

Research Article

Análisis de susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal de la parroquia Abdón Calderón, Portoviejo

Analysis of susceptibility and vulnerability to landslides in the community of Naranjal in the parish of Abdón Calderón, Portoviejo



Barberán-Zambrano, Ginger Stefania¹

<https://orcid.org/0009-0003-7222-3043>

barberan-ginger0854@unesum.edu.ec

Ecuador, Manabí, Universidad Estatal del Sur de Manabí



Guerrero-Calero, Juan Manuel²

<https://orcid.org/0000-0001-5529-9837>

juan.guerrero@unesum.edu.ec

Ecuador, Manabí, Universidad Estatal del Sur de Manabí

Autor de correspondencia¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n2/111>

Resumen: La comunidad de Naranjal, ubicada en la parroquia Abdón Calderón del cantón Portoviejo, presenta una alta exposición a deslizamientos como resultado de condiciones físicas, sociales y antrópicas que interactúan de forma compleja. El presente estudio evaluó la susceptibilidad y la vulnerabilidad ante estos fenómenos lo, que incluyó una búsqueda de información, análisis cartográfico mediante la combinación de variables y encuestas dirigidas a 30 familias de la comunidad escogidas de manera aleatoria, como parte de metodología se integró un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo, integrando modelos multicriterio con Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los resultados muestran una vulnerabilidad global alta del 60%, producto de factores físicos, sociales, ecológicos y económicos, mientras que el análisis cartográfico refleja una predominancia de áreas con susceptibilidad baja a deslizamientos, sin embargo, en ciertas zonas existe un riesgo elevado por factores condicionantes como la deforestación, el uso inadecuado del suelo y factores desencadenantes como las lluvias intensas. El mapa de susceptibilidad obtenido permite priorizar zonas críticas para la implementación de acciones de prevención, mitigación, planificación territorial y educación ambiental.

Palabras clave: Cartografía, Deslizamientos, Riesgo, Susceptibilidad, Vulnerabilidad



Check for updates

Recibido: 21/Mar/2025

Aceptado: 28/Abr/2025

Publicado: 31/May/2025

Cita: Barberán-Zambrano, G. S., & Guerrero-Calero, J. M. (2025). Análisis de susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal de la parroquia Abdón Calderón, Portoviejo. *Revista Científica Zambos*, 4(2), 118-134. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n2/111>

Ecuador, Santo Domingo, La Concordia Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Sede Santo Domingo Revista Científica Zambos (RCZ) <https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec>

Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

The community of Naranjal, located in the Abdón Calderón parish of the Portoviejo canton, is highly exposed to landslides as a result of complex interactions between physical, social, and anthropogenic conditions. This study evaluated the susceptibility and vulnerability to these phenomena, which included a search for information, cartographic analysis using a combination of variables, and surveys of 30 randomly selected families in the community. As part of the methodology, a mixed qualitative-quantitative approach was integrated, combining multi-criteria models with Geographic Information Systems (GIS). The results show an overall high vulnerability of 60%, due to physical, social, ecological, and economic factors, while the cartographic analysis reflects a predominance of areas with low susceptibility to landslides. However, in certain areas there is a high risk due to conditioning factors such as deforestation, inappropriate land use, and triggering factors such as heavy rains. The susceptibility map obtained allows for the prioritization of critical areas for the implementation of prevention, mitigation, territorial planning, and environmental education actions.

Keywords: Cartography, Landslides, Risk, Susceptibility, Vulnerability

1. Introducción

Los deslizamientos se caracterizan por ser movimientos de masa de rocas, tierra y escombros bajo la influencia directa de la gravedad (Cargua et al., 2024). Estos movimientos son parte de la dinámica geológica del planeta influenciados por actividades humanas, lluvias o sobrecargas estáticas, que ocasionan que estos se aceleren y en algunos casos sean catastróficos (Pourghasemi, 2018; Basu & Pal, 2020). La susceptibilidad a los deslizamientos indica qué tan propensa es una zona en específico a fallar, ya sea a nivel local o regional (Hearn & Hart, 2019).

En América Latina, el 78% de las ocurrencias son producidos por este fenómeno, generando grandes pérdidas económicas, ambientales y humanas. En algunas regiones los deslizamientos ocurren con muy poca frecuencia mientras que, en otras, son tan frecuentes que se constituyen como uno de los factores más importantes ya que demandan enormes cantidades de capital para reparar los daños y pérdidas ocasionadas.

Ecuador, por sus condiciones geomorfológicas y el efecto de la actividad humana es propenso a procesos como deslizamientos, avalanchas de lodo y erosión cuando se producen episodios climáticos de intensas lluvias. En las últimas décadas el país ha sido escenario de fenómenos naturales de considerable magnitud que han afectado de manera particularmente grave a la población más vulnerable. Según datos reportados por entidades nacionales como el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos (SNGRE), en el año 2019 se registraron más de 5000 deslizamientos pequeños en el país, afectando principalmente a las zonas rurales (SNGRE, 2020).

