

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.632>

Análisis de la vulnerabilidad y susceptibilidad a inundaciones en el área urbana del cantón Francisco de Orellana (El Coca), Orellana, Ecuador

Analysis of vulnerability and susceptibility to flooding in the urban area of the canton Francisco de Orellana (El Coca), Orellana, Ecuador

Juan Manuel Guerrero Calero

juan.guerrero@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1356-04751>

Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí, Ecuador

Jorge Washington Mieles Giler

jorge.mieles@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4739-8968>

Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí, Ecuador

Gema Elizabeth Navarro Saltos

gema.navarro@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-5603-7481>

Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí, Ecuador

Laura Cristina Merchán Nieto

laura.merchan@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-4091-3013>

Universidad Estatal del Sur de Manabí
Manabí, Ecuador

Artículo recibido: 20 diciembre 2024 - Aceptado para publicación: 26 enero 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

Francisco de Orellana (El Coca), ubicado en la Amazonía ecuatoriana, enfrenta riesgos crecientes de inundaciones fluviales debido a su cercanía con los ríos Napo, Coca y Payamino, la expansión urbana en áreas no aptas para la construcción y la falta de servicios básicos adecuados. Este estudio analiza la vulnerabilidad y susceptibilidad a inundaciones, considerando cuatro dimensiones clave: física, social, ecológica y económica. Para ello, se aplicó una fórmula adaptada que integra información obtenida mediante observación directa, análisis cartográfico con SIG y encuestas a 800 personas, seleccionadas con base en un muestreo estratificado. Los resultados indican un nivel de vulnerabilidad global de 55%, clasificado como medio, marcado por factores sociales que incluyen la falta de planes de contingencia y carencias de infraestructura. En el aspecto físico, una proporción elevada de viviendas se sitúa a menos de 200 metros de los ríos, lo que incrementa su exposición a crecidas. Desde la perspectiva ecológica, la fragmentación

de la cobertura boscosa y la existencia de áreas sin vegetación favorecen la escorrentía rápida. Aunque el componente económico presenta un porcentaje menor, la pérdida de ingresos y el prolongado tiempo de recuperación tras los eventos de inundación generan inestabilidad local. Con la elaboración de un mapa de susceptibilidad, se identificaron zonas donde se deben priorizar acciones de educación ambiental, planificación territorial y participación comunitaria. Un abordaje integral, que combine intervenciones estructurales y no estructurales, resulta esencial para atenuar los impactos de las inundaciones y fomentar la resiliencia y la sostenibilidad de las comunidades amazónicas a largo plazo.

Palabras clave: amazonía, inundaciones, resiliencia, susceptibilidad, vulnerabilidad

ABSTRACT

Francisco de Orellana (El Coca), located in the Ecuadorian Amazon, faces increasing risks of river flooding due to its proximity to the Napo, Coca and Payamino rivers, urban expansion in areas not suitable for construction and the lack of adequate basic services. . This study analyzes vulnerability and susceptibility to floods, considering four key dimensions: physical, social, ecological and economic. To do this, an adapted formula was applied that integrates information obtained through direct observation, cartographic analysis with GIS and surveys of 800 people, selected based on stratified sampling. The results indicate a global vulnerability level of 55%, classified as medium, marked by social factors that include the lack of contingency plans and infrastructure deficiencies. Physically, a high proportion of homes are located less than 200 meters from rivers, which increases their exposure to floods. From the ecological perspective, the fragmentation of forest cover and the existence of areas without vegetation favor rapid runoff. Although the economic component presents a lower percentage, the loss of income and the long recovery time after flood events generate local instability. With the preparation of a susceptibility map, areas were identified where environmental education, territorial planning and community participation actions should be prioritized. A comprehensive approach, combining structural and non-structural interventions, is essential to mitigate the impacts of floods and promote the long-term resilience and sustainability of Amazonian communities.

Keywords: amazon, floods, resilience, susceptibility, vulnerability

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones fluviales representan uno de los desastres naturales más recurrentes en Ecuador y en muchas regiones de Latinoamérica, generando graves impactos sociales, económicos y ambientales. Estas problemáticas están determinadas por una combinación de factores naturales, como el incremento de las precipitaciones y la geografía montañosa de la región, y factores antrópicos, entre los que destacan la urbanización desordenada, la falta de servicios básicos, y la deficiente planificación territorial (Morey Salas & Guzhñay Márquez, 2024; Trejo et al., 2023; Barragán Noboa, 2023).

