



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN RIESGOS**  
**DE DESASTRES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

“ESTUDIO DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y SU INCIDENCIA  
SOBRE LA POBLACIÓN EN EL SECTOR EL CALZADO PERTENECIENTE AL  
CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR. PERIODO ENERO – MAYO 2025”

**AUTOR(A) (ES):**

Evelyn Jajayra Paguay Gaibor

Ana Cristina Realpe García

**DIRECTOR(A)**

Ing. Daniel Santiago Paredes  
Gaibor

**PARES ACADÉMICOS**

Ing. Johanna Dueñas

Ing. Christopher Espinosa

**GUARANDA – ECUADOR**

**2025**

## **TEMA**

Estudio de la amenaza de deslizamientos y su incidencia sobre la población en el sector el calzado perteneciente al cantón San Miguel de Bolívar. Periodo Enero – Mayo 2025.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida llena de salud, con bienestar y paz.

Agradezco profundamente a mi madre, y hermanos por estar presentes en todo momento, por creer en mí y por motivarme a seguir adelante en los momentos de cansancio y duda.

Por último, expreso mi más sincero agradecimiento al Ing. Daniel Paredes por su valiosa orientación durante el desarrollo de esta investigación, por su paciencia y por la disposición con la que siempre atendió nuestras dudas. Asimismo, extendiendo mi gratitud a los docentes de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres, quienes con compromiso y dedicación compartieron sus conocimientos y experiencias.

A todos, gracias infinitas.

***Evelyn Jajayra Paguay Gaibor***

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida con salud. Además, a mi tutor de tesis Ing. Daniel Paredes por su orientación académica, sus valiosas sugerencias y el tiempo dedicado al seguimiento de este trabajo.

A mi familia, compañeros y amigos por sus palabras de aliento y el acompañamiento a lo largo de este proceso. Además, a los docentes de la carrera que, de una u otra manera, contribuyeron para que este trabajo sea posible.

***Ana Cristina Realpe García***

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a la Virgencita de Baños, por haber sido mi luz y mi guía durante todo este proceso. Con profundo cariño y gratitud, a quienes han sido el pilar más importante en mi vida: mis queridos padres.

A mi madre, Silvia Gaibor por ser la base firme sobre la que he construido mis sueños. Gracias por tu amor incondicional y por enseñarme con tu ejemplo que no hay obstáculo que no se pueda superar con esfuerzo y humildad. Esta meta alcanzada lleva tu nombre en cada línea.

A la memoria de mi padre, Manuel Paguay, mi eterno héroe, aunque ya no estés físicamente, tu recuerdo ha sido mi mayor inspiración en este camino. Gracias por sembrar en mí la valentía para no rendirme.

A mis hermanos, Joselyn, Patricio y Jhoanna y a mi querido sobrino Deyvis, que con su cariño ha sido como un hermano para mí. Gracias por estar siempre presentes, aún en la distancia. Sus constantes llamadas, mensajes y muestras de cariño fueron un abrazo en los días más duros. Gracias por recordarme con su voz que no estaba sola, que tenía un motivo para seguir.

Finalmente, a mi mejor amiga y compañera de tesis, Cristina Realpe, quien estuvo conmigo desde el inicio hasta el final de este proceso. Juntas compartimos desvelos, retos y logros, apoyándonos mutuamente en cada paso.

*Evelyn Jajayra Paguay Gaibor*

Primeramente, este trabajo lo dedico a Dios y a la Virgen Dolorosa del Colegio por guiarme, darme sabiduría, salud y permitirme llegar hasta aquí a realizarme como profesional. A mis abuelitos Ernesto, Anita y a mi madre Mabis quienes me inculcaron valores, principios y estuvieron apoyándome en cada paso de mi vida y sin ellos esto no sería posible.

A mi padrastro Jihkson y a mis hermanos Melany y Saúl que siempre me dieron palabras de aliento para seguir adelante y no rendirme, y no puede pasar de apercebido al pequeño de la casa mi sobrino Ismael que con sus abrazos y sus palabras me llena de alegría y me impulsan a ser mejor.

Por último, pero no menos importante a mi compañera de tesis Evelyn Paguay que a lo largo de la vida universitaria se convirtió en mi mejor amiga, por su dedicación, esfuerzo, compromiso.

*Ana Cristina Realpe García*

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR Y PAR ACADÉMICO**

### **CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.**

**Guaranda, 08 de septiembre de 2025.**

El suscrito Daniel Santiago Paredes Gaibor, tutor de trabajo de titulación de Grado de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar.

#### **CERTIFICA:**

Que el proyecto de investigación titulado: “ESTUDIO DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y SU INCIDENCIA SOBRE LA POBLACIÓN EN EL SECTOR EL CALZADO PERTENECIENTE AL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR. PERIODO ENERO – MAYO 2025”; realizado por las señoritas: Evelyn Jajayra Paguay Gaibor y Ana Cristina Realpe García, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías. En virtud de ello, autorizo su presentación para su aprobación correspondiente, de acuerdo con el reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



Ing. Daniel Paredes Gaibor

**Director del Trabajo de Titulación de Grado**

## DERECHOS DE AUTORÍA NOTARIZADA



**BIBLIOTECA  
GENERAL**

### DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Paguay Gaibor Evelyn Jajayra y Realpe García Ana Cristina portador/res de la Cédula de Identidad No 0202427803 y 0250132040 en calidad de autor/res y titular/es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: ESTUDIO DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y SU INCIDENCIA SOBRE LA POBLACIÓN EN EL SECTOR EL CALZADO PERTENECIENTE AL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR. PERIODO ENERO – MAYO 2025, modalidad, proyecto de investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Evelyn Jajayra Paguay Gaibor

Ana Cristina Realpe García

Evelyn Paguay  
0202427803

Ana Realpe  
0250132040

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	1
DEDICATORIA .....	2
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR Y PAR ACADÉMICO .....	4
RESUMEN .....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPÍTULO I. ....	18
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.2. Formulación del problema .....	20
1.3. Preguntas de la investigación.....	20
1.4. Justificación .....	21
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo General:.....	22
1.5.2. Objetivos Específicos:.....	22
1.6. Variables de estudio.....	23
1.6.1. <i>Variable independiente</i> .....	23
1.6.2. <i>Variable dependiente</i> .....	23
1.6.3. <i>Operacionalización de variables</i> .....	24

CAPÍTULO II.....	26
2. MARCO TEÓRICO .....	26
2.1. Marco referencial.....	26
2.1.1. Descripción del área de estudio.....	26
2.2. Antecedentes.....	28
2.3. Bases teóricas.....	30
2.3.1. Deslizamientos.....	30
2.3.2. Partes de un deslizamiento.....	31
2.3.3. Tipos básicos de deslizamientos de tierra.....	33
2.3.4. Causas.....	42
2.3.5. Métodos de evaluación.....	44
2.3.6. Consecuencias de los deslizamientos.....	47
2.3.7. Incidencia en la población.....	48
2.3.8. Relación entre deslizamientos y la incidencia en la población.....	48
2.3.9. Efectos en el Bienestar Humano.....	49
2.4. Marco legal.....	50
2.4.1. Nivel Fundamental.....	50
2.4.2. Nivel Legal.....	51
2.4.3. Nivel Base.....	52
2.5. Marco Conceptual.....	55

CAPITULO III.....	62
3. METODOLOGÍA.....	62
3.1. Tipo de investigación.....	62
3.1.1. Descriptiva y analítica.....	62
3.2. Enfoque de la investigación.....	62
3.2.1. Enfoque Mixto.....	62
3.3. Métodos de la investigación.....	63
3.3.1. No experimental y transversal.....	63
3.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
3.3.3. Instrumentos de recolección de datos.....	64
3.4. Procesamiento de la información.....	64
3.5. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.....	68
CAPITULO IV.....	69
4. RESULTADOS.....	69
4.1. Resultados Objetivo 1.....	69
Identificar las características geológicas, geomorfológicas y climáticas del sector El Calzado que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.....	69
4.2. Resultados Objetivo 2.....	92
Examinar la relación entre la amenaza de deslizamientos y su impacto sobre la población del sector El Calzado.....	92

4.3. Resultados Objetivo 3.....	113
Proponer medidas de prevención y mitigación ante el riesgo de deslizamientos en el sector El Calzado.....	113
CAPITULO V.....	118
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	118
5.1. CONCLUSIONES .....	118
5.2. RECOMENDACIONES.....	119
6. BIBLIOGRAFÍA .....	120
7. ANEXOS .....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Variable Independiente: Deslizamiento</i> .....	24
<i>Tabla 2 Variable Dependiente: Incidencia en la población</i> .....	25
<i>Tabla 3 Causas para que se produzca un deslizamiento</i> .....	43
<i>Tabla 4 Escala de velocidades de los movimientos de ladera</i> .....	46
<i>Tabla 5 Plasticidad de diversos suelos arcillosos/limosos</i> .....	66
<i>Tabla 6 Verificación de estabilidad de taludes (BISHOP) Perfil 1</i> .....	85
<i>Tabla 7 Parámetros del suelo (Arenoso) Perfil 1</i> .....	85
<i>Tabla 8 Verificación de estabilidad de taludes (BISHOP) Perfil 2</i> .....	87
<i>Tabla 9 Parámetros del suelo (Arenoso) Perfil 2</i> .....	88
<i>Tabla 10 Verificación de estabilidad de taludes (BISHOP) Perfil 3</i> .....	90
<i>Tabla 11 Parámetros del suelo (Arenoso) Perfil 3</i> .....	90
<i>Tabla 12 Medidas preventivas</i> .....	113
<i>Tabla 13 Medidas de mitigación</i> .....	115
<i>Tabla 14 Plan operativo y seguimiento</i> .....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Mapa de ubicación del sector el Calzado</i> .....	26
<b>Figura 2</b> <i>Deslizamiento de tierra.</i> .....	31
<b>Figura 3</b> <i>Partes de un deslizamiento</i> .....	32
<b>Figura 4</b> <i>Desprendimiento de rocas</i> .....	33
<b>Figura 5</b> <i>Vuelco</i> .....	34
<b>Figura 6</b> <i>Deslizamiento rotacional</i> .....	35
<b>Figura 7</b> <i>Deslizamiento traslacional</i> .....	36
<b>Figura 8</b> <i>Extensiones laterales</i> .....	37
<b>Figura 9</b> <i>Flujos de escombros</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Lahares (flujos de escombros volcánicos)</i> .....	38
<b>Figura 11</b> <i>Avalancha de escombros</i> .....	39
<b>Figura 12</b> <i>Flujo de tierra</i> .....	40
<b>Figura 13</b> <i>Flujo lento de tierra</i> .....	41
<b>Figura 14</b> <i>Flujos en el permafrost</i> .....	42
<b>Figura 15</b> <i>Modelo Digital de Elevación</i> .....	70
<b>Figura 16</b> <i>Mapa de Pendiente</i> .....	72
<b>Figura 17</b> <i>Mapa de Geomorfología</i> .....	73
<b>Figura 18</b> <i>Mapa de Geología</i> .....	75
<b>Figura 19</b> <i>Mapa de Cobertura Vegetal</i> .....	76
<b>Figura 20</b> <i>Mapa de Litología</i> .....	78
<b>Figura 21</b> <i>Mapa de Precipitación</i> .....	79
<b>Figura 22</b> <i>Mapa de Susceptibilidad/Amenaza a Deslizamientos</i> .....	80
<b>Figura 23</b> <i>Identificación de perfiles del talud</i> .....	83

<b>Figura 24</b>	<i>Perfil 1 extraído desde Agisoft Metashape Proffesional 2.0.0.....</i>	84
<b>Figura 25</b>	<i>Perfil 1 Método de Bishop_Tipo de análisis "búsqueda de grilla" .....</i>	84
<b>Figura 26</b>	<i>Perfil 2 extraído desde Agisoft Metashape Proffesional 2.0.0.....</i>	86
<b>Figura 27</b>	<i>Perfil 2 Método de Bishop_Tipo de análisis "búsqueda de grilla" .....</i>	87
<b>Figura 28</b>	<i>Perfil 3 extraído desde Agisoft Metashape Proffesional 2.0.0.....</i>	89
<b>Figura 29</b>	<i>Perfil 3 Método de Bishop_Tipo de análisis "búsqueda de grilla" .....</i>	89
<b>Figura 30</b>	<i>Edad .....</i>	92
<b>Figura 31</b>	<i>Frecuencia percibida de los deslizamientos .....</i>	93
<b>Figura 32</b>	<i>Época del año en la que se presentan los deslizamientos.....</i>	94
<b>Figura 33</b>	<i>Factores que contribuyen a los deslizamientos.....</i>	95
<b>Figura 34</b>	<i>Vivienda afectada por deslizamientos.....</i>	96
<b>Figura 35</b>	<i>Tipo de daño sufrido en la vivienda.....</i>	97
<b>Figura 36</b>	<i>Conocimiento sobre si la vivienda está en zona de alto riesgos .....</i>	98
<b>Figura 37</b>	<i>Refuerzo estructural en la vivienda.....</i>	99
<b>Figura 38</b>	<i>Ocupación principal.....</i>	100
<b>Figura 39</b>	<i>Fuente de empleo en sector público o privado .....</i>	100
<b>Figura 40</b>	<i>Acciones necesarias para reducir el riesgo .....</i>	101
<b>Figura 41</b>	<i>Capacitaciones recibidas .....</i>	102
<b>Figura 42</b>	<i>Conocimiento de vías de evacuación .....</i>	103
<b>Figura 43</b>	<i>Cuentan con una organización comunitaria de prevención de riesgos de desastres .....</i>	104
<b>Figura 44</b>	<i>Percepción sobre la gestión por parte de las autoridades locales .....</i>	105
<b>Figura 45</b>	<i>Conocimiento de sistemas de alerta temprano .....</i>	106
<b>Figura 46</b>	<i>Cuenta con medios de comunicación para recibir alertas .....</i>	107

<b>Figura 47</b> <i>Medios de información utilizados por la población para conocer sobre eventos naturales</i> .....	108
<b>Figura 48</b> <i>Mapa de viviendas en zona de susceptibilidad del sector "El Calzado"</i> .....	110
<b>Figura 49</b> <i>Tabla de contingencia y pruebas de chi-cuadrado</i> .....	112

## **RESUMEN**

En esta investigación se realizó un mapa de zonas propensas a deslizamientos aplicando la Metodología de Susceptibilidad/Amenaza ante Deslizamientos de la Secretaría de Gestión de Riesgos. A partir de este análisis se estableció la relación entre la amenaza y la incidencia en la población, lo que permitió identificar sectores críticos y proponer medidas de prevención y mitigación orientadas a reducir los riesgos y fortalecer la capacidad de respuesta comunitaria.

Se inició con la elaboración de mapas temáticos de factores geológicos, geomorfológicos y climáticos, con los cuales se generó el mapa de susceptibilidad/amenaza. Posteriormente, se efectuó un trabajo de campo en donde se identificó un punto crítico como es un talud ubicado en el kilómetro 28 vía San Miguel – San Pablo, complementado con modelamientos de estabilidad mediante el software GEO5. Asimismo, se aplicó una encuesta a 50 jefes de hogar con el fin de analizar la percepción social, el nivel de preparación y la incidencia de los deslizamientos en la población.

Los resultados evidenciaron que 24 viviendas se ubican en zonas de alta susceptibilidad y 11 en muy alta, priorizando la necesidad de implementar medidas, con el propósito de reducir los impactos potenciales y priorizar la seguridad de la población expuesta.

## **ABSTRACT**

In this research, a landslide-prone areas map was developed by applying the Susceptibility/Hazard Methodology for Landslides established by the Secretariat of Risk Management. Based on this analysis, the relationship between hazard and its incidence on the population was determined, allowing the identification of critical sectors and the proposal of prevention and mitigation measures aimed at reducing risks and strengthening community response capacity.

The study began with the elaboration of thematic maps of geological, geomorphological, and climatic factors, which were used to generate the susceptibility/hazard map. Subsequently, fieldwork was carried out to identify a critical point—a slope located at kilometer 28 on the San Miguel – San Pablo road— complemented with stability modeling using GEO5 software. In addition, a survey was conducted with 50 household heads to analyze social perception, the level of preparedness, and the impact of landslides on the population.

The results showed that 24 houses are located in high susceptibility zones and 11 in very high susceptibility zones, highlighting the need to implement measures aimed at reducing potential impacts and prioritizing the safety of the exposed population.

## **INTRODUCCIÓN**

Los deslizamientos de tierra representan uno de los riesgos naturales más complejos y peligrosos que afectan a las comunidades ubicadas en zonas con condiciones geográficas y climáticas particulares. Por ende, la recurrencia y magnitud de estos eventos pueden tener consecuencias devastadoras, tanto en la pérdida de vidas humanas como en la destrucción de infraestructura, viviendas y recursos económicos. Asimismo, el nivel de amenaza incrementa en territorios donde las condiciones del suelo, las pendientes pronunciadas y la actividad agrícola se combinan con una baja cultura de gestión del riesgo y una limitada capacidad de respuesta comunitaria e institucional.

En este contexto, el sector El Calzado, situado en el cantón San Miguel de Bolívar, presenta características particulares que aumentan su exposición a los deslizamientos. Por tanto, la presencia de viviendas en laderas, sumada a un uso intensivo del suelo agrícola, contribuye a la predisposición del área ante estos fenómenos de origen natural. Además, el limitado conocimiento, que sumado a la percepción sobre la amenaza y que no han existido acciones concretas por parte de la comunidad y las autoridades refuerza la vulnerabilidad social y física del sector, lo que requiere de un análisis profundo y de la formulación de estrategias efectivas para reducir los riesgos existentes.

El presente estudio se fundamenta en la elaboración del mapa de susceptibilidad/amenaza a deslizamientos que permiten identificar y visualizar las zonas más susceptibles a deslizamientos, mediante el análisis de variables geológicas, geomorfológicas y climáticas. A través del uso de metodologías técnicas modernas y el trabajo en campo, se busca comprender en profundidad las causas y manifestaciones del riesgo, así como conocer la percepción y preparación de la comunidad mediante encuestas realizadas a la población del sector.

Asimismo, este estudio aspira a fortalecer la gestión local del sector, promoviendo la implementación de medidas de prevención y mitigación adaptadas a las condiciones específicas del sector. En este sentido, las medidas propuestas contemplan acciones técnicas, como la reforestación y estabilización de taludes, así como acciones sociales, incluyendo programas de capacitación, creación de estructuras organizativas dirigidas a la comunidad. De esta manera, la integración de estos enfoques busca reducir la vulnerabilidad física y social, promoviendo un desarrollo sostenible y resiliente para los habitantes del sector El Calzado.

En definitiva, esta investigación aporta información valiosa para la planificación territorial y la gestión del riesgo natural en zonas vulnerables, sirviendo como base para futuras intervenciones y políticas públicas que protejan a las comunidades ante los peligros de los deslizamientos de tierra y promuevan una cultura de prevención y respuesta efectiva frente a estos fenómenos naturales.

## **CAPÍTULO I.**

### **1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los deslizamientos de tierra representan una de las principales amenazas naturales en zonas con características geomorfológicas y climáticas propicias para su ocurrencia. En Ecuador, particularmente en la Sierra, estos fenómenos se intensifican debido a factores como la inestabilidad del suelo, la pendiente del terreno, la saturación hídrica causada por precipitaciones intensas (Sartohadi et al., 2024). El impacto de actividades humanas como la deforestación y el mal uso del suelo en actividades agrícolas lo cual conlleva a la degradación del mismo.

El cantón San Miguel, y específicamente el sector El Calzado, se enfrenta a deslizamientos de tierra, fenómenos que han aumentado en frecuencia y gravedad, especialmente durante la temporada de invierno. Estos deslizamientos no solo afectan la infraestructura vial, sino que además generan interrupciones que limitan la circulación y ponen en riesgo la seguridad de la población impactando negativamente las actividades socioeconómicas, dado que aproximadamente la mayoría de los habitantes dependen de la agricultura.

La evidencia empírica confirma la ocurrencia del problema. En ese sentido, en enero de 2023 los moradores alertaron al municipio sobre el levantamiento de la capa asfáltica en el kilómetro 28 del sector, por lo cual implicó a las autoridades llevar a cabo una inspección. Durante la evaluación, observaron la presencia de grietas en la parte alta de la pendiente, con un ancho de 20 a 25 cm y una profundidad de 4 a 5 metros. Esta situación generó una compresión del terreno, lo que impactó directamente la capa asfáltica.

Posteriormente, en marzo y abril del mismo año, durante la temporada invernal, se produjeron dos deslizamientos que obstaculizaron la vía la misma, que conecta la Sierra con la Costa. Para restablecer la circulación, se realizó limpieza con maquinaria. Sin embargo, en el año siguiente, los restos acumulados de los deslizamientos previos, combinados con las lluvias invernales, provocaron un nuevo deslizamiento sobre la vía lo que evidencia la recurrencia del problema.

A pesar de la evidencia empírica de los eventos ocurridos y del impacto que estos generan en la comunidad, no se cuenta con un estudio técnico que caracterice detalladamente la amenaza de deslizamiento ni que evalúe su incidencia sobre la población del sector El Calzado. La escasez de información precisa, así como de un análisis del nivel de exposición y capacidad de respuesta de los moradores, limita la planificación de acciones preventivas y de mitigación por parte de las autoridades locales. Esta situación evidencia la necesidad urgente de investigar y comprender los factores que contribuyen a los deslizamientos en la zona, así como sus consecuencias directas sobre la vida, los medios de subsistencia y la seguridad de los habitantes.

En este contexto, surge la presente investigación como una herramienta fundamental para aportar información técnica y social que permita diseñar estrategias efectivas de reducción del riesgo en el sector. Ante esta problemática, resulta fundamental analizar la amenaza de deslizamientos en el sector El Calzado y su incidencia en la población, con el objetivo de generar información que contribuya a la toma de decisiones y a la implementación de medidas de gestión del riesgo más efectivas.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo incide la amenaza de deslizamientos en la población del sector El Calzado, cantón San Miguel de Bolívar?

## **1.3. Preguntas de la investigación**

- ¿Cuáles son las características geológicas y geomorfológicas del sector El Calzado que influyen en la amenaza del deslizamiento?
- ¿Qué factores climáticos y antrópicos contribuyen a la generación de deslizamientos en la zona?
- ¿Cuáles han sido los eventos de deslizamiento registrados en el sector El Calzado?
- ¿Cómo impactan los deslizamientos en la población del sector El Calzado en términos de afectaciones sociales, económicas y ambientales?
- ¿Qué medidas de prevención y mitigación han sido implementadas por las autoridades y la comunidad ante la amenaza de deslizamientos?

#### **1.4. Justificación**

El presente estudio permitirá conocer la magnitud de la amenaza del deslizamiento en el sector El Calzado, mediante el análisis de factores geológicos, geomorfológicos, climáticos y antrópicos, se obtendrá información clave para comprender la susceptibilidad de la zona ante este evento y su impacto en la población. De igual manera, beneficiará directamente a la población, quienes enfrentan un riesgo constante debido a la inestabilidad del terreno, el cual no solo contribuirá a fortalecer la gestión del riesgo, sino que también facilitará la planificación de estrategias de prevención, mitigación y optimizar la respuesta ante emergencia por parte de las autoridades y comunidades locales, ayudando a reducir posibles afectaciones.

A nivel práctico, los hallazgos del estudio ayudarán a identificar las zonas de mayor riesgo dentro del sector. Asimismo, esta información permitirá promover estrategias de educación comunitaria sobre prevención de deslizamientos. Estas acciones contribuirán significativamente a la reducción de pérdidas humanas y materiales asociadas a este fenómeno.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación aportará conocimientos fundamentales sobre los factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos en el sector, proporcionando datos que podrán compararse con estudios similares en otras áreas con condiciones geográficas y climáticas parecidas. Además, los resultados servirán como referencia para futuras investigaciones en el campo de la gestión del riesgo de desastres, promoviendo el desarrollo de nuevas estrategias para la mitigación y prevención de estos eventos.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General:**

Analizar la amenaza de deslizamientos y su impacto sobre la población en el sector El Calzado, cantón San Miguel de Bolívar con el fin de proponer estrategias de mitigación y gestión del riesgo de desastres.

### **1.5.2. Objetivos Específicos:**

1. Identificar las características geológicas, geomorfológicas y climáticas del sector El Calzado que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.
2. Determinar la relación entre la amenaza de deslizamientos y su impacto sobre la población del sector El Calzado.
3. Proponer medidas de prevención y mitigación ante el riesgo de deslizamientos en el sector El Calzado.