La provincia de Manabí ha experimentado numerosos deslizamientos de tierra, especialmente durante la época lluviosa, afectando tanto a comunidades rurales como a infraestructuras viales; durante la temporada invernal de 2025, se registraron al menos 60 deslizamientos en las carreteras de la provincia, afectando 14 vías causando bloqueos, pérdida de taludes y colapso de alcantarillas, dificultando conectividad en la región. (El Universo, 2025). Además, de numerosos deslizamientos registrados en distintos cantones, donde muchas familias se han visto gravemente afectadas, enfrentando tanto pérdidas materiales como la lamentable pérdida de vidas humanas (Mantuano, 2025).

Según el PDyOT de la parroquia Abdón Calderón se observan procesos de erosión y sedimentación en las 13 comunidades de la parroquia. Estos procesos son consecuencia del clima y la erosionalidad de la superficie, los cuales están influenciados por las características litológicas, edafológicas y geomorfológicas del área. La deforestación y la construcción de infraestructura vial agravan estos procesos, incrementando el riesgo de deslizamientos que, en el futuro, podrían representar una amenaza significativa para los habitantes la parroquia. En el Plan Multiamenazas Provincial 2022 se identifica a la comunidad de Naranjal con un nivel de susceptibilidad alto frente a inundaciones y medio ante eventos de sequía.

La investigación sobre susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal es crucial para proteger a la población local y prevenir pérdidas humanas y materiales ya que estos eventos representan una amenaza directa para la seguridad y el bienestar de la población, además de tener importantes repercusiones socioeconómicas. En este sentido, la investigación contribuye a la generación de planes de contingencia y emergencia, que vayan en beneficio del desarrollo sostenible y el entorno natural del sector.

Sobre la base de lo explicado, el objetivo de la investigación es: Evaluar la susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal de la parroquia Abdón Calderón de Portoviejo en el año 2025.

2. Metodología

La comunidad Naranjal se encuentra ubicada en la parroquia Abdón Calderón del cantón Portoviejo de la provincia de Manabí, Ecuador. Cuenta con una extensión de 64,39 ha. De acuerdo con datos del PDyOT de la parroquia Abdón Calderón (2020), cuenta con una población aproximada de 584 habitantes con un total de 150 familias.

El clima en la comunidad de Naranjal, de la parroquia Abdón Calderón, generalmente sigue las tendencias climáticas típicas de la región costera de Ecuador. Esto significa que la temperatura tiende a ser cálida durante todo el año, con variaciones estacionales moderadas.

En términos generales, el clima puede describirse como tropical o subtropical, con temperaturas promedio que oscilan entre los 25°C y los 30°C. Los meses más cálidos suelen ser de diciembre a abril, mientras que los más frescos van de mayo a noviembre. Se encuentra ubicada en la llanura aluvial del Río Chico que presenta constantes crecidas, mismo que es de terraza baja constituido por conjunto de cobertura sedimentarias.

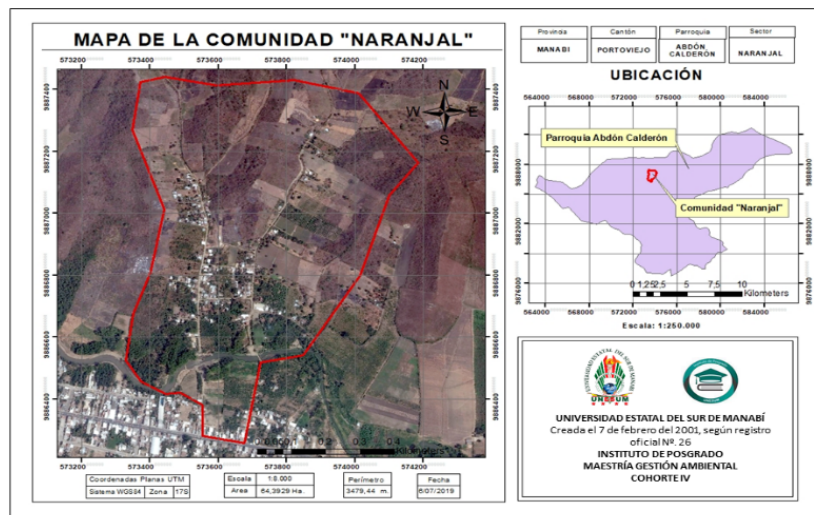
La precipitación también es una característica importante del clima costero ecuatoriano, oscila entre los 300-850 MM. La temporada de lluvias suele ocurrir de noviembre a mayo, con un pico durante los meses de febrero y marzo. Durante esta temporada, es común que haya fuertes lluvias y tormentas eléctricas, especialmente en las tardes y noches.