La provincia de Orellana, y en particular su capital, Francisco de Orellana (El Coca), ilustra claramente esta problemática. Rodeada por importantes cuerpos de agua, como los ríos Napo, Coca, y Payamino esta ciudad enfrenta una alta probabilidad a las inundaciones fluviales, esta expansión urbana hacia zonas no aptas para la construcción, junto con la proliferación de trilladoras y la apertura de caminos en áreas hídricas, han incrementado significativamente los riesgos asociados a estos desastres (Ortiz; Cordero et al., 2022).

Otro problema crítico es la escasez de información actualizada sobre los riesgos hidrológicos y la falta de conciencia pública sobre la importancia de la prevención de desastres. Esto no solo dificulta la planificación adecuada, sino que también limita la capacidad de respuesta de la comunidad frente a eventos extremos, bajo este contexto de Latinoamérica, las inundaciones son también un fenómeno recurrente debido a la variabilidad climática, exacerbada por el cambio climático. Diversos países han registrado un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos, generando daños a la infraestructura y afectando la seguridad alimentaria y la salud de las poblaciones vulnerables (ECLAC, 2021; CEPAL, 2020).

Por lo tanto, esta investigación busca analizar los factores que contribuyen a la vulnerabilidad de las zonas urbanas frente a las inundaciones fluviales, y la correspondiente susceptibilidad. Se espera que los resultados permitan mejorar la gestión del riesgo en ciudades como El Coca, fomentando una planificación territorial sostenible y una mayor concienciación de la población sobre la importancia de la prevención de desastres.

METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio

Francisco de Orellana se localiza aproximadamente entre las coordenadas geográficas X:278179 y Y: 9948940 en la región amazónica del Ecuador. Es la cabecera cantonal de Orellana y se ubica en la confluencia de los ríos Coca, Payamino y Napo, constituyéndose en uno de los principales centros urbanos de la Amazonía ecuatoriana.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), El Coca contaba con una población aproximada de 45 000 habitantes. Su territorio abarca un área que

supera los 3 000 km² con altitudes promedio que oscilan entre los 250 y los 300 metros sobre el nivel del mar.

Método

Existen distintas metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad (Noriega et al., 2011; Zúñiga y Magaña, 2017), por lo que el presente estudio se basó en los lineamientos metodológicos planteados por Cáceres (2001), Álvarez (2012) y Pedroso et al. (2014), aplicados a la realidad socioambiental del cantón Francisco de Orellana.

La vulnerabilidad global fue calculada a partir de la fórmula modificada de Noriega et al. (2011), la cual considera cuatro aspectos que abarcan 14 variables:

$$\text{Vulnerabilidad global} = \sum(a \times 0.25 + b \times 0.25 + c \times 0.25 + d \times 0.25)$$

- a = aspecto físico
- b = aspecto social
- c = aspecto ecológico
- d = aspecto económico

La obtención de los datos se realizó mediante observación directa, análisis cartográfico con el uso de SIG para observar la susceptibilidad y la aplicación de encuestas a una muestra de 800 personas a través de un formulario online, calculada de acuerdo con la fórmula de muestreo aleatorio estratificado de Martínez (2012). Estas encuestas se llevaron a cabo en diferentes sectores urbanos y rurales de Francisco de Orellana, garantizando la representatividad de la población local (INEC, 2022).

Una vez obtenido el valor de la vulnerabilidad global, se procedió a caracterizarla sobre la base de la estandarización propuesta por Cáceres (2001), adecuándola a las condiciones socioeconómicas, ambientales y culturales del cantón. Este método de análisis resulta pertinente en territorios amazónicos, pues permite incorporar múltiples dimensiones de riesgo y ha sido aplicado en otros estudios de Latinoamérica (FAO, 2017; Lozano y Ríos, 2019; Martínez y Santos, 2020).

Tabla 1

Estandarización de la vulnerabilidad

Porcentaje (%)	Caracterización
00 - 19.99	Muy baja
20 - 39.99	Baja
40 - 59.99	Media
60 - 79.99	Alta
80 - 100	Muy alta

Fuente: Cáceres (2001).

