



**UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE  
RIESGOS**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN  
DEL RIESGO**

**TEMA:**

**“IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA OCURRENCIA  
DE DESLIZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA VÍA EL TORNEADO  
PERTENECIENTE AL CANTÓN SAN MIGUEL”**

**AUTOR(ES)**

Iván Patricio García Borja

**TUTOR(A)**

Ing. Moisés Arreguín Sámano

**GUARANDA- ECUADOR**

**2022**

## 1. CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO

### EMITIDO POR EL TUTOR

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

Guaranda, 12 de abril del 2023.

El suscrito Ingeniero Moisés Arreguín Sámano: director de Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

#### CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: “IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA OCURRENCIA DE DESLIZAMIENTOS EN EL TRAMO DE LA VÍA EL TORNEADO PERTENECIENTE AL CANTÓN SAN MIGUEL” realizado por el señor: **Iván Patricio García Borja** ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.



ING. MOISÉS ARREGUÍN SÁMANO.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

**DERECHOS DE AUTOR**

Yo/nosotros Iván Patricio García Borja portador/res de la Cédula de Identidad No 1750369132 en calidad de autor/res y titular / es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación:

**Identificación de los factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos en el tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel**, modalidad presencial, 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.



Iván Patricio García Borja  
1750369132

## **2. TEMA**

“Identificación de los factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos en el tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel”