Métodos

Para el desarrollo investigativo para la determinación de la susceptibilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal de la parroquia Abdón Calderón en Portoviejo, se aplica una investigación aplicada, la cual se centra en la aplicación práctica de conocimientos y la resolución de problemas específicos en el mundo real comprendiendo la susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal con el propósito de tomar medidas preventivas y de mitigación.

Figura 1

Mapa del área de estudio



Nota: Autores (2025).

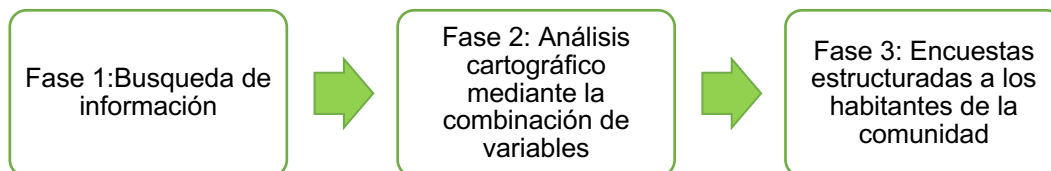
La investigación se centra en un carácter exploratorio con un enfoque mixto cuali-cuantitativo, dado que puede haber poca información disponible específicamente sobre la susceptibilidad y vulnerabilidad a deslizamientos en esta comunidad, una investigación exploratoria sería útil para explorar y comprender la situación actual. Esto implica buscar información, identificar variables relevantes y establecer relaciones preliminares entre los factores de riesgo y los deslizamientos, el enfoque cuantitativo utilizado para analizar datos geospaciales y realizar modelos predictivos de susceptibilidad.

Al mismo tiempo, un enfoque cualitativo podría ser útil para comprender las percepciones de la común sobre los deslizamientos, los impactos en su vida cotidiana y las medidas de prevención que podrían implementarse.

Con base en las metodologías de Guerrero et al. (2025), y Pedroso et al. (2014). El análisis combinó:

Figura 2

Combinación de análisis por fase



Nota: Autores (2025).

Procedimiento

Fase 1 Búsqueda de información

La primera fase consiste en la búsqueda de literatura de estudios previos sobre deslizamientos en la región y en áreas y condiciones similares, tales como revistas científicas, informes gubernamentales y cualquier otro recurso relevante para comprender los factores de riesgo y las características geológicas y geográficas de la zona.

La Recolección de datos geospaciales, como imágenes satelitales, Modelos digitales del terreno (DEM), geomorfología, geología, niveles de pendiente, tipos de suelo y datos de precipitación. La obtén información local, observaciones de la comunidad y datos socioeconómicos aplicando entrevistas a miembros relevantes, registros históricos de deslizamientos o antecedentes relevante para el sustento del mapa temático final y acciones de contingencia de la zona.

Analizar los factores que contribuyen a la susceptibilidad de deslizamientos, como la topografía, la geología, la vegetación, la precipitación, la erosión, geomorfología, niveles de pendiente y datos de precipitación entre otros.

Realiza análisis preliminares para identificar las variables más relevantes y su relación con los deslizamientos.

Selección de metodología:

La susceptibilidad fue evaluada mediante análisis multicriterio y superposición de variables en SIG. Según Padrón (2019), los niveles de susceptibilidad por deslizamientos, se agrupan en cuatro (4) clases. Este criterio permitió clasificar la estabilidad relativa de la zona estudiada.

Tabla.1
Niveles de susceptibilidad

Niveles de Susceptibilidad	Valoración	Descripción
Susceptibilidad Baja	I	Terrenos compuestos por roca fresca a poco meteorizada, o material relleno compactado cumpliendo con especificaciones técnicas, ubicado en zonas planas o pendientes menores a 5°. Están cubiertos por vegetación y no se observan indicios de movimientos de masa antiguos o activo
Susceptibilidad Media	II	Taludes con pendientes promedios entre 5° y 10° compuesto por pequeños espesores de suelos residuales o roca medianamente meteorizada y poca fracturada. Presentan densidad moderada de vegetación.
Susceptibilidad Alta	III	Taludes con pendientes promedios entre 10° y 25°, compuestos por materiales de comportamiento geo mecánico de regular a malo (roca muy meteorizada y fracturada) o suelo residual con espesores mayores a 1 metro. Terrenos con escasa vegetación.
Susceptibilidad Muy Alta	IV	Taludes con pendientes promedios mayores 25° compuestos por materiales de comportamiento geo mecánico de malo a muy malo (roca meteorizada y fracturada) o suelos residuales en grandes espesores.

Nota: Padrón Chacón, C. A. (2019)

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 2
Niveles de pendiente

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

Nota: Padrón Chacón, C. A. (2019)

Tabla 3

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

Nota: Padrón Chacón, C. A. (2019)

Fase 2 Análisis cartográfico mediante la combinación de variables

La metodología elegida para evaluar la susceptibilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal implica la integración de datos geoespaciales y factores de riesgo identificados en un análisis espacial, lo que permite la generación de un mapa de susceptibilidad. Los datos geoespaciales serán obtenidos de diversas fuentes, como la base de datos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, el Instituto Geográfico Militar y otros recursos como Earth Planet y SAS Planet.