**1.6. Variables de estudio**

***1.6.1. Variable independiente***

Deslizamiento

***1.6.2. Variable dependiente***

Incidencia en la población

### 1.6.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Variable Independiente: Deslizamiento*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Deslizamiento</b>	Es el movimiento de rocas, tierra y escombros que pueden traer grandes consecuencias.	Susceptibilidad/amenaza a deslizamientos	Calificación	Muy baja, baja, media, alta y muy alta	Software ArcGIS versión 10.4.1
		Estabilidad de talud	Factor de seguridad	>1.50 estable =1.50 indiferente <1.50 inestable	Software Geo5 versión 2025
			Ángulo de fricción	Grados	

**Fuente:** (Elaboración propia, 2025)

**Tabla 2***Variable Dependiente: Incidencia en la población*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Incidencia en la población</b>	Es el grado en que un fenómeno natural, en este caso los deslizamientos, afecta directa o indirectamente a las personas que habitan en un territorio determinado.	Afectaciones sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de personas afectadas</li> <li>• Nivel de percepción del riesgo en la población</li> </ul>	<p>Número entero (razón)</p> <p>Ordinal likert (1 = muy bajo, 2 = bajo, 3 = medio, 4 = alto)</p>	Encuestas
		Científica y tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de sistemas de alerta temprana</li> <li>• Acceso a medios de comunicación para recibir alertas</li> </ul>	Nominal (Si/No)	Encuestas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

## CAPÍTULO II

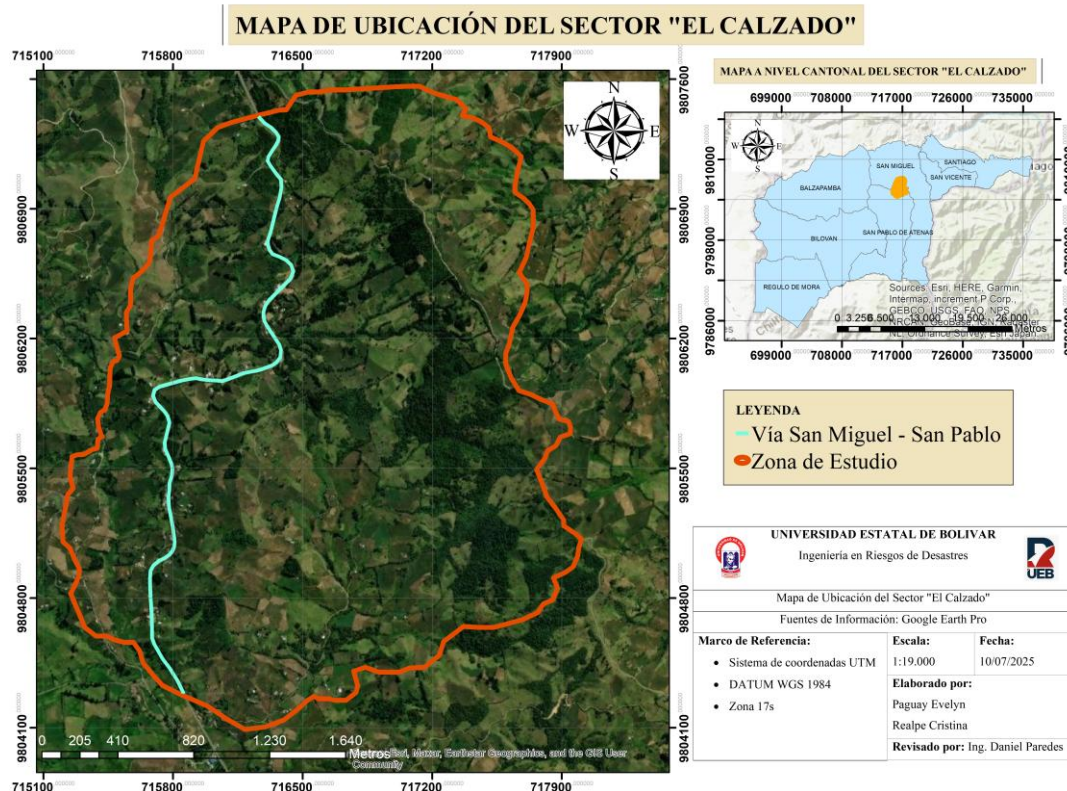
### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco referencial

##### 2.1.1. Descripción del área de estudio

El Calzado está ubicado en el cantón San Miguel, perteneciente a la provincia Bolívar en la vía que conecta San Miguel- San Pablo, como se observa en la figura 1. Un sector con grandes áreas de terreno cubiertas por pasto usado para la ganadería o como zonas de descanso para el suelo agrícola estas actividades constituyen la principal fuente de ingresos para sus moradores.

**Figura 1**  
*Mapa de ubicación del sector el Calzado*



*Nota.* La figura representa el mapa del sector El Calzado, realizado mediante el software ArcGIS. Fuente: Elaboración propia (2025).

El sector El Calzado se caracteriza por ser una pequeña comunidad rural, conformada por aproximadamente 50 viviendas, las cuales albergan una población alrededor de 200 personas. Esto apunta un promedio entre 4 y 5 habitantes por vivienda. Por tratarse de una comunidad rural, las viviendas suelen estar dispersas y ubicadas en terrenos con características irregulares, como pendientes pronunciadas o suelos inestables, que aumentan la vulnerabilidad ante movimientos de masa. A esto se suma la carencia de sistemas de riesgos adecuados, o una buena capacidad de respuesta ante emergencias.

Por otro lado, esta situación no solo afecta directamente a las viviendas y a la seguridad de sus habitantes, sino que también tienen un impacto considerable en la vía principal que conecta a nivel general la Costa con la Sierra. Esta vía es esencial para el transporte de personas, bienes y servicios la cual corre el riesgo de quedar sin acceso durante un intervalo, lo que agrava la situación para todas las personas que circulan constantemente.

En torno a la presente problemática, han existido varios reportes por parte de los medios de prensa de radio. En ese sentido Radio Spazio (2023) menciona en su reporte que “En horas de la mañana de este martes 18 de abril, se reporta cierre en la red vial estatal, San Miguel - San Pablo en el sector de El Calzado por un deslizamiento de tierra que obstruye por completo el paso vehicular. Ante esto varios automotores han tomado otra vía de segundo orden, también se encuentran atascados por el mal estado de la carretera. Horas más tarde del reporte de esta emergencia, al lugar llegó una minicargadora Bobcat, para realizar la limpieza en la red vial estatal que conecta Guaranda-Balsapamba-Babahoyo.” Aunque este fenómeno geológico se detuvo a pocos metros de las viviendas, evitando una tragedia mayor, quedó en evidencia la limitada capacidad de respuesta de los moradores del sector.

## 2.2. Antecedentes

Para el desarrollo de la presente investigación se tomaron en cuenta estudios similares relacionados con la temática, los cuales se detallan a continuación:

Los riesgos sociales por exposición a deslizamientos en los barrios urbanos de Guaranda, una investigación realizada por Cedillo & Silva (2023) analizaron la vulnerabilidad de los barrios urbanos de Guaranda ante deslizamientos de tierra, utilizando un enfoque mixto que combinó entrevistas, cartografía detallada y análisis geológico. Aplicaron el modelo Mora-Vahrson para evaluar la probabilidad de deslizamientos, identificando problemas como la falta de consolidación del suelo y la exposición de las comunidades a riesgos sociales, incluyendo la afectación de servicios básicos y movilidad. Su estudio destaca la importancia de estrategias preventivas, como el fortalecimiento comunitario y la mejora de infraestructura, para mitigar los efectos de estos desastres.

Asimismo, Vidal (2007) publicó un artículo titulado “Evolución de la vulnerabilidad frente a fenómenos asociados con deslizamientos e inundaciones: caso Zona Nororiental de Medellín, 1960-1990” mediante el cual analizó la relación entre la expansión urbana y la vulnerabilidad ante deslizamientos e inundaciones en barrios subnormales de Medellín. A través de un enfoque cualitativo y analítico, que incluyó revisiones históricas, análisis de mapas y datos de eventos naturales, identificó cómo la falta de planificación y los asentamientos informales incrementaron los riesgos. Su estudio resalta que la vulnerabilidad es un proceso dinámico, influenciado por políticas urbanas y condiciones sociales, lo que permite comprender mejor la exposición al riesgo en comunidades vulnerables.

Por otro lado (Torres et al., 2022), publicó sobre “Evaluación del índice de capacidad de respuesta frente a amenazas naturales y biológicas en 65 municipios de

Honduras” desarrollaron y aplicaron el Índice de Capacidad de Respuesta (ICR) para medir la capacidad de los municipios de Honduras ante amenazas naturales y biológicas. Su análisis se basó en cuatro variables clave: preparación, conocimiento, recursos disponibles e infraestructura. Este enfoque permite evaluar la capacidad de respuesta de las comunidades y generar estrategias efectivas de gestión del riesgo.

Del mismo modo, (Bautista & Flores, 2018) evaluaron la capacidad de respuesta ante emergencias en ocho establecimientos de salud en el corredor vial "Los Libertadores" en Perú. A través de un enfoque cuantitativo y descriptivo, analizaron el nivel de conocimiento del personal, la infraestructura y los planes de respuesta, evidenciando deficiencias en preparación y equipamiento. Sus hallazgos destacan la importancia de la capacitación y los recursos adecuados para afrontar desastres, principios aplicables a comunidades vulnerables como el sector El Calzado.

Finalmente, (Atencio et al., 2019), detallaron un proyecto de fortalecimiento de capacidades comunitarias ante desastres en el barrio Isla del Río Diamante, una comunidad altamente vulnerable debido a su ubicación y deficiencias estructurales. La metodología incluyó talleres de Análisis de Vulnerabilidades y Capacidades (AVC), capacitaciones en gestión de riesgos y primeros auxilios, además de simulacros para validar un plan de emergencia. Los resultados evidenciaron la creación de un sistema de alerta temprana y la sensibilización de la población, estrategias que pueden ser replicadas para fortalecer la capacidad de respuesta en el sector El Calzado.

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. Deslizamientos**

Son movimientos gravitacionales de masas de roca o suelo que deslizan sobre una o varias superficies de rotura al superarse la resistencia al corte en estos planos. Entre las características fundamentales de este tipo de taludes son la presencia de planos de rotura más o menos netos y el movimiento del material en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido. Además, la velocidad de los deslizamientos puede ser muy variable, pero en general son procesos rápidos que pueden alcanzar inmensas proporciones (millones de metros cúbicos) y resultar devastadores. (González del Vallejo, 2008)

En ocasiones, cuando el material deslizado no alcanza un estado de equilibrio al pie del talud (debido a su pérdida de resistencia o a la pendiente existente), puede seguir en movimiento a lo largo de cientos de metros alcanzando velocidades muy altas y pudiendo dar lugar a un flujo si existe presencia de agua y el material presenta las características necesarias, arrasando todo lo que encuentre a su paso. Este tipo de movimientos puede ocurrir en una gran variedad de materiales, estando controladas, las diferentes tipologías, por factores como la litología y la estructura. (Mota, 1997)

**Figura 2**  
*Deslizamiento de tierra.*



*Nota.* Los deslizamientos de tierra son comunes en Ecuador y suceden por dos motivos, inducidos por la naturaleza o por el hombre. [Fotografía]. Fuente: (Emilia Paz y Miño, 2023), <https://gk.city/2023/03/23/deslizamientos-tierra-son-mas-comunes-por-que-importan/>

### **2.3.2. Partes de un deslizamiento**

**Corona:** sector de la ladera que no ha fallado y localizada arriba del deslizamiento. Puede presentar grietas, llamadas grietas de la corona. (Mora, 2002)

**Escarpe principal:** superficie de pendiente muy fuerte, localizada en el límite del deslizamiento y originada por el material desplazado de la ladera. Si este escarpe se proyecta bajo el material desplazado, se obtiene la superficie de ruptura. (Mora, 2002)

**Escarpe menor:** superficie de pendiente muy fuerte en el material desplazado y producida por el movimiento diferencial dentro de este material. (Mora, 2002)

**Punta de la superficie de ruptura:** la intersección (algunas veces cubierta) de la parte baja de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno. (Mora, 2002)

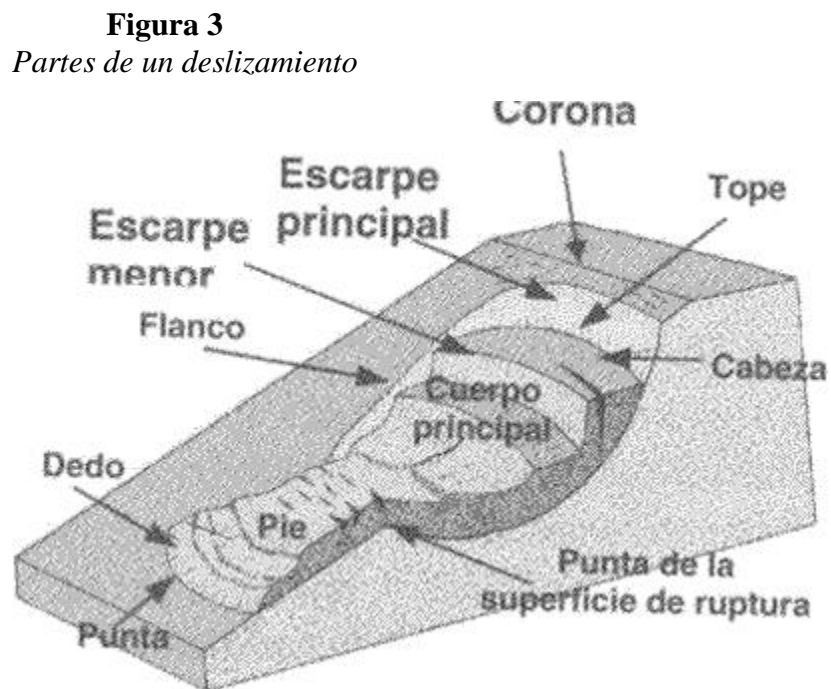
**Cabeza:** la parte superior del material desplazado a lo largo de su contacto con el escarpe principal. (Mora, 2002)

**Tope:** el punto más alto de contacto entre el material desplazado y el escarpe principal. (Mora, 2002)

**Cuerpo principal:** la parte del material desplazado que sobrepasa la superficie de ruptura localizada entre el escarpe principal y la punta de la superficie de ruptura. (Mora, 2002)

**Flanco:** lado del deslizamiento. (Mora, 2002)

**Pie:** la porción de material desplazado que descansa ladera abajo desde la punta de la superficie de ruptura. (Mora, 2002)



*Nota.* Deslizamientos. Fuente: (Mora, 2002)

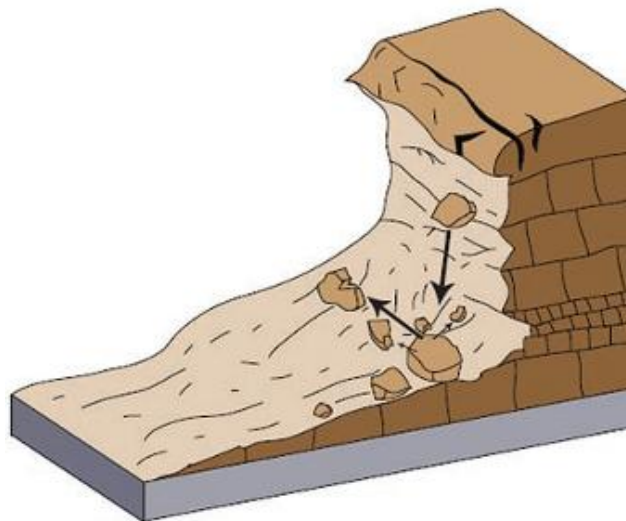
<https://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc15358/doc15358-a.pdf>

### 2.3.3. Tipos básicos de deslizamientos de tierra

#### Desprendimiento de rocas

Los desprendimientos son movimientos bruscos hacia abajo de rocas o tierra, o ambos, que se desprenden de pendientes empinadas o acantilados. El material que cae suele golpear la parte inferior de la pendiente en ángulos inferiores al ángulo de caída, lo que provoca rebotes. La masa que cae puede romperse con el impacto, puede comenzar a rodar por pendientes más empinadas y puede continuar hasta que el terreno se aplanea. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 4**  
*Desprendimiento de rocas*



*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland & Bobrowsky , 2008)

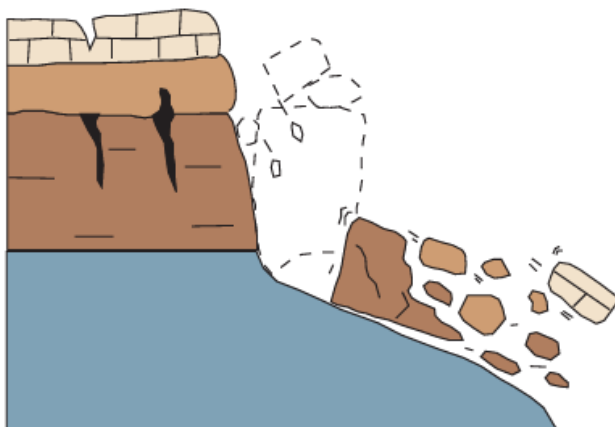
[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

#### Vuelco

Un vuelco se reconoce como la rotación hacia adelante de una masa de tierra o roca, fuera de una pendiente, alrededor de un punto o eje situado por debajo del centro de gravedad de la masa desplazada. El vuelco a veces se debe a la gravedad ejercida por el peso del material que se encuentra pendiente arriba de la masa desplazada. En ocasiones, se

debe a la presencia de agua o hielo en las grietas de la masa. Los vuelcos pueden estar compuestos de roca, escombros (material grueso) o materiales terrestres (material de grano fino). Los vuelcos pueden ser complejos y compuestos. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 5**  
*Vuelco*



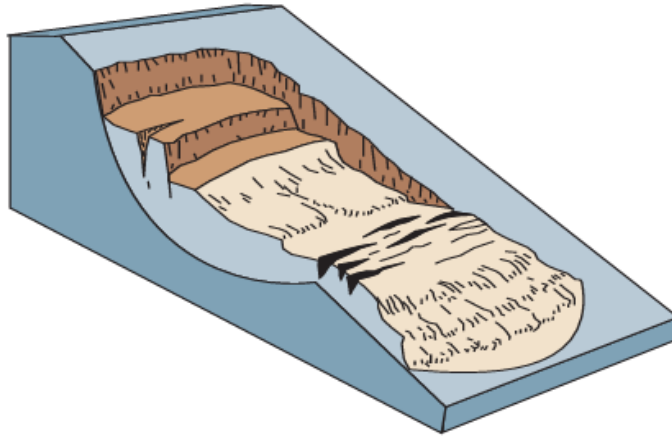
*Nota.* Deslizamiento de rocas. Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Deslizamiento rotacional**

Deslizamiento en el que la superficie de ruptura está curvada hacia arriba (en forma de cuchara) y el movimiento del deslizamiento es más o menos rotacional alrededor de un eje paralelo al contorno de la pendiente. La masa desplazada puede, en determinadas circunstancias, moverse como una masa relativamente coherente a lo largo de la superficie de ruptura con poca deformación interna. La parte superior del material desplazado puede moverse casi verticalmente hacia abajo, y la superficie superior del material desplazado puede inclinarse hacia atrás, hacia el escarpe. Si el deslizamiento es rotacional y tiene varios planos de movimiento curvos paralelos, se denomina desmoronamiento. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 6**  
*Deslizamiento rotacional*



*Nota.*

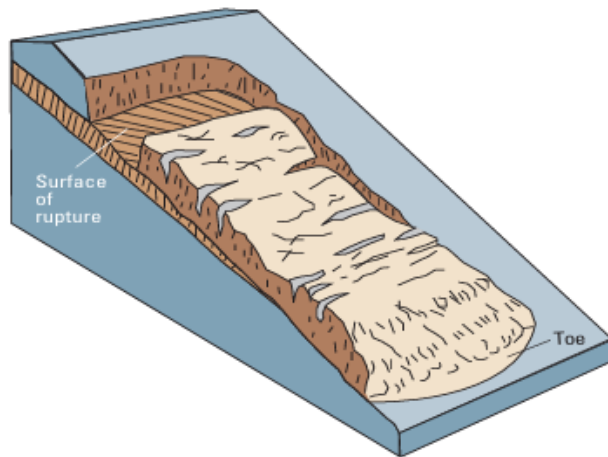
*Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Deslizamiento traslacional**

La masa en un deslizamiento traslacional se desplaza hacia afuera, o hacia abajo y hacia afuera, a lo largo de una superficie relativamente plana con poco movimiento rotacional o inclinación hacia atrás. Este tipo de deslizamiento puede avanzar a lo largo de distancias considerables si la superficie de ruptura está suficientemente inclinada, a diferencia de los deslizamientos rotacionales, que tienden a restablecer el equilibrio del deslizamiento. El material del deslizamiento puede variar desde suelos sueltos y no consolidados hasta extensas losas de roca, o ambos. Los deslizamientos traslacionales suelen producirse a lo largo de discontinuidades geológicas como fallas, juntas, superficies de estratificación o el contacto entre la roca y el suelo. En los entornos septentrionales, el deslizamiento también puede desplazarse a lo largo de la capa de permafrost. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 7**  
*Deslizamiento traslacional*



*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

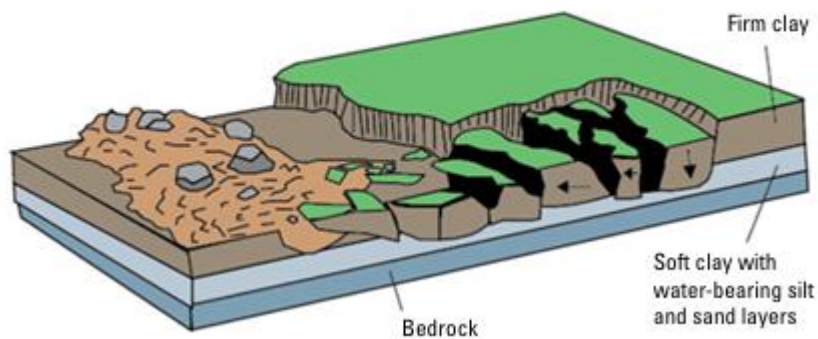
[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Extensiones laterales**

Las extensiones laterales suelen producirse en pendientes muy suaves o en terrenos prácticamente planos, especialmente cuando una capa superior más resistente de roca o suelo se extiende y se desplaza por encima de una capa subyacente más blanda y débil. Estos fallos suelen ir acompañados de un hundimiento general de la unidad subyacente más débil. En las extensiones rocosas, el terreno sólido se extiende y se fractura, separándose lentamente del terreno estable y desplazándose sobre la capa más débil sin formar necesariamente una superficie de ruptura reconocible. La unidad más blanda y débil puede, en determinadas condiciones, comprimirse hacia arriba en fracturas que dividen la capa en extensión en bloques. En las extensiones de tierra, la capa superior estable se extiende a lo largo de una unidad subyacente más débil que ha fluido tras la licuefacción o la deformación plástica. Si la unidad más débil es relativamente gruesa, los bloques

fracturados que la cubren pueden hundirse en ella, desplazarse, girar, desintegrarse, licuarse o incluso fluir. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 8**  
*Extensiones laterales*



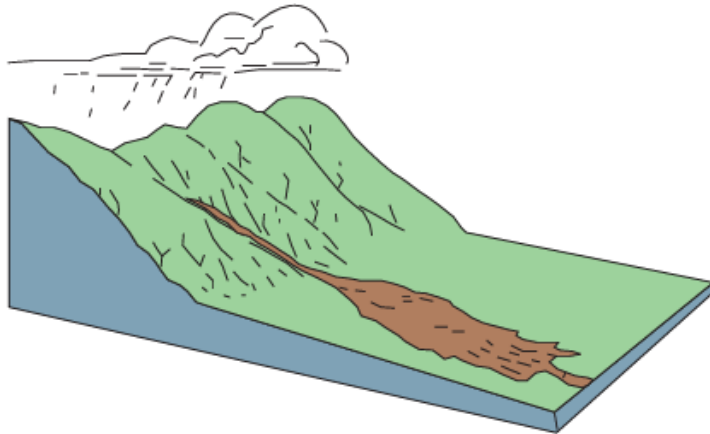
*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Flujos de escombros**

Una forma de movimiento masivo rápido en el que tierra suelta, rocas y, en ocasiones, materia orgánica se combinan con agua para formar una mezcla que fluye cuesta abajo. Se les ha denominado de manera informal e inapropiada «deslizamientos de lodo» debido a la gran cantidad de material fino que puede estar presente en el flujo. En ocasiones, cuando un deslizamiento rotacional o traslacional gana velocidad y la masa interna pierde cohesión o gana agua, puede convertirse en un flujo de escombros. A veces pueden producirse flujos secos en arena sin cohesión (flujos de arena). Los flujos de escombros pueden ser mortales, ya que pueden ser extremadamente rápidos y producirse sin previo aviso. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 9**  
*Flujos de escombros*



*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Lahares (flujos de escombros volcánicos)**

La palabra lahar es un término indonesio. Los lahares también se conocen como flujos de lodo volcánico. Son flujos que se originan en las laderas de los volcanes y son un tipo de flujo de escombros. Un lahar moviliza las acumulaciones sueltas de tefra (los sólidos transportados por el aire que son expulsados por el volcán) y los escombros relacionados. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 10**  
*Lahares (flujos de escombros volcánicos)*



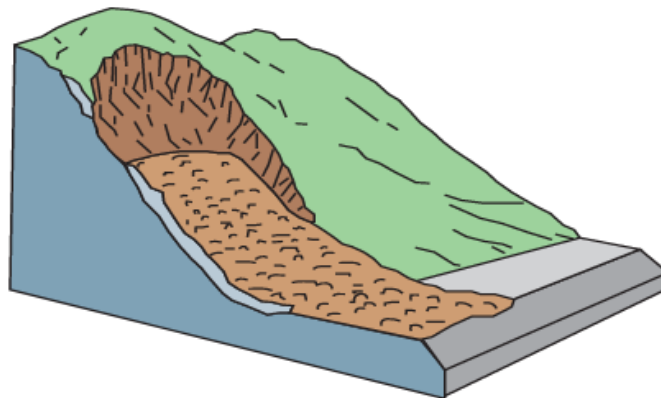
*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Avalancha de escombros**

Las avalanchas de escombros son esencialmente flujos grandes, extremadamente rápidos y a menudo abiertos que se forman cuando una pendiente inestable se derrumba y los escombros fragmentados resultantes son transportados rápidamente lejos de la pendiente. En algunos casos, la nieve y el hielo contribuirán al movimiento si hay suficiente agua, y el flujo puede convertirse en un flujo de escombros y (o) un lahar. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 11**  
*Avalancha de escombros*



*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

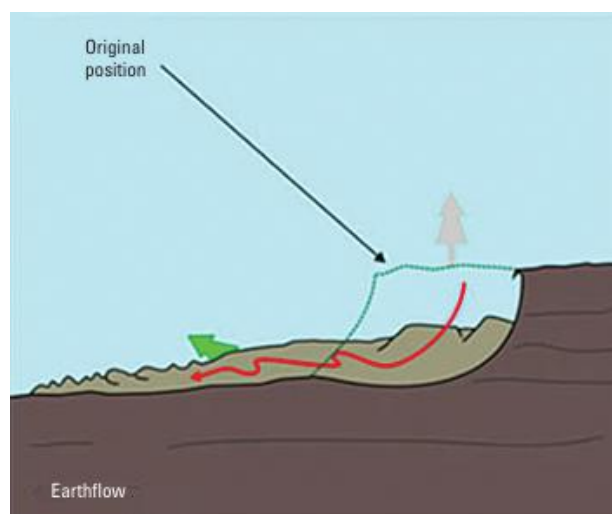
[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Flujo de tierra**

Los flujos de tierra pueden ocurrir en pendientes suaves a moderadas, generalmente en suelos de grano fino, comúnmente arcilla o limo, pero también en lechos rocosos arcillosos muy meteorizados. La masa en un flujo de tierra se mueve como un flujo plástico o viscoso con una fuerte deformación interna. La arcilla marina susceptible (arcilla rápida), al ser alterada, es muy vulnerable y puede perder toda su resistencia al corte al cambiar su

contenido natural de humedad y licuarse repentinamente, destruyendo potencialmente grandes áreas y fluyendo a lo largo de varios kilómetros. El tamaño suele aumentar mediante la regresión de la escarpa. Los deslizamientos o las expansiones laterales también pueden evolucionar ladera abajo y convertirse en flujos de tierra. Los flujos de tierra pueden variar desde muy lentos (arrastre) hasta rápidos y catastróficos. Los flujos muy lentos y las formas especializadas de flujo de tierra, restringidas a los entornos de permafrost del norte, se analizan en otra sección. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 12**  
*Flujo de tierra*