## ÌNDICE DE CONTENIDO

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 1.    | CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO<br>EMITIDO POR EL TUTOR..... | ii   |
| 2.    | TEMA.....  | iii  |
|       | ÌNDICE DE CONTENIDO .....  | iv   |
|       | ÌNDICE DE ILUSTRACIONES .....  | viii |
| 3.    | RESUMEN .....  | xi   |
| 4.    | ABSTRACT .....   | xii  |
| 5.    | INTRODUCCIÒN.....  | xiii |
| 1.    | CAPÌTULO I: EL PROBLEMA .....  | 1    |
| 1.1   | Planteamiento del problema.....  | 1    |
| 1.2   | Formulaciòn del problema .....   | 3    |
| 1.3   | Objetivos .....  | 3    |
| 1.3.1 | Objetivo General .....   | 3    |
| 1.3.2 | Objetivos EspecÌficos.....   | 3    |
| 1.4   | Justificaciòn .....  | 3    |
| 1.5   | Limitaciones.....  | 5    |
| 2.    | CAPÌTULO II: MARCO TEÒRICO.....  | 6    |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.1    | Antecedentes .....  | 6  |
| 2.2    | Localización del área de estudio .....                              | 9  |
| 2.3    | Bases teóricas .....  | 10 |
| 2.3.1  | Deslizamientos .....  | 10 |
| 2.3.2  | Tipos de Deslizamiento .....  | 10 |
| 2.3.3  | Partes del deslizamiento .....                                      | 10 |
| 2.3.4  | Clasificación de los deslizamientos .....                           | 12 |
| 2.3.5  | Desencadenantes de los deslizamientos .....                         | 18 |
| 2.3.6  | Factores Naturales .....  | 18 |
| 2.3.7  | Actividad Humana: .....   | 19 |
| 2.3.8  | Evaluación de la Amenaza por deslizamientos .....                   | 20 |
| 2.3.9  | Signos de alerta que ayudan a identificar posibles deslizamientos . | 21 |
| 2.3.10 | Taludes .....   | 22 |
| 2.3.11 | Tipos de fallas de Taludes .....                                    | 22 |
| 2.3.12 | Métodos para analizar la estabilidad del Talud .....                | 23 |
| 2.3.13 | Soluciones para la reducción de susceptibilidad a deslizamientos    | 24 |
| 2.4    | Marco Legal .....   | 25 |
| 2.5    | Marco conceptual .....  | 29 |
| 2.6    | Variables .....   | 33 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.7 | Sistema de hipótesis .....   | 33 |
| 2.8 | Acrónimos.....   | 34 |
| 2.9 | Operacionalización de variables .....  | 35 |
| 3.  | CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....  | 39 |
| 3.1 | Nivel de investigación.....  | 39 |
| 3.2 | Diseño de investigación .....  | 39 |
| 3.3 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....  | 40 |
| 3.4 | Técnicas de procesamiento de datos .....   | 40 |
|     | Metodología aplicada para el objetivo N°1: .....   | 40 |
|     | Metodología aplicada para el objetivo N°2: .....   | 41 |
|     | Metodología aplicada para el objetivo N°3: .....   | 44 |
| 4.  | CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....  | 45 |
| 4.1 | Resultados del Objetivo I: Características físicas del tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel.....                       | 45 |
| 4.2 | Resultados del Objetivo II: Índice de susceptibilidad a deslizamientos en el tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel..... | 57 |
| 4.3 | Resultados del Objetivo III: Establecer medidas de reducción de riesgo de deslizamiento en el tramo de la vía El Torneado .....                  | 62 |
| 5.  | CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....  | 72 |
| 5.1 | Conclusiones .....   | 72 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 5.2 Recomendaciones ..... | 74 |
| BIBLIOGRAFÍA .....        | 75 |
| ANEXOS: .....             | 81 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1 <i>Nombres de las partes de un deslizamiento</i> .....            | 11 |
| Ilustración 2 <i>Clasificación de los deslizamientos</i> .....                  | 12 |
| Ilustración 3 <i>Deslizamientos tipo caída</i> .....                            | 13 |
| Ilustración 4 <i>Deslizamientos tipo bloque rodando</i> .....                   | 13 |
| Ilustración 5 <i>Deslizamientos tipo volteo o inclinación</i> .....             | 14 |
| Ilustración 6 <i>Deslizamientos tipo reptación</i> .....                        | 15 |
| Ilustración 7 <i>Efectos de los deslizamientos tipo reptación</i> .....         | 16 |
| Ilustración 8 <i>Deslizamientos tipo traslación</i> .....                       | 16 |
| Ilustración 9 <i>Deslizamientos tipo lateral</i> .....                          | 17 |
| Ilustración 10 <i>Deslizamientos de diferentes tipos</i> .....                  | 17 |
| Ilustración 11 <i>Medidas de mitigación basadas en ecosistemas</i> .....        | 69 |
| Ilustración 12 <i>Medidas de mitigación para retención del agua</i> .....       | 69 |
| Ilustración 13 <i>Medidas de mitigación para la evapotranspiración</i> .....    | 70 |
| Ilustración 14 <i>Medidas de mitigación para el control de la erosión</i> ..... | 70 |
| Ilustración 15 <i>Medidas de mitigación para el control de la erosión</i> ..... | 71 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Clasificación de los factores condicionantes y detonantes</i> .....        | 18 |
| Tabla 2 <i>Operación de variable independiente</i> .....                              | 35 |
| Tabla 3 <i>Operación de variable dependiente</i> .....                                | 37 |
| Tabla 4 <i>Clasificación de los factores condicionantes y detonantes</i> .....        | 42 |
| Tabla 5 <i>Factores condicionantes (geología)</i> .....                               | 46 |
| Tabla 6 <i>Factores condicionantes (Geomorfología)</i> .....                          | 48 |
| Tabla 7 <i>Factores condicionantes (pendiente)</i> .....                              | 50 |
| Tabla 8 <i>Factores condicionantes (uso y cobertura del suelo)</i> .....              | 52 |
| Tabla 9 <i>Factores detonantes (precipitación)</i> .....                              | 54 |
| Tabla 10 <i>Factores detonantes (sismicidad)</i> .....                                | 56 |
| Tabla 11 <i>Clasificación de los factores condicionantes y detonantes</i> .....       | 57 |
| Tabla 12 <i>Susceptibilidad a deslizamientos</i> .....                                | 61 |
| Tabla 13 <i>Plan de reducción de riesgos</i> .....                                    | 62 |
| Tabla 14 <i>Plan de intervención de las medidas según el plazo de ejecución</i> ..... | 67 |

## ÍNDICE DE MAPAS

|   |    |
|---|----|
| Mapa 1 <i>Factores condicionantes (geología)</i> .....                | 45 |
| Mapa 2 <i>Factores condicionantes (Geomorfología)</i> .....           | 47 |
| Mapa 3 <i>Factores condicionantes (pendientes)</i> .....              | 49 |
| Mapa 4 <i>Factores condicionantes (Uso y cobertura vegetal)</i> ..... | 51 |
| Mapa 5 <i>Factores detonantes (Precipitación)</i> .....               | 53 |
| Mapa 6 <i>Factores detonantes (Sismicidad)</i> .....                  | 55 |
| Mapa 7 <i>Susceptibilidad a deslizamientos</i> .....                  | 60 |

### 3. RESUMEN

A través de la investigación se identificó los factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos en el tramo de la vía el Torneado perteneciente al Cantón San Miguel, pues provocan daños considerables en los sectores productivos, infraestructura, cobertura vegetal y pérdidas económicas.