El procedimiento comienza importando el ráster del relieve del área de estudio y su Modelo Digital de Elevación (DEM) de fondo junto con los archivos de forma (Shapefile) o polígonos que representan la geología, geomorfología, suelos y precipitación. Luego, estos polígonos se convierten en ráster mediante la herramienta To Raster en la caja de herramientas ArcToolbox. Este proceso se realiza para cada polígono, asignando niveles de valor para generar los ráster de las variables de geología, geomorfología, suelos y precipitación.

Para el relieve o DEM, se utiliza la herramienta Slope en Spatial Analyst Tools, donde se introduce el DEM y se seleccionan los rangos de inclinación. Una vez que se tienen los ráster de cada variable, se procede a la combinación de estas mediante la herramienta Weighted Overlay en ArcToolbox, dentro de Spatial Analyst Tools. Cada variable se carga en la herramienta, asignándole un porcentaje de influencia según su importancia relativa: geomorfología (25%), geología (25%), pendientes (20%), suelos (15%) y precipitación (15%), esto asegura que se sume un total de 100% de influencia. Luego, se guarda el resultado y se obtiene el mapa final de susceptibilidad a deslizamientos.

Fase 3: Encuestas estructuradas a los habitantes de la comunidad

Evaluación de vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad en la comunidad de Naranjal, se aplicó la metodología adaptada a las condiciones locales del área de estudio. Esta metodología contempla cuatro dimensiones de análisis: físico, social, ecológico y económico,

evaluadas a través de un total de 14 variables. La fórmula utilizada para calcular la vulnerabilidad global es la siguiente:

$$\text{Vulnerabilidad global} = \sum(ax0.25 + bx0.25 + cx0.25 + dx0.25)$$

Donde:

a = aspecto físico

b = aspecto social

c = aspecto ecológico

d = aspecto económico

Se realizaron encuestas estructuradas a 30 familias seleccionadas de forma aleatoria mediante un muestreo aleatorio simple, asegurando que todos los integrantes de la población tuvieran la misma probabilidad de ser seleccionados, según Yin (2018), esta muestra se consideró adecuada para obtener datos representativos en el contexto del estudio, debido a su enfoque local y aplicado, recogiendo información relevante sobre el estado de las viviendas, percepción y conocimiento del riesgo, antecedentes de pérdidas económicas y condiciones del entorno ecológico.

Los resultados fueron clasificados según la escala de vulnerabilidad.

Tabla 4

Escala de vulnerabilidad

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

Nota: Autores (2025).

Aspecto físico

Este aspecto se centró en evaluar las características constructivas de las viviendas y su ubicación en relación a zonas de riesgo geodinámico. Se analizaron tres variables clave: tipo de material de construcción, estado de conservación y proximidad a pendientes inestables.

Según los datos recopilados (ver Tabla 5), el 40.0% de las viviendas están construidas con madera y un 13.3% con caña, lo que representa un 53.3% de construcciones con materiales vulnerables a procesos de deslizamiento ya que estas estructuras no son lo suficientemente resistentes para enfrentar movimientos en masa especialmente en época lluviosa.

En cuanto al estado de conservación, apenas un 36.7% se encuentra en buenas condiciones, mientras que el restante 63.3% presenta condiciones regulares o malas.

Esta situación incrementa el nivel de riesgo, ya que las estructuras en mal estado tienen una capacidad reducida para resistir fuerzas dinámicas como las que generan los deslizamientos. Respecto a la proximidad a zonas de ladera, se observó que el 33.3% de las viviendas está ubicado a menos de 200 metros de las pendientes, y otro 33.3% se encuentra entre los 200 y 400 metros de distancia. Esto significa que el 66.6% del total de viviendas se encuentra en áreas consideradas de alta o muy alta exposición.

Tabla 5
Variables en el aspecto físico

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)
Material de la vivienda	Hormigón	14	47.7
	Madera	12	40.0
	Caña	4	13.3
Estado de conservación	Bueno	11	36.7
	Regular	13	43.3
	Malo	6	20.0
Cercanía de laderas	400-600 m	6	20.0
	200-400 m	10	33.3
	< 200 m	10	33.3

Nota: datos obtenidos de la aplicación a la Comunidad Naranjal , Autores (2025).

Aspecto social

En el aspecto social se midieron la percepción de riesgo, conocimiento sobre causas y Experiencia previa de deslizamientos. Donde los datos revelan una alta percepción del riesgo (ver tabla 6), el 63.3% de los encuestados dijeron que su entorno es vulnerable a deslizamientos. Esta percepción podría estar influida por experiencias previa, sin embargo, esta conciencia del riesgo no se refleja en un nivel de preparación adecuado. Solo un 20% de la población se considera bien preparada, mientras que el 43.3% se identifica como poco preparada. Esta diferencia demuestra falta de acciones de gestión del riesgo, como simulacros, talleres o planes de evacuación comunitarios.