*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

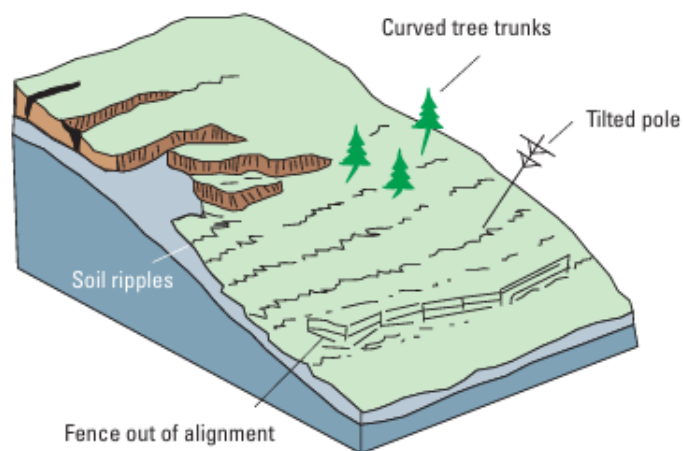
[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Flujo Lento de Tierra (Deslizamiento)**

Deslizamiento es el nombre informal para un flujo lento de tierra y consiste en el movimiento descendente, imperceptiblemente lento y constante, del suelo o roca que forma laderas. El movimiento es causado por un esfuerzo cortante interno suficiente para causar deformación, pero insuficiente para causar falla. Generalmente, los tres tipos de deslizamiento son: (1) estacional, donde el movimiento se produce dentro de la profundidad

del suelo, afectado por los cambios estacionales en la humedad y la temperatura; (2) continuo, donde el esfuerzo cortante excede continuamente la resistencia del material; y (3) progresivo, donde las laderas alcanzan el punto de falla para otros tipos de movimientos en masa. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 13**  
*Flujo lento de tierra*



*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

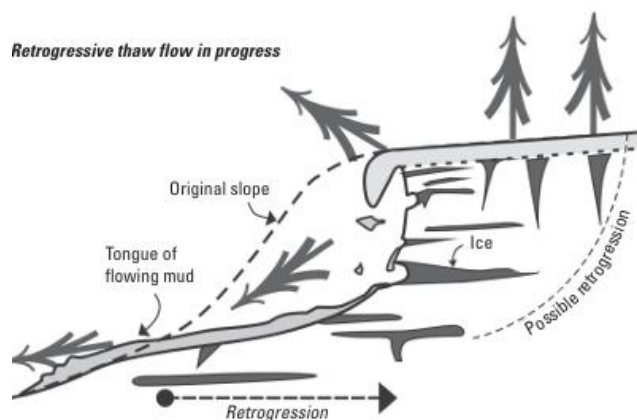
[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

### **Flujos en el permafrost**

Los fallos en condiciones de permafrost implican el movimiento de suelos de grano fino, anteriormente ricos en hielo, y pueden producirse en pendientes suaves. El deshielo estacional del metro superior del suelo congelado derrite el hielo del suelo y provoca una sobresaturación del mismo, que a su vez pierde resistencia al corte e inicia los flujos. La solifluxión, una forma de deslizamiento en entornos fríos, implica una deformación muy lenta de la superficie y forma lóbulos poco profundos que se alargan cuesta abajo. Los desprendimientos de la capa activa, también conocidos como flujos superficiales, implican un flujo rápido de una capa poco profunda de suelo saturado y vegetación, formando flujos largos y estrechos que se mueven sobre la superficie, pero sobre el suelo permanentemente

congelado subyacente. Este tipo de movimiento puede exponer lentes de hielo enterradas, que al descongelarse pueden convertirse en flujos de descongelación retrógrados o, posiblemente, en flujos de escombros. Los flujos de deshielo retrógrados son características más grandes con una forma bimodal de una pared frontal empinada y una lengua de suelo saturado de ángulo bajo. Este tipo de característica seguirá expandiéndose a través de la regresión del acantilado frontal hasta que la vegetación desplazada entierre y aisle el acantilado rico en hielo. (Highland & Bobrowsky, 2008)

**Figura 14**  
*Flujos en el permafrost*



*Nota. Deslizamiento de rocas.* Fuente: (Highland Lynn y Bobrowsky Peter, 2008)

[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)

#### 2.3.4. Causas

La causa principal de los deslizamientos de tierra suele ser la saturación del suelo debido a la lluvia intensa o la infiltración de agua en el terreno. Esto debilita la cohesión entre las partículas del suelo y reduce la fricción entre ellas, lo que facilita el deslizamiento. Además, La inclinación o pendiente de un terreno es un factor crítico. Las laderas empinadas son más propensas a los deslizamientos de tierra, ya que la fuerza gravitatoria tiende a superar

la resistencia del suelo a mantenerse en su lugar. Incluso una pendiente moderada puede volverse peligrosa si el suelo está saturado o debilitado. (Portillo, 2023)

La composición del suelo y el tipo de rocas presentes en una zona también influyen en la susceptibilidad a los deslizamientos. Los suelos poco cohesionados, como los limos y las arcillas, son más propensos a los movimientos de tierra que los suelos más compactos o rocosos. Otro aspecto a tener en cuenta es el factor humano. La alteración del paisaje debido a la construcción, la minería, la tala de árboles o la excavación puede debilitar la estabilidad del suelo y aumentar el riesgo de deslizamientos de tierra. (Portillo, 2023)

**Tabla 3**

*Causas para que se produzca un deslizamiento*

<b>Causas de índole geológica</b>	<b>Causas por procesos físicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Materiales débiles</b></li> <li>• <b>Materiales sensibles</b></li> <li>• <b>Materiales intemperizados</b></li> <li>• <b>Materiales sujetos a cizallamiento</b></li> <li>• <b>Materiales con fisuras y diaclasas</b></li> <li>• <b>Discontinuidades orientadas adversamente (esquistosidad, planos de inclinación)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitación intensa</li> <li>• Derretimiento rápido de nieve o hielo</li> <li>• Eventos de precipitación extraordinarios</li> <li>• Actividad sísmica</li> <li>• Erupciones volcánicas</li> <li>• Gelifracción</li> <li>• Expansión e hidratación de arcillas</li> </ul>

- 
- **Discontinuidades estructurales**  
(fallas, discordancias, contactos)
  - **Permeabilidad contrastante**
  - **Contraste de materiales con diferente plasticidad.**

---

<b>Causas morfológicas</b>	<b>Causas de origen antrópico</b>
• <b>Levantamientos tectónicos o volcánicos</b>	• Excavación de laderas o del pie de las laderas
• <b>Erosión glacial</b>	• Incremento de peso en las laderas
• <b>Erosión fluvial al pie de las laderas</b>	• Disecación de cuerpos de agua (presas)
• <b>Erosión marina al pie de los acantilados</b>	• Deforestación
• <b>Erosión glacial al pie de las laderas</b>	• Irrigación
• <b>Erosión en márgenes laterales</b>	• Actividad minera
• <b>Erosión subterránea</b>	• Vibraciones artificiales
• <b>Remoción de la vegetación (por incendios y sequías)</b>	

---

*Nota. La tabla representa las diferentes causas para que se produzca un deslizamiento.*

Fuente: Libro Riesgos Geológicos (Ayala Francisco, Durán Juan y Peinado Tomas, 1988).

### **2.3.5. Métodos de evaluación**

La evaluación de deslizamientos implica la utilización de diversas técnicas que incorporan tanto trabajo de campo, laboratorio como herramientas de simulación computacional. En este contexto, los métodos tradicionales analizan las grietas y las inclinaciones de los edificios y utilizan pruebas para determinar propiedades como la cohesión, el ángulo de fricción y la resistencia al corte del suelo. A su vez, las herramientas tecnológicas han ampliado las capacidades de análisis. Por ejemplo, el programa ArcGIS 10.4.1 ayuda a crear mapas de susceptibilidad/amenaza de deslizamientos de tierra utilizando la forma de las colinas, el tipo de roca y la información sobre la lluvia, mientras que Geo5 se centra en comprobar la estabilidad de las colinas, utilizando medidas de seguridad y propiedades del suelo. En consecuencia, estos métodos complementarios proporcionan una evaluación del peligro de deslizamientos de tierra.

La evaluación del peligro de deslizamientos de tierra emplea dos metodologías principales: el análisis geomorfológico de campo y el mapeo de parámetros basado en sistemas de información geográfica (SIG). En este sentido, el análisis geomorfológico de campo se basa en observaciones in situ realizadas por expertos, lo que permite una evaluación rápida del peligro en diversas escalas, pero requiere un trabajo de campo exhaustivo. Por su parte, el mapeo basado en SIG integra factores geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y de otro tipo con ponderaciones específicas, lo que agiliza la evaluación del peligro, pero introduce posibles problemas de subjetividad debido a la ponderación de los parámetros.

Se emplean métodos cuantitativos para analizar eventos históricos en zonas propensas a deslizamientos mediante análisis estadísticos bivariados y multivariados. El primero calcula la densidad mediante la fusión de parámetros y mapas de deslizamientos, una técnica

preferida por los geólogos, pero compleja debido a las correlaciones entre variables. El segundo implica la categorización del terreno en zonas utilizando múltiples variables, mediante superposiciones de mapas y SIG. Puede producir resultados ilógicos con conjuntos de datos extensos.

El enfoque geotécnico evalúa el fallo de taludes mediante métodos deterministas y probabilísticos. El primero calcula un factor de seguridad. Mediante el análisis de estabilidad de taludes, se marca la inestabilidad si  $F_s < 1$ . Este último factor considera la variabilidad para obtener estimaciones precisas de la estabilidad. El enfoque de modelado representa visualmente los deslizamientos mediante modelos empíricos, analíticos o numéricos, pero puede diferir de la realidad debido a la homogeneidad ambiental. (Lamine et al., 2024)

**Tabla 4**

*Escala de velocidades de los movimientos de ladera*

<b>Velocidad</b>	<b>Descripción de la velocidad</b>	<b>Naturaleza del impacto</b>
3 m/s – 5 m/s	<b>7.</b> Extremadamente rápido	Catástrofe de gran violencia.
0.3 m/min – 3 m/min	<b>6.</b> Muy rápido	Pérdida de algunas vidas, gran destrucción Posible escape y
1.5 m /día – 13 m /mes	<b>5.</b> Rápido	evacuación, estructuras, posesiones y equipos destruidos.

1.5 m /año – 1.6 m /año	4. Moderado	Estructuras poco sensibles pueden sobrevivir.
1.5 m /año – 1.6 m /año	3. Lento	Carreteras y estructuras poco sensibles pueden sobrevivir a través de trabajo de mantenimiento constante.
0.06 m /año – 0.016 m /año	2. Muy lento	Algunas estructuras permanentes no son dañadas y sufren agrietamientos por el movimiento, pueden ser reparadas.
	1. Extremadamente lento	No hay daño a las estructuras construidas con criterios de ingeniería formales.

---

*Nota. La tabla muestra las escalas de velocidades de los movimientos de ladera.*

Fuente: (Cruden y Varnes, 1996)

### **2.3.6. Consecuencias de los deslizamientos**

- Impactos sociales y económicos
- Pérdida de vidas humanas y desplazamientos forzados.
- Daños a infraestructuras como carreteras, puentes y edificaciones.

- Costos elevados en reconstrucción y mitigación.
- Impactos ambientales
- Pérdida de suelo fértil y forestal.
- Cambios en los cursos de agua, causando inundaciones o alteraciones ecológicas.
- Aumento de sedimentos en ríos, afectando su calidad y ecosistemas.

### **2.3.7. Incidencia en la población**

Los eventos naturales devastadores son el resultado directo de la activación de una amenaza natural que afecta a la población, y su presencia se siente de manera más intensa en la actualidad en comparación con décadas pasadas. Las causas principales que propician la aparición de estos desastres incluyen la continua reducción de bosques, la ocupación inadecuada de tierras y el desbordante crecimiento de las áreas urbanas. Este crecimiento poblacional genera un impacto en el sector constructivo, y específicamente en la demanda de viviendas por parte de la población actual; sin embargo, dicha demanda muchas veces ha sido objeto de construcciones ilegales, en sectores no convencionales como laderas o también llamadas “quebradas”, valles cercanos al río, y zonas vulnerables y propensas a erosión, esto se ha visto como consecuencia debido a dos aspectos principales: la deficiente planificación territorial y ordenamiento urbano en la ciudad. (Acosta, 2020)

### **2.3.8. Relación entre deslizamientos y la incidencia en la población**

La relación entre los deslizamientos y la resiliencia de las comunidades vulnerables tiene varias implicaciones y limitaciones. En términos de impacto, los deslizamientos pueden causar pérdidas materiales como la destrucción de viviendas, infraestructura y recursos básicos, afectando así las condiciones de vida de las víctimas. Además, causan daños sociales como desplazamientos forzados, pérdida de vidas y traumas psicológicos

que afectan el bienestar de las personas. Por otro lado, los impactos de los desastres naturales varían en función de dimensiones socioeconómicas, de género y de edad, entre otras. De ello deriva un padecimiento desproporcionado de los efectos nocivos de los desastres naturales por parte, en primer lugar, de los grupos poblacionales más pobres y, también, por parte de grupos considerados vulnerables, como la infancia y las personas mayores, así como aquellos colectivos tradicionalmente sometidos a las formas particulares de exclusión, como son las mujeres o determinados grupos étnicos y culturales. Es por esto que los análisis de los efectos de los desastres naturales no pueden olvidar la diversidad de efectos sufridos por causa de un mismo desastre entre los distintos grupos poblacionales presentes en un mismo territorio. (Washington, 2003)

#### **2.3.9. Efectos en el Bienestar Humano**

Uno de los argumentos centrales del libro “Peligros naturales, Desastres evitables” Arrow et al., (2010), destaca que muchos de los desastres naturales pueden considerarse "evitables" debido a una adecuada gestión de riesgos. Los autores proponen que, si bien los fenómenos naturales son inevitables, las pérdidas humanas y materiales que ocasionan pueden ser significativamente reducidas mediante preparación y mitigación.

En el ámbito económico, los desastres naturales tienen consecuencias devastadoras, como la destrucción de infraestructuras, la interrupción de servicios básicos, y la pérdida de ingresos en sectores críticos, lo que puede llevar a una recesión prolongada en las comunidades afectadas. Esta dimensión económica del análisis revela la interconexión entre desastres y desarrollo sostenible, resaltando la importancia de invertir en medidas preventivas. (Banco Mundial & Naciones Unidas, 2011)

## **2.4. Marco legal**

### **2.4.1. Nivel Fundamental**

**Constitución de la Republica, el Art. 389** señala que es deber del Estado proteger a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mantenimiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objeto de minimizar la condición de vulnerabilidad.

**En el capítulo primero sobre inclusión y equidad**, se menciona los siguientes artículos; **Art. 340.-** El sistema se compone de los ámbitos de la educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, cultura física y deporte, hábitat y vivienda, cultura, comunicación e información, disfrute del tiempo libre, ciencia y tecnología, población, seguridad humana y transporte.

**Art. 375.-** El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual: Mantendrá un catastro nacional integrado georreferenciado, de hábitat y vivienda.

Así mismo, **en el capítulo segundo sobre biodiversidad y recursos naturales**, se menciona los siguientes artículos; **Art. 397:** Obliga a las autoridades a adoptar medidas preventivas frente a riesgos ambientales, asegurando la participación comunitaria.

**Art. 398.-** Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta. (Guarín Alfonso, 2012)

#### 2.4.2. Nivel Legal

La **Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres** establece el marco normativo para la planificación, organización y articulación de políticas de prevención y mitigación de desastres en Ecuador. Su cumplimiento es obligatorio para entidades públicas y privadas. Sus objetivos incluyen la reducción de vulnerabilidades y la gestión integral del riesgo bajo principios como la corresponsabilidad y la descentralización. Define conceptos clave como amenaza y resiliencia, y detalla los procesos de gestión del riesgo, desde la comprensión y monitoreo hasta la prevención, mitigación y respuesta. Además, crea el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Integral del Riesgo de Desastres, con funciones específicas para sus entidades y actores. También establece la formación de comités territoriales y el uso de herramientas como mapas de riesgos y estudios de vulnerabilidad para fortalecer la toma de decisiones. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2024)

**Ley de Seguridad Pública del Estado:** Define la gestión integral de riesgos como un eje central para prevenir y mitigar impactos de desastres, enfatizando la coordinación entre los niveles de gobierno (nacional, provincial y municipal) y la participación comunitaria para la reducción de riesgos. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2009)

**Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD):** Art. 54.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes: Regular y controlar las construcciones en la circunscripción del distrito metropolitano, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres;

**COOTAD.** Art. 140.- La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de

origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial. (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2010)

**Código Orgánico del Ambiente, el Art. 57:** Promueve la conservación de áreas de alto riesgo mediante acciones de prevención y mitigación. Ordenando a las autoridades a tomar en cuenta los factores ambientales y de riesgo en los procesos de ordenamiento y planificación territorial. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019)

**Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo, el Art. 67** establece la importancia de los planes de gestión territorial con énfasis en la identificación y mitigación de riesgos naturales, esta ley regula el uso del suelo en zonas de peligro y describe acciones precisas para prevenir la construcción en regiones propensas a deslizamientos de tierra. (Asamblea Nacional, 2016)

#### **2.4.3. Nivel Base**

**Plan Nacional de Gestión de Riesgos y Reducción de Desastres (2021-2025)** este plan contiene planificaciones de reducción de vulnerabilidad comunitaria y fortalecimiento de capacidades locales, además promueve la implementación de programas de capacitación y simulacros que incrementen la resiliencia de la población ante desastres. (Plan Nacional de Gestión del Riesgo, 2021)

**Ordenanza De Creación De La Unidad Técnica De Gestión Del Riesgo Del  
Gobierno Municipal Del Cantón San Miguel De Bolívar:**

**Art. 1.** Crease la Unidad Técnica de Gestión del Riesgo del Gobierno Municipal de San Miguel de Bolívar, como un órgano Municipal, rector de las políticas de gestión de riesgos y desastres en el cantón.

**Art. 2.** La Unidad Técnica de Gestión del Riesgo – UTGR, tendrá como finalidad planificar y ejecutar acciones de corto, mediano y largo plazo, con el fin de mitigar, prevenir y reducir el impacto causado por un fenómeno de origen natural, socionaturales, o antrópicos, que contribuyan a fortalecer los procesos de desarrollo sostenible en el cantón.

**Art. 3.** Los principios generales que orienten la política de gestión del riesgo son:

- Protección.
- Prevención.
- Coordinación.
- Participación.
- Solidaridad.
- Rehabilitación
- Reconstrucción

**Art. 4.** La UTGR, funcionará como una dependencia administrativa de carácter técnico subordinada al Departamento de Planificación y Obras Públicas, sus atribuciones y competencias son las establecidas expresamente en esta ordenanza y otras que sin contraponerse a la naturaleza y fines de esta instancia le otorguen nuevas responsabilidades.  
(Gobierno Municipal Del Cantón San Miguel De Bolívar, 2008)

**Plan Nacional de Desarrollo 2025-2029; Eje Riesgos:**

**Objetivo 9.** Fortalecer la capacidad de respuesta y resiliencia de las ciudades y comunidades ante riesgos de origen natural y antrópico.

**Política 9.1:** Mejorar las capacidades de las instituciones públicas para que respondan de manera coordinada, efectiva y oportuna a situaciones de emergencia o desastres.

**Política 9.2** Promover la resiliencia de la infraestructura estratégica pública frente a amenazas de origen natural y antrópico.

**Política 9.3** Mejorar la gestión de riesgos y promover la sostenibilidad ambiental en los procesos de reducción, reconstrucción y recuperación post-desastre, que minimice los daños ambientales, asegure comunidades resilientes e impulse el desarrollo sostenible.

(Secretaría Nacional de Planificación, 2025)

## 2.5. Marco Conceptual

A

---

### **Amenaza**

Es un proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, interrupciones sociales y económicas o daños ambientales. (Walker et al., 2018)

### **Alerta**

Es un estado declarado de atención, con el fin de tomar precauciones específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento o suceso peligroso. La declaración de alerta debe ser clara, comprensible, accesible, difundida por el máximo de medios; inmediata, sin demora, procedente de fuentes oficiales. (Villena, 2019)

### **Amenazas antropógenos o de origen humano**

Son las inducidas de forma total o predominante por las actividades y las decisiones humanas. Este término no abarca la existencia o el riesgo de conflictos armados y otras situaciones de inestabilidad o tensión social que están sujetas al derecho internacional humanitario y la legislación nacional. (Villena, 2019)

### **Análisis de riesgo**

Proceso de evaluación de la probabilidad e impacto de un desastre en un área determinada. (Lavell, 1996)

### **ArcGis**

Es una herramienta para el análisis y el procesamiento de datos espaciales a todo un conjunto de aplicaciones relacionadas entre sí destinadas al manejo y el tratamiento de la información geográfica, siendo su característica más reseñable el ser un SIG diseñado para trabajar a nivel multiusuario. (Bermejo, 2014)

### **Análisis de la situación**

Proceso de acercamiento gradual al conocimiento analítico de un hecho o problema que permite destacar los elementos más significativos de una alteración en la realidad analizada. El diagnóstico de un determinado lugar, entre otros datos, permite conocer los riesgos a los que está expuesto por la eventual ocurrencia de un evento. (Villena, 2019)

### **Aviso**

Comunicación clara y concisa realizada por los especialistas en el monitoreo de amenazas, advierte sobre ciertos riesgos, notifica hechos que deben ser registrados o anuncia posibles sucesos futuros. Este aviso ha de ir acompañado de medidas de prevención y protección. (Villena, 2019)

## **C**

---

### **Capacidad**

Combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una organización, comunidad o sociedad que pueden utilizarse para gestionar y reducir los riesgos de desastres y reforzar la resiliencia. (Villena, 2019)

### **Cohesión del suelo**

Es una medida de la cementación o adherencia entre las partículas del suelo.  
(Aleman, 2017)

## **D**

---

### **Deforestación**

Es un fenómeno de reducción de la superficie forestal. Está causada por múltiples factores, tanto naturales como humanos, y tiene consecuencias irreversibles en el medio ambiente. (Caballero, 2023)

## **Deslizamiento**

Son movimientos ladera debajo de una masa de suelo, detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. (Alcántara, 2000)

## **E**

---

### **Erosión del suelo**

Es un proceso natural que resulta más común en terrenos en pendiente y que suele obedecer a causas naturales, como vientos fuertes o lluvias intensas. No obstante, su gravedad se duplica o triplica si se llevan a cabo diversas actividades humanas no sostenibles, como la deforestación y la mala gestión de tierras. (Tarakanov, 2024)

### **Evacuación**

Traslado temporal de personas, animales u otros, a lugares más seguros antes, durante o después de un evento peligroso con el fin de protegerlos. (Villena, 2019)

### **Evaluación de riesgo**

Es el procedimiento técnico en el cual se analizan los riesgos. Este paso permite calcular y controlar los riesgos en relación con los peligros y análisis de vulnerabilidades para recomendar medidas preventivas y/o de reducción ante los desastres para poderlos valorar. (CENEPRED, 2014)

### **Evento o suceso peligroso**

Es la manifestación o materialización de una o varias amenazas en un período de tiempo específico. (Villena, 2019)

### **Exposición**

Situación en que se encuentran las personas, las infraestructuras, las viviendas, las capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas a amenazas. (Villena, 2019)

## **G**

---

### **Gestión correctiva del riesgo de desastres**

Acciones que tratan de eliminar o reducir los riesgos de desastres presentes, que han de ser gestionados y reducidos de inmediato. (Villena, 2019)

### **Gestión del riesgo de desastres**

Es la aplicación de políticas y estrategias de reducción con el propósito de prevenir nuevos riesgos de desastres, reducir los riesgos de desastres existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas por desastres. (Villena, 2019)

### **Geología**

Es el estudio de la estructura, la evolución y la dinámica de la Tierra y sus recursos minerales y energéticos naturales. (Unviersitat Carlemany, 2025)

### **Geomorfología**

Es la ciencia (o disciplina) que estudia al relieve terrestre, que es el conjunto de deformaciones de la superficie de la Tierra. (Lugo, 1988)

## **I**

---

### **Incidencia**

Comúnmente denominamos solo como incidencia a la tasa de incidencia, dado que el concepto tasa va implícito. La principal propiedad de esta medida es determinar los casos nuevos que se presentan en una población en un tiempo determinado, de ahí que para su cálculo se requiere un periodo de seguimiento. (Fajardo, 2017)

### **Impacto**

Es el estado resultante en dimensiones o variables de interés generados por una intervención. (Tognola, 2024)

## **M**

---

### **Mitigación**

Disminución o reducción al mínimo de los efectos adversos de un suceso peligroso. (Villena, 2019)

## **P**

---

### **Pérdida de hábitats naturales**

La degradación del suelo y el cambio en la estructura del paisaje pueden afectar los hábitats de especies nativas, llevándolas a desplazarse o desaparecer. La pérdida de cobertura vegetal también agrava el problema, ya que sin raíces que sostengan el suelo, la erosión avanza más rápidamente. (Robles, 2024)

### **Preparación ante desastres**

Conocimientos y capacidades que desarrollan los gobiernos, las organizaciones de respuesta y recuperación, las comunidades y las personas para prever, responder y recuperarse de forma efectiva de los impactos de desastres probables, inminentes o presentes. (Villena, 2019)

## **R**

---

### **Respuesta**

Medidas adoptadas directamente antes, durante o inmediatamente después de un desastre con el fin de salvar vidas, reducir los impactos en la salud, velar por la seguridad pública y atender las necesidades básicas de subsistencia de la población. (Villena, 2019)

## **S**

---

### **Saturación de suelos**

Se refiere a terrenos que han absorbido tanta agua de la lluvia que ya no pueden retener más humedad. Esto sucede cuando el agua de lluvia supera la capacidad de infiltración del suelo, llenando todos los poros y espacios de aire en la tierra. (Robles, 2024)

### **Simulación**

Es un ejercicio de escritorio que recrea una situación hipotética de desastre frente al cual los participantes deberán tomar decisiones basadas en la información que reciben durante el ejercicio. (Villena, 2019)

### **Simulacro**

Ejercicio práctico de manejo de acciones operativas que se realiza mediante la escenificación de daños y lesiones en una situación hipotética de emergencia. Los participantes enfrentan situaciones recreadas utilizando las habilidades y técnicas con las que atenderían casos reales, implica la movilización y operación real de personal y recursos materiales. (Villena, 2019)

### **SIG**

Es un sistema de base de datos con capacidades específicas para datos georreferenciados, como un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos. En cierto modo, consiste en un mapa de orden superior. (García, 2021)

### **Susceptibilidad**

Es la tendencia de que un evento ocurra en una determinada zona geográfica. Va a depender de los factores condicionantes y desencadenantes. (CENEPRED, 2014)

## **T**

---

### **Talud**

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, sin olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable. (Suárez, 2017)

## **V**

---

### **Vulnerabilidad**

Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas. (Villena, 2019)

## **Z**

---

### **Zona segura**

Zona identificada y adecuadamente señalizada, con baja exposición y susceptibilidad ante una amenaza determinada. (Villena, 2019)

### **Zonificación de los riesgos**

Es un proceso que divide una región o área en zonas según el nivel de riesgo asociado a diferentes peligros. Esta zonificación es clave para la planificación urbana y el desarrollo sostenible. (Riesco, 2019)

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de investigación**

##### **3.1.1. Descriptiva y analítica**

El presente estudio se enmarca dentro de una investigación descriptiva y analítica, dado que permite identificar y detallar las características geológicas, geomorfológicas y climáticas del área de estudio, así como evaluar la preparación de la población frente a los deslizamientos. El enfoque analítico posibilita examinar la asociación entre la ocurrencia de deslizamientos y su incidencia sobre la población e infraestructura, identificando patrones, factores de riesgo y áreas prioritarias de intervención, sin implicar fuerza ni dirección de la relación entre variables.