El índice de susceptibilidad a deslizamientos se obtuvo aplicando la metodología Mora Vahrson a través de la algebra de mapas dentro de los sistemas de información geográfica, considerando una intervención de 500 m<sup>2</sup> de distancia a cada lado de la vía, dentro de toda la extensión de intervención de 23.6 km<sup>2</sup> resultó que, la susceptibilidad baja posee una extensión de 1.8 Km localizada en la zona media de la vía, susceptibilidad baja una extensión de 2.7 km<sup>2</sup> que igual forma se encuentra en la zona media de la vía, susceptibilidad media una extensión de 3.2 km<sup>2</sup> siendo la zona baja de la vía y con la mayoría de extensión de 6.61 km<sup>2</sup> que representa el 36.8 % de la extensión total posee una susceptibilidad muy alta a deslizamientos. Esto debido a su homogeneidad, entre las más predominantes la condición geológica de lavas andesitas y tobas volcanoplastos en un 53.39 %, geomorfología un relieve montañoso del 18.78 %, la pendiente escarpada con 18.40 % de 35°-45° de inclinación y un 6.59 % que corresponden a bosque y pasto natural, finalmente el factor condicionante la precipitación con 23.60 % con un promedio anual de 2500 a 3000 mm<sup>3</sup> de lluvia y aceleraciones sísmicas de 0.40- 0.45 g.

**Palabras Claves:** Deslizamientos, Daños, Medios de Vida, Productos, Pendiente, Susceptibilidad.

#### 4. ABSTRACT

Through the investigation, the factors that affect the occurrence of landslides in the section of the Torneado road belonging to the San Miguel Canton were identified, since they cause considerable damage in the productive sectors, infrastructure, vegetation cover and economic losses.

The landslide susceptibility index was obtained by applying the Mora Vahrson methodology through map algebra within the geographic information systems, considering an intervention of 500 m<sup>2</sup> distance on each side of the road, within the entire intervention extension. of 23.6 km<sup>2</sup> it turned out that, the low susceptibility has an extension of 1.8 km<sup>2</sup> located in the middle zone of the road, low susceptibility an extension of 2.7 km<sup>2</sup> that is likewise found in the middle zone of the road, medium susceptibility an extension of 3.2 km<sup>2</sup> being the lower area of the road and with the majority of extension of 6.61 km<sup>2</sup>, which represents 36.8% of the total extension, it has a very high susceptibility to landslides.

This due to its homogeneity, among the most predominant the geological condition of andesitic lavas and volcanoplast tuffs in 53.39%, geomorphology a mountainous relief of 18.78%, the steep slope with 18.40% of 35°-45° inclination and 6.59% that correspond to forest and natural grass, finally the determining factor is precipitation with 23.60% with an annual average of 2500 to 3000 mm<sup>3</sup> of rain and seismic accelerations of 0.40-0.45 g.

**Keywords:** Landslides, damage, livelihoods, products, slope, susceptibility

## 5. INTRODUCCIÓN

Los movimientos en masa han ocasionado una gran cantidad de muertes y pérdidas económicas a nivel mundial. Según la Base de Datos Internacional de Desastres (2021) menciona que “durante el año 2021 se registraron 36.765 deslizamientos de tierras, lo cual produjo la muerte de 167.672 personas” (p. 1); entre los factores que más influyeron en la generación de los deslizamientos, se destacan las precipitaciones, los sismos y la actividad antrópica. En el caso de Latinoamérica es una de las regiones más afectadas por este fenómeno, pues según la ONU (2020) indica que, “durante los últimos 10 años los deslizamientos de tierras han provocado la muerte de 3000 personas aproximadamente, siendo Colombia, Brasil, El Salvador, Guatemala y México los países más afectados por este evento” (p. 5).

En Ecuador los deslizamientos de tierra se han convertido en eventos naturales con mayor incidencia. El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2021) indican que, “durante los últimos 5 años, las Provincias de Pichincha, Chimborazo y Azuay han sido las provincias más afectadas por dicho evento, con pérdidas económicas considerables y miles de personas evacuadas” (p.1), el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) reporta la ocurrencia de deslizamientos en las vías de la provincia Bolívar como consecuencia de la época invernal, la vía en estudio el torneado conocida por sus cortes de taludes una de las vías más peligrosas de la provincia, donde a más de accidentes automovilísticos resulta ser afectada por deslizamientos en época invernal (MTO, 2022, pág. 12)

Con base en esto, el objetivo general de esta investigación fue identificar los factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos en el tramo de la vía el torneado perteneciente al cantón San Miguel debido a que posee características geomórficas erráticas, acumulaciones masivas de material erosionado, laderas propensas a escarpe y drenajes relacionados con el suelo, que han provocado varios deslizamientos durante las épocas invernales ocasionados por los suelos inestables que presenta el sector (Suarez, 2020, pág. 64) y, con ello, han provocado daños considerables en los sectores productivos, cobertura vegetal, daños de infraestructura, red eléctrica, pérdidas humanas y económicas (Poveda, 2018, p. 54).