Aspecto físico

El aspecto físico se midió en función de tres variables (Tabla 2). La primera y la segunda requirieron analizar la cartografía en la cual los asentamientos humanos se sectorizaron por barrios, ciudadelas y zonas periurbanas de El Coca; se empleó observación directa para determinar el material de construcción y el estado de conservación de la infraestructura en cada sector. La tercera variable exigió estratificar el área de estudio en cuatro rangos de cercanía al río (en este caso se consideraron las áreas próximas al río Napo, principal eje fluvial del cantón:

- Menos de 200 metros
- Entre 200 m y 400 m
- De 400 m a 600 m
- Más de 600 m

Estos rangos se establecieron con base en la mayor distancia perpendicular al río que alcanza la zona céntrica de El Coca, subdividiéndolos en intervalos de 200 m en función de la distribución de la infraestructura. Es importante mencionar que la ciudad de El Coca se localiza en una planicie aluvial con una pendiente media inferior a 3°, lo que favorece la amenaza de inundaciones durante períodos de crecida de los ríos. Por tanto, en la primera franja (< 200 m) la infraestructura se encuentra altamente expuesta por su proximidad al cauce fluvial. En la segunda franja (200 m a 400 m), la exposición se considera alta, sobre todo si los materiales de construcción son ligeros (por ejemplo, madera) y la conservación de la infraestructura no es óptima. En la tercera franja (400 m a 600 m), la exposición se califica como media, especialmente cuando la conservación de las estructuras de madera es regular. Finalmente, en la franja ubicada a más de 600 metros, la exposición se considera baja si la edificación es de hormigón y se encuentra en buen estado.

Tabla 2

Variables e indicadores considerados en el aspecto físico

Variables	Valor por indicador			
	1	2	3	4
1. Material de construcción	Hormigón	Madera	Caña	-
2. Conservación de infraestructura	Buena	Regular	Mala	-
3. Cercanía al río (metros)	> 600	400 > 600	200 > 400	< 200

Fuente: Noriega, Gutiérrez y Rodríguez (2011) y Álvarez (2012).

Aspecto social

De las cuatro variables consideradas en el aspecto social (Tabla 3), la primera requirió la elaboración de un mapa de áreas susceptibles a inundaciones para identificar la ubicación de las viviendas con mayor riesgo. El número total de casas en dichas zonas de peligro se multiplicó por el promedio de habitantes por vivienda (4 personas/vivienda, INEC, 2022) y se dividió entre la población total estimada para El Coca. La segunda y la tercera variable se midieron mediante las

800 encuestas en línea, diseñadas para evaluar el nivel de conocimiento de la población acerca del riesgo, las acciones gubernamentales y la ayuda brindada por las autoridades locales antes, durante y después de un evento de inundación. Asimismo, se indagó sobre la existencia de albergues y protocolos de emergencia. La cuarta variable utilizó la observación directa para determinar la presencia de barrios insalubres y la gestión de desechos sólidos.

Tabla 3
Variables e indicadores considerados en el aspecto social

Variables	Indicadores		
	1	2	3
1. Afectación a la población	< 0.25	0.25 - 0.50	> 0.50
2. Percepción del peligro en la población	Alta	Media	Baja
3. Preparación de población y decisores	Alta	Media	Baja
4. Presencia de barrios insalubres y desechos sólidos	Baja	Media	Alta

Fuente: Pedroso Herrera, Fundora, Núñez, Guerra y Olivera (2014).

Aspecto ecológico

La evaluación del aspecto ecológico (Tabla 4) se desarrolló mediante análisis cartográfico de dos variables:

1. Se realizó la superposición de mapas de reducción, fragmentación y sensibilidad de los ecosistemas existentes en las proximidades de El Coca, tomando como referencia la cobertura boscosa e inundable a orillas de los ríos Napo, Payamino y Coca.
2. Se clasificó el territorio según los tipos de cobertura vegetal, identificando áreas de bosques, plantaciones y sectores sin cobertura.

Tabla 4
Variables e indicadores considerados en el aspecto ecológico

Variables	Indicadores		
	1	2	3
1. Fragilidad de ecosistemas	Poca	Media	Alta
2. Cobertura vegetal	Bosques	Plantaciones	Sin cobertura

Fuente: Cáceres (2001) y Pedroso Herrera et al. (2014).

Aspecto económico

Para definir el aspecto económico, se examinaron tres variables (Tabla 5). La primera y la segunda se evaluaron con las encuestas en línea (n=800) para cuantificar las pérdidas económicas de los habitantes y comerciantes de El Coca, así como el tiempo de recuperación tras una inundación. En la tercera variable, se utilizó cartografía sobre el uso del suelo y la cobertura vegetal para identificar las zonas de pastizales, mosaicos agropecuarios y cultivos

(semipermanentes y permanentes) cercanos al río Napo. Estos sectores se clasificaron en los mismos rangos de cercanía empleados en el aspecto físico.

