

## **Identificación de zonas de riesgos por inundación del municipio de Buenaventura mediante análisis multicriterio**

Juan Carlos Escobar Fagua – jcescobarf@unadvirtual.edu.co

Luryi Johana Sinisterra - ljjojanat@unadvirtual.edu.co

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

### **Resumen**

El presente artículo analiza las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Buenaventura, empleando un mapa temático desarrollado bajo el sistema de referencia espacial MAGNA-SIRGAS 2018. El objetivo principal del estudio es identificar y categorizar las áreas del municipio según su nivel de riesgo de inundación, con el fin de apoyar la planificación territorial y la gestión del riesgo. La metodología incluyó el análisis geoespacial de factores topográficos, hidrológicos y de uso del suelo, lo que permitió clasificar el territorio en cinco categorías de riesgo: muy bajo (6,5%), bajo (13,5%), medio (18, 8%), alto (36,3%) y muy alto (24,8%). Los resultados muestran que las áreas de mayor riesgo (rojo y café) se concentran en zonas palafíticas y en las cercanías al mar, donde la influencia de las mareas y la densidad de cuencas hídricas incrementan la vulnerabilidad. Por otro lado, las áreas de riesgo bajo y muy bajo (verde y verde claro) corresponden a las zonas montañosas del municipio. Estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer las estrategias de mitigación y adaptación, especialmente en las comunidades más expuestas, para reducir los impactos asociados a eventos de inundación.

*Palabras claves:* Riesgo por inundación, Desplazamiento, Gestión del territorio.

### **Introducción**

Las inundaciones representan una de las amenazas naturales más recurrentes y devastadoras, especialmente en territorios costeros y con alta pluviosidad como el municipio de Buenaventura, Colombia. Estos afectan no solo la infraestructura física, sino también los medios de vida, la salud pública y los ecosistemas locales. En Colombia, las inundaciones son responsables de más del 60% de los desastres naturales registrados, generando pérdidas económicas significativas y desplazamientos masivos en las comunidades vulnerables.(Universidad del Valle, 2000).

Buenaventura, se considera el principal puerto del país sobre el océano Pacífico, el cual enfrenta riesgos sensibles, debido a componentes como su zona donde se encuentra ubicado geográficamente, teniendo en cuenta que presenta una alta densidad de cuencas

hídricas, las mareas, y la construcción no planificada, principalmente en áreas palafíticas.

Según estudios previos, las inundaciones en la zona, son la consecuencia de la interacción de fenómenos naturales, como por ejemplo en los últimos años el aumento del nivel del mar y las lluvias intensas, han generado problemas antrópicos, aunado a esto otra causa también ha sido la deforestación en la región y la falta de infraestructura apropiada para la gestión del agua.

Se vienen implementado a nivel nacional por parte del gobierno, políticas como el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el cual busca reducir el impacto de fenómenos como las inundaciones mediante medidas preventivas, también se vienen trabajando en la construcción de infraestructura en la zona resiliente y planes de reubicación en lugares de

riesgo alto. Sin embargo, en el contexto de la zona, todas las acciones han sido exiguas, lo que destaca la necesidad de desarrollar estudios concretos que permitan una mejor comprensión del problema y así ayudar a guiar las decisiones informadas. (*Gestión del Riesgo de Desastres - GRD*, s. f.).

En este caso, el presente estudio tiene como objetivo identificar y determinar las zonas de riesgo de inundación en el municipio de Buenaventura, suministrando insumos importantes para la planificación en el territorio y así ayudar a la implementación de tácticas de reducción del riesgo para la población más vulnerable.

## Objetivos

### General

Identificar las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Buenaventura mediante un análisis geoespacial, con el propósito de contribuir a la planificación territorial y la implementación de estrategias de gestión del riesgo.

### Específicos

- Analizar los factores geográficos, hidrológicos y topográficos que determinan los niveles de riesgo por inundación en Buenaventura.
- Clasificar las áreas del municipio con el uso de SIG para visualizar y priorizar las zonas más vulnerables.
- Proponer recomendaciones orientadas a la mitigación y adaptación ante inundaciones, enfocadas en las comunidades más expuestas y en las zonas de alto y muy alto riesgo.