El **CAPÍTULO I:** En este capítulo se aborda las consideraciones problemáticas del tema en estudio, donde la búsqueda bibliográfica y la redacción analítica impera mostrándonos un abordaje que va desde lo general a lo particular.

El **CAPÍTULO II:** Se focaliza en la proyección literaria, inicialmente el abordaje del tema en estudio por otros investigadores en otros contextos, hallazgos principales además de metodologías utilizadas, es la parte teórica del documento, se establece conceptos, referencias investigativas, marco legal y un cuadro de operatividad de variables.

El **CAPÍTULO III:** El modo en cómo fueron posibles los resultados, detallando cada una de las metodologías, métodos y técnicas aplicadas en la presente investigación, donde el lector puede discernir el enfoque metodológico y la adaptabilidad a otras posibles investigaciones.

El **CAPÍTULO IV**: Se incluye un apartado donde se visualiza cada uno de los resultados alcanzados, para este caso se toma en cuenta los objetivos principales y se demuestra su consecución a través de mapas, gráficos y su propia interpretación.

El **CAPÍTULO V**: Finalmente se consolida los hallazgos más importantes o significativos de la investigación, se considera cada uno de los resultados alcanzados y en base a ellos se limita su conclusión



# 1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

## 1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial los eventos adversos relacionados con deslizamientos han generado pérdidas millonarias además de cobrar la vida de personas y medios de vida, a pesar de los esfuerzos por mitigar este tipo de amenazas, no se ha podido controlar en su mayoría, debido a que en su ocurrencia intervienen diferentes componentes que van desde al ambiental y principalmente el humano (OCHA., 2022);

A pesar que los deslizamientos ocurren debido a la sobre saturación de agua en los suelos en su mayoría, también ocurren deslizamientos por erupciones volcánicas y sismos, estos eventos pueden presentarse de manera lenta o esporádica, incluso pueden pasar semanas en suceder, sin embargo, son amenazas latentes que ponen en riesgo a la población tránsito (SGR., 2022).

De acuerdo al Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2021) indican que, “durante los últimos 5 años, las Provincias de Pichincha, Chimborazo y Azuay han sido las provincias más afectadas por dicho evento, con pérdidas económicas considerables y miles de personas evacuadas” (p.1). En los informes de situación que reporta el (SNGRE) con respecto a Bolívar, se describe las vías afectadas por deslizamientos, de igual forma las acciones tomadas por las autoridades y las cifras de afectados, como se puede evidenciar que el cantón San Miguel, la vía que conduce a San Pablo de Atenas, las Guardias y la vía del Tornado se reportan deslizamientos cuyas dimensiones precisan la movilización de maquinaria para restablecer su tránsito (SGR., 2022).

La vía El Torneado posee características geomórficas erráticas, acumulaciones masivas de material erosionado, laderas propensas a escarpe y drenajes relacionados con el suelo, que han provocado varios deslizamientos durante las épocas invernales debido a los suelos inestables que presenta el sector (Suarez, 2020, pág. 64). Según Poveda (2018),

“los deslizamientos ocasionan interrupciones en las vías, cuya afectación provocan daños en los sectores productivos, cobertura vegetal, infraestructura, pérdidas humanas y económicas” (p.45). No dispone de obras físicas para la estabilización de taludes, la falta de inversión por parte del GAD cantonal para implementar medidas de reducción de riesgo ha influido notablemente en su ocurrencia, puesto que no existe una obra técnica a largo plazo debido a que sólo se efectúa obras de limpieza a corto plazo (Martín, 2015).

Es importante identificar las áreas que podrían estar sujetas a posibles deslizamientos a lo largo de la ruta El Torneado, que implica una distancia de aproximadamente 36,8 km y cuyo tiempo de viaje o transcurso es de aproximadamente 45 minutos entre los puntos de Magdalena a Balsapamba; es fundamental mantener una base de información geográfica actualizada que permita un monitoreo constante de los cambios físicos que suscitan en este sector, tales como la planimetría, que permita identificar claramente el uso y la regulación del uso de suelo para las diferentes actividades antrópicas por parte de las autoridades municipales, además de incluir dentro de las agendas de planificación territorial las diferentes amenazas a las que se encuentran expuestos determinados sitios (GAD San Miguel, 2020).

## **1.2 Formulación del problema**

¿Qué tramos de la vía El Torneado se encuentran susceptibles a deslizamientos?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo General***

- Identificar los factores que inciden en la ocurrencia de deslizamientos en el tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel

### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Elaborar un diagnóstico de las características físicas del tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel
- Determinar el índice de susceptibilidad a deslizamientos en el tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel
- Establecer medidas de reducción de riesgo de deslizamiento en el tramo de la vía El Torneado.