#### **3.2. Enfoque de la investigación**

##### **3.2.1. Enfoque Mixto**

###### **Cualitativa y cuantitativa**

Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, con el fin de realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. En la ruta mixta se utiliza evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias. (Sampieri, 2019)

En esta investigación se adoptó un enfoque mixto ya que se integraron elementos cualitativos y cuantitativos. La parte cualitativa permitió analizar la amenaza de deslizamiento del área de estudio y recomendar medidas de prevención y mitigación. Por su

parte, la parte cuantitativa permitió calcular parámetros como el peso unitario, ángulo de fricción interna, factor de seguridad, cohesión del suelo y el peso de suelo saturado.

### **3.3. Métodos de la investigación**

#### **3.3.1. No experimental y transversal**

El estudio adoptó un diseño no experimental y transversal, dado que se analizaron los factores asociados a la amenaza de deslizamientos sin modificar variables y en un único punto en el tiempo. En este sentido, el diseño no experimental implicó que los fenómenos fueran observados y analizados en su contexto natural, sin intervención directa, lo que permitió obtener una visión objetiva y detallada de las condiciones geológicas, geomorfológicas y climáticas del área de estudio.

Por otro lado, el enfoque transversal aseguró que la recopilación de datos se realizara dentro de un período específico, lo que permitió conocer la situación actual del sector El Calzado en relación con la amenaza de deslizamientos y su impacto en la población y la infraestructura.

Este tipo de diseño facilitó la identificación de patrones y tendencias dentro del marco temporal establecido, permitiendo analizar la incidencia del riesgo del deslizamiento en los habitantes. De esta manera, la investigación generó una base de datos actualizada que contribuye al desarrollo de planes de gestión del riesgo, fortaleciendo la resiliencia comunitaria y promoviendo medidas de adaptación y prevención ante futuros deslizamientos.

#### **3.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **Fuentes primarias**

Las fuentes primarias de información fueron recopiladas directamente en el campo mediante diversas técnicas que permitirán obtener datos relevantes sobre la amenaza de

deslizamientos en el sector El Calzado. En primer lugar, se realizó una observación directa para identificar signos de inestabilidad del terreno, evidencias de deslizamientos previos y las condiciones del entorno que pudieran influir en estos eventos. Asimismo, se aplicaron encuestas a los moradores a través de plataformas digitales como KoboToolbox, con el objetivo de analizar la incidencia de los deslizamientos sobre la población del sector.

### **Fuentes secundarias**

Para complementar la información recopilada en campo, se emplearon libros, artículos, tesis, plataformas gubernamentales que permitieron un análisis más detallado de la amenaza de deslizamientos en el sector El Calzado. En este sentido, se utilizaron imágenes satelitales y bases topográficas obtenidas a través de plataformas como SIG TIERRAS, Instituto Geográfico Militar (IGM). Mediante el software ArcGIS 10.4.1, Agisoft Metashape Professional y Geo5 versión 2025 se identificaron cambios en la morfología del terreno y la susceptibilidad de la amenaza de deslizamiento.

### **3.3.3. Instrumentos de recolección de datos**

- **Dron:** Se hizo uso del dron Autel Robotics EVO 2 Pro V3 para la captura de imágenes aéreas.
- **GNSS de precisión (Trimble DA2):** Fue utilizado para la toma de puntos lo cual nos permitió generar mayor precisión al momento de realizar la ortofoto.
- **Laboratorio:** Se utilizó el laboratorio de mecánica de suelos para conocer las propiedades mecánicas de suelo.

### **3.4. Procesamiento de la información**

Para el procesamiento y análisis de los datos, se emplearon diversos programas que facilitaron la obtención de información precisa sobre la amenaza de deslizamientos y su impacto en el sector.

**Para el objetivo 1:** Identificar las características geológicas, geomorfológicas y climáticas del sector El Calzado que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.

Para el cumplimiento del primer objetivo, se utilizó la metodología de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, la cual permitió asignar valores a factores como la densidad estructural descargada desde el Instituto de Investigación Geológico y Energético Ecuador (IIGE). Además, se consideraron variables como el uso de suelo, geología, geomorfología, Modelo Digital de Elevación (DEM) y cobertura vegetal obtenidos del programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras - SIGTIERRAS, y finalmente, la precipitación en Power NASA.

Una vez obtenidos los archivos vectoriales y el DEM, se elaboraron en ArcGIS los mapas correspondientes a cada uno de los factores, mediante la técnica de clip utilizando el polígono del sector de estudio. Posteriormente, se transformaron en formato ráster y se asignaron los pesos respectivos. Luego, los ráster fueron convertidos a formato flotante y normalizados. Finalmente, se empleó álgebra de mapas para generar el mapa de amenaza/susceptibilidad a deslizamientos.

De manera complementaria, mediante una observación realizada en campo, se identificó uno de los taludes más representativos y críticos dentro de la zona de mayor susceptibilidad, por lo que se realizó un estudio de suelo, que permitió conocer el límite líquido, límite plástico y calificar el grado plasticidad en; no plástico, ligera plasticidad, baja plasticidad, mediana plasticidad, alta plasticidad, muy alta plasticidad.

**Tabla 5**

*Clasificación de suelos según índice de plasticidad*

Características	Índice de Plasticidad	Plasticidad
Suelos muy arcillosos	$IP > 20$	Alta
Suelos arcillosos	$IP \leq 20$	Media
	$IP > 7$	
Suelos poco arcillosos	$IP < 7$	Baja
Suelos exentos de arcilla	$IP = 0$	No Plástico (NP)

*Nota.* La tabla representa los índices de plasticidad de los suelos arcillosos/limosos. Fuente: Manual de carreteras – suelos, geología y pavimentos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2014) [https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual\\_Suelos\\_Pavimentos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf)

Así mismo, para calcular la probable superficie de falla de cada perfil, se realizó el respectivo vuelo con Dron Autel Robotics EVO 2 Pro V3, a una altura de 100m sobre el talud utilizando el instrumento GNSS de precisión el Trimble DA2, el cual permitió recolectar puntos georreferenciados con gran exactitud, mejorando así la precisión del modelo y finalmente obteniendo la fotografía. Posteriormente, se procesaron los perfiles en Agisoft Metashape Professional versión 2.0.0, una vez limpia la imagen y definiendo los 3 perfiles, se procedió analizar en el software Geo 5 versión 2020, para conocer la estabilidad del talud.

**Para el objetivo 2:** Examinar la relación entre la amenaza de deslizamientos y su impacto sobre la población del sector El Calzado.

Para este objetivo, se elaboraron encuestas con el fin de conocer el nivel de percepción de la amenaza, la exposición y ubicación de las viviendas, así como la vulnerabilidad, el nivel de preparación individual y comunitaria frente a posibles eventos de deslizamiento. Una vez formuladas, las preguntas se digitalizaron en el programa Kobo Toolbox herramienta digital especializada en la recolección de datos en campo mediante dispositivos móviles, la cual permitió la recopilación de información directamente de cada jefe de hogar, por considerarse que poseen mayor conocimiento sobre las condiciones estructurales de la vivienda, los antecedentes del sector y las medidas adoptadas ante eventos anteriores.

Posterior a la recolección, se realizó una revisión y limpieza de la base de datos exportada desde KoboToolbox. A continuación, los datos fueron organizados en tablas dinámicas y gráficos, con el uso del programa Microsoft Excel y se aplicaron estadísticos descriptivos. Además, se realizó una prueba de chi-cuadrado en el software SPSS, con el propósito de evaluar la existencia de una relación significativa entre la variable de susceptibilidad y la afectación ante deslizamientos de la población. De esta manera, esta prueba permitió determinar si dicha relación era estadísticamente válida o producto del azar.

**Para el objetivo 3:** Proponer medidas de prevención y mitigación ante el riesgo de deslizamientos en el sector El Calzado.

A partir de los resultados obtenidos se establecieron medidas de prevención y mitigación orientadas a reducir la amenaza de deslizamiento en el sector “El Calzado”. Dichas medidas fueron propuestas considerando experiencias de estos similares y adaptadas a las condiciones particulares del área de estudio.

### **3.5. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA**

Dentro del sector de estudio se identificó un total de 50 viviendas, que constituyen la población total de la investigación. Este número se determinó a partir de un levantamiento en campo realizado específicamente para este estudio, en el cual se recorrió la zona y se registraron de manera directa las unidades habitacionales existentes. Esta verificación permitió contar con información actualizada y confiable, considerando que los catastros municipales y registros censales disponibles no reflejaban con precisión la situación actual del sector.

La población corresponde a los residentes permanentes del sector, quienes poseen un conocimiento profundo del entorno, lo que garantiza una mayor fiabilidad en los resultados obtenidos en aspectos como la percepción del riesgo, la capacidad de respuesta comunitaria y la identificación de factores sociales y físicos que inciden en la vulnerabilidad del sector.

Al incluir a todos los jefes de hogar del sector, se garantiza que los datos recopilados reflejen fielmente la realidad del sector, permitiendo identificar patrones y percepciones sin la incertidumbre asociada a un muestreo parcial. En estudios relacionados con la gestión del riesgo y el desarrollo territorial. (Castro, 2025) menciona que, este enfoque censal resulta especialmente útil cuando se busca comprender las percepciones, capacidades y vulnerabilidades de cada unidad familiar, información clave para el diseño de estrategias eficaces de mitigación y respuesta.

Finalmente, se optó por trabajar con la totalidad de la población debido a que el universo de estudio es reducido, lo cual impide obtener una muestra estadísticamente significativa. En este sentido, la inclusión de todos los hogares asegura la validez de los resultados y fortalece la pertinencia del análisis.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Resultados Objetivo 1

**Identificar las características geológicas, geomorfológicas y climáticas del sector El Calzado que influyen en la ocurrencia de deslizamientos.**

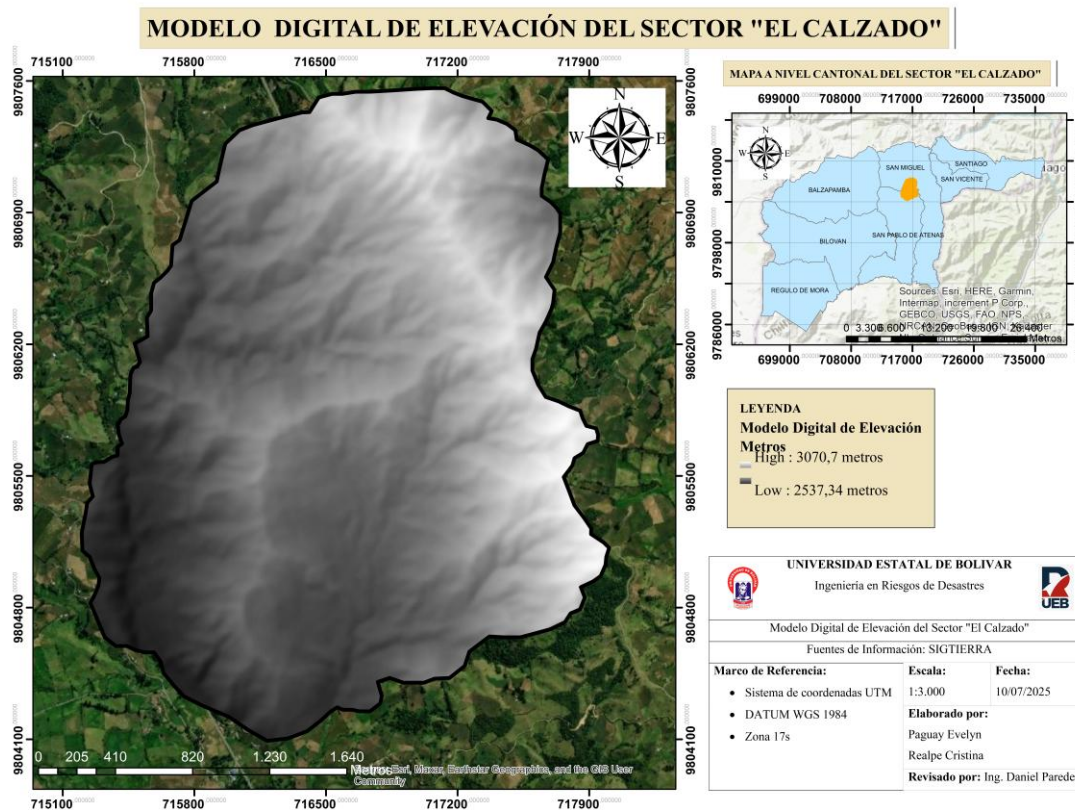
Para Galindo et al. (2008), los procesos geológicos ordinarios, como la erosión, la infiltración de agua y la acción de agentes climáticos, contribuyen de forma progresiva a la disminución de las características resistentes de los materiales que componen un talud o una ladera. Esta degradación paulatina debilita la cohesión y la fricción interna de los suelos y rocas, facilitando la pérdida de estabilidad del terreno y aumentando la probabilidad de que ocurra un deslizamiento.

Por otro lado, según Castiblanco (2011), la característica geomorfológicas más importante para la zonificación de deslizamientos es la presencia o ausencia de eventos anteriores, ya que tales manifestaciones suelen ser la mejor guía para predecir el comportamiento futuro de una zona. Finalmente, los deslizamientos resultan muy variables por las dimensiones del fenómeno, el tipo de dislocación de la masa de roca o suelo, causando alteración de su equilibrio, dinámica del desarrollo del proceso y otras características.

Una vez explicadas las características geológicas, geomorfológicas y climáticas que influyen directamente en la ocurrencia de deslizamientos, se trabajó con la Metodología de Susceptibilidad / amenaza ante movimientos en masa de la Secretaria Nacional de Gestion de riesgos, la cual nos permitió un análisis adecuado para poder determinar la susceptibilidad.

A partir de lo anterior, para la elaboración del modelo cartográfico de susceptibilidad se establece un orden de jerarquización de las variables de acuerdo con su importancia, para lo cual en el paso previo se les asignó pesos (ponderación de las variables) conforme un análisis detallado de los atributos de cada variable. Se empezó realizando el modelo digital de elevación del sector de estudio con una resolución de (3, 3) como se muestra en la figura 15, lo cual es un insumo fundamental para generar el mapa de pendiente.

**Figura 15**  
*Modelo Digital de Elevación*



*Nota.* La figura muestra el DEM del sector, con una resolución espacial de 3 metros obtenida desde la plataforma SIGTIERRAS. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

## **Mapa Pendiente**

El mapa generado permitió identificar las áreas con mayor inclinación dentro del sector, considerando que la pendiente es uno de los principales factores geomorfológicos que influyen en la estabilidad del terreno. Esta variable representa una condición clave para que se produzcan movimientos en masa. A partir de los valores obtenidos, se clasificó la pendiente en cinco clases, (muy baja, baja, media, alta y muy alta) según el porcentaje de inclinación, como se muestra en la figura 16. Para facilitar la interpretación visual, se decidió asignar un color distintivo a cada clase, de la siguiente manera:

Muy baja (0–5): Corresponde a zonas con pendientes planas o casi planas, caracterizadas por terrenos estables y una muy baja susceptibilidad a deslizamientos.

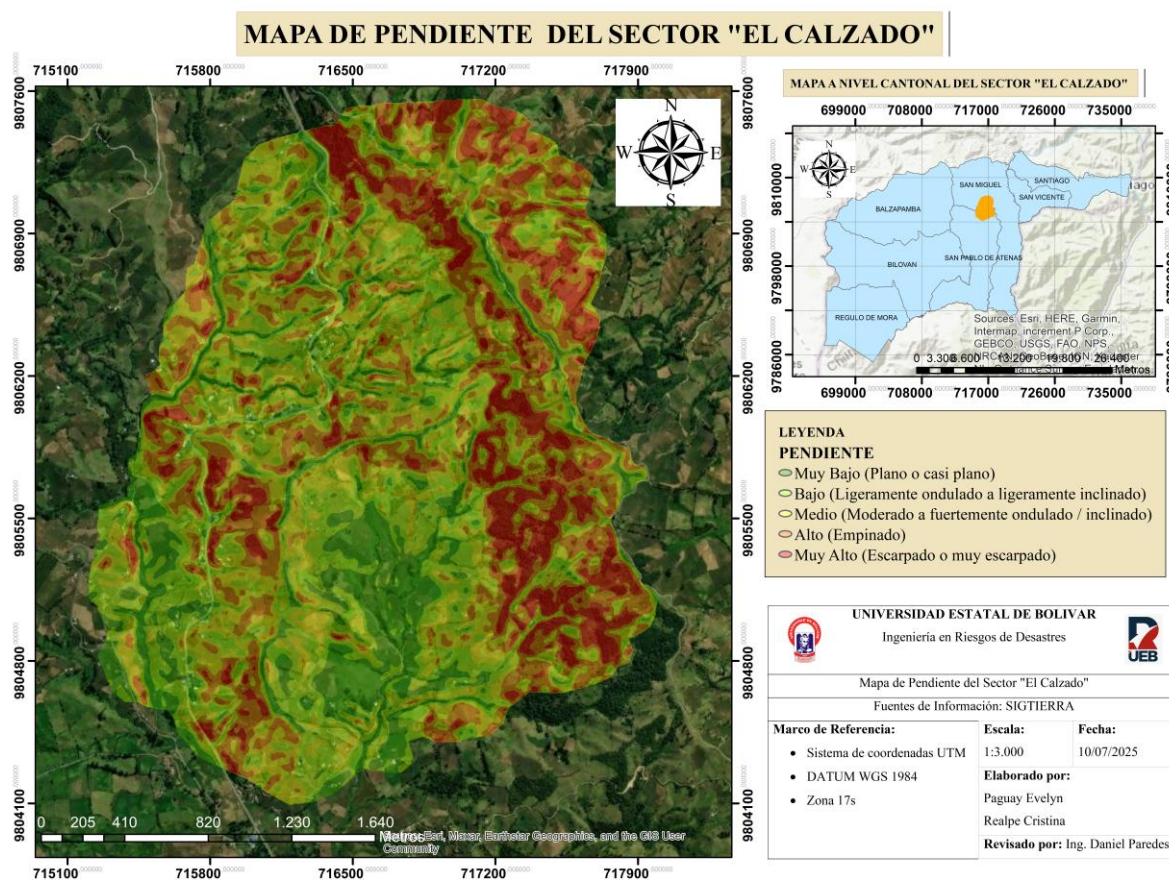
Baja (6–12): Áreas con pendientes ligeramente onduladas a ligeramente inclinadas ligeras, y un riesgo bajo de inestabilidad.

Media (13–25): Pendientes moderadas a fuertemente onduladas/ inclinadas en las que pueden intervenir factores adicionales como el uso del suelo o la cobertura vegetal.

Alta (26–40): Terrenos empinados con inestabilidad considerable y una alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos.

Muy alta (>40): Pendientes escarpadas o muy escarpadas, con un nivel muy alto de susceptibilidad y riesgo significativo de deslizamiento.

**Figura 16**  
*Mapa de Pendiente*



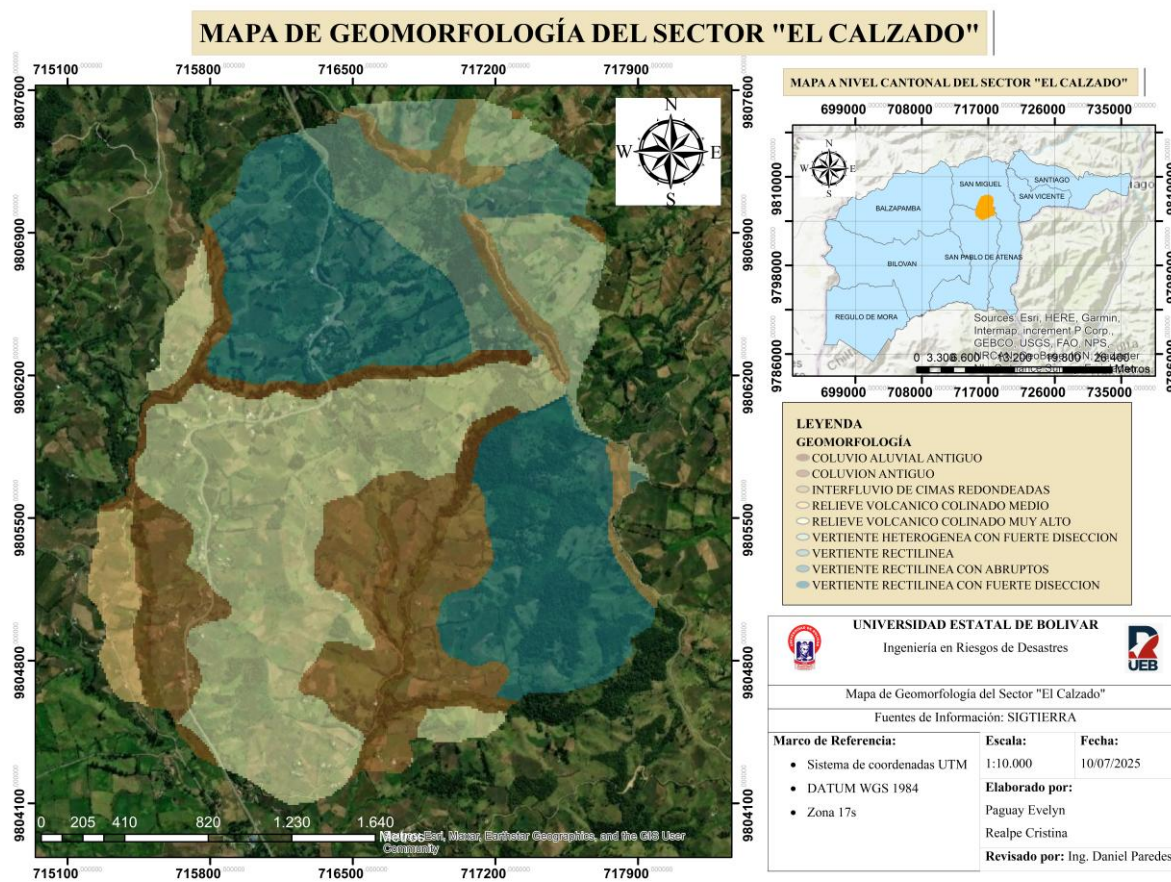
*Nota.* La figura muestra el mapa de pendiente. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

### Mapa Geomorfológico

Para la elaboración del mapa geomorfológico del sector El Calzado, se descargó metadatos desde SIGTIERRAS los cuales permitieron la identificación y caracterización de tres unidades principales del terreno: vertientes rectilíneas con fuerte disección, relieve volcánico colinado muy alto y coluvios aluviales antiguos, cada una con distintos niveles de estabilidad. De acuerdo con la metodología establecida por la Secretaría Nacional, esta zonificación facilita la comprensión de la dinámica del paisaje y la evaluación de la susceptibilidad frente a amenazas naturales como los deslizamientos. Las vertientes

rectilíneas con fuerte disección se asocian a zonas de alta pendiente, donde la erosión ha generado cortes profundos, lo que incrementa su inestabilidad. El relieve volcánico colinado muy alto corresponde a laderas formadas por material volcánico antiguo, con una topografía accidentada y suelos posiblemente poco consolidados, lo cual implica un riesgo moderado a alto ante precipitaciones intensas o intervenciones humanas. Por su parte, el coluvio aluvial antiguo está compuesto por depósitos generados por antiguas corrientes de agua y procesos gravitacionales, lo que sugiere una mayor estabilidad relativa, aunque también puede presentar vulnerabilidad bajo ciertas condiciones como se muestra en la figura 17.