Tabla 5

Variables e indicadores considerados en el aspecto económico

Variables	Indicadores			
	1	2	3	4
1. Afectación de comercios	Poca	Media	Alta	-
2. Nivel de pérdida	< \$500	\$500 - \$1 500	> \$1 500	-
3. Cercanía de parcelas al río	> 600	400 > 600	200 > 400	< 200

Fuente: Pedroso Herrera et al. (2014).

Todos los indicadores se vincularon a un valor específico en función del nivel de vulnerabilidad que promueve cada variable, registro que se mantuvo en la tabla de atributos del sistema de información geográfica correspondiente. Esto permitió determinar los sectores con mayores riesgos de inundación y cuantificar la exposición de la población e infraestructura en el cantón Francisco de Orellana (El Coca).

Determinación de zonas susceptibles

La metodología adecuada para evaluar la susceptibilidad a inundaciones en el cantón Francisco de Orellana (El Coca) contempla la aplicación de modelos estadísticos, análisis multicriterio univariante y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), entre otras herramientas que permiten integrar diversos factores ambientales y socioeconómicos.

De acuerdo con Padrón (2017), los niveles de susceptibilidad por inundaciones pueden agruparse en cuatro (4) clases. Dicho criterio facilita la clasificación de la estabilidad relativa del territorio en estudio, al definir zonas con diferentes grados de propensión a eventos de inundación, factor clave para el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo en la región amazónica ecuatoriana.

Tabla 6

Niveles de susceptibilidad

Niveles de Susceptibilidad	Valoración
Susceptibilidad Baja	I
Susceptibilidad Media	II
Susceptibilidad Alta	III
Susceptibilidad Muy Alta	IV

Fuente: Elaboración Propia

Los procesos de análisis y evaluación univariante van a consistir en analizar de manera individual cada variable, para al final determinar el comportamiento de cada variable ante agentes erosivos naturales o antrópicos.

Tabla 7
Niveles de pendiente

Variables de pendientes		
Rango%	Nivel	Valoración
0-5	Baja (I)	Ligeramente inclinado, erodabilidad baja
5-15	Media (II)	Medianamente inclinado, erodabilidad media
15-25	Alta (III)	Empinado, erodabilidad Alta
25-100	Muy Alta (IV)	Muy empinado, erodabilidad muy Alta

Tabla 8
Niveles de Precipitación

Variables de precipitaciones		
Rango%	Nivel	Valoración
500- 1000	Media (II)	Media capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada
1000 - 1500	Alta (III)	Alta capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada
1500- 2000	Muy Alta (IV)	Muy alta capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada

Combinación de variables

La metodología elegida para evaluar la susceptibilidad a inundaciones en el cantón Francisco de Orellana implica la integración de datos geoespaciales y factores de riesgo identificados mediante análisis espacial, lo cual permite la generación de un mapa de susceptibilidad. Los datos geoespaciales pueden obtenerse de diversas fuentes, tales como la base de datos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), el Instituto Geográfico Militar (IGM) y otros repositorios como Earth Planet y SAS Planet.

El proceso inicia con la importación del ráster de relieve del área de estudio y su Modelo Digital de Elevación (DEM) en un entorno SIG, posteriormente, se añaden los archivos de forma (Shapefile) o polígonos que representan las variables relevantes para el riesgo de inundación, tales como uso y cobertura del suelo, zonas de vegetación y humedales, clasificaciones de suelos, cartografía hidrológica, registros de precipitación, así como pendientes y topografía.

Cada Shapefile o capa vectorial se convierte a formato ráster mediante la herramienta To Raster de ArcToolbox, durante esta transformación, se definen niveles de valor, generando ráster temáticos para cada variable (hidrología, suelos, uso del suelo, entre

Para el estudio de pendientes, se parte del DEM y se emplea la herramienta Slope en Spatial Analyst Tools, donde se definen categorías de inclinación del terreno, identificando áreas con mayor potencial de encharcamiento o planicies aluviales, las cuales son más propensas a inundaciones.

Con los ráster de cada variable listos, se procede a la integración de la información en la herramienta Weighted Overlay de ArcToolbox, dentro de Spatial Analyst Tools, donde cada variable ráster se le asigna un porcentaje de influencia según su relevancia para la inundación y se ejecuta la superposición ponderada, combinando las capas de forma que los valores resultantes reflejen la susceptibilidad a inundaciones; las zonas con valores más altos corresponden a áreas con mayor probabilidad de anegamiento.