## Identificación del caso de estudio

El municipio de Buenaventura se encuentra ubicado en la región del Pacífico colombiano, en el departamento del Valle del Cauca. Con una superficie de 6.078 km<sup>2</sup>, es el municipio

más extenso del departamento y uno de los más estratégicos para el desarrollo económico del país debido a su ubicación portuaria sobre el océano Pacífico. Su territorio combina zonas urbanas, rurales y ecosistemas biodiversos como manglares, estuarios y selvas tropicales. Desde el punto de vista climático, Buenaventura tiene un clima ecuatorial húmedo, caracterizado por altas temperaturas promedio de 26°C a 28°C y una elevada pluviosidad que supera los 7.000 mm anuales, lo que lo posiciona como uno de los municipios más lluviosos del mundo. El mes de mayor recepción suele ser noviembre, mientras que los meses más secos, aunque también lluviosos, son enero y febrero. (ColHistórica, 2024).

El municipio está atravesado por una densa hidrográfica roja compuesta por ríos como el Dagua, el Anchicayá y el Calima, así como numerosos arroyos y quebradas que descienden de las montañas y desembocan en el océano Pacífico. Esta configuración, combinada con el aumento del nivel del mar y las intensas lluvias, genera un alto riesgo de inundaciones, particularmente en las zonas urbanas palafíticas y en las áreas de baja altitud cercanas al litoral. El análisis se realizó considerando las condiciones pluviométricas durante el mes de noviembre, cuando las lluvias alcanzan su pico máximo en la región. Esta selección permite evaluar el comportamiento de las inundaciones en el escenario más crítico, proporcionando información clave para la gestión del riesgo. (*El clima en Buenaventura, el tiempo por mes, temperatura promedio (Colombia) - Weather Spark*, s. f.).

## Metodología

Para la identificación y caracterización de las zonas de riesgo por inundación en el municipio de Buenaventura, se utilizó un enfoque basado en el análisis multicriterio (AMC), implementado mediante herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) llamada ArcGIS Pro. Este enfoque permitió

integrar y ponderar diversos factores geoespaciales relevantes para el análisis del riesgo. A continuación, describimos el proceso metodológico desarrollado:

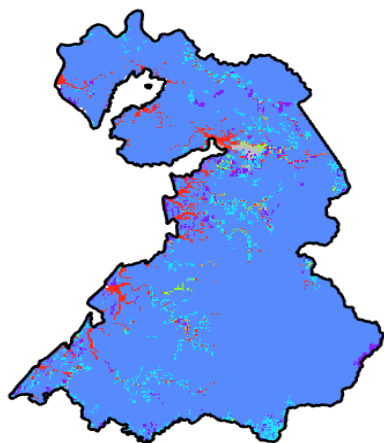
**Figura 1.** Modelación de Elevación Digital DEM



Fuente. Autoría propia.

La Figura 1 representa un mapa en el cual se puede observar el DEM donde se identifica la elevación del terreno en cada punto, lo que permite asemejar, las zonas bajas propensas a acumular agua y las pendientes que influyen en el flujo de agua.

**Figura 2.** Capa Cobertura de Tierras (Land Cover)



Fuente. Autoría propia

La Figura 2 representa un mapa en el cual se puede observar la información sobre el tipo de superficie presente en la zona y cómo interactúa con el agua, desarrollando un análisis de la infiltración y escorrentía, también ayuda a determinar las zonas críticas y vulnerables, como lo pueden ser las áreas urbanas densamente pobladas o cultivos susceptibles al daño por agua.