**Figura 17**  
*Mapa de Geomorfología*



*Nota. La figura muestra el mapa geomorfología. Fuente: (Elaboración propia, 2025)*

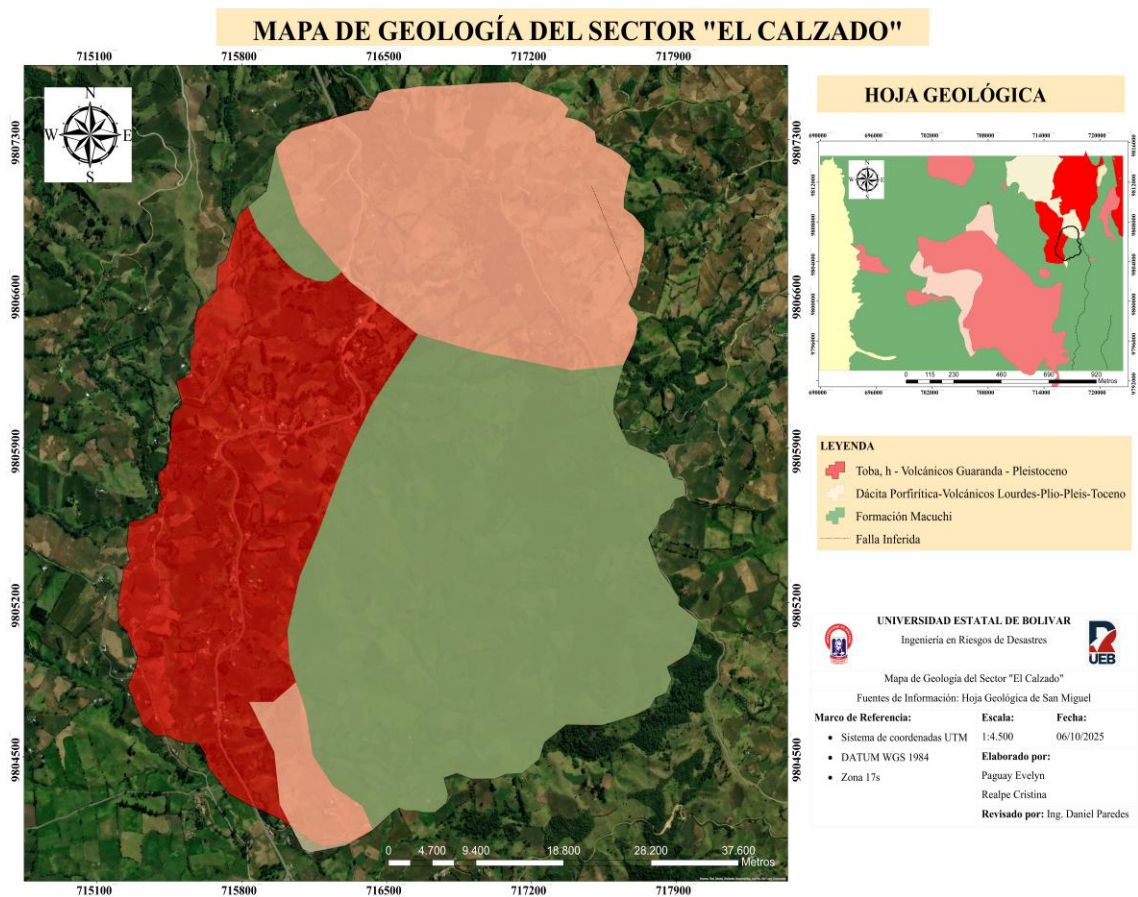
## **Mapa de Geología**

De acuerdo con la hoja geológica de San Miguel y la cartografía generada en el Sistema de Información Geográfica (SIG), se reconocen tres unidades principales: los Volcánicos Guaranda del Pleistoceno, los Volcánicos Lourdes del Plioceno–Pleistoceno y la Formación Macuchi, además de una falla inferida que atraviesa la zona central.

La unidad predominante corresponde a la Formación Macuchi, compuesta principalmente por tobas, brechas volcánicas y materiales andesíticos de grano fino. Este tipo de roca presenta una moderada a alta permeabilidad y una estructura fracturada que facilita la infiltración del agua, lo que puede debilitar el talud durante periodos de intensa precipitación. Además, se localiza la unidad Dacita Porfírica – Volcánicos Lourdes (Plioceno–Pleistoceno), caracterizada por lavas dacíticas y materiales piroclásticos de origen volcánico. Este tipo de roca posee una alta rigidez y baja alteración, por lo que tiende a ser más estable geotécnicamente. No obstante, en sectores donde el material se encuentra alterado o cubierto por suelos residuales, puede presentar inestabilidad superficial, especialmente cuando se combina con la acción del agua y las variaciones topográficas.

En la parte occidental del mapa se identifica la unidad Toba – Volcánicos Guaranda (Pleistoceno) (color rojo), conformada por tobas y flujos piroclásticos consolidados de naturaleza arcillosa. Este material, debido a su alta porosidad y baja cohesión, constituye una zona geológicamente inestable, con elevada susceptibilidad a los deslizamientos, principalmente en taludes empinados y sectores donde la humedad es persistente. En estas áreas se observan evidencias morfológicas asociadas a movimientos de masa antiguos y recientes, como se muestra en la figura 18.

**Figura 18**  
*Mapa de Geología*



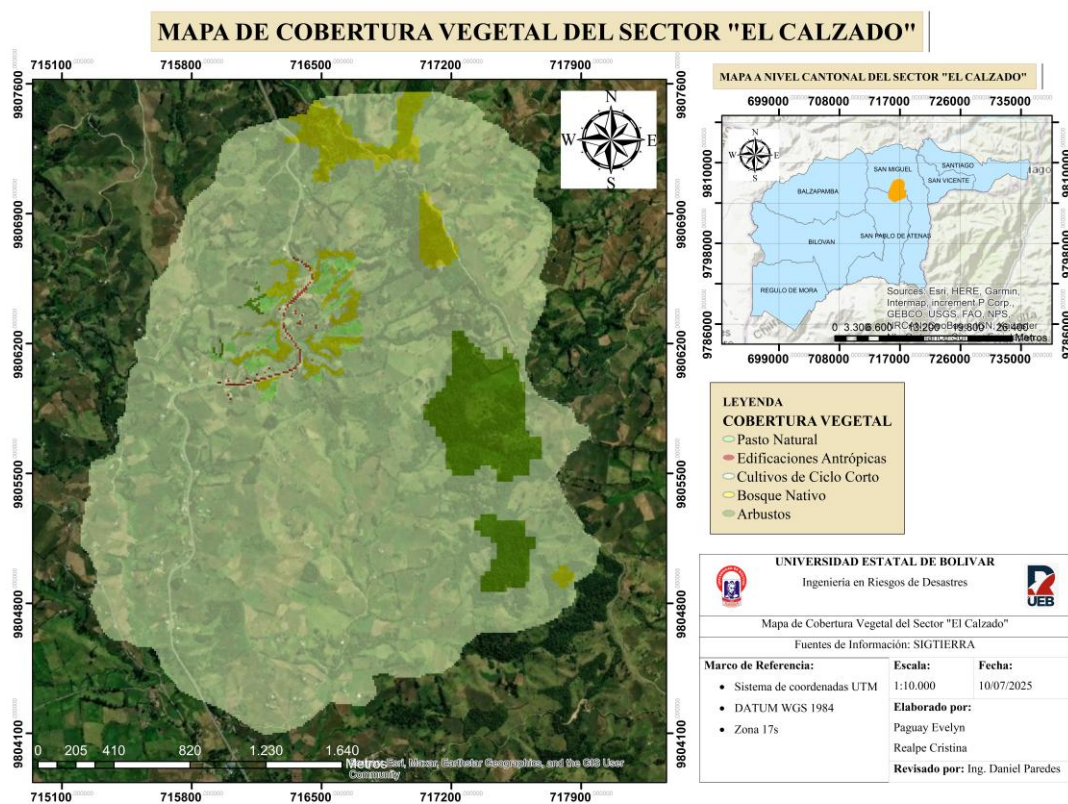
*Nota.* La figura muestra el mapa de textura del suelo. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

### Mapa de cobertura vegetal

Se identificó que la mayor parte del sector está cubierta por cultivos de ciclo corto, y otra parte por arbustos lo que indica un uso intensivo del suelo con fines agrícolas y ganaderos, con información obtenida desde SIGTIERRAS. Este tipo de cobertura presenta una capacidad limitada de estabilización del terreno, lo que incrementa la vulnerabilidad de deslizamiento especialmente en áreas con pendientes pronunciadas.

En menor proporción se observaron zonas puntuales de arbustos y bosques nativos, por lo que estas coberturas, al tener raíces más profundas y una mayor capacidad de retención del suelo, representan áreas con mayor resistencia natural frente a la ocurrencia de deslizamientos, pero su escasa presencia limita el efecto estabilizador en el sector. Por otro lado, las edificaciones antrópicas están distribuidas a lo largo de la vía principal y en zonas bajas, coincidiendo con sectores de uso agrícola como se muestra en la figura 19. La presión antrópica sobre la cobertura vegetal nativa, combinada con prácticas de cultivo no sostenibles, puede agravar los factores detonantes de inestabilidad del terreno, sobre todo en época de lluvias intensas.

**Figura 19**  
*Mapa de Cobertura Vegetal*

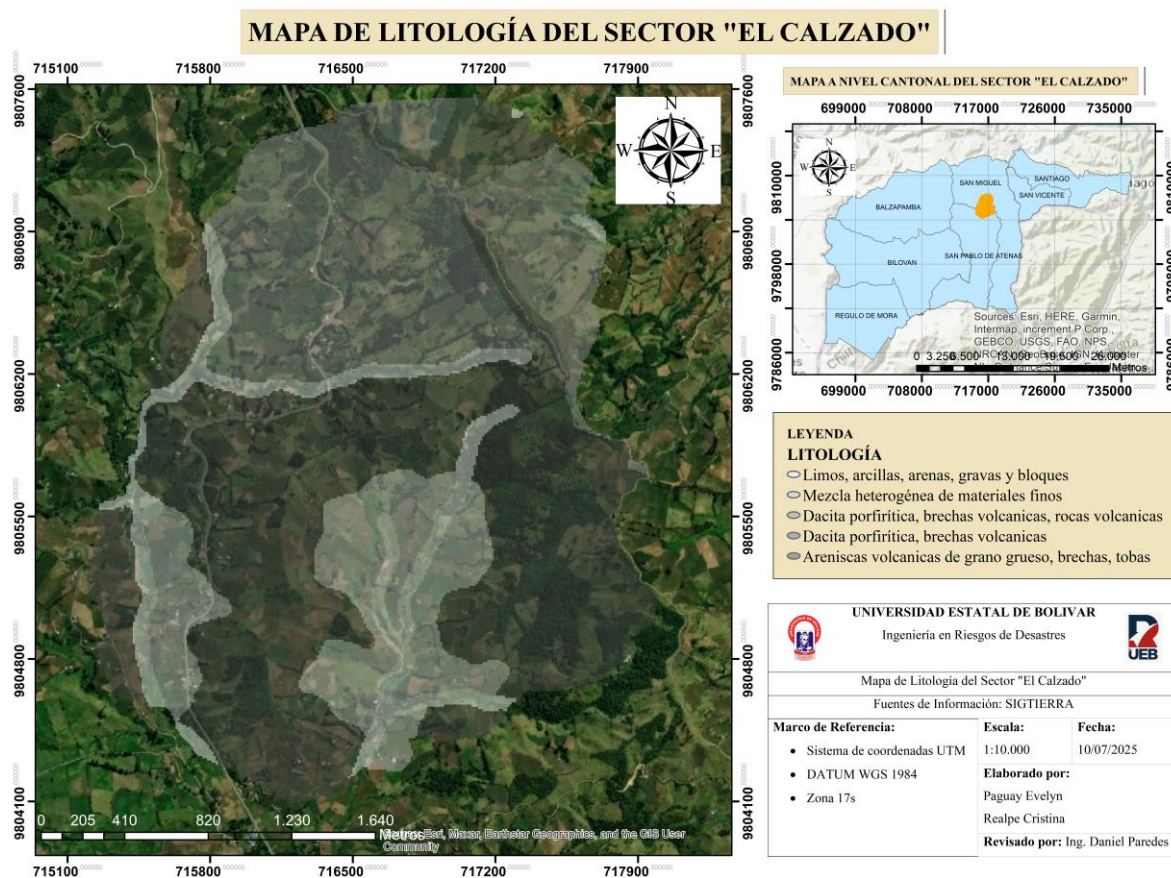


*Nota.* La figura muestra el mapa de cobertura vegetal. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

### **Mapa de litología**

Se identificaron materiales como: areniscas volcánicas de grano grueso, brechas y tobas; limos, arcillas, arenas, gravas y bloques; y brechas volcánicas como se muestra en la figura 20, con datos obtenidos desde SIGTIERRAS. Por lo cual, presenta condiciones litológicas desfavorables para la estabilidad del terreno, debido al predominio de materiales sueltos y fragmentados en gran parte del área. La zona central es la más crítica, ya que coincide con el paso de la vía principal y edificaciones, ubicadas sobre depósitos poco consolidados como limos, arcillas y arenas, lo que incrementa el riesgo de deslizamientos. Por ende, las condiciones litológicas deben considerarse prioritariamente en los planes de prevención, ordenamiento territorial y obras de mitigación, incluyendo drenajes adecuados, revegetación y restricciones en el uso del suelo en zonas de mayor susceptibilidad.

**Figura 20**  
**Mapa de Litología**



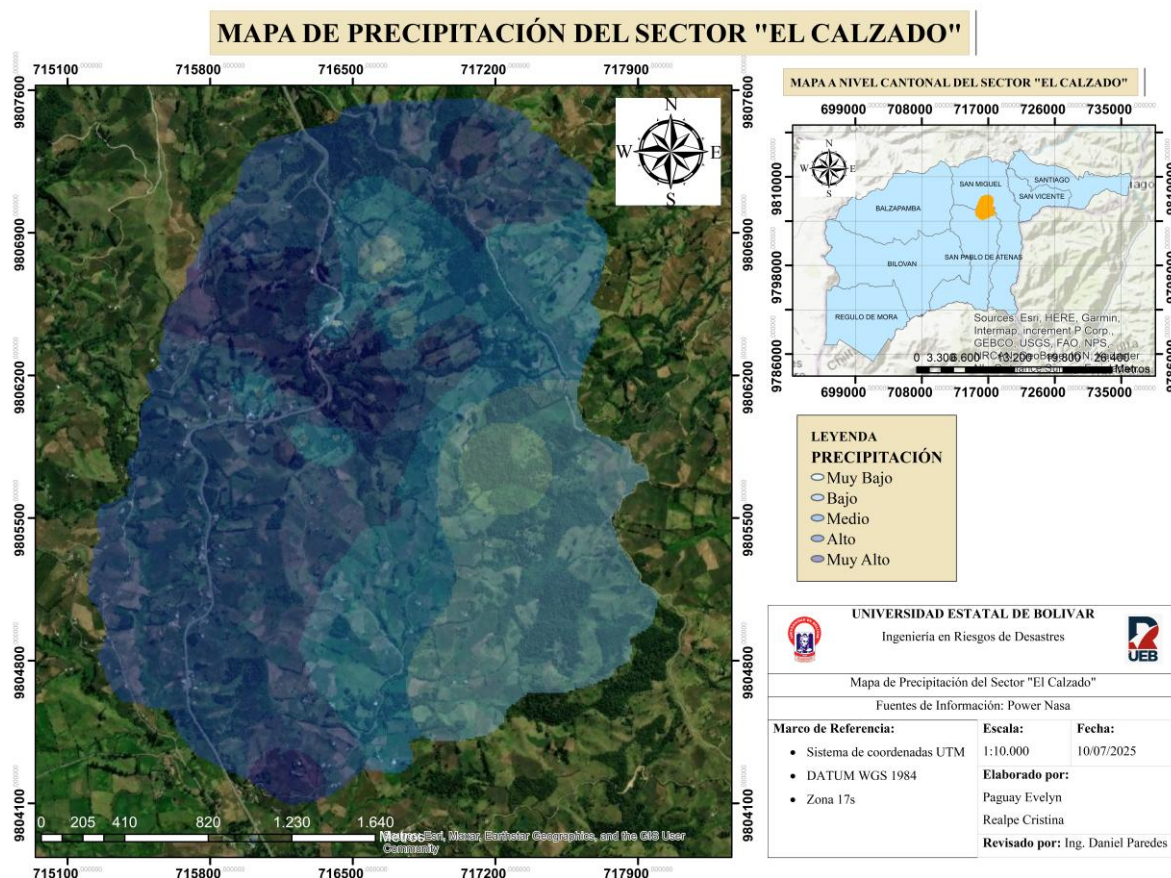
*Nota.* La figura muestra el mapa de geología – litología. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

### Mapa de precipitación

Los datos se obtuvieron desde Power Nasa, se descargó desde el año 2000-2024. Este mapa muestra que la mayor parte del territorio presenta niveles de precipitación que oscilan entre medio y alto, lo que indica una presencia significativa de lluvias en gran parte del sector. Mientras que en otras zonas se cuenta con valores de precipitación muy altos la cual puede responder a posibles factores topográficos, como la topografía, la vegetación, la presencia de cuerpos de agua, la altitud, la latitud. Las zonas con mayor altitud tienden a

captar más humedad por efecto orográfico, generando mayores precipitaciones, mientras que las zonas más bajas o con cobertura menos densa podrían recibir menor cantidad de lluvia como se muestra en la figura 21.

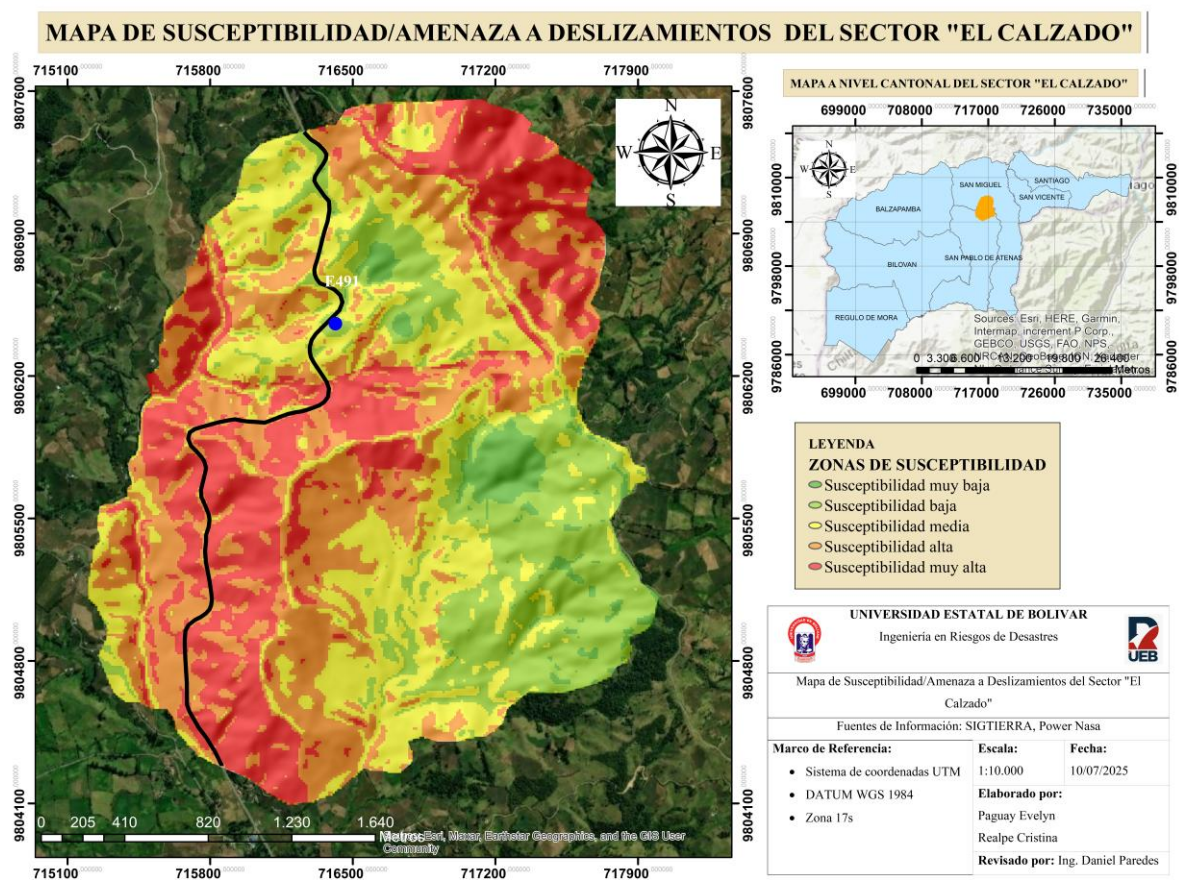
**Figura 21**  
*Mapa de Precipitación*



*Nota.* La figura muestra el mapa de precipitación. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Finalmente, una vez identificadas las características geológicas, geomorfológicas y climáticas del sector El Calzado, se procedió a la elaboración del mapa de susceptibilidad a deslizamientos. Como resultado, fue posible identificar y visualizar las zonas más susceptibles dentro del sector.

**Figura 22**  
*Mapa de Susceptibilidad/Amenaza a Deslizamientos*



*Nota.* La figura representa el mapa de susceptibilidad/amenaza a deslizamientos del sector El Calzado, el talud seleccionado para el estudio y la vía de primer orden San Miguel – San Pablo, mediante el software ArcGis. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

En la primera etapa, el uso de mapas de susceptibilidad a deslizamientos permitió delimitar áreas críticas dentro de un territorio extenso, considerando factores condicionantes como la geología-litología, geomorfología, pendiente, tipo de suelo (textura) y cobertura vegetal; así como factores desencadenantes, entre los que destaca la precipitación.

Asimismo, no se puede dejar de lado que, mediante una observación realizada en campo, se identificó uno de los taludes más representativos y críticos. Por lo cual, se considero necesario realizar un análisis de estabilidad del talud, a pesar de que en donde se encuentra se clasifica con una susceptibilidad baja, se evidencio la ocurrencia de un deslizamiento. Esto demuestra que una susceptibilidad baja no implica una probabilidad nula de deslizamiento, por lo que es fundamental evaluar las condiciones específicas del terreno para comprender su comportamiento real.

Este talud se ubica junto a la vía principal que conecta la región Costa con la Sierra, específicamente en el kilómetro 28, el cual ha sido afectado en años anteriores no solo por fenómenos naturales sino también por factores antrópicos. Entre las principales causas de los deslizamientos de taludes se encuentran la tala de árboles y las intensas lluvias. A pesar de que, parte del material ya se ha deslizado, en la porción media del talud aún se observa un escarpe menor, indicativo de movimientos diferenciales dentro de la masa desplazada con grietas de hasta 25 cm de ancho.

Por esta razón, se consideró necesario realizar un análisis detallado de estabilidad del talud bajo condiciones específicas del sitio, utilizando el software GEO 5 versión 2020. Este análisis no solo permite conocer el estado actual del talud, sino también evaluar su estabilidad residual, es decir, la capacidad de mantenerse en equilibrio luego del evento principal de deslizamiento, y anticipar futuros comportamientos ante condiciones similares o agravadas.

Adicionalmente, se llevó a cabo un ensayo para determinar la granulometría de los suelos con normas: ASTM:D 421-58 Y D422-63; AASHTO:d T -87 -70 Y T 88-70 en el

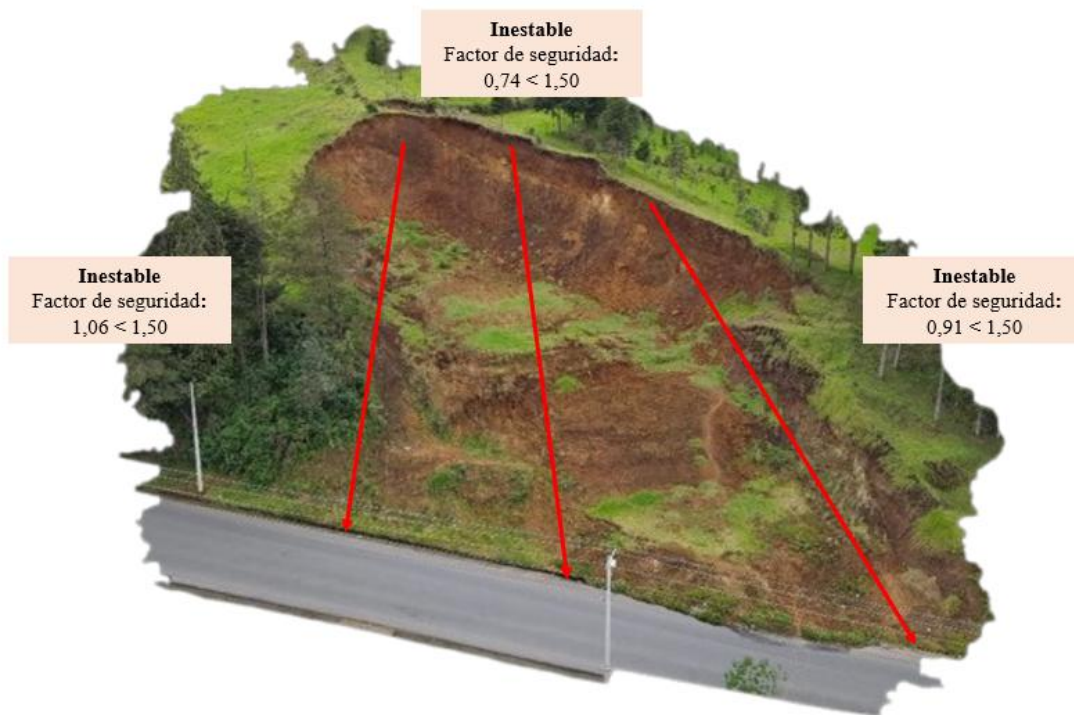
laboratorio WIDCAF. En dónde se estudió tres partes importantes del talud, la parte alta, izquierda y derecha.

Los resultados del laboratorio en la parte alta del talud mostraron un límite líquido de 47.6 y un límite plástico de 3.17, lo que da como resultado un índice de plasticidad (IP) de 44.43. Estos valores indican un suelo muy altamente plástico, es decir poseen un comportamiento particular que los hace susceptibles de presentar problemas asociados a baja resistencia al corte, excesivos cambios volumétricos y alta deformabilidad. (Gallardo et al., 2020)

Cabe destacar que la parte izquierda y derecha presentan valores equivalentes, en dónde mostraron un límite líquido de 47.6 y un límite plástico de 0.89, lo que da como resultado un índice de plasticidad (IP) de 46.71 es decir muy altamente plástico.

Es necesario recalcar que, al calcular el factor de seguridad, debe ser mayor a 1,50 para que el talud sea considerado ACEPTABLE, de lo contrario será INESTABLE.

**Figura 23**  
*Identificación de perfiles del talud*



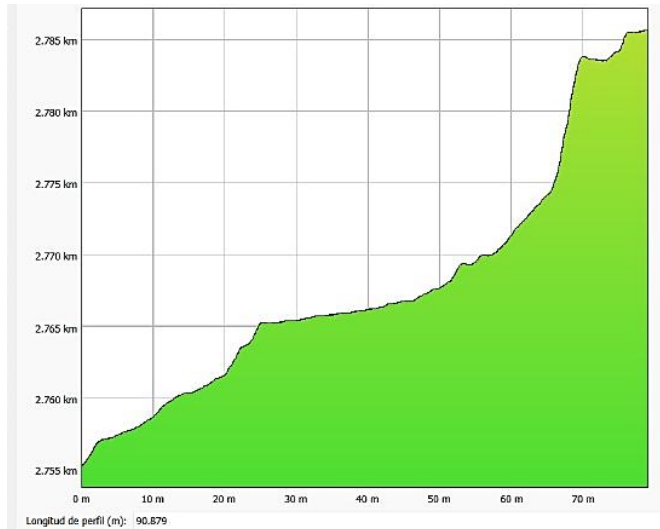
*Nota.* La figura muestra el talud seleccionado del sector el Calzado y los tres perfiles que se modelarán en Geo 5. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Una vez realizado lo anterior, estos datos obtenidos fueron agregados en el software Geo 5, esto ayudó a calcular la probable superficie de falla de cada uno de los perfiles que se ha dividido en el talud. Se calculó el factor de seguridad de 3 perfiles de forma oblicua. Donde se proyecta la superficie de rotura de forma circular para la ejecución del método escogido (Bishop). La optimización implica encontrar la superficie de deslizamiento circular con la menor estabilidad, es decir, la superficie crítica de deslizamiento más pequeña en el programa Estabilidad de taludes es altamente fiable, ya que evalúa la totalidad de la pendiente con precisión.