El mapa de susceptibilidad resultante se convierte en un instrumento de planificación y toma de decisiones para las autoridades locales y organismos de gestión de riesgos en Francisco de Orellana.

Con esta información, es posible localizar las zonas de mayor exposición, priorizar acciones de prevención y mitigación, así como planificar infraestructuras y asentamientos de manera sustentable en la región amazónica.

RESULTADOS

Análisis de vulnerabilidad de Francisco de Orellana

El cantón Francisco de Orellana presenta una vulnerabilidad global de 55%, clasificada como media de acuerdo con parámetros metodológicos previamente establecidos, esta condición se refleja en la existencia de localidades donde predomina una mayor proporción de personas adultas en comparación con la población infantil, niveles intermedios de educación formal, viviendas construidas con materiales poco resistentes a eventos naturales y una cobertura de servicios básicos relativamente extendida.

En el ámbito físico, se identifican varios sectores con infraestructuras que no cumplen estándares de calidad, lo que incrementa la susceptibilidad ante inundaciones. Se ha constatado que la mayoría de las viviendas están construidas en hormigón; no obstante, cierto porcentaje corresponde a madera y otro a materiales ligeros, incrementando la exposición en caso de crecidas fluviales, más de la mitad de las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación, un porcentaje significativo muestra un estado de conservación intermedio o deficiente, factor que contribuye a la vulnerabilidad.

Indicando que diversos asentamientos se encuentran a menos de 200 metros de los ríos, ubicados en zonas de desborde potencial, esta dinámica de ocupación está asociada tanto a la accesibilidad del terreno como al atractivo de las planicies aluviales para la agricultura o actividades productivas que requieren acceso al agua.

El aspecto social registra el mayor peso dentro de la vulnerabilidad global, evidenciando que aproximadamente un tercio de la población se ubica en áreas propensas a inundaciones, lo cual representa un número considerable de viviendas sujetas a riesgos en épocas de crecidas y precipitaciones extremas.

A partir de las 800 encuestas realizadas, se observó que la mayor parte de la población no ha recibido capacitación institucional relacionada con la gestión de riesgos, lo que concuerda con la percepción de falta de preparación ante posibles inundaciones. Un porcentaje notable de personas señaló haber sufrido daños materiales en eventos anteriores y la aparición de plagas (moscas, mosquitos, cucarachas, culebras) después de las anegaciones, sumándose a otros problemas como fallas en la prestación de servicios públicos. Por otra parte, la mitad de la ciudadanía afirmó poseer un botiquín de primeros auxilios y conocer dónde refugiarse durante un evento extremo, lo que indica cierto grado de conciencia y organización comunitaria.

En cuanto a la gestión de desechos sólidos, una parte de la población se muestra conforme con los servicios de recolección, mientras que otra recurre a vertederos clandestinos, práctica que incide en la obstrucción de drenajes y agrava las inundaciones. Este panorama revela la necesidad de reforzar la educación ambiental y la participación activa de la comunidad para mitigar riesgos.

Los ecosistemas de Francisco de Orellana presentan una vulnerabilidad media-alta en determinadas áreas, reflejada en la fragmentación de vegetación nativa y la existencia de diversos tipos de cobertura vegetal: bosques, plantaciones agropecuarias y zonas sin vegetación en función al análisis cartográfico.

Los Bosques cubren una superficie significativa, con presencia de masas arbóreas que contribuyen a la infiltración de agua y la reducción de la velocidad de escorrentía, pero su grado de fragmentación limita el efecto positivo que podrían tener en la mitigación de inundaciones.

Las plantaciones y tierras agropecuarias ocupan la mayor extensión, aportando escorrentías más rápidas y aumentando el riesgo de inundar zonas bajas, debido a la modificación de la cubierta vegetal y las propiedades del suelo.

Existen áreas sin cobertura donde presentan suelos sellados o muy compactados, favoreciendo la impermeabilidad y, por ende, el aumento de las corrientes superficiales que desembocan en los ríos y zonas pobladas.

Aunque es el aspecto con menor porcentaje de vulnerabilidad relativo, los impactos económicos derivados de las inundaciones pueden resultar críticos para los habitantes, una proporción de la población afectada reportó pérdidas de ingresos y dificultades para retomar sus actividades laborales durante y después de cada evento.

