con el ecosistema, reduciendo el nivel de riesgo mitigando el impacto ambiental.

Se deben ejecutar a cabalidad e implementar medidas de plan de acción como futuros Agrónomos de la UNAD para corregir las falencias causadas por los cambios climáticos, reduciendo el nivel de contaminación, dando manejo a la explotación de Minas, evitando erosiones o grietas que afectan la estructura y textura, donde se deba proteger las fuentes hídricas como requerimiento del recurso natural.

Proteger la flora y la fauna mitigando el impacto de riesgos a través del plan territorial del municipio de Abejorral con la finalidad de darle buen uso al sistema de Desastres para un mejor desarrollo agroambiental.

Debemos brindar un buen acompañamiento Técnico, fortaleciendo el conocimiento y enseñando a las nuevas generaciones en el manejo integral agrícola, partiendo de lo profesional, demostrando en campo las problemáticas desarrollando diferentes tipos de mapas, modelos de susceptibilidad, demostraciones de zonas de alto riesgos y amenazas, vulnerabilidad., Todo esto se ejecuta a partir de la implementación de la plataforma de ArcGIS utilizando las SIG, con el fin de garantizar una oportuna solución.

Las estrategias de prevención de los riesgos de inundación son fundamentales para minimizar los daños a las personas, infraestructuras y el medio ambiente. Estas estrategias se basan en un enfoque integral que combina medidas estructurales, no estructurales y soluciones basadas en la naturaleza.

En conjunto, estas estrategias permiten abordar las inundaciones de manera preventiva, protegiendo tanto a la población como a los ecosistemas, y fomentando el desarrollo sostenible de la región

### **Referencias bibliográficas**

Alcaldía de Abejorral. (2020). Abejorral productivo. <https://www.abejorralantioquia.gov.co/abejorral-encanta-778767/Abejorral-productivo>

Aristizábal Guevara, J. A. (2015). Decreto 1240 Por el cual se establece el Sistema Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, se reestructuran sus instancias de dirección, coordinación y orientación; se adopta el Plan Municipal

de Gestión del Riesgo de Desastres–PMGRD–la Estrategia Municipal para la Respuesta de Emergencias–EMRE–y el Sistema Comando de Incidentes–SCI–y se dictan otras disposiciones.

Cornare. (2011). Evaluación y zonificación de riesgos por avenida torrencial, inundación y movimiento en masa y dimensionamiento de procesos erosivos en el municipio de Abejorral. <https://www.cornare.gov.co/GestionRiesgo/ABEJORRAL/Riesgos-Abejorral.pdf>

Eot-Houllier, G., Magnaghi-Jaulin, L., Fulcrand, G., Moyroud, F. X., Monier, S., & Jaulin, C. (2018). Aurora A-dependent CENP-A phosphorylation at inner centromeres protects bioriented chromosomes against cohesion fatigue. *Nature communications*, 9(1), 1888.

ESPINAL, T. (1992). LUIS S. *Apuntes ecológicos. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.*

Gobernación de Antioquia. (sf). Abejorral. <https://corregimientos.antioquia.gov.co/Abejorral/>

Gobernación de Antioquia. (2020). Abejorral. <https://www.antioquiadatos.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/Fichas-municipales-estadisticas/FICHAS%20MUNICIPALES%202019%20-%202020/Abejorral.pdf>

Leal Carreño, M. V., & Jaramillo Montoya, M. (2020). Elaboración del plan municipal de gestión de riesgos de desastres naturales del Municipio de Abejorral, Antioquia.

Mancebo Quintana, S., Ortega Pérez, E., Valentín Criado, A. C., Martín Ramos, B., & Martín Fernández, L. (2008). Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental.

#### **Enlace de sustentación:**

<https://youtu.be/LIk-vJ3kFBw?si=U4VWO49FpuPBmLtG>