Además, el 43.3% de los entrevistados manifestó tener un conocimiento limitado sobre las causas de los deslizamientos, surgiendo la necesidad de fortalecer procesos de educación ambiental y formación comunitaria en gestión del riesgo. Cabe destacar que el 66.7% de las familias encuestadas ha experimentado directamente un evento de deslizamiento, lo que constituye tanto un indicador de vulnerabilidad como una oportunidad para fomentar acciones preventivas basadas en el conocimiento local.

Tabla 6.
Variables en el aspecto social

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)
Percepción de riesgo	Alta	19	63.3
	Media	8	26.7

	Baja	3	10.0
Conocimiento sobre causas	Alto	17	56.7
	Medio	10	33.3
	Bajo	3	10.0
Experiencia previa de deslizamientos	Sí	20	66.7
	No	10	33.3

Nota: datos obtenidos de la aplicación a la Comunidad Naranjal , Autores (2025).

Aspecto ecológico

El aspecto ecológico es fundamental para evaluar la vulnerabilidad frente a deslizamientos, debido a que las condiciones del medio natural influyen directamente en la estabilidad del suelo y en la capacidad del ecosistema para resistir fenómenos de deslizamientos de tierra, es decir factores condicionantes y desencadenantes.

De acuerdo con los datos reflejados a través de las encuestas en la comunidad Naranjal (ver tabla 7), el 40% representan sectores donde predominan cultivos agrícolas sobre todo de ciclo corto predominando la deforestación, mientras que un 36.7% no cuentan con cobertura vegetal significativa. Esta disminución de la cobertura natural favorece un mayor escurrimiento superficial, reduce la infiltración del agua en el suelo y contribuye a la inestabilidad del terreno.

El 46.7% de los encuestados indicó que los suelos presentan susceptibilidad a la erosión, debido a las lluvias intensas en épocas lluviosa o por prácticas inadecuadas como la quema y la deforestación intensiva en las laderas que alteran la vegetación nativa, como la tala para fines agrícolas, reafirmado por el 60% de las familias que participaron de las encuestas.

Tabla 7.

Variables en el aspecto ecológico

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cobertura vegetal cercana	Bosque	7	23.3
	Plantaciones	12	40.0
	Sin cobertura	11	36.7
Percepción de erosión del suelo	Baja	4	13.3
	Media	12	40.0
	Media	12	40.0
Alteración de vegetación natural	Sí	18	60.0
	No	12	40.0

Nota: datos obtenidos de la aplicación a la Comunidad Naranjal , Autores (2025).

Aspecto económico

La dimensión económica fue evaluada tomando en cuenta tanto las pérdidas financieras sufridas por las familias ante desastres como su capacidad de recuperación. Según las encuestas (ver tabla 8), el 70% de los hogares ha experimentado pérdidas económicas como consecuencia de fenómenos naturales,

incluyendo daños directos provocados por deslizamientos o desbordamiento de las quebradas ocasionando un deterioro de infraestructuras, caminos vecinales intransitables lo que impide que las personas se desplacen para trabajar o comercializar sus productos agrícolas.

En cuanto a su capacidad de recuperación económica, la mitad de los encuestados manifestó que requeriría más de tres meses para estabilizar nuevamente su economía. Esta demora se atribuye, en gran parte, a la dependencia de actividades agrícolas sensibles al clima, a la falta de seguros, a las dificultades para acceder a crédito formal y la escasez de empleos estables sobre todo en épocas lluviosa.

Tabla 8.
Variables en el aspecto ecológico

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)
Pérdidas económicas previas	Sí	21	70.0
	No	9	30.0
Tiempo estimado de recuperación	< 1 mes	4	13.3
	1 a 3 meses	11	36.7
	> 3 meses	15	50.0

Nota: datos obtenidos de la aplicación a la Comunidad Naranjal , Autores (2025).

3. Resultados

Análisis de vulnerabilidad

La comunidad de Naranjal, situada en la parroquia Abdón Calderón del cantón Portoviejo, presenta una vulnerabilidad global del 60,0%, considerada como alta. Esta valoración se obtuvo mediante la fórmula, que calcula la vulnerabilidad tomando en cuenta cuatro dimensiones: física, social, ecológica y económica, con una proporción igual del 25% cada una.

$$\text{Vulnerabilidad global} = \sum(ax0.25 + bx0.25 + cx0.25 + dx0.25)$$

Donde:

a (Vulnerabilidad física) = 66,6%

b (Vulnerabilidad social) = 60,0%

c (Vulnerabilidad ecológica) = 53,3%

d (Vulnerabilidad económica) = 60,0%

Resultado:

$$\text{Vulnerabilidad global} = (66,6 \times 0.25) + (60,0 \times 0.25) + (53,3 \times 0.25) + (60,0 \times 0.25) = 60,0\%$$

Este resultado indica una situación de riesgo alta para la comunidad, con un aporte significativo de cada dimensión al nivel de vulnerabilidad general.