## Perfil 1- Parte Alta

### Figura 24

*Perfil 1 extraído desde Agisoft Metashape Proffesional 2.0.0*

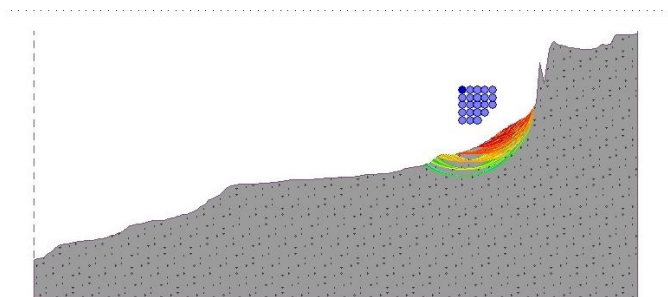


*Nota.* La figura muestra el perfil 1 del talud seleccionado del sector. Fuente:

(Elaboración propia, 2025)

### Figura 25

*Perfil 1 Método de Bishop\_Tipo de análisis "búsqueda de grilla"*



*Nota.* La figura muestra la evaluación del talud mediante el método de Bishop en

Geo 5 versión 2020. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

## Tabla 6

### Verificación de estabilidad de taludes (BISHOP) Perfil 1

Suma de fuerzas activas	Fa = 0,13 kN/m]
Suma de fuerzas pasivas	Fp = 0,10 [kN/m]
Momento de deslizamiento	Ma = 1,02 [kNm/m]
Momento estabilizador	Mp =0,55 kNm/m
<b>Factor de seguridad = 0,74&lt;1,50</b>	

*Nota.* La tabla muestra el fator de seguridad del perfil 1. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La superficie de falla circular de este talud, situado en el centro en las coordenadas X = 57,32 [m] y Z = 22,72 [m], tiene un radio de R = 7,53 [m].

El cual indica que la estabilidad del Talud es **INESTABLE**.

## Tabla 7

### Parámetros del suelo (Arenoso) Perfil 1

<b>Peso Unitario</b>	$\gamma = 17,00\text{kN/m}^3$
<b>Angulo de fricción interna</b>	$\phi_{ef} = 31,00^\circ$
<b>Cohesión de suelo</b>	$c_{ef} = 0,00\text{kPa}$
<b>Peso unitario de suelo saturado</b>	$\gamma_{sat} = 19,00\text{kN/m}^3$

*Nota.* La tabla muestra los parámetros del suelo del perfil 1. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

## Análisis

El perfil 1 representa un factor de seguridad (FS) de  $0,74 < 1,50$ , insuficiente para garantizar la estabilidad ya que se requiere  $> 1,50$  lo que indica riesgos de deslizamiento bajo condiciones estáticas, ya que las fuerzas activas superan las resistencias, esto significa que, el talud no tiene suficiente capacidad de resistencia lo que aumenta el riesgo de deslizamiento o falla. Por lo tanto, se requiere que las autoridades tomen medidas de control y estabilización del talud.

## Perfil 2 - Parte Izquierda

### Figura 26

*Perfil 2 extraído desde Agisoft Metashape Professional 2.0.0*

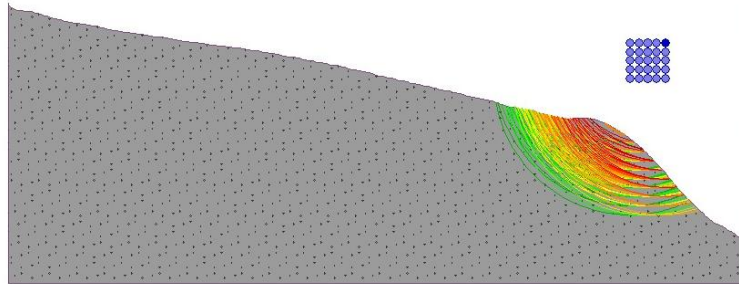


**Nota.** La figura muestra el perfil 2 del talud seleccionado del sector. Fuente:

(Elaboración propia, 2025)

### Figura 27

Perfil 2 Método de Bishop\_Tipo de análisis "búsqueda de grilla"



*Nota.* La figura muestra la evaluación del talud mediante el método de Bishop en Geo 5 versión 2020. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

### Tabla 8

Verificación de estabilidad de taludes (BISHOP) Perfil 2

Suma de fuerzas activas	Fa = 1,66 [kN/m]
Suma de fuerzas pasivas	Fp = 1,76 [kN/m]
Momento de deslizamiento	Ma = 18,81 [kNm/m]
Momento estabilizador	Mp = 19,98 kNm/m
<b>Factor de seguridad = 1,06 &lt; 1,50</b>	

*Nota.* La tabla muestra el factor de seguridad del perfil 2. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La superficie de falla circular de este talud, situado en el centro en las coordenadas X = 74,14 [m] y Z = 22,08 [m], tiene un radio de R = 11,33 [m].

El cual indica que la estabilidad del Talud es **INESTABLE**.

**Tabla 9**

*Parámetros del suelo (Arenoso) Perfil 2*

<b>Peso Unitario</b>	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$
<b>Angulo de fricción interna</b>	$\phi_{\text{ef}} = 31,50^\circ$
<b>Cohesión de suelo</b>	$c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$
<b>Peso unitario de suelo saturado</b>	$\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

*Nota.* La tabla muestra los parámetros del suelo del perfil 2. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

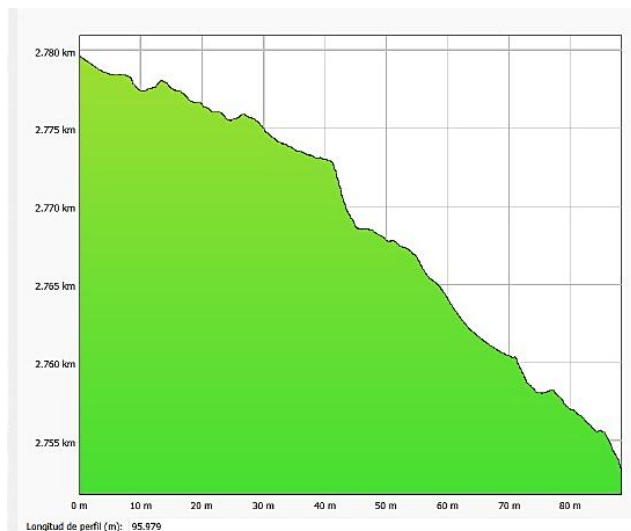
### **Análisis**

El perfil 2 nos refleja un factor de seguridad (FS) de  $1,06 < 1,50$ , sobre el análisis de estabilidad a unos dos pasos de la vía principal que conecta la Costa con la Sierra, es inferior al valor mínimo generalmente aceptado de 1,50. Para lo cual, es fundamental recomendar medidas necesarias como el monitoreo constante del comportamiento del talud, por ende, se requiere que las autoridades tomen medidas de control y estabilización del talud.

### Perfil 3 – Parte Derecha

**Figura 28**

Perfil 3 extraído desde Agisoft Metashape Proffesional 2.0.0

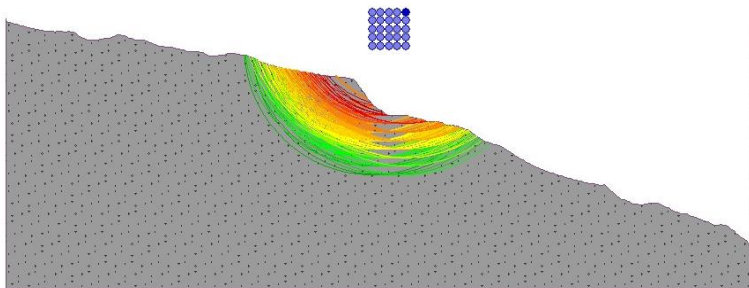


*Nota.* La figura muestra el perfil 3 del talud seleccionado del sector. Fuente:

(Elaboración propia, 2025)

**Figura 29**

Perfil 3 Método de Bishop\_Tipo de análisis "búsqueda de grilla"



*Nota.* La figura muestra la evaluación del talud mediante el método de Bishop en

Geo 5 versión 2020. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

**Tabla 10***Verificación de estabilidad de taludes (BISHOP) Perfil 3*

Suma de fuerzas activas	$F_a = 26,78$ [kN/m]
Suma de fuerzas pasivas	$F_p = 24,26$ [kN/m]
Momento de deslizamiento	$M_a = 299,10$ [kNm/m]
Momento estabilizador	$M_p = 270,95$ kNm/m

**Factor de seguridad = 0,91 > 1,50**

*Nota.* La tabla muestra el factor de seguridad del perfil 3. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La superficie de falla circular de este talud, situado en el centro en las coordenadas  $X = 47,35$  [m] y  $Z = 27,85$  [m], tiene un radio de  $R = 11,17$  [m].

El cual indica que la estabilidad del Talud es **INESTABLE**.

**Tabla 11***Parámetros del suelo (Arenoso) Perfil 3*

<b>Peso Unitario</b>	$\gamma = 17,00$ kN/m <sup>3</sup>
<b>Angulo de fricción interna</b>	$\phi_{ef} = 31,50^\circ$
<b>Cohesión de suelo</b>	$c_{ef} = 0,00$ kPa
<b>Peso unitario de suelo saturado</b>	$\gamma_{sat} = 19,00$ kN/m <sup>3</sup>

*Nota.* La tabla muestra los parámetros del suelo del perfil 3. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

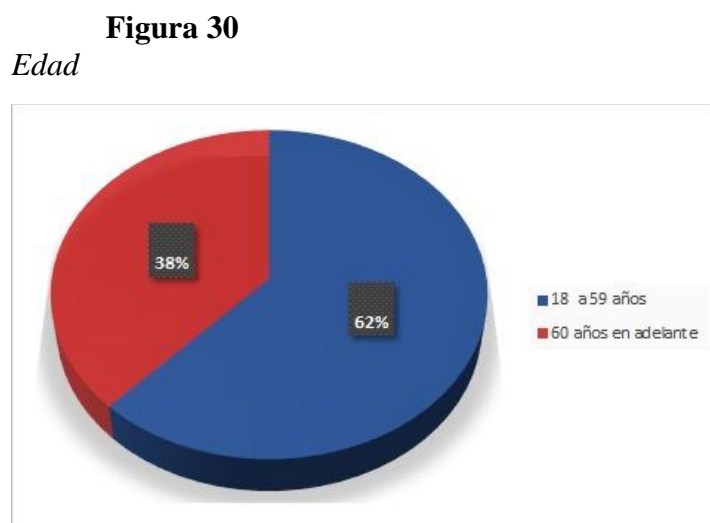
## **Análisis**

El perfil 3 representa un factor de seguridad de  $0,91 > 1,50$ , lo que indica que el talud se encuentra en condiciones de inestabilidad, especialmente en su parte derecha, donde se evidencia el menor valor de seguridad. Este resultado sugiere una alta susceptibilidad al deslizamiento bajo las condiciones actuales.

## 4.2. Resultados Objetivo 2

### Examinar la relación entre la amenaza de deslizamientos y su impacto sobre la población del sector El Calzado.

Se determinó que en el área de estudio existen 50 viviendas a las cuales se les aplicó la encuesta a cada jefe de hogar. A continuación, se presenta la interpretación y discusión de cada pregunta, con el propósito de analizar los hallazgos en función de la realidad del sector y su relación con la gestión del riesgo.



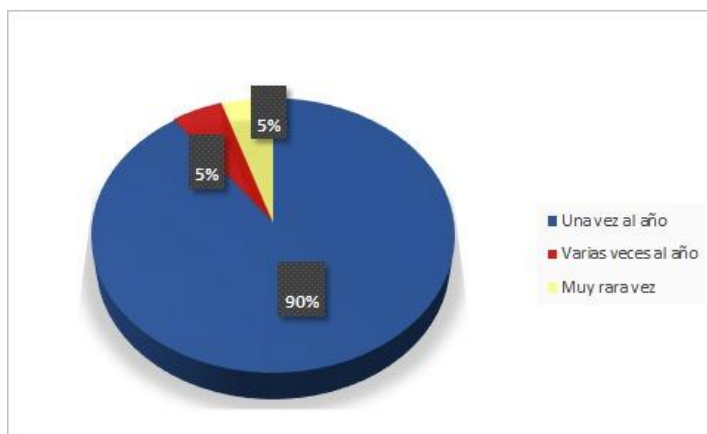
*Nota.* La gráfica muestra la edad de la población del sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Los resultados mostraron que la edad promedio de los encuestados es de 18 a 59 años, mientras que la mediana alcanza los 60 años en adelante. Esto indica que los jefes de hogar son adultos y adultos mayores. En consecuencia, se afirma que, aunque la experiencia de vida podría aportar a una percepción más clara sobre la recurrencia de los deslizamientos, el grupo etario de 60 años en adelante presenta mayores limitaciones físicas

al momento de enfrentar una emergencia, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población.

**En caso de haber presenciado o sido afectado por deslizamientos en este sector, ¿con qué frecuencia considera que ocurren estos eventos?**

**Figura 31**  
*Frecuencia percibida de los deslizamientos*

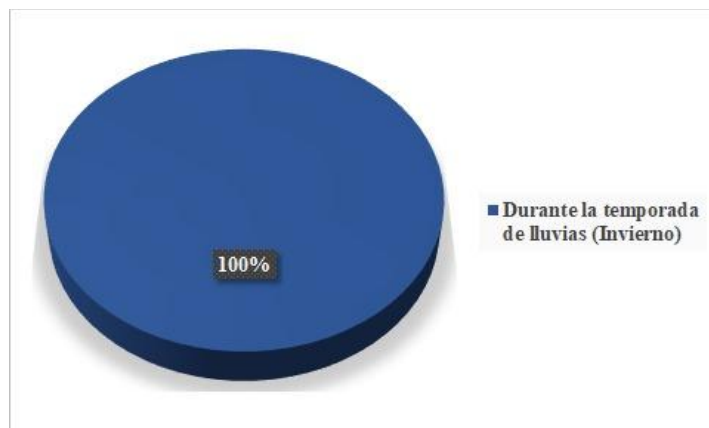


*Nota.* La gráfica indica la frecuencia de los deslizamientos en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 90% de los encuestados perciben que los deslizamientos ocurren al menos una vez al año. Esto sugiere que los habitantes asumen la ocurrencia de estos fenómenos como un hecho recurrente y previsible. Por lo tanto, la gestión comunitaria debe considerar esta periodicidad para planificar medidas preventivas con enfoque anual.

**¿En qué época del año ocurren con mayor frecuencia los deslizamientos de tierra en este sector?**

**Figura 32**  
*Época del año en la que se presentan los deslizamientos*

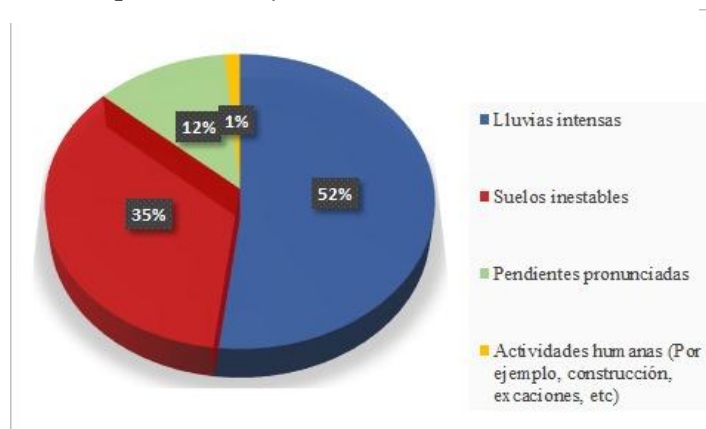


*Nota.* La gráfica representa la temporada en la que ocurren los deslizamientos en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 100% de los encuestados afirma que los deslizamientos ocurren en la temporada de lluvias. Este resultado permitió confirmar que existe una relación directa entre las precipitaciones intensas y la inestabilidad del terreno.

**¿Qué factores considera que contribuyen a los deslizamientos de tierra en esta zona? (Puede seleccionar más de una opción)**

**Figura 33**  
*Factores que contribuyen a los deslizamientos*

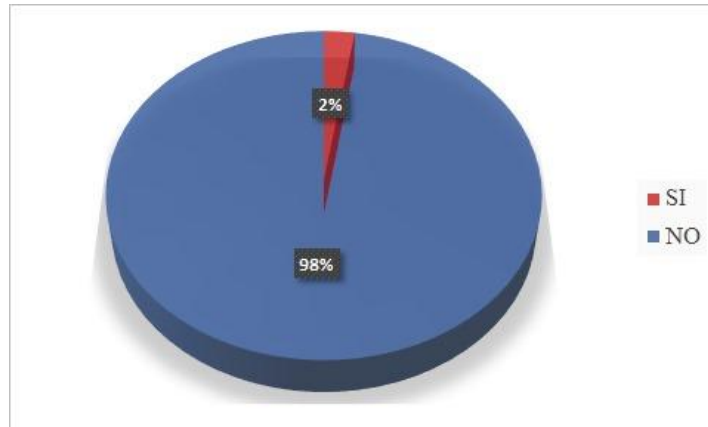


*Nota.* La gráfica indica cuales son los factores que contribuyen a los deslizamientos en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 52% atribuye los deslizamientos a lluvias intensas, el 35% a suelos inestables, el 12% a pendientes pronunciadas y únicamente el 1% a actividades humanas. Se observó, por tanto, que la percepción comunitaria se enfoca principalmente en factores naturales. Sin embargo, la baja consideración de las actividades antrópicas refleja la necesidad de fortalecer la conciencia sobre la influencia de las prácticas de uso del suelo y construcción en la generación de inestabilidad.

## ¿Su vivienda ha sido afectada por deslizamientos?

**Figura 34**  
*Vivienda afectada por deslizamientos*



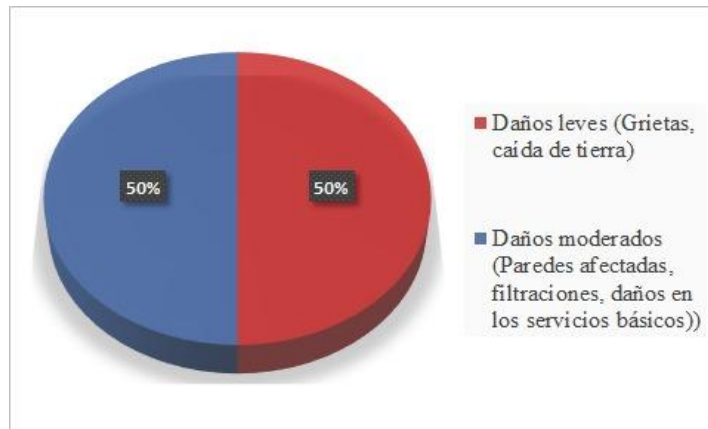
*Nota:* La gráfica muestra el porcentaje de viviendas que han sido afectadas por deslizamientos en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 98% de los encuestados indicaron que sus viviendas no han sido afectadas, mientras que apenas el 2% señaló lo contrario. Este hallazgo revela que, aunque la percepción del riesgo es elevada, la afectación directa en viviendas ha sido mínima. Por consiguiente, la población podría mostrar una menor urgencia en la implementación de medidas preventivas estructurales.

**Si su respuesta anterior fue "Sí", ¿qué tipo de daño sufrió?**

**Figura 35**

*Tipo de daño sufrido en la vivienda*



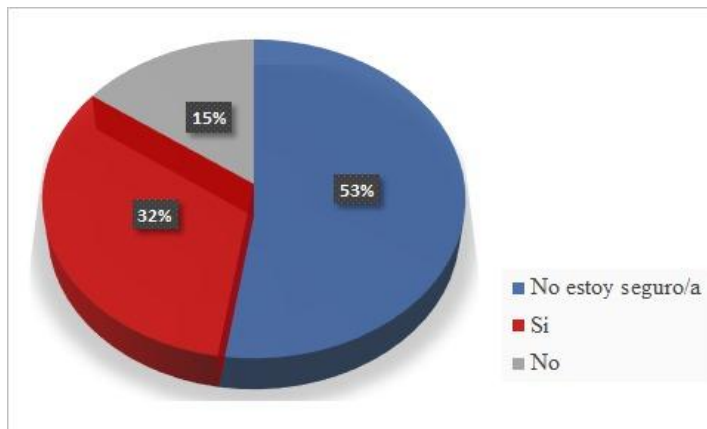
*Nota:* La gráfica muestra los tipos de daños que han sufrido las viviendas en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Entre las viviendas afectadas se reportaron daños leves y moderados. En este sentido, los impactos no han alcanzado niveles catastróficos, lo que podría explicar la limitada percepción de urgencia para reforzar las estructuras.

## ¿Conoce si su vivienda está ubicada en una zona de alto riesgo?

**Figura 36**

*Conocimiento sobre si la vivienda está en zona de alto riesgos*

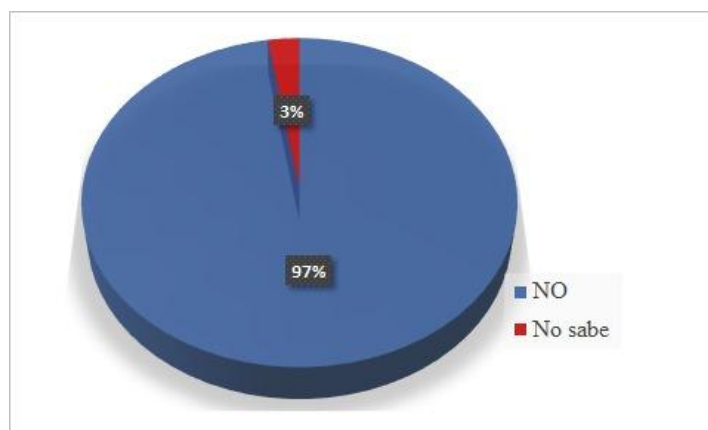


*Nota.* La gráfica muestra el porcentaje de encuestados que conocen si su vivienda se encuentra en zona de alto riesgo. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 52,5% manifestó no estar seguro, el 32,5% indicó que sí y el 15% que no. Este resultado pone en evidencia que más de la mitad de los encuestados desconoce la situación real de su vivienda frente al riesgo, lo que demuestra la ausencia de información técnica clara y accesible para la comunidad.

**¿Su vivienda cuenta con algún tipo de refuerzo estructural o protección contra deslizamientos?**

**Figura 37**  
*Refuerzo estructural en la vivienda*

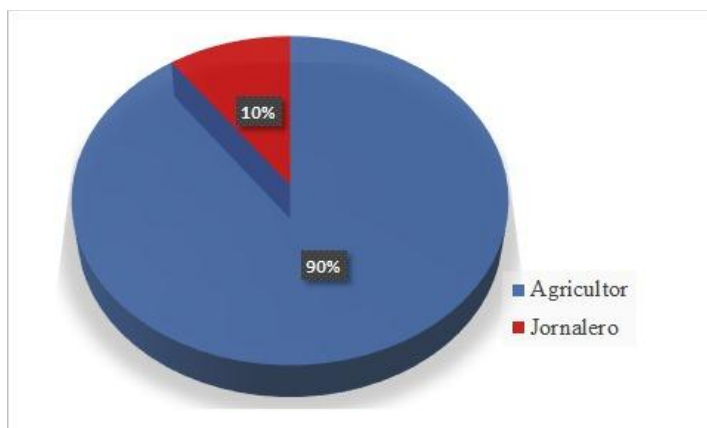


*Nota.* La gráfica presenta la información sobre si las viviendas de los encuestados cuentan con refuerzo estructural. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 97% declaró no contar con ningún tipo de refuerzo estructural o medida de protección, mientras que un 3% manifestó desconocerlo. Este resultado revela una elevada vulnerabilidad física de las construcciones, la cual podría estar asociada a limitaciones económicas o a la falta de asesoramiento técnico especializado.

### ¿Cuál es su ocupación principal?

**Figura 38**  
*Ocupación principal*

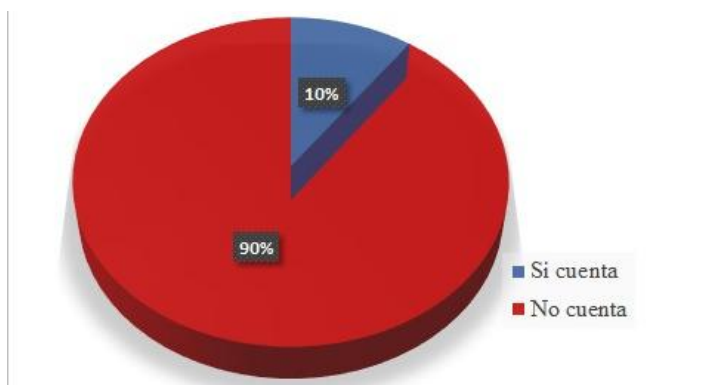


*Nota.* La gráfica representa el porcentaje de personas según la actividad a la que se dedican en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 90% de los encuestados se dedica a la agricultura y el 10% al jornal. Por consiguiente, la economía de la comunidad depende principalmente de actividades rurales, lo que incrementa la fragilidad socioeconómica, ya que los deslizamientos no solo amenazan las viviendas, sino también los medios de subsistencia de la población.

### ¿Actualmente cuenta con una fuente de empleo en el sector público o privado?

**Figura 39**  
*Fuente de empleo en sector público o privado*

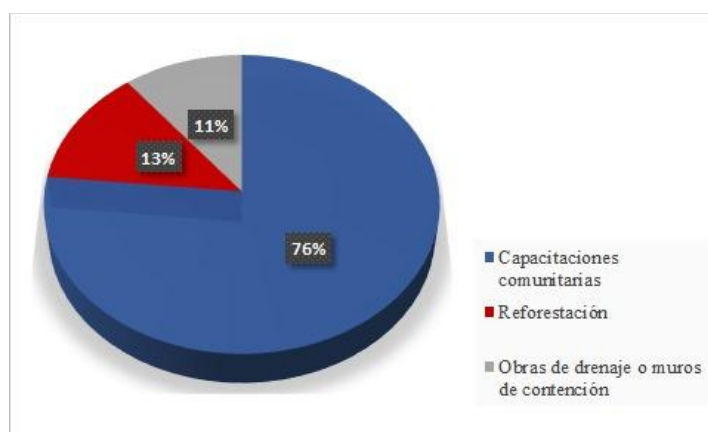


*Nota.* La gráfica representa el porcentaje de personas que poseen empleo en los sectores público y privado. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 90% manifestó no contar con empleo formal. Este resultado complementa el anterior y confirma la alta dependencia de la comunidad respecto a la agricultura, lo que limita su capacidad económica para implementar medidas de mitigación frente a los deslizamientos.