## **1.4 Justificación**

El tema de deslizamientos en los últimos años se ha convertido en tema de interés para todos los gobiernos del mundo y se han implementado una serie de programas y proyectos basados en la reducción de riesgos de desastres, entre ellas se encuentra el Marco de Sendai 2015-2030, en que se establecen “una serie de lineamientos y directrices para que todos los gobiernos adopten medidas en tres dimensiones; amenaza, vulnerabilidad y capacidad con la finalidad de prevenir la generación de nuevos riesgos (Solano y Jiménez, 2019, p. 75).

En América Latina los entes gubernamentales han tomado la iniciativa de reducir el riesgo de desastre optado por incluir en sus agendas de trabajos proyectos impulsados por la CEPAL y el PNUD, “estableciendo una serie de guías para prevenir y mitigar los deslizamientos, entre ellos la implementación de taludes, la construcción de edificaciones en zonas seguras, evitar la tala árboles, conservar la vegetación endémica del lugar e identificar áreas con amenazas a deslizamientos” (PNUD y CEPAL, 2021, p. 86).

En Ecuador se han implementado diversos programas y campañas con el objetivo de “evitar inestabilidades por degradación superficial de taludes” y deslizamientos de tierras (Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y Emergencias, 2021, p. 1).

El Diario Los Andes reporta en un comunicado una inversión de 6.7 millones de dólares en la contratación para la estabilización de taludes en las vías que conducen desde la ciudad de Guaranda hacia Balsapamba, la vía en estudio el torneado está tomada en cuenta debido a una cooperación interinstitucional entre el MTOP y la carta de estado (Los Andes., 2022). En este último, suceden deslizamientos de masa en el tramo de la vía el torneado, pues la degradación de sus características geomórficas (Suarez, 2020, pág. 64) y (Poveda, 2018, p. 54).

La vía en estudio es altamente transitada por comerciantes debido a los tiempos reducidos de viaje, lo que implica un ahorro en combustible para los comerciantes, de igual forma carros particulares (Reyes, 2019).

“Vásquez (2023<sup>1</sup>) menciona la presencia de deslizamientos en la vía limita la movilización, además de hacer hincapié que el resultado de las medidas para mitigar el riesgo de deslizamientos se proponen ejemplos prácticos y viables que pueden ser ejecutados por los tomadores de decisiones, ya que en la vía no se cuenta con un modelamiento que permita identificar de manera localizada que sectores requieren la intervención, con el presente estudio se pretende que las obras de mitigación se las construya en aquellos sitios donde el nivel de susceptibilidad es alta” .

### **1.5 Limitaciones**

- El procesamiento de la información cartográfica el cuál fue subsanado a través de la investigación bibliográfica y revisión de tesis del repositorio de la Universidad Estatal de Bolívar, más aún en la aplicación de la metodología de Mora Vahrson.
- La información proporcionada por el Ministerio de Obras Públicas, dicha información fue solicitada a través de un oficio formal.

---

<sup>1</sup> Com.Pers.Jimmy Vásquez. 2023. Morador del sector de la vía El Torneado.  
jimmy\_vasquez1992@hotmail.com

## 2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

A nivel internacional, según un estudio realizado por Mujica y Pacheco (2018) denominado “metodología para la generación de un modelo de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa”, tuvieron la finalidad de:

Brindar una propuesta metodológica para la generación de modelos de amenazas por procesos de remoción en masa, la metodología utilizada tuvo un enfoque mixto cuali-cuantitativo basado en la evaluación Espacial Multicriterio, el tamaño de la muestra se tomó como consideración la Cuenca del Río Camurí Grande, las técnicas utilizadas fueron todas las variables concernientes al método de Mora Vahrson. Los autores concluyeron que, la evaluación espacial multicriterio se deben considerar varios aspectos; físicos, naturales y antrópicos, así mismo de acuerdo a las variables se generaron 5 variables con mapas de susceptibilidad ajustándose a la realidad en más de un 70% evidenciado que el asiento poblacional que existe en la Cuenca, puede ser gravemente afectado por dicho evento (p. 75).

De acuerdo a un estudio efectuado por Escobar Ramos y Trujillo (2020) sobre el análisis descriptivo de procesos de remoción en masa en Bogotá, tuvieron la finalidad de:

Mejorar el entendimiento del problema de detonación de los procesos de remoción en masa y factores que influyen en los mismos, la metodología aplicada fue retrospectiva bibliográfica, documental, dando como resultado un total de 2208 eventos de remoción durante los periodos comprendidos entre

1996 y 2018. Los autores concluyeron que los deslizamientos se han registrado durante ese periodo, fueron en zonas de altas pendientes y debido a la precipitación acumulada e intervención antrópica, por lo cual es necesario realizar un análisis de bases de datos con la finalidad de generar umbrales de lluvia relacionados a deslizamientos (p. 1-13).