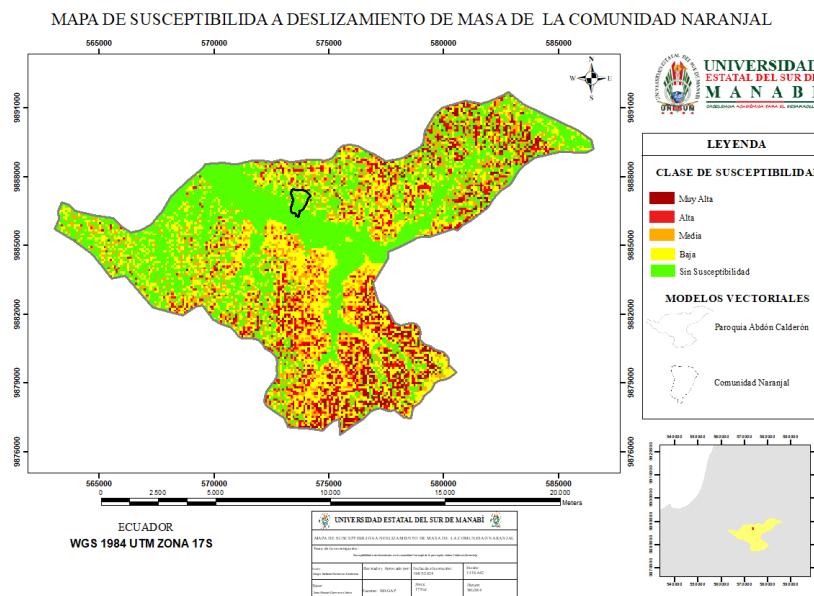
Desde el punto de vista físico, se detectó que más del 50% de las viviendas están edificadas con materiales poco resistentes, como madera y caña, y que el 63,3% de estas construcciones se encuentra en estado de conservación deficiente o regular. Además, el 66,6% están ubicadas a menos de 400 metros de zonas de ladera, lo que aumenta considerablemente la exposición a deslizamientos, especialmente en épocas de lluvias intensas.

En la dimensión social, aunque existe una alta percepción del riesgo entre los habitantes, se mantiene un bajo nivel de preparación y escaso conocimiento sobre las causas de los deslizamientos. Cabe destacar que un 66,7% de la población ha vivido experiencias previas con estos eventos, mientras que el componente ecológico también presenta debilidades, con una cobertura vegetal limitada y un uso predominante de cultivos de ciclo corto, factores que promueven la erosión del suelo y reducen su capacidad natural de contención frente a procesos de remoción en masa. La deforestación en zonas de pendiente y el uso inadecuado del suelo son constantes en el área evaluada.

En lo económico, se identificó un nivel alto de vulnerabilidad, ya que el 70% de los hogares ha enfrentado pérdidas económicas a causa de eventos naturales. La mayoría de las familias requiere más de tres meses para recuperarse económicamente debido a la inestabilidad de ingresos y la afectación directa de las lluvias a las actividades agrícolas y a la movilidad.

Análisis de susceptibilidad

Figura 3
Mapa de susceptibilidad a inundaciones



Nota: Autores (2025).

El análisis cartográfico realizado mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) reveló que la comunidad de Naranjal, representada con un polígono rojo en el mapa de la parroquia Abdón Calderón, se caracteriza principalmente por áreas con baja susceptibilidad a deslizamientos. Seguido se identifican zonas con nivel de susceptibilidad intermedio, representadas en tonos naranjas, y en menor proporción, áreas de riesgo elevado. Esta distribución indica una relativa estabilidad geotécnica en gran parte del territorio.

Sin embargo, se han detectado diversos factores que incrementan el riesgo de deslizamientos, especialmente aquellos relacionados con la actividad humana. Entre los más relevantes se encuentran: el cultivo de especies de ciclo corto, que requiere una remoción constante del suelo, lo que debilita su cohesión superficial, la deforestación, que reduce la cobertura vegetal que actúa como barrera protectora, y la escasa vegetación en áreas de fuerte pendiente, lo cual disminuye la capacidad del suelo para resistir la erosión.

Además, las lluvias intensas, particularmente frecuentes en febrero y marzo, actúan como detonantes, ya que aumentan la saturación del suelo y facilitan el desplazamiento de masas. Las condiciones del terreno, compuesto por suelos sedimentarios propios de terrazas bajas y laderas con inclinaciones superiores al 15%, también influyen en el aumento de la susceptibilidad en ciertas áreas.