**¿Qué acciones considera necesarias para reducir el riesgo de deslizamientos en su comunidad?**

**Figura 40**  
*Acciones necesarias para reducir el riesgo*

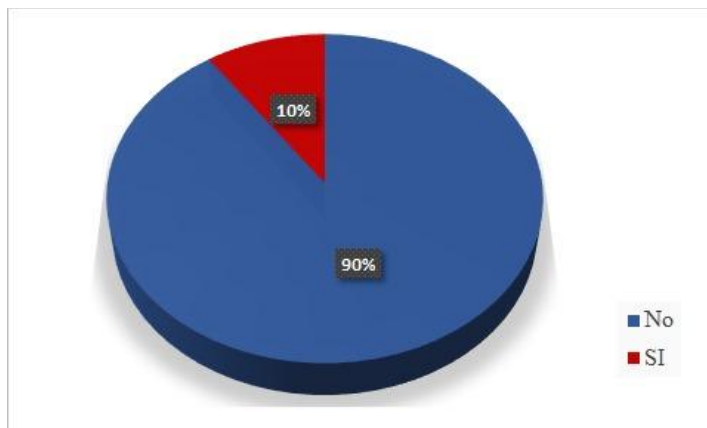


*Nota.* La gráfica representa las acciones que consideran necesarias para reducir el riesgo a deslizamiento en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 76% señaló la capacitación comunitaria como medida prioritaria, seguida por la reforestación (13%) y la construcción de obras de drenaje o muros de contención (11%). Esto indica que la población reconoce la importancia de la formación y la organización social, aunque también valora la necesidad de implementar obras técnicas de mitigación.

**¿Usted o su familia han recibido capacitación o información sobre cómo actuar ante un deslizamiento?**

**Figura 41**  
*Capacitaciones recibidas*

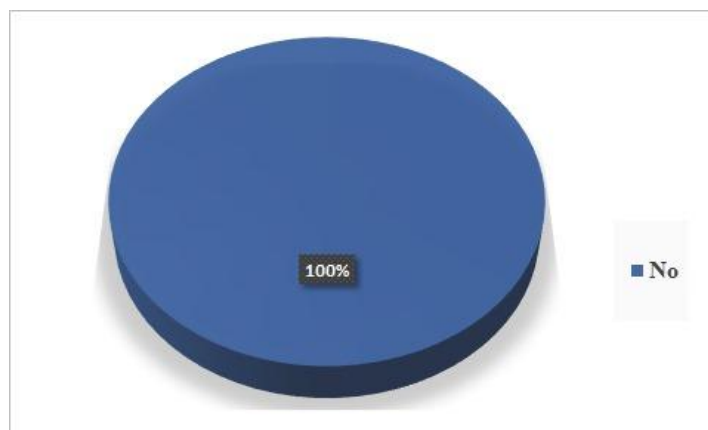


*Nota.* La gráfica presenta el porcentaje de personas que han recibido capacitaciones sobre como actuar ante un deslizamiento. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 90% indicó no haber recibido capacitaciones sobre cómo actuar ante deslizamientos. Esta carencia constituye una vulnerabilidad crítica, ya que limita la preparación de la población y aumenta la exposición frente a un evento adverso.

**En caso de una emergencia por deslizamiento de tierra, conoce ¿Cuáles son las vías de evacuación?**

**Figura 42**  
*Conocimiento de vías de evacuación*



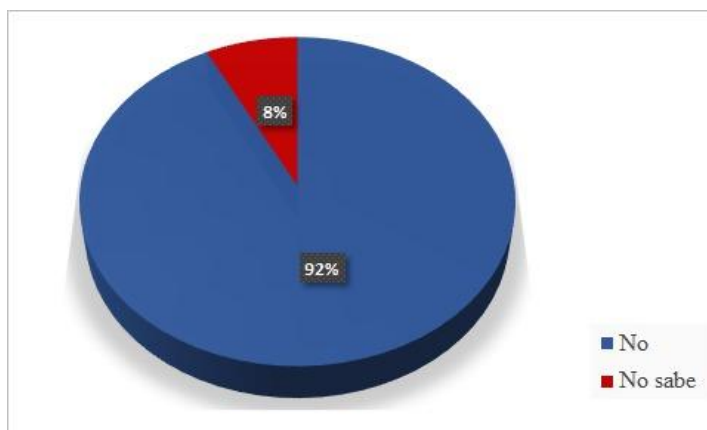
**Nota** La gráfica muestra el nivel de conocimiento de la población sobre cuáles son las vías de evacuación en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 100% de los encuestados afirmó desconocer las rutas de evacuación. Este resultado refleja una deficiencia grave en la gestión del riesgo, puesto que, en caso de un deslizamiento de gran magnitud, la ausencia de rutas definidas dificultaría la evacuación segura de los habitantes.

**¿Existe en su comunidad alguna organización o grupo que trabaje en temas de prevención de riesgos de desastres?**

**Figura 43**

*Cuentan con una organización comunitaria de prevención de riesgos de desastres*

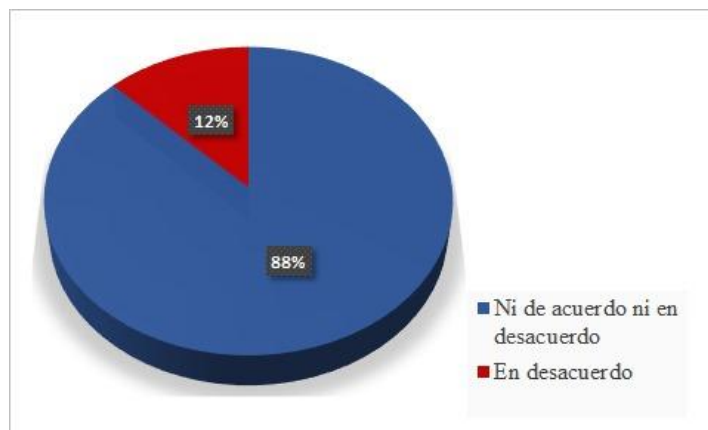


*Nota* La gráfica presenta el porcentaje de cuantas personas conocen si en su comunidad existe una organización de prevención de riesgos de desastres. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 92% señaló que no existen organizaciones de este tipo en su comunidad, mientras que un 8% manifestó desconocerlo. Este hallazgo confirma la falta de estructuras locales orientadas a la prevención, lo que limita la capacidad de trabajo articulado con instituciones externas.

**¿Las autoridades locales han hecho lo suficiente para prevenir o mitigar los deslizamientos de tierra en esta zona?**

**Figura 44**  
*Percepción sobre la gestión por parte de las autoridades locales*

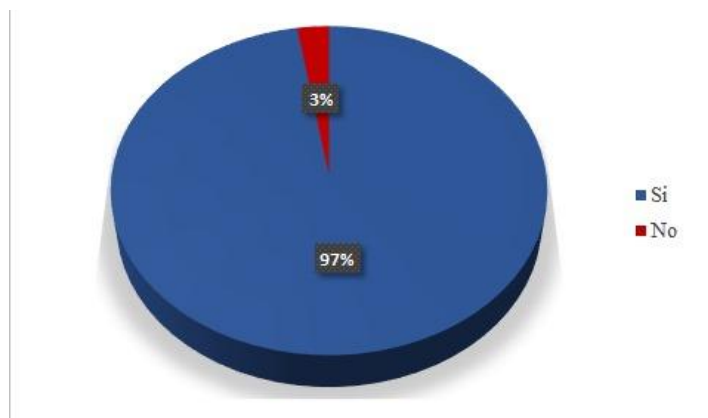


**Nota** La gráfica presenta la percepción de la población sobre si las autoridades locales han realizado acciones suficientes para prevenir o mitigar los deslizamientos en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 88% manifestó estar ni de acuerdo ni en desacuerdo con que las autoridades hayan realizado lo suficiente, mientras que el 12% se mostró en desacuerdo. De esta manera, se evidencia una percepción de indiferencia o desconocimiento, lo cual refleja una débil relación entre autoridades y comunidad en torno a la gestión del riesgo.

**¿Conoce usted alguna tecnología o sistema de alerta temprana para deslizamientos en su comunidad?**

**Figura 45**  
*Conocimiento de sistemas de alerta temprana*



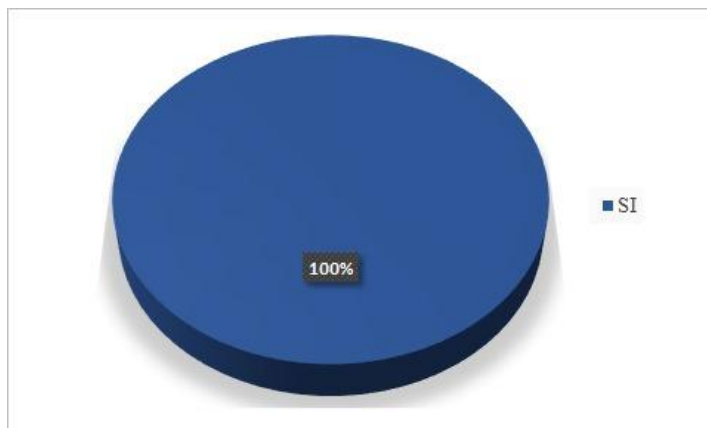
*Nota* La gráfica refleja el nivel de conocimiento de la población acerca de los sistemas de alerta temprana para deslizamientos en el sector El Calzado. Fuente:

(Elaboración propia, 2025)

El 97 % manifestó conocer alguna tecnología o sistema de alerta temprana para deslizamientos en su comunidad, mientras que únicamente el 3 % indicó no tener conocimiento al respecto. Este resultado evidencia que la gran mayoría de la población posee una noción general sobre la existencia de mecanismos de alerta, lo cual refleja un nivel positivo de información y sensibilización en torno a la gestión del riesgo.

**¿Cuenta su hogar con algún medio de comunicación para recibir alertas (radio, celular, altoparlante comunitario)?**

**Figura 46**  
*Cuenta con medios de comunicación para recibir alertas*



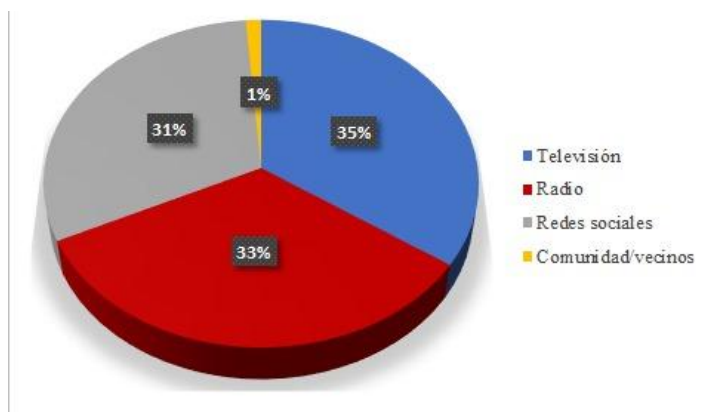
**Nota** La gráfica presenta el porcentaje de personas que cuentan con medios de comunicación adecuados para recibir alertas sobre deslizamientos en el sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 100% indicó disponer de algún medio de comunicación. Este resultado es positivo, ya que abre la posibilidad de diseñar estrategias de difusión de alertas y mensajes preventivos a través de los canales ya existentes en la comunidad.

## ¿Qué medios usa con mayor frecuencia para informarse sobre eventos naturales?

**Figura 47**

*Medios de información utilizados por la población para conocer sobre eventos naturales*



**Nota** La gráfica presenta los medios de comunicación que la población utiliza para informarse sobre eventos naturales en la comunidad del sector. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 35% recurre a la televisión, el 33% a la radio y el 31% a redes sociales, mientras que solo el 1% lo hace mediante vecinos. Esto permite concluir que los medios tradicionales y digitales constituyen canales estratégicos para la transmisión de información preventiva y para la sensibilización comunitaria en torno a la amenaza de deslizamientos.

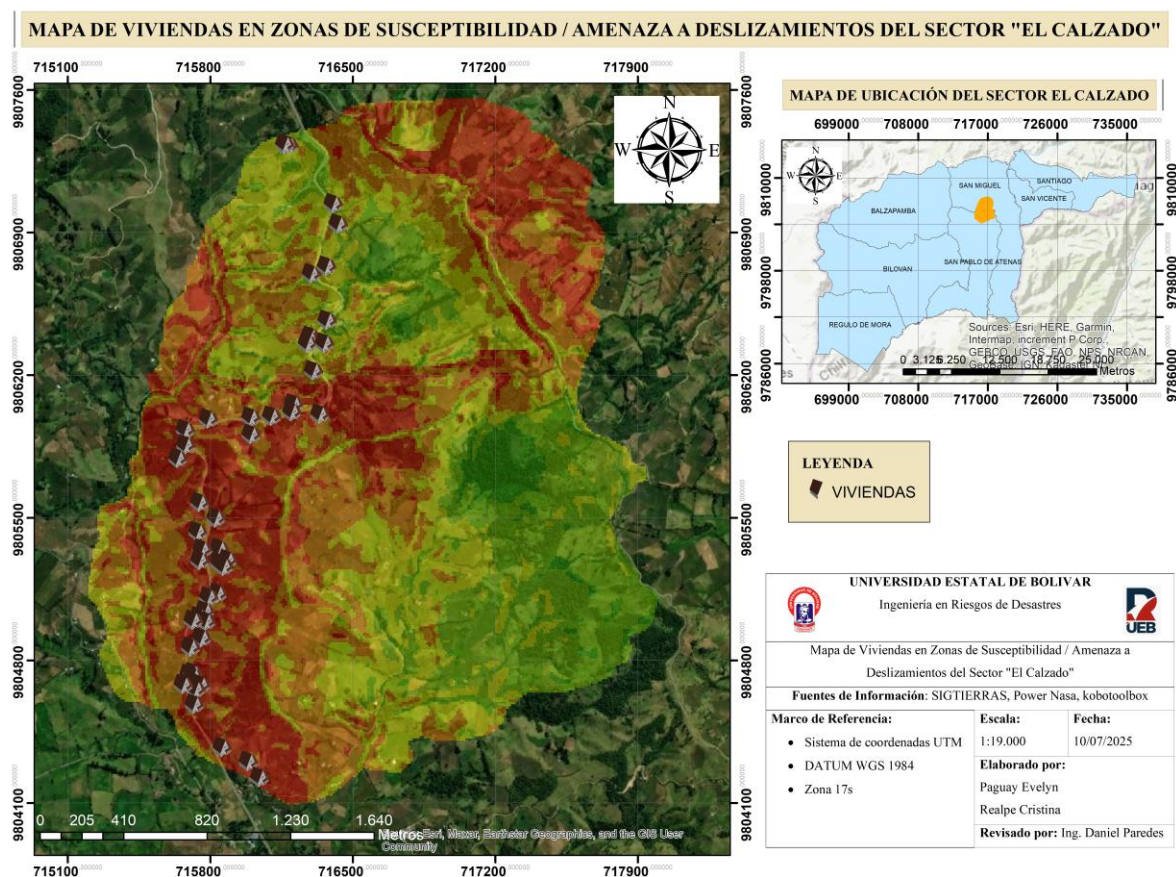
En síntesis, los resultados de la encuesta evidencian que la población del sector de estudio presenta una alta exposición a la amenaza de deslizamientos, tanto por las condiciones físicas del terreno como por la ausencia de medidas de mitigación estructural y organizativa. Aunque los deslizamientos son percibidos como recurrentes y estrechamente vinculados a la temporada de lluvias, la mayoría de los hogares no ha experimentado daños directos, lo que podría explicar una menor percepción de urgencia en la implementación de medidas preventivas. Asimismo, la falta de información técnica, de capacitaciones, de rutas

de evacuación y de organización comunitaria incrementa de manera significativa la vulnerabilidad social. En contraste, la disponibilidad de medios de comunicación constituye una oportunidad para el diseño de estrategias de alerta temprana y de difusión de mensajes preventivos. Todo lo anterior confirma la necesidad de un abordaje integral que combine intervenciones estructurales, programas de educación comunitaria y acciones coordinadas con las autoridades locales.

Por ende, es necesario el análisis espacial del riesgo en el sector, ya que permite visualizar de manera precisa la relación entre la ubicación de las viviendas y los niveles de amenaza por deslizamientos. De acuerdo con este insumo cartográfico, se constató que la mayor concentración de viviendas (24 casas) se encuentra ubicada en zonas de susceptibilidad alta, lo que representa un riesgo considerable ante la eventual ocurrencia de movimientos en masa. Asimismo, se identificaron 11 viviendas localizadas en zonas de susceptibilidad muy alta, reforzando la necesidad de priorizar acciones preventivas y correctivas en estas áreas críticas. Por otra parte, 11 viviendas se ubican en zonas de susceptibilidad media y únicamente 4 viviendas se encuentran en áreas de susceptibilidad baja, lo cual evidencia que una parte significativa de la población reside en sectores expuestos a condiciones geomorfológicas inestables.

Esta distribución geoespacial de las viviendas pone de manifiesto la urgencia de implementar estrategias de ordenamiento territorial, así como acciones orientadas al fortalecimiento de capacidades comunitarias, con el propósito de reducir los niveles de exposición y mitigar los impactos potenciales asociados a este tipo de amenazas geodinámicas, como se muestra en la figura 48

**Figura 48**  
*Mapa de viviendas en zona de susceptibilidad del sector "El Calzado"*



*Nota.* La figura representa el mapa viviendas en zonas de susceptibilidad/amenaza a deslizamientos del sector El Calzado mediante el software ArcGis. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Finalmente, uno de los aspectos fundamentales identificados por la población del sector para la mitigación del riesgo de deslizamientos es la implementación de procesos de reforestación en las laderas. Esta práctica es percibida como una medida efectiva para reducir la susceptibilidad del terreno a movimientos en masa, al contribuir a la estabilización del suelo. Asimismo, se considera que la reforestación podría desempeñar un

papel importante en la prevención de afectaciones materiales y la protección de actividades productivas, especialmente las relacionadas con la agricultura, que representan una fuente de sustento para las familias del sector.

Con el propósito de complementar el análisis cualitativo con evidencia cuantitativa, y de profundizar en la relación entre las condiciones físicas del terreno y las afectaciones registradas en la población, se procedió a identificar la posible relación entre la susceptibilidad del terreno y el impacto de deslizamientos en la población del sector, se realizó un análisis estadístico en el software SPSS, utilizando los datos recolectados a través de encuestas aplicadas a 50 jefes de hogar.

El análisis estadístico mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson evidenció una asociación significativa entre el nivel de susceptibilidad de la vivienda y la afectación reportada por las familias ( $\chi^2(1) = 8,207$ ,  $p = 0,004$ ). La tabla de contingencia muestra que, en viviendas localizadas en zonas de susceptibilidad no alta, ninguna familia reportó afectaciones, mientras que en zonas de alta susceptibilidad la proporción de viviendas afectadas fue mayor a la esperada (3 casos observados frente a 0,8 esperados). La prueba exacta de Fisher ( $p = 0,019$ ) confirma este resultado, garantizando su validez pese al reducido número de casos en algunas celdas. En consecuencia, puede afirmarse que la población residente en áreas de mayor susceptibilidad presenta una probabilidad significativamente más alta de verse afectada por deslizamientos.

Finalmente resulta fundamental para la planificación del territorio y la gestión del riesgo en el sector, ya que permite priorizar acciones de prevención y mitigación en las zonas más vulnerables frente a esta amenaza natural.

**Figura 49**

Tabla de contingencia y pruebas de chi-cuadrado

**Tabla cruzada susc2\*afectada\_bin**

		afectada_bin		Total	
		No	Sí		
susc2	No alta	Recuento	36	0	36
		Recuento esperado	33,8	2,2	36,0
		% del total	72,0%	0,0%	72,0%
	Alta	Recuento	11	3	14
		Recuento esperado	13,2	,8	14,0
		% del total	22,0%	6,0%	28,0%
Total		Recuento	47	3	50
		Recuento esperado	47,0	3,0	50,0
		% del total	94,0%	6,0%	100,0%

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,207 <sup>a</sup>	1	,004		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	4,847	1	,028		
Razón de verosimilitud	8,149	1	,004		
Prueba exacta de Fisher				,019	,019
Asociación lineal por lineal	8,043	1	,005		
N de casos válidos	50				

*Nota.* La figura muestra la tabla de contingencia y prueba de chi-cuadrado entre la relación de la susceptibilidad del terreno y el impacto de deslizamientos en la población del sector mediante el software SPSS versión 25. Fuente: (Elaboración propia, 2025)

### 4.3. Resultados Objetivo 3

#### **Proponer medidas de prevención y mitigación ante el riesgo de deslizamientos en el sector El Calzado.**

Luego de haber realizado el trabajo de investigación y haber conocido la situación de riesgo significativa debido a la presencia de lugares con amenaza muy alta de deslizamientos, determinada a través de un mapa de susceptibilidad lo que comprometen la seguridad de las viviendas, las vías de comunicación y la vida de los habitantes.

De igual manera los resultados de las encuestas aplicadas a los habitantes del sector, mostraron una baja cultura de gestión de riesgos, lo que incrementa la vulnerabilidad social y limita la capacidad de respuesta ante este evento. Por ende, es necesario proponer una serie de medidas de prevención, mitigación, un plan operativo y seguimiento que contribuyan a reducir el nivel de riesgo en el sector, protegiendo tanto a la población como a sus medios de vida.

**Tabla 12**

*Medidas preventivas*

<b>Medidas Preventivas</b>			
<b>Medida Preventiva</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>	<b>Plazo Estimado</b>
Reforestación con especies nativas de raíces profundas.	Desarrollar programas comunitarios de reforestación en laderas para aumentar la	GAD Parroquial, Comunidad.	6 meses

estabilidad del suelo y reducir la escorrentía superficial.

Construcción de drenajes superficiales.	Implementación de zanjas, cunetas y drenajes en áreas de acumulación de agua.  Esta medida buscará evitar actividades que puedan desestabilizar el terreno, como la deforestación, la agricultura en pendientes, la extracción de materiales y la construcción sin las medidas de seguridad adecuadas.	GAD Municipal, MTOP.	12 meses
Controlar el uso del suelo y las actividades humanas en las laderas del cerro.		GAD Municipal.	12 meses
Capacitación comunitaria en gestión de riesgos.	Desarrollar talleres y simulacros de preparación ante deslizamientos.	Técnico UGR del GAD Municipal, Comunidad.	3 meses

---

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

**Tabla 13***Medidas de mitigación*

<b>Medidas de Mitigación</b>			
<b>Medida de Mitigación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>	<b>Plazo Estimado</b>
Estabilización de taludes.	Aplicar técnicas como mallas metálicas, geomallas o terrazas para controlar y reforzar la estructura de taludes inestables identificados.	GAD Municipal, MTOP.	18 meses
Técnicas de ingeniería natural.	Coordinar con instituciones locales para ejecutar obras mayores (drenajes, estabilización) mediante proyectos técnicos como estacas vivas y gaviones ecológicos para estabilización natural.	GAD Municipal, Parroquial, Comunidad.	10 meses
Sistema comunitario de monitoreo y alerta temprana.	Establecer un sistema básico de vigilancia con participación comunitaria para reportar	GAD Parroquial, Comunidad.	4 meses

señales de activación de deslizamientos (grietas, flujos de agua, etc.) y generar alertas tempranas.

Fomentar que cada familia elabore un plan de acción en

Plan familiar y comunitario de emergencia.	caso de emergencia, incluyendo roles, rutas de evacuación y elementos esenciales, articulado con un plan comunitario.	Técnico UGR del GAD Municipal, Comunidad.	3 meses
--	---	---	---------

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

**Tabla 14**

*Plan operativo y seguimiento*

<b>Plan Operativo y Seguimiento</b>			
<b>Actividad Clave</b>	<b>Responsable Principal</b>	<b>Frecuencia / Plazo</b>	<b>Indicador de Cumplimiento</b>
Ejecución del programa de reforestación.	GAD Parroquial, Comunidad.	Cada temporada de lluvia	Nº de hectáreas reforestadas

Construcción de drenajes.	GAD Municipal, MTOP.	12 meses	Nº de sistemas de drenaje implementados.
Capacitaciones y talleres comunitarios.	Técnico UGR del GAD Municipal, GAD Parroquial, Comunidad.	Cada 6 meses	Nº de participantes capacitados.
Instalación de obras de contención.	GAD Municipal, MTOP.	18 meses	Metros lineales de muro construidos.
Activación del protocolo de alerta temprana.	Brigada comunitaria.	Simulacro anual.	Tiempo de evacuación medido en simulacros.
Evaluación del plan y retroalimentación.	Técnico UGR, GAD Municipal, Comunidad.	Semestral.	Informe de evaluación semestral emitido.

---

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Las medidas planteadas buscan fortalecer a la comunidad del sector en la gestión de su propio riesgo, mediante acciones sencillas, viables y sostenibles. Al incorporar la participación activa de los habitantes y las autoridades locales, este plan se alinea con el enfoque territorial, preventivo y participativo impulsado por la Política Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres del Ecuador. Su aplicación efectiva contribuirá a reducir el impacto de los deslizamientos y fortalecer la resiliencia local.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

El análisis de las características geológicas, geomorfológicas y climáticas del sector El Calzado evidenció una alta predisposición natural a los deslizamientos. Factores como la pendiente, la presencia de materiales geológicos poco consolidados, suelos con alta plasticidad y baja cohesión, así como precipitaciones, se combinaron para definir un escenario de susceptibilidad considerable.

La modelación cartográfica y el análisis de estabilidad de un talud seleccionado del sector, mediante el software GEO5 confirmaron que los tres perfiles analizados, resultaron inestables ( $FS < 1.5$ ), lo que valida técnicamente la existencia de zonas críticas que requieren intervención urgente.