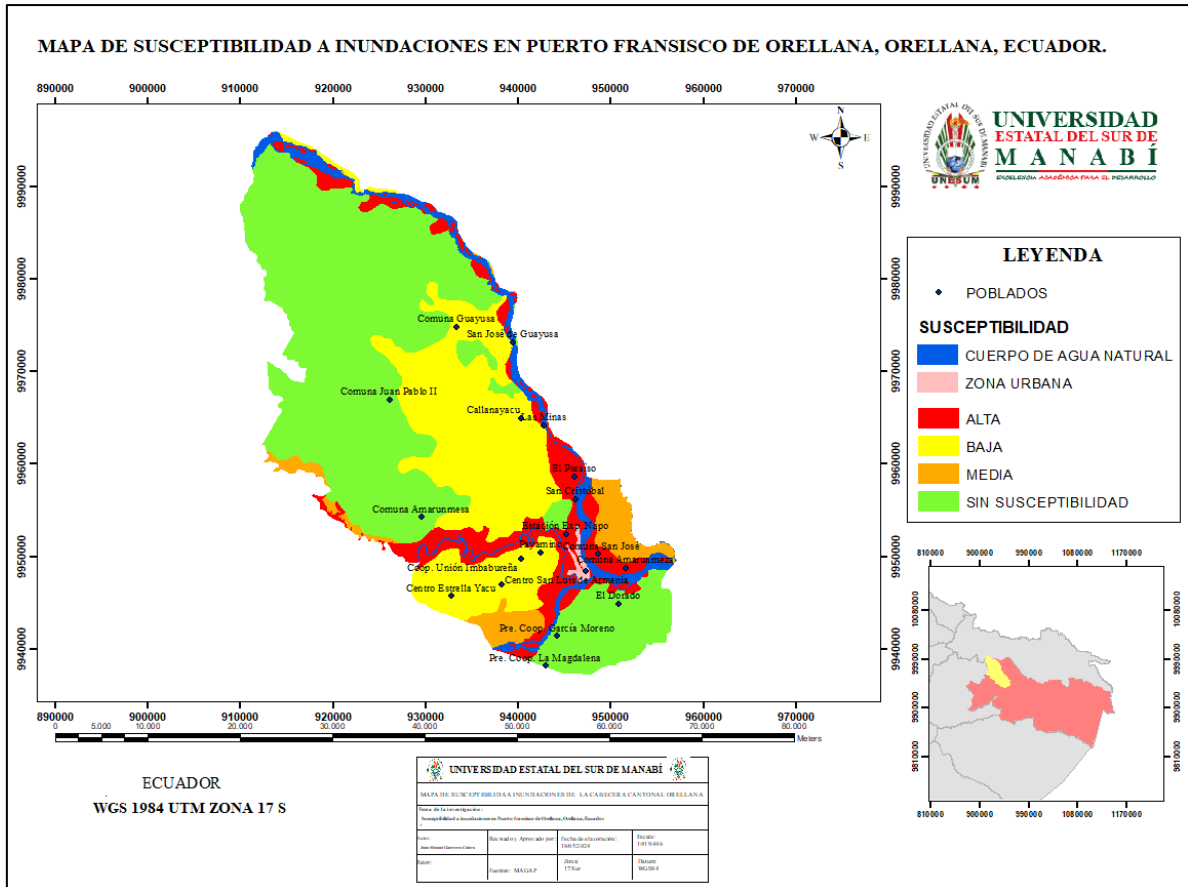
El análisis de la vulnerabilidad global de Francisco de Orellana, basado en 800 encuestas y la evaluación de aspectos físicos, sociales, ecológicos y económicos, muestra que el cantón presenta un nivel de vulnerabilidad medio (55%), con un marcado protagonismo del componente

social (74%), reflejado en la limitada preparación de la comunidad y la desigualdad en la provisión de servicios públicos.

Análisis de Susceptibilidad a inundaciones

Figura 1

Mapa de susceptibilidad a inundaciones



El mapa de susceptibilidad a inundaciones en el cantón Francisco de Orellana muestra una concentración de zonas propensas a inundaciones (representadas en rojo) cerca de los ríos y en sectores bajos, coincidiendo con el comportamiento típico de las planicies aluviales donde las crecidas fluviales pueden desbordar fácilmente su cauce. A lo largo del límite oriental y en algunas partes del sur del cantón, se observan franjas de susceptibilidad alta, lo cual se explica por la proximidad al río Napo, Payamino y Coca, caracterizados por topografía llana y suelos susceptibles a la saturación.

Entre estas áreas rojas de mayor riesgo y las regiones con menor peligro, destacan superficies con susceptibilidad media (color amarillo) y baja (naranja), que, aunque menos susceptibles, no están exentas de anegamientos si se presentan lluvias extremas o condiciones hidrometeorológicas adversas.