Según Mergili y Marchant (2018) en su artículo científico sobre las causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa en la región Andina, tuvieron la finalidad de:

Comparar en profundidad las correspondientes causas los mecanismos características e impactos de los procesos de remoción en masa, la metodología utilizada fue a través de revisión bibliográfica con técnicas de búsqueda de información sobre los desastres ocurridos, para comprender la variación geográfica de los procesos de deslizamientos. Los autores concluyeron que los procesos de remoción en masa son normalmente parte de una cadena de procesos que a menudo se inician con eventos de precipitación, sismos o actividad antrópica (p. 1-19).

A nivel nacional, según Borja (2017) en su estudio sobre la evaluación de riesgos por movimientos en masa y generación de medidas de mitigación en la vía Ambato – Puyo, tuvieron la finalidad de:

Comprender el análisis de la cordillera central en relación con la cordillera oriental y la similitud de las condiciones topográficas del terreno, la metodología utilizada fue a través de la recopilación de información cartográfica y validación de la información para posterior evaluar la susceptibilidad de los

deslizamientos, las técnicas utilizadas fueron a través de diversas variables; pendiente, litología, vegetación, precipitación y red hidrológica, los sistemas de información geográfica fueron claves para determinar dicha susceptibilidad (p. 87).

Según Segarra y Montalván (2022) en un estudio investigativo sobre la zonificación de la susceptibilidad a deslizamientos por medio de sistemas de información geográfica en la parroquia Paute, tuvieron la finalidad de:

Zonificar la susceptibilidad a deslizamientos a través de los SIG en la parroquia Paute, la metodología implementada tuvo un enfoque mixto cuali-cuantitativo, mediante el Método de Mora Vahrson y Análisis Multicriterio, utilizando como técnicas diversas variables; pendiente, litología, geomorfología, cobertura y uso de suelo. Los autores concluyeron que los SIG son de gran utilidad para la ejecución del análisis realizado, a través del método Mora Vahrson se puede determinar una confiabilidad del 85% y en análisis multicriterio una confiabilidad del 71% (p. 1-87).

A nivel Local, de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantó Guaranda (2021), tuvieron la finalidad de:

Realizar un estudio técnico de jerarquización y señalización vial de la parroquia facundo vela para asegurar el tránsito de los usuarios que se movilizan por la zona, se utilizó un enfoque mixto cuali-cuantitativo, las técnicas fueron información primaria y secundaria, tomando como muestra el tramo de la vía el Torneado. Los autores concluyeron que, la vía no cumple con los parámetros de seguridad vial para sus



pobladores, turistas y pobladores flotantes que se movilizan por trabajo u otras actividades (p. 87)

Es importante recalcar la seguridad de los usuarios que requieran constante movilización por diferentes vías nacionales, es realmente trascendental, sin embargo, conlleva un proceso de análisis muy relevante, ya se menciona los deslizamientos como un factor limitante para garantizar su seguridad, por lo que es necesario trabajar en ello e iniciar diferentes procesos de investigación, estos procesos están enmarcados metodológicamente para ayudar a minimizar el impacto que tienen los deslizamientos.

## **2.2 Localización del área de estudio**

La vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel, se halla ubicada en el flanco oeste, cerca de la base de la Cordillera Occidental de los Andes ecuatorianos, Cantón San Miguel, Chimbo y Caluma, su trayecto inicia en la parroquia Magdalena del cantón Chimbo, traspasando Cochabamba, Lourdes, hasta desembocar en Balsapamba, Provincia Bolívar, Consta de las concesiones: El Cristal, Chilcaloma, Cerro Grande y Gualazay. (ENAMI EP, 2017, p. 98).

## **2.3 Bases teóricas**

### **2.3.1 *Deslizamientos***

Los deslizamientos de tierra se los define como procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo o roca, o ambos, los cuales son causados por exceso de agua y gravedad. (Martínez Vega, Isabel, & Montejo, 2020, p. 64)

### **2.3.2 *Tipos de Deslizamiento***

Los tipos de deslizamiento pueden ser; en caídas, flujos, propagaciones laterales, deformaciones gravitacionales, reptaciones, de los cuales los más comunes son los traslacionales, rotacionales y planares (Haro, 2020, p. 45)

### **2.3.3 *Partes del deslizamiento***

De acuerdo a Correa (2010) menciona que las partes de un deslizamiento son las siguientes;

**Escarpe Principal:** Es una superficie bastante inclinada en la periferia de la zona de movimiento, provocada por el desplazamiento de material fuera del terreno original. La continuación de la superficie empinada en el material forma la superficie de fractura o escarpe.