Existe una relación estadísticamente significativa entre la amenaza de deslizamientos y el impacto sobre la población del sector. A través de encuestas aplicadas a 50 jefes de hogar, se determinó que un porcentaje importante de viviendas se encuentra en zonas de alta y muy alta susceptibilidad. Esto se refleja en daños estructurales reportados y en el alto nivel de exposición de una comunidad mayoritariamente dedicada a la agricultura y conformada por grupos vulnerables como adultos mayores. La escasa de capacitación, desconocimiento de rutas de evacuación y baja percepción del riesgo aumentan la vulnerabilidad frente a este evento.

Como resultado del estudio técnico y social realizado en el sector, se propuso un conjunto de medidas estructurales y no estructurales orientadas a la reducción del riesgo por deslizamientos. Estas medidas fueron organizadas en un plan operativo que incluye reforestación con especies nativas, control del uso del suelo, construcción de drenajes,

estabilización de taludes, capacitaciones comunitarias y establecimiento de sistemas de alerta temprana. La propuesta fue diseñada con enfoque participativo y en concordancia con las directrices de la Política Nacional de Gestión de Riesgos, lo que garantiza su aplicabilidad y sostenibilidad a nivel local.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda continuar y ampliar el monitoreo técnico en las zonas de mayor susceptibilidad identificadas, implementando estaciones de observación geotécnica. Este monitoreo deberá estar complementado con estudios periódicos de estabilidad de taludes y ensayos de laboratorio que permitan actualizar los factores de riesgo, especialmente en puntos cercanos a la vía principal y zonas habitadas.

Es prioritario implementar programas de sensibilización y educación comunitaria en gestión de riesgos, con temas principales como identificación de zonas seguras, rutas de evacuación, simulacros y atención a personas vulnerables. Estos procesos deben ser liderados por el Técnico de la UGR del GAD municipal y las instituciones de respuesta, articulados con los servidores públicos capacitados que ya residen en el sector.

Se sugiere que las autoridades locales integren el plan de medidas preventivas, mitigación y operativo propuesto en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT) y destinen recursos para su ejecución. La implementación efectiva del plan permitirá reducir significativamente el riesgo de deslizamientos, proteger los medios de vida y fortalecer la resiliencia de la comunidad a largo plazo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, F. (2020). *Estudio y análisis de la vulnerabilidad ante riesgos naturales, de las viviendas ubicadas en las principales laderas y quebradas de la zona urbana de la ciudad de Ambato – Ecuador y su incidencia en la calidad de vida de sus habitantes*. [Tesis de Mastérado, Universidad de Barcelona]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/2445/172001>
- Alcántara, I. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? definicion, clasificaciones y terminologia. *Investigaciones Geográficas*, 1(41), 7–25. <https://doi.org/10.14350/rig.59101>
- Aleman, J. (2017). *Cohesion del suelo*. [Documento académico]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <https://es.scribd.com/document/362783805/Cohesion-Del-Suelo>
- Guarín, Alfonso. (2012). *Teórica Visión Constitucional Del Derecho Procesal y de Reforma Procedimental. Críticas a La Ley 1395 de 2010 y Al Proyecto Reformatorio de La Constitución Política En Asuntos Relacionados Con La Justicia*, Editorial Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.2307/j.ctvm204k6.6>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2009). *Ley de Seguridad Pública del Estado*. Registro Oficial Suplemento 35 de 28-Sep.-2009, 1–16. [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ene15\\_LEY-DE-SEGURIDAD-PUBLICA-Y-DEL-ESTADO.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ene15_LEY-DE-SEGURIDAD-PUBLICA-Y-DEL-ESTADO.pdf)
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). *Ley Orgánica De Ordenamiento Territorial, Uso Y Gestión De Suelo*. Registro Oficial 790, 1–31. <https://acortar.link/qZAAIu>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial Descentralizado (COOTAD)*. Registro Oficial Suplemento

303, 1–180. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/COOTAD.pdf>

Asamblea Nacional del Ecuador. (2019). *Código Orgánico Del Ambiente*. Registro Oficial Suplemento 983, 12 de abril de 2019.

[https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)  
[https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

Asamblea Nacional del Ecuador. (2024). *Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres*. Registro Oficial Suplemento 488, 1–48.

[https://procuraduria.utpl.edu.ec/NormativaExterna/LEY\\_ORGÁNICA\\_PARA\\_LA\\_GESTIÓN\\_INTEGRAL\\_DEL\\_RIESGO\\_DE\\_DESASTRES.pdf](https://procuraduria.utpl.edu.ec/NormativaExterna/LEY_ORGÁNICA_PARA_LA_GESTIÓN_INTEGRAL_DEL_RIESGO_DE_DESASTRES.pdf)

Atencio, L. V., Attala, A., & Kobziar, A. (2019). Fortalecimiento de las capacidades de respuesta comunitaria ante desastres, caso Dipecho, San Rafael, Mendoza. *I Congreso Internacional de Ingeniería Aplicada a La Innovación y Educación*, 1(1), 26–36.

[https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/95525/Documento\\_Completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/95525/Documento_Completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Banco Mundial, & Naciones Unidas. (2011). *Peligros naturales, desastres evitables: La economía de la precisión efectiva*.

<https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/peligros-naturales-desastres-evitables-2010.pdf>

Bautista, L., & Flores, T. (2018). *Evaluación de la capacidad de respuesta ante emergencias y desastres de los establecimientos de salud del corredor vial “Los Libertadores”, Ayacucho - Rumichaca 2015*". [Tesis de pregrado, Universidad Privada Norbert Wiener]. Repositorio Institucional UPNW.

- <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/2216%0Ahttp://www.scielo.br/pdf/ean/v13n2/v13n2a08.pdf>. 2009 abr-jun; 13(2).
- Bermejo, E. (2014). *¿Qué es la tecnología ArcGIS?* Geoinnova. <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-la-tecnologia-arcgis/>
- Caballero, A. (2023). *Deforestación: definición, causas y consecuencias*. Climate Consulting. <https://climate.selectra.com/es/que-es/deforestacion>
- Castiblanco, D. (2011). *Evaluación de amenaza por deslizamiento con base en mapas de geología y geomorfología*. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, 183. <http://hdl.handle.net/10554/1786>
- Gran Castro, J. (2025). *Injusticia y transgresión de los derechos humanos ante riesgos de desastre en México*. Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres. *REDER*, 9(2), 7 - 22. <https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.192>.
- Cedillo, P., & Silva, P. (2023). *Los riesgos sociales por exposición a deslizamientos en los barrios urbanos 5 de Junio, Fausto Bazante, Los Tanques y Panamericana Norte Km 1 vía Ambato, de la ciudad de Guaranda, período Noviembre a Febrero del 2023*. In AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam: Vol. VIII (Issue I).
- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (2.a ed)*. CENEPRED. [https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)
- Fajardo, A. (2017). *Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto*. *Alergia México*, 64(1), 1-10. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-91902017000100109](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902017000100109)
- Galindo, I., Lain, L., & Llorente, M. (2008). *El estudio y la gestión de los riesgos*

- geológicos*. Instituto Geológico y Minero de España.  
<https://elibro.net/es/ereader/bibliotecaueb/52576?page=120>
- Gallardo, R., Martínez, C., & Muñoz, A. (2020). *Caracterización de un suelo plástico para estabilización con cementantes*. Dialnet, 25, 6–13.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7381982>
- García, P. (2021). *¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica?* Geoinnova.  
<https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>
- Gobierno Municipal del Cantón San Miguel de Bolívar. (2008). *Ordenanza de creación de la unidad técnica de gestión del riesgo del gobierno municipal del cantón San Miguel de Bolívar*. 3–6.
- Gonzalés del Vallejo, P. (2008). *Susceptibilidad Movimientos De Ladera*. InfoIGME, 1–28.  
[https://info.igme.es/SidPDF/133000/422/133422\\_0000006.pdf](https://info.igme.es/SidPDF/133000/422/133422_0000006.pdf)
- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *The landslide Handbook - A guide to understanding landslides*. US Geological Survey Circular, 1325, 1–147. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclcfndmkaj/[https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325\\_508.pdf](https://pubs.usgs.gov/circ/1325/pdf/C1325_508.pdf)
- Lamine, S., Chaabane, F., Guettouche, M., Bachari, N., & Hallal, N. (2024). *Evaluaciones del riesgo de deslizamientos mediante análisis multicriterio*. MDPI, 9.  
<https://doi.org/10.3390/ijgi13090303>
- Lavell, A. M. (1996). *Ciudades en riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*. La Red, 2–27.  
[https://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER\\_Intro\\_ene-7-2003.pdf](https://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_Intro_ene-7-2003.pdf)
- Lugo, J. (1988). *Elementos de geomorfología aplicada: Métodos cartográficos*. Instituto de

- Geografía. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/138>
- Mora, R. (2002). *Deslizamientos*. In Curso internacional sobre microzonificación y su aplicación en la mitigación de desastres (pp. 28–31).  
<https://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc15358/doc15358-a.pdf>
- Mota, M. (1997). “*Evaluación de la amenaza por deslizamientos para un área del municipio de Chinautla, Guatemala*” (p. 27).  
<https://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc12354/doc12354-1a.pdf>
- Plan Nacional de Gestión del Riesgo. (2021). *Plan Nacional de Gestión del Riesgos 2021-2025*. Diario Oficial La Gaceta, 1–154. <https://www.cne.go.cr/rectoria/planngr/Plan Nacional de Gestion del Riesgos 2021-2025.pdf>
- Portillo, G. (2023). *Deslizamientos de tierra: causas, consecuencias y cómo prevenirlos*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/deslizamientos-de-tierra-causas-consecuencias-y-como-prevenirlos-4622.html>
- Radio Spazio, 104.7FM. (2023). *Cierre en la vía San Miguel - San Pablo por deslizamiento de tierra*. 18 de Abril. <https://www.facebook.com/share/p/15Zuho55Sq/>
- Riesco, C. (2019). *Mapas de riesgos, y zonificación de los riesgos*. Terrae Geoconsulting. <https://terraegeoconsulting.es/mapas-de-riesgos-y-zonificacion-de-los-riesgos/#:~:text=La zonificación de riesgos es,urbana y el desarrollo sostenible.>
- Robles, J. (2024). *Saturación de suelos: efectos, consecuencias y soluciones*. Promallas. <https://promallascr.com/saturacion-de-suelos-efectos-consecuencias-y-soluciones/>
- Sampieri, R. (2019). *Metodología de la investigación*. In Sustainability (Switzerland) (Vol. 11, Issue 1). [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2018.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMB](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2018.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMB)

## ETUNGAN\_TERPUSAT\_STRATEGI\_MELESTARI

- Sartohadi, J., Samodra, G., & Al' Afif, M. (2024). *Impact of landslide on geoheritage: Opportunities through integration, geomorphological classification and machine learning*. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 12(2), 333–351.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2024.05.002>
- Secretaria Nacional de Planificación. (2025). *Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador no se Detiene” 2025-2029*. [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2025/08/PlanNacionalDeDesarrollo25-29\\_EcuadorNoSeDetiene.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2025/08/PlanNacionalDeDesarrollo25-29_EcuadorNoSeDetiene.pdf)
- Suárez, J. (2017). *Talud y Talud Natural definiciones y tipos*. Geotechnical Consulting.  
<https://www.mecanicasuelosabcchile.com/talud-natural/>
- Tarakanov, V. (2024). *¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares?* Organismo Internacional de Energía Atómica.  
<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>
- Tognola, J. (2024). *¿Qué es impacto?* ITESO.  
[https://iteso.mx/en/web/general/detalle?group\\_id=4686920](https://iteso.mx/en/web/general/detalle?group_id=4686920)
- Torres, L., Manrique, N., Wiese, K., & Hernández, K. (2022). *Evaluación del índice de capacidad de respuesta frente a amenazas naturales y biológicas en 65 municipios de Honduras*. *Universidad de Cienfuegos*, 14, 520–529.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n6/2218-3620-rus-14-06-520.pdf>
- Unviersitat Carlemany. (2025). *¿Qué es la geología? Conoce todas sus ramas, ejemplos y más*. <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/blog/geologia-que-es/>
- Vidal, L. (2007). *Evolución de la vulnerabilidad frente a fenómenos asociados con deslizamientos e inundaciones*. *Gestión y Ambiente*, 10(2), 53–71.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169419816004>

Villena, H. (2019). *Glosario de términos de gestión de riesgos de desastres*. Sustainability (Switzerland), 11(1), 1–14.

[http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI)

Walker, S. M., Arróspide, J. A., & Helden, S. (2018). Secretaría Técnica del Comité

Andino para la Prevención y Atención de Desastres. *Glosario de Términos y Conceptos de La Gestión Del Riesgo de Desastres Para Los Paises Miembros de La Comunidad Andina*, 11.

<http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838GlosarioGestionDeRiesgoSGCA.pdf>

Washington, D. (2003). *Guía del usuario para el análisis del impacto social y en la pobreza*. World Bank Group.

<http://documents.worldbank.org/curated/en/346271468762331606/Guia-del-usuario-para-el-analisis-del-impacto-social-y-en-la-pobreza>

## 7. ANEXOS

**Anexos 1:** *Encuesta realizada al sector “El Calzado”*

### UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO

CARRERA INGIENERIA EN RIESGOS DE DESASTRES

**“ESTUDIO DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y SU INCIDENCIA  
SOBRE LA POBLACIÓN EN EL SECTOR EL CALZADO PERTENECIENTE AL  
CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”.**

### PROYECTO DE TITULACIÓN

**ENCUESTA A JEFES DE FAMILIAS DEL SECTOR EL CALZADO  
PERTENECIENTE AL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR**

**OBJETIVO:** Evaluar la amenaza de deslizamientos y su impacto sobre la población en el sector El Calzado, cantón San Miguel de Bolívar con el fin de proponer estrategias de mitigación y gestión del riesgo de desastres.

**Nombre y Apellido del jefe de Hogar:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_

#### 1. Ambiental y Ecológica

**En caso de haber presenciado o sido afectado por deslizamientos en este sector,  
¿con qué frecuencia considera que ocurren estos eventos?**

Una vez al año

Varias veces al año

Muy rara vez

Nunca

**¿En qué época del año ocurren con mayor frecuencia los deslizamientos de tierra en este sector?**

- Durante la temporada de lluvias (invierno)
- Durante la temporada seca (verano)
- En cualquier época del año
- No lo sabe / No recuerda

**¿Qué factores considera que contribuyen a los deslizamientos de tierra en esta zona? (Puede seleccionar más de una opción)**

- Lluvias intensas
- Suelo inestable
- Pendientes pronunciadas
- Deforestación
- Actividades humanas (por ejemplo, construcción, excavaciones)
- Otros (especificar): \_\_\_\_\_

## **2. Física**

**¿Su vivienda ha sido afectada por deslizamientos?**

- Sí
- No

**Si su respuesta anterior fue "Sí", ¿qué tipo de daño sufrió?**

- Daños leves (grietas, caída de tierra)
- Daños moderados (paredes afectadas, filtraciones)
- Daños severos (pérdida total de la vivienda)

Otro: \_\_\_\_\_

**¿Conoce si su vivienda está ubicada en una zona de alto riesgo?**

Sí

No

No estoy seguro/a

**¿Su vivienda cuenta con algún tipo de refuerzo estructural o protección contra deslizamientos?**

Sí

No

No sabe

### **3. Económica**

**¿Cuál es su ocupación principal?**

Agricultor

Ganadero

Jornalero

Trabajador publico

Quehacer doméstico

**¿Actualmente cuenta con una fuente de empleo en el sector público o privado?**

SI

NO

### **4. Social**

**¿Qué acciones considera necesarias para reducir el riesgo de deslizamientos en su comunidad?**

- Reforestación
- Obras de drenaje o muros de contención
- Reubicación de viviendas en riesgo
- Capacitaciones comunitarias
- Otro: \_\_\_\_\_

#### **5. Educativa e ideológica**

**¿Usted o su familia han recibido capacitación o información sobre cómo actuar ante un deslizamiento?**

- Sí
- No

**En caso de una emergencia por deslizamiento de tierra, conoce ¿Cuáles son las vías de evacuación?**

- Sí
- No

## **6. Política e institucional**

**¿Existe en su comunidad alguna organización o grupo que trabaje en temas de prevención de riesgos de desastres?**

- Sí
- No
- No sabe

**"Las autoridades locales han hecho lo suficiente para prevenir o mitigar los deslizamientos de tierra en esta zona."**

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

## **7. Científica y tecnológica**

**¿Conoce usted alguna tecnología o sistema de alerta temprana para deslizamientos en su comunidad?**

- SI
- NO

**¿Cuenta su hogar con algún medio de comunicación para recibir alertas (radio, celular, altoparlante comunitario)?**

SI

NO

Ninguna de las anteriores

**¿Qué medios usa con mayor frecuencia para informarse sobre eventos naturales?**

- Radio
- Televisión
- Redes sociales
- Comunidad/vecinos
- No se informa

**Anexo 2: Estudio De Suelo**

**Proyecto:** Ensayo

**Contratista:** WIDCAF

**Fiscalizador:** sn

**Orden No. :** 1

	<b>Simbología</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>Simbología</b>
<b>Gravas</b>	G	Bien Graduado	W
<b>Arenas</b>	S	Pobremente Graduado	P
<b>Arcillas</b>	C	Limoso	M
<b>Limos</b>	M	Arcilloso	C
<b>Orgánicos</b>	O	Baja Plasticidad	L
		Alta Plasticidad	H

**Perfil 1 (Parte Alta)**

Tamiz	Abertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3''	76,20		0,00%	100,00%
2''	50,80		0,00%	100,00%
1''	25,40		0,00%	100,00%
3/4''	19,05		0,00%	100,00%
1/2''	12,70		0,00%	100,00%
3/8''	9,53	0,06	12,71%	87,29%
N 4	4,75	0,048	10,17%	77,12%
PASA N 4				
N 10	2,00	0,062	13,14%	63,98%

N 20	0,84	0,07	14,83%	49,15%
N 30	0,60	0,024	5,08%	44,07%
N 40	0,43	0,08	16,95%	27,12%
N 60	0,25	0,04	8,47%	18,64%
N 100	0,15	0,02	4,24%	14,41%
N 200	0,08	0,02	4,24%	10,17%

PASA N 200

FONDO		0,048	10,17%	0,00%
TOTAL		<b>0,472</b>		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO			
1	2	3	4	1	2	Límite	
						Líquido	47,6
17,14	17,76	17,28		0	0	Límite	3,17
<b>28,45</b>	<b>30,57</b>	<b>26,35</b>		11,66	12,33	Plástico	
26,14	27,93	24,46		11,12	12,15	IP=LL-LP	44,43
2,31	2,64	1,89		0,54	0,18		
9	10,17	7,18		11,12	12,15		
25,67	25,96	26,32		4,86	1,48		
31	23	20			3,17		

**Perfil 2 (Parte Izquierda)**

Tamiz	Abertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3''	76,20		0,00%	100,00%
2''	50,80		0,00%	100,00%
1''	25,40	0,436	29,42%	70,58%
3/4''	19,05	0	0,00%	70,58%
1/2''	12,70	0,014	0,94%	69,64%
3/8''	9,53	0,09	6,07%	63,56%
N 4	4,75	0,094	6,34%	57,22%
PASA N 4				
N 10	2,00	0,204	13,77%	43,45%
N 20	0,84	0,116	7,83%	35,63%
N 30	0,60	0,096	6,48%	29,15%
N 40	0,43	0,076	5,13%	24,02%
N 60	0,25	0,112	7,56%	16,46%
N 100	0,15	0,074	4,99%	11,47%
N 200	0,08	0,078	5,26%	6,21%
PASA N 200			51,01%	
FONDO		0,092	6,21%	0,00%
TOTAL		<b>1,482</b>		

LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO				
1	2	3	4	1	2	Límite	
						Líquido	47,6
17,42	17,21	9,84		0	0	Límite	0,89
37,32	33,81	23,24		10,59	10,99	Plástico	
33,39	30,42	20,48		10,51	10,88	IP=LL-LP	46,71
3,93	3,39	2,76		0,08	0,11		
15,97	13,21	10,64		10,51	10,88		
24,61	25,66	25,94		0,76	1,01		
31	27	23			0,89		

### Perfil 3 (Parte Derecha)

Tamiz	Abertura (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
3''	76,20	0	0,00%	100,00%
2''	50,80	0	0,00%	100,00%
1''	25,40	0	0,00%	100,00%
3/4''	19,05	0	0,00%	100,00%
1/2''	12,70	0	0,00%	100,00%
3/8''	9,53	0	0,00%	100,00%
N 4	4,75	0,18	25,14%	74,86%
PASA N 4				
N 10	2,00	0,11	15,36%	59,50%

N 20	0,84	0,13	18,16%	41,34%
N 30	0,60	0,056	7,82%	33,52%
N 40	0,43	0,046	6,42%	27,09%
N 60	0,25	0,068	9,50%	17,60%
N 100	0,15	0,044	6,15%	11,45%
N 200	0,08	0,042	5,87%	5,59%
PASA N 200			69,27%	
FONDO		0,04	5,59%	0,00%
TOTAL		<b>0,716</b>		

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
1	2	3	4	1	2	
						<b>Límite</b>
						47,6
						<b>Líquido</b>
17,42	17,21	9,84		0	0	<b>Límite</b>
<b>37,32</b>	<b>33,81</b>	<b>23,24</b>		10,59	10,99	0,89
						<b>Plástico</b>
<b>33,39</b>	<b>30,42</b>	<b>20,48</b>		10,51	10,88	<b>IP=LL-LP</b>
						46,71
3,93	3,39	2,76		0,08	0,11	
15,97	13,21	10,64		10,51	10,88	
24,61	25,66	25,94		0,76	1,01	
31	27	23			0,89	

**Anexo 3: Salida de Campo**



**Anexo 4: Presencia de Grietas**



**Anexo 5: Recolección de Muestra de Suelo**

**Parte Alta**



**Parte Derecha**



**Parte Izquierda**



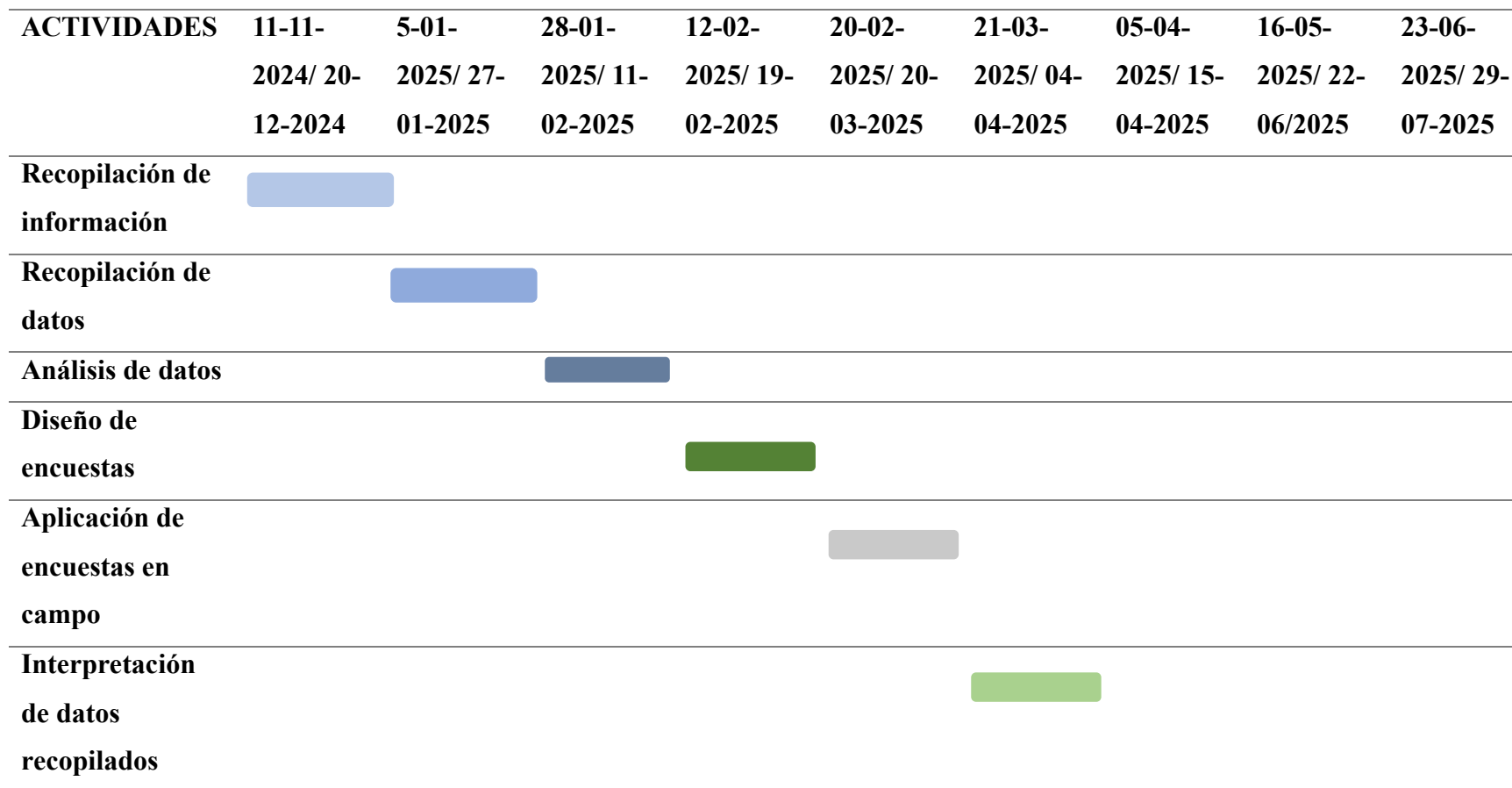
Anexo 6: Laboratorio






**Anexo 7: Levantamiento de información (Encuestas)**



**Anexo 8: Cronograma (Gantt).**



---

<b>Diseño preliminar de recomendaciones</b>	
<b>Validación de propuestas con expertos locales</b>	
<b>Elaboración del informe final</b>	

---

**Anexo 9: Presupuesto Ejecutado**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Laptop</b>	2	850	1700
<b>Licencias para los programas</b>	2	500	1000
<b>USB</b>	1	15	15
<b>Cuaderno</b>	2	1,50	3
<b>Esferos</b>	8	0,35	2,80
<b>Tablero</b>	2	2	4
<b>Carpetas</b>	2	0,75	1,50
<b>Impresiones</b>	150	0,05	7,50
<b>Mochilas</b>	2	25	50
<b>Viajes</b>	30	1,25	37,50
<b>Gastos</b>	5	10	50
<b>Imprevistos</b>			
<b>Estudio de suelo</b>	3	20	60
		<b>Total</b>	<b>2931,30</b>