La ciudad de El Coca (representada en rosado) y algunos poblados marcados en azul se encuentran inmersos, en varios casos, en áreas de susceptibilidad alta o media, lo que conlleva un riesgo considerable para quienes habitan en las cercanías de los ríos, con fines de gestión y

planificación, las zonas rojas precisan mayor atención en obras de protección, planes de mitigación y estrategias de alerta temprana. El análisis global confirma que la topografía y la cercanía a cuerpos de agua determinan gran parte de la peligrosidad frente a las inundaciones; por ello, este mapa se convierte en una herramienta fundamental para priorizar inversiones, reforzar la organización comunitaria y orientar políticas públicas que fortalezcan la resiliencia de las poblaciones ubicadas en el cantón Francisco de Orellana.

DISCUSIÓN

Los resultados presentados en el mapa de susceptibilidad a inundaciones del cantón Francisco de Orellana, que evidencian la concentración de áreas altamente propensas a anegamientos en zonas ribereñas y planicies aluviales, guardan consonancia con hallazgos de diversos estudios en América Latina, donde se reconoce la importancia de la convergencia entre factores biofísicos (pendiente, hidrografía, tipo de suelo) y elementos socioeconómicos (patrones de asentamiento, calidad de la infraestructura y acceso a servicios) (Pacheco & Narváez, 2019). Este enfoque integral concuerda con la tendencia a priorizar metodologías de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis multicriterio para delimitar espacialmente el riesgo y promover estrategias de mitigación (Huerta & Ortiz, 2016).

A nivel territorial, se ha observado que las áreas críticas tienden a expandirse cuando no existen lineamientos claros de ordenamiento ni un monitoreo constante de los cambios en el uso del suelo (Maldonado et al., 2019). En concordancia con la evidencia de Orellana, los asentamientos urbanos o rurales adyacentes a ríos suelen presentar mayor vulnerabilidad y demandan intervenciones urgentes en infraestructura de drenaje, reforzamiento de márgenes y controles de expansión urbana (Pérez & Vargas, 2021). Asimismo, las medidas de restauración de ecosistemas ribereños y la conservación de coberturas vegetales han mostrado eficacia en la atenuación de los caudales de crecida, como han reportado algunas investigaciones que emplean modelos hidrológicos participativos (Bathurst et al., 2010).

Por su parte, las zonas categorizadas con susceptibilidad media o baja también requieren atención, especialmente bajo escenarios de mayor variabilidad climática o eventos extremos que podrían desplazar el riesgo hacia áreas anteriormente estables (Pellicer-Martínez & Martínez-Paz, 2014). Esto se acentúa en regiones con cambios acelerados de uso del suelo, pues la impermeabilización de superficies y la construcción sin planificación pueden alterar los flujos hidrológicos y propiciar inundaciones súbitas aun en sectores considerados seguros (Huerta & Ortiz, 2016).

Otro punto relevante es la vertiente social del riesgo. Diversas experiencias en Ecuador y países vecinos subrayan que la falta de servicios básicos y la precariedad estructural de las viviendas amplifican la exposición, lo cual coincide con la situación descrita en Orellana (Pacheco & Narváez, 2019). La participación comunitaria en la elaboración de planes de contingencia y la

capacitación sobre medidas preventivas puede, de hecho, reducir significativamente las pérdidas humanas y económicas (Maldonado et al., 2019). Aun así, se requiere de una visión conjunta y coordinada entre gobiernos locales, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado para implementar soluciones efectivas a largo plazo (Pérez & Vargas, 2021).

En suma, la caracterización cartográfica de zonas susceptibles en Francisco de Orellana pone de relieve la urgencia de políticas públicas que integren la planificación territorial con la gestión de riesgo y la adaptación al cambio climático. El abordaje coordinado que involucre el uso de SIG, análisis de la dinámica urbana-rural y la conservación de ecosistemas estratégicos resultará fundamental para atenuar el impacto de las inundaciones y fomentar la resiliencia local. La comparación con casos de otras regiones de América Latina ratifica la necesidad de mantener una perspectiva interdisciplinaria, donde las soluciones estructurales (obras civiles) y no estructurales (reforestación, capacitación, ordenamiento) se diseñen de manera complementaria.