Estos resultados sugieren aplicar medidas preventivas y de mitigación, sobre todo en las zonas clasificadas con susceptibilidad media y alta, donde confluyen factores naturales y humanos que elevan el nivel de riesgo. Entre las estrategias prioritarias se destacan la reforestación, la adopción de técnicas agrícolas sostenibles, la construcción de obras de estabilización de taludes, además se debería considerar un proyecto de conservación de suelos en las zonas altas de las quebradas para evitar la redistribución de sedimentos en la zona baja de la comunidad involucrando a la población en general para que exista sostenibilidad a lo largo del tiempo como la cultura de protección de bosques y laderas a través de la educación ambiental.

Sin embargo, la planificación territorial y el monitoreo constante son esenciales para mitigar los impactos, mientras que aumentar la conciencia pública y promover la preparación y respuesta ante deslizamientos resultan fundamentales.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en la comunidad de Naranjal, que muestran un nivel elevado de vulnerabilidad (60%) y una susceptibilidad que varía espacialmente, pero tiende a incrementarse en áreas intervenidas, coinciden con patrones observados en otras zonas, donde los movimientos en masa están influenciados por la combinación de factores naturales y actividades humanas.

Se aplicó un enfoque integral para la elaboración de un modelo espacial de riesgo a deslizamientos, integrando capas de pendiente, precipitación, geología y uso del suelo, lo que permitió generar un mapa de susceptibilidad preciso y contextualizado. Esta metodología coincide con enfoques utilizados en otros estudios de la región centroamericana, como los desarrollados por Reyes y Rivera (2019) en El Salvador, quienes emplearon la técnica Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) para construir mapas de susceptibilidad a deslizamientos a escala nacional. Asimismo, se alinea con lo señalado por Guzzetti et al. (2005), quienes destacan la relevancia de contar con bases de datos geoespaciales actualizadas y del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para obtener resultados confiables en este tipo de análisis.

En Bolivia, Loayza et al. (2020) emplearon un modelo de susceptibilidad basado en SIG y encontraron que los asentamientos humanos cercanos a pendientes sin planificación previa representan un factor crítico en la generación de deslizamientos. Esta relación también se manifiesta en Naranjal, donde más del 60% de las viviendas están ubicadas a menos de 400 metros de zonas de ladera.

Así mismo en Ecuador hay evidencias de varios estudios aplicando modelos probabilísticos para modelar la ocurrencia de deslizamientos utilizando sistemas de información geográficos y geoestadística de acuerdo con Chirinos, Ruiz, & Cardona, (2023). Tal es el caso Guerra Morales (2021), quien analizó los efectos de los cambios del paisaje en la susceptibilidad a deslizamientos. Aplicando análisis multitemporal con imágenes satelitales y técnicas SIG, encontró que la pérdida de cobertura vegetal y la presión demográfica incrementan significativamente la susceptibilidad, situación similar a la observada en Naranjal

Otras investigaciones en Portoviejo han demostrado que la percepción del riesgo entre los habitantes está influenciada por factores como la experiencia vivida, el nivel educativo y la disponibilidad de información (Loor Salazar et al., 2022). Estos resultados guardan relación con los obtenidos en nuestra encuesta en la comunidad Naranjal, donde se identificó que las familias que han enfrentado deslizamientos en el pasado presentan una mayor conciencia del riesgo, aunque también manifiestan una actitud de resignación debido a la escasa atención institucional recibida.

De igual manera, el estudio realizado en la parroquia Chugá Carrillo (2023), refuerza la importancia de integrar la participación comunitaria en la elaboración de planes de manejo de riesgos, tal como se plantea en nuestra investigación, ya que la experiencia demuestra que los enfoques que incorporan el conocimiento local y la autogestión fortalecen la capacidad de respuesta de las comunidades ante eventos adversos.

5. Conclusiones

El análisis de vulnerabilidad y susceptibilidad a deslizamientos en la comunidad Naranjal de la parroquia Abdón Calderón revela una alta vulnerabilidad social y una susceptibilidad en aumento, especialmente por la intervención humana como la ocupación de territorios en áreas de riesgo, infraestructuras inadecuadas y falta de conocimiento frente a peligros de la naturaleza, agravando la situación para la población en general. En este sentido, es indispensable la implementación de estrategias que articulen medidas de ordenamiento territorial, conservación sostenible de los recursos naturales y el fortalecimiento de capacidades locales. Con una gestión de riesgo preventiva que incluya a todos los actores locales será posible reducir el riesgo de deslizamientos y ser una comunidad más segura y resiliente. Investigaciones recientes en Ecuador destacan que las inundaciones y deslizamientos han superado la capacidad de respuesta institucional en zonas costeras, debido principalmente al mal uso del suelo y la falta de planificación (El Comercio, 2023). Por otro lado, estudios técnicos subrayan la importancia de integrar variables físicas y sociales en la evaluación del riesgo, proponiendo modelos predictivos más precisos para escenarios de cambio climático.