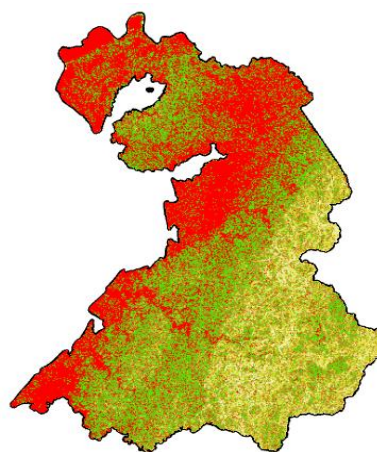
**Figura 3.** Distancia entre Drenajes



Fuente. Autoría propia

La Figura 3 representa un mapa en el cual se puede observar, cómo se distribuyen las corrientes de agua en la zona y cómo afecta la dinámica de las inundaciones, por otro lado, se puede identificar las zonas con almacenamiento de agua.

**Figura 4.** Reclasificación Pendientes



Fuente. Autoría propia

La Figura 4 representa un mapa en el cual se puede categorizar las pendientes del terreno en rangos específicos, facilitando la evaluación de riesgos de inundación y la planificación de medidas de mitigación, lo cual nos ayuda a Identificar áreas propensas a inundaciones y al diseño de los drenajes y sistemas de retención de agua.

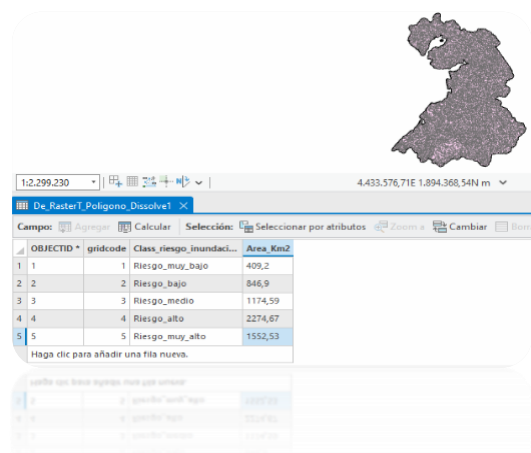
**Figura 5.** Capa ráster a capa vectorial.



Fuente. Autoría propia

La Figura 5 representa un mapa en el cual se puede observar la representación más precisa de las áreas específicas, teniendo en cuenta que nos permite definir las zonas de inundación como polígonos vectoriales con bordes bien definidos, también nos ayuda a facilitar la cuantificación exacta de las áreas afectadas por la inundación.

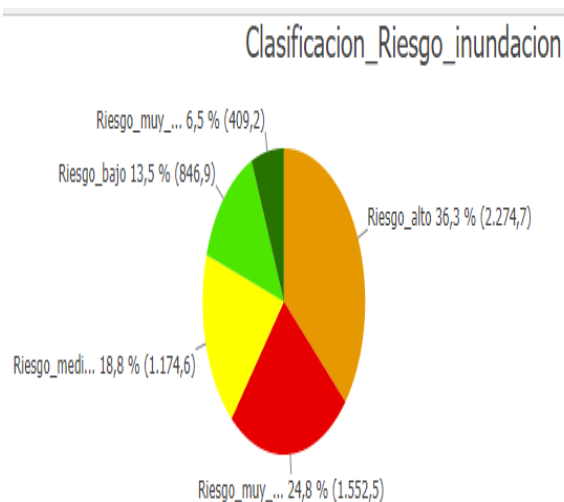
**Figura 6.** Cálculo de geometría



Fuente. Autoría propia.

La Figura 6 representa un mapa en el cual permite obtener medidas espaciales (como área y coordenadas) de las entidades presentes en una capa vectorial, ayudándonos a calcular la extensión exacta de las zonas inundadas en unidades específicas (hectáreas, metros cuadrados, etc.).

**Figura 7.** Gráfico riesgo por inundación



Fuente. Autoría propia

La Figura 7 representa un mapa en el cual se puede observar la representación visual, que esta nos ayuda a interpretar y comunicar la probabilidad e impacto de inundaciones en un área de Buenaventura, también permite identificar las zonas críticas, visualizando las áreas con mayor riesgo de inundación, considerando factores como, frecuencia de inundaciones y la intensidad, profundidad o extensión del agua.