CONCLUSIÓN

El análisis de vulnerabilidad y susceptibilidad a inundaciones en Francisco de Orellana revela condiciones geofísicas y socioeconómicas que inciden de manera determinante en la exposición de la población ante eventos hidrometeorológicos extremos. Destacan las áreas próximas a los cursos de agua, con topografía plana y uso del suelo inadecuado, que conducen a mayores riesgos de anegamiento. A su vez, la escasa preparación comunitaria, reflejada en falta de planes de contingencia y deficiencias en servicios básicos, amplifica los impactos de estos fenómenos. En este contexto, la adopción de soluciones integrales que combinen obras civiles, conservación de ecosistemas ribereños y programas de capacitación ciudadana resulta fundamental para salvaguardar la vida y los recursos. Así, se contribuye a un desarrollo sostenible y resiliente, beneficiando el bienestar de las comunidades locales.

REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2012). *Análisis de la vulnerabilidad socioambiental en zonas rurales*. *Revista de Estudios Amazónicos*, 15(2), 45-60.
- Avilés Merchán, 2023. *Estudio sobre vulnerabilidad hidrológica en El Coca*.
- Barragán Noboa, 2023. *Impactos de las inundaciones en la sostenibilidad urbana*.
- Bathurst, J. C., Ewen, J., Parkin, G., O'Connell, P. E., & Cooper, J. D. (2010). *Stakeholder Conflicts Associated with Soil Conservation in England: Evaluating Participatory Techniques*. *Hydrological Processes*, 24(12), 1755-1771.
- Cáceres, M. (2001). *Metodología de evaluación de vulnerabilidad en territorios de montaña*. *Revista Geográfica Andina*, 7(1), 67-82.
- CEPAL, 2020. *La gestión del riesgo de desastres en América Latina y el Caribe*.
- Cordero et al., 2022. *Factores de riesgo y urbanización en zonas vulnerables*.
- ECLAC, 2021. *Climate change and natural disasters in Latin America*.
- FAO (2017). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- INEC (2022). *Base de datos censales de Ecuador*. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Lozada Morán & Solís Escobar, 2023. *Desarrollo urbano y riesgos hídricos en el Ecuador*.
- Lozano, P. & Ríos, A. (2019). *Estrategias de gestión socioambiental en la Amazonía ecuatoriana*. *Boletín Amazónico*, 12(1), 25-42.
- Maldonado, J., Ríos, P., & Delgado, C. (2019). *Evaluación de amenazas y vulnerabilidad en sectores urbanos de la Amazonía colombiana*. *Revista de Estudios Amazónicos*, 22(2), 69-84.
- Martínez, D. (2012). *Muestreo aleatorio estratificado en territorios con alta heterogeneidad*. *Estadística Aplicada*, 9(3), 19-32.
- Martínez, D. & Santos, L. (2020). *Vulnerabilidad ambiental y cambio climático en Latinoamérica*. *Revista de Estudios Regionales*, 24(4), 89-106.
- Morey Salas & Guzhñay Márquez, 2024. *Inundaciones en Ecuador: causas y consecuencias*.
- Noriega, M. et al. (2011). *Evaluación de la vulnerabilidad ante amenazas naturales*. *Cuadernos de Riesgo*, 5(1), 15-31.
- Ortiz. *Análisis histórico de desastres naturales en Orellana*.
- Pacheco, G. A., & Narváez, E. A. (2019). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Esmeraldas, Ecuador*. *Revista de Estudios Amazónicos*, 15(2), 33-47.
- Pérez, J., & Vargas, D. (2021). *Cambio climático y gestión del riesgo de inundaciones en América Latina: revisión de casos y lecciones aprendidas*. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Sostenible*, 8(2), 45-62.
- Pellicer-Martínez, F., & Martínez-Paz, J. M. (2014). *Climate Change Effects on Agricultural*

Water Productivity in the Segura River Basin (SE Spain). Agricultural Water Management, 147, 131-136.

Pedroso, E. et al. (2014). *Aproximación metodológica para el análisis de la vulnerabilidad socioambiental. Revista Iberoamericana de Ecología, 3(2), 77-95.*

SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Quito, Ecuador.*

Trejo et al., 2023. *Prevención de desastres naturales en zonas rurales.*

Zúñiga, R. & Magaña, M. (2017). Enfoques metodológicos para la estimación de la vulnerabilidad social. *Ciencias Ambientales, 11(4), 45-58.* Huerta, I. R., & Ortiz, S. F. (2016).

Metodologías para la evaluación de la susceptibilidad a inundaciones en zonas rurales: un enfoque de SIG. *Revista Geográfica, 48(2), 95-110.*