**Escarpe secundario:** Constituye una superficie inclinada producto de los desplazamientos diferenciales dentro del movimiento de la masa.

**Cabeza:** Es el punto más alto o lugar donde inicia el contacto entre el material afectado por el deslizamiento y el escarpe principal.

**Corona:** Es el material que no ha sido alterado o afectado por el deslizamiento el cual está unido a la parte más alta del escarpe principal.

**Superficie de Falla:** Corresponde al área de movimiento donde se limita la cantidad de material movido. El volumen de suelo debajo de la superficie de la falla no se mueve.

**Piel de la Superficie de falla:** Es la línea de interceptación o espacio donde se corta (algunas veces tapada) la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

**Base:** Corresponde el área cubierta por el material perturbado que se encuentra abajo del pie de la superficie de falla, donde se asienta el material del deslizamiento.

**Punto o uña:** Es el punto de la base del deslizamiento que se encuentra más lejano a la cima.

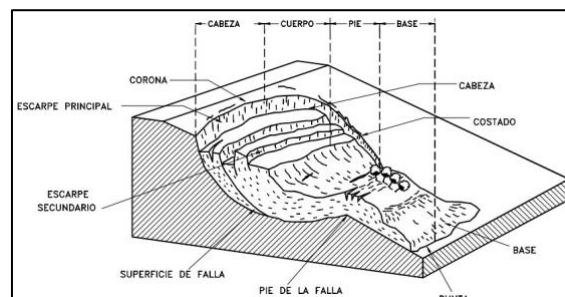
**Costado o Flanco:** Perfil lateral del movimiento

**Superficie original del terreno:** Área del terreno cuyo estado es anterior al deslizamiento.

**Derecha e Izquierda:** al momento de describir un deslizamiento, se emplea estos términos para referirse al deslizamiento, siempre observando desde la corona hasta el pie.

## **Ilustración 1**

*Nombres de las partes de un deslizamiento*



**Nota:** En la ilustración 2 se observa las partes del deslizamiento, tomado de (Cruden y Vernes, 1996. Pàg, 1 - 16)

### 2.3.4 Clasificación de los deslizamientos

#### Ilustración 2

##### Clasificación de los deslizamientos

| Tipo          | Secuencia    | Estado de actividad | Estilo    | Velocidad             | Humedad    | Material |
|---------------|--------------|---------------------|-----------|-----------------------|------------|----------|
| Caída         | Progresivo   | Activo              | Complejo  | Extremadamente rápido | Seco       | Roca     |
| Inclinación   | Retrogresivo | Reactivo            | Compuesto | Muy rápido            | Húmedo     | Tierra   |
| Deslizamiento | Ampliándose  | Suspendido          | Múltiple  | Rápido                | Mojado     | Residuos |
| Esparcimiento | Alargándose  | Inactivo            | Sucesivo  | Moderado              | Muy mojado |          |
| Flujo         | Confinado    | Dormido             | Sencillo  | Lento                 |            |          |
|               | Disminuyendo | Abandonado          |           | Muy lento             |            |          |
|               | Moviéndose   | Estabilizado        |           | Extremadamente lento  |            |          |

**Nota:** En la ilustración 2 se observa un cuadro resumido con el tipo de deslizamiento y sus características, tomado de Glosario de nombres para la caracterización de movimientos en masa (Cruden y Vernes, 1996. Pág, 1 - 16)

Fuente: Deslizamientos, Estabilidades de Taludes en zonas tropicales

Acorde sus magnitudes e intensidades se clasifican en los siguientes:

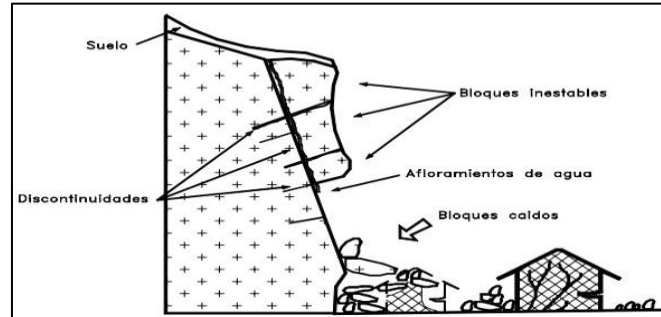
Caído: Corresponde al desprendimiento y caída de materiales del talud, donde la masa sin importar su tamaño, se desprende a lo largo de la superficie del talud. En este tipo de deslizamiento es común que se desprendan rocas, detritos de tierra que fluyen hacia abajo o hasta pueden rebotar dependiendo de la velocidad en la que caigan.