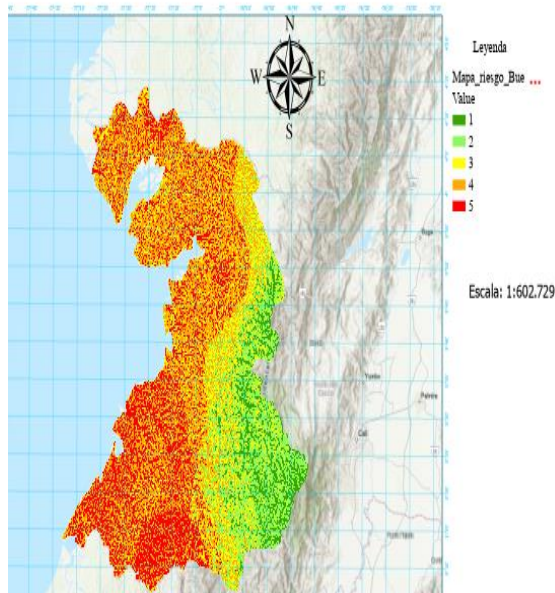
**Tabla 1.** Cálculo de geometría.

Gridcode	Clase riesgo inundación	Área Km <sup>2</sup>
1	Riesgo muy bajo	409,2
2	Riesgo bajo	846,9
3	Riesgo medio	1.174,6
4	Riesgo alto	2.274,7
5	Riesgo muy alto	1.552,5

Fuente. Autoría propia

**Figura 8.** Mapa de riesgo por inundación en Buenaventura, Valle del Cauca.

MAPA DE RIESGO POR INUNDACION\_BUENAVENTURA



Fuente. Autoría propia

El estudio empleó un enfoque geoespacial para analizar factores como la topografía, la hidrología y el uso del suelo, permitiendo clasificar el área de estudio en cinco niveles de riesgo: muy bajo (6,5%), bajo (13,5%), moderado (18,8%), alto (36,3%) y muy alto (24,8%). indicando que las zonas con mayor riesgo (representadas en rojo y marrón) se localizan principalmente en áreas palafíticas y cercanas al mar, donde la acción de las mareas y la alta densidad de redes hídricas aumentan la susceptibilidad. En contraste, las áreas de riesgo bajo y muy bajo (marcadas en verde y verde claro) se encuentran en las regiones montañosas del territorio.

## Resultados

El estudio geoespacial permitió asemejar y clasificar las áreas del territorio según su nivel de riesgo de inundación, manejando factores como la hidrología, la topografía y el uso del suelo, por lo tanto, estos resultados nos indican

una distribución desigual del riesgo en la zona de estudio:

### 1. Distribución de los niveles de riesgo:

Muy bajo: 6,5% del área total.  
 Bajo: 13,5% del área total.  
 Moderado: 18,8% del área total.  
 Alto: 36,3% del área total.  
 Muy alto: 24,8% del área total.

### 2. Zonas de mayor riesgo:

Simbolizadas en rojo y marrón, estas áreas se encuentran especialmente en las zonas palafíticas y próximas al mar.

Factores que aumentan la susceptibilidad: La acción de las mareas, que acrecienta la entrada de agua hacia áreas bajas, también la alta densidad de redes hídricas, como esteros y ríos pueden aumentar el riesgo de probabilidad de inundación.

### 3. Zonas de menor riesgo:

Simbolizadas en verde y verde claro, estas áreas se sitúan predominantemente en zonas montañosas.

Características que comprimen el riesgo: Mayor altitud, que mengua la acumulación de agua y la menor densidad de redes hídricas, lo que limita la probabilidad de inundación. Los resultados recalcan la importancia de reforzar las maniobras de adaptación y mitigación, con un enfoque particular en las comunidades más frágiles, con el propósito de minimizar los efectos derivados de los eventos de aluvión.