Referencias Bibliográficas

- Basu, T., & Pal, S. (2020). A GIS-based factor clustering and landslide susceptibility analysis using AHP for Gish River Basin, India. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 4787–4819. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00406-4>
- Cargua, C., Espin, R., Valencia, B., Simbaña, M., Araujo, S., Cornejo, C., & Ocampos, A. (2024). Análisis de susceptibilidad a deslizamientos empleando el proceso de jerarquía analítica en una carretera amazónica del Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 39(1), 116–136. <https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.07>
- Carrillo, A. R. (2023). *Plan de gestión de riesgos comunitarios ante deslizamientos en la parroquia Chugá, cantón Otavalo, provincia de Imbabura* (Trabajo de titulación). Universidad Técnica del Norte. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10990/2/03%20RNR%20379%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Chirinos, M., Ruiz, M., & Cardona, A. (2023). Modelo estadístico para predicción de deslizamientos generados por precipitación en la zona occidental de Honduras. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(2), 246–255. https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202023000200246&script=sci_arttext
- El Comercio. (2023). *Inundaciones y deslizamientos rebasaron lo planificado en la Costa de Ecuador*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/inundaciones-y-deslizamientos-rebasaron-lo-planificado-en-la-costa-de-ecuador.html>

- El Universo. (2025). La temporada invernal provocó cerca de 60 deslizamientos en carreteras de Manabí: este es el estado de las vías. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/la-temporada-invernal-provoco-cerca-de-60-deslizamientos-en-carreteras-de-manabi-este-es-el-estado-de-las-vias-nota/>
- Guerra Morales, K. (2021). *Evaluación multitemporal de la susceptibilidad a deslizamientos por cambios en el paisaje en la subcuenca del río Ambi, Imbabura*. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales*, 9(2), 133–145. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10928/6/03%20RNR%20376%20articulo.pdf>
- Guerrero, M., Mieles, J., Navarro, E., & Merchán, L. (2025). Análisis de la vulnerabilidad y susceptibilidad a inundaciones en el área urbana del cantón Francisco de Orellana (El Coca), Orellana, Ecuador. *Revista Científica Internacional*, 12(1), 660-674. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.632>
- Guzzetti, F., Reichenbach, P., Cardinali, M., Galli, M., & Ardizzone, F. (2005). Landslide hazard assessment in the Collazzone area, Umbria, Central Italy. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5(3), 349–362. <https://doi.org/10.5194/nhess-5-349-2005>
- Hearn, G., & Hart, A. (2019). Landslide susceptibility mapping: A practitioner's view. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(8), 5811–5826. <https://doi.org/10.1007/s10064-019-01506-1>
- Loayza, H., Tapia, A., & Jiménez, G. (2020). Identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en la zona de los Yungas (Bolivia) utilizando herramientas SIG. *Revista Boliviana de Geografía Aplicada*, 11(2), 63–78. <https://doi.org/10.32745/rbga.v11i2.2020.06>
- Loor Salazar, V. E., Paucar Camacho, J. A., & Bravo Rosillo, N. G. (2022). *Percepción del riesgo de la población ante amenazas de sismo, inundación y deslizamiento del cantón Portoviejo*. *Revista San Gregorio*, (50), 1–18. <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2003>
- Mantuano, G. (2025). Manabí: Deslizamiento de tierra en Sasay de Santa Ana deja 26 familias afectadas. *El Diario*. <https://www.eldiario.ec/manabi-deslizamiento-de-tierra-en-sasay-de-santa-ana-deja-26-familias-afectadas-20250217/>
- Padrón Chacón, C. A. (2019). Evaluación del riesgo de desastres por deslizamientos activados por lluvias. Caso estudio: Barrios informales de Mamera - El Junquito. *Terra. Nueva Etapa*, 35(57). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72163802004>
- Pedroso, E. et al. (2014). *Aproximación metodológica para el análisis de la vulnerabilidad socioambiental*. *Revista Iberoamericana de Ecología*, 3(2), 77-95.
- Pourghasemi, H., et al. (2018). Analysis and evaluation of landslide susceptibility: A review on articles published during 2005–2016 (periods of 2005–2012 and 2013–2016). *Arabian Journal of Geosciences*, 11, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3531-5>

- Reyes, M., & Rivera, J. (2019). *Modelación probabilística de deslizamientos inducidos por lluvia en El Salvador*. San Salvador, El Salvador. *Revista Geográfica Andina*, 7(1), 67-82.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202023000200246
- Salazar, V. E. L., Camacho, J. A. P., & Rosillo, N. G. B. (2022). *Percepción del riesgo de la población ante amenazas de sismo, inundación y deslizamiento del cantón Portoviejo*. *Revista San Gregorio*, 1(50), 1–18.
<https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2003>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.
<https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/YIN%20ROBERT%20.pdf>