A la hora de sufrir alguna clase de inundaciones en la cabecera urbana del municipio de Buenaventura tienen impactos multidimensionales, agravados, teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas de la población y la vulnerabilidad ambiental de la zona, ya que esta situación puede generar daños

a las viviendas, puesto que la gran mayoría de estas viviendas están cimentadas con materiales precarios y en zonas de alto riesgo, lo que las hace sensibles a ser inundadas o destruidas, también afecta a los diferentes sistemas de alcantarillado, agua potable y electricidad, agravando la crisis sanitaria y limitando el acceso a servicios básicos que tiene esta comunidad y por último causaría traumatismo en las distintas calles y carreteras urbanas, ya que estas suelen quedar anegadas, obstaculizando el tránsito y el transporte de mercancías, lo cual es crítico en un puerto tan importante para el país.

## Conclusiones

El análisis geoespacial admitió asemejar con precisión las zonas más sensibles a riesgos ambientales, destacando la concentración de áreas de alto y muy alto riesgo en zonas palafíticas y costeras, influenciadas por las mareas y la densidad acuática, también resalta que las áreas montañosas muestran menor susceptibilidad, lo que subraya la necesidad que existe al momento de priorizar medidas de gestión del riesgo en las zonas más expuestas.

El municipio de Buenaventura se ha convertido estratégico y altamente biodiverso que enfrenta retos significativos relacionados con su ubicación espacial, ya que posee un clima bastante extremo y presenta una configuración hidrográfica, por su alta pluviosidad anual y el riesgo de inundaciones, principalmente durante los meses de mayor precipitación, resaltan la necesidad de efectuar estrategias seguras de gestión del riesgo, encaminadas en atenuar los impactos de las inundaciones en las zonas más sensibles, como las zonas palafíticas y de baja altitud. Este estudio es crucial para orientar la organización territorial y fortificar la resiliencia frente a los efectos del cambio meteorológico y las dinámicas ambientales de la región.

## Recomendaciones

Se recomienda efectuar obras de mitigación como lo pueden ser sistemas de drenaje que sean eficaces para esta clase de inundaciones, por otro lado, se puede manejar barreras y diques contra inundaciones en las zonas palafíticas y contiguas al mar. Estas intervenciones deben ir custodiadas de proyectos como lo son la reubicación para la población más vulnerable y sensible que se encuentre en estos sectores de riesgo, prevaleciendo su bienestar y seguridad.

Por otro lado, se recomienda iniciar la conservación y restauración de los ecosistemas, los cuales se convierten en proyectos clave para esta clase de situaciones, como lo pueden ser los manglares, que operan como barreras naturales frente a los aluviones. Se deben tomar medidas las cuales deben ser integradas con campañas y actividades de reforestación para minimizar la deforestación y así mejorar la infiltración del agua y reducir la vulnerabilidad en regiones críticas.

## Referencias bibliográficas

- ColHistórica, R. (2024, febrero 2). *Todo Sobre el Clima en Buenaventura, Colombia: Pronósticos y Mejores Épocas para Visitar* - 2024. <https://www.colombiahistorica.com/clima-en-Buenaventura-colombia/>
- El clima en Buenaventura, el tiempo por mes, temperatura promedio (Colombia)—Weather Spark.* (s. f.).2024, de <https://es.weatherspark.com/y/20689/Clima-promedio-en-Buenaventura-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Gestión del Riesgo de Desastres—GRD.* (s. f.). 2024, de <https://www.minenergia.gov.co/es/mision/gesti%C3%B3n-social-y-ambiental/gesti%C3%B3n-del-riesgo-de-desastres-grd/>

Universidad del Valle. (2000, septiembre).  
*evaluación de amenazas naturales y  
bases para la mitigación de riesgos en  
el área urbana de Buenaventura.*  
[https://www.osso.org.co/docu/proyectos/grupo-  
osso/2000/Buenaventura/Infofinal.pdf](https://www.osso.org.co/docu/proyectos/grupo-osso/2000/Buenaventura/Infofinal.pdf)

**Enlace de sustentación: <https://youtu.be/VA-m8K1qZi4>**