(Suarez, 2020, pàg. 22)

El movimiento es rápido a extremadamente rápido, pudiendo ser o no, provocado por movimientos menores. En Taludes de menores de 45 grados, el material desprendido tiende a rodar, mientras que en taludes mayores a 75 grados tienen caída libre. (Suarez Diaz, 2018, pág. 76)

### Ilustración 3

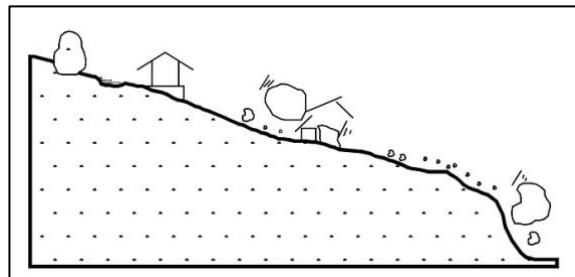
#### *Deslizamientos tipo caída*



**Nota:** La ilustración 3 indica los deslizamientos tipo caídos de bloques por gravedad en roca fracturada

### Ilustración 4

#### *Deslizamientos tipo bloque rodando*



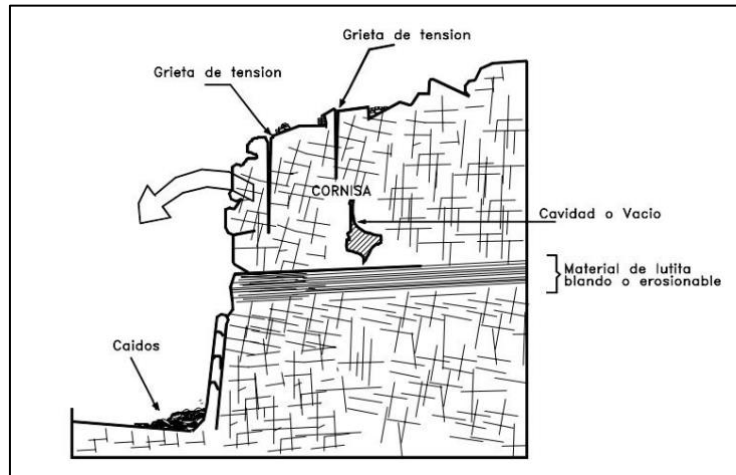
**Nota:** La ilustración 4 indica los deslizamientos tipo Caídos de bloques rodando

Inclinación o volteo: Son comunes en formaciones rocosas, sin embargo, también ocurren en suelos secos, pegajosos y húmedos. El deslizamiento de una o más unidades de material desprendido en rotación hacia adelante, cuyo centro de giro es por debajo del centro de gravedad de la unidad. Son producto de la fuerza generada por la unidad adyacente, el agua, grietas, inclusive movimientos sísmicos. (Suarez, 2020)

Cabe mencionar que, las características geométricas y estructura geológica de la inclinación pueden desencadenar en caídos o derrumbes.

## Ilustración 5

### *Deslizamientos tipo volteo o inclinación*

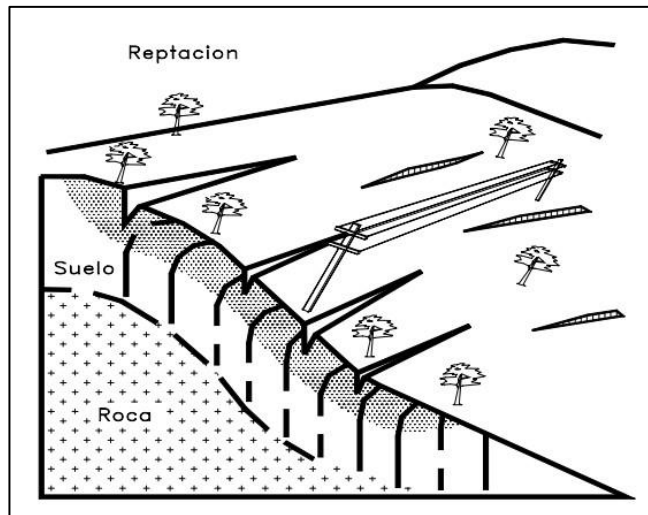


**Nota:** La ilustración indica los deslizamientos tipo volteo o inclinación en Materias Residuales

Reptación: A diferencia de los caídos y volcamientos, la reptación se caracteriza por ser un movimiento muy lento del suelo superficial, por lo que solo puede moverse unos pocos centímetros al año, pero puede afectar grandes espacios de terreno, además, no tiene una superficie de falla definida. Puede ser causado por alteraciones climáticas, humedad y secado de suelo, y puede desencadenar a movimientos más rápidos como los flujos (Suarez Diaz, 2018, pág. 87)

## Ilustración 6

### *Deslizamientos tipo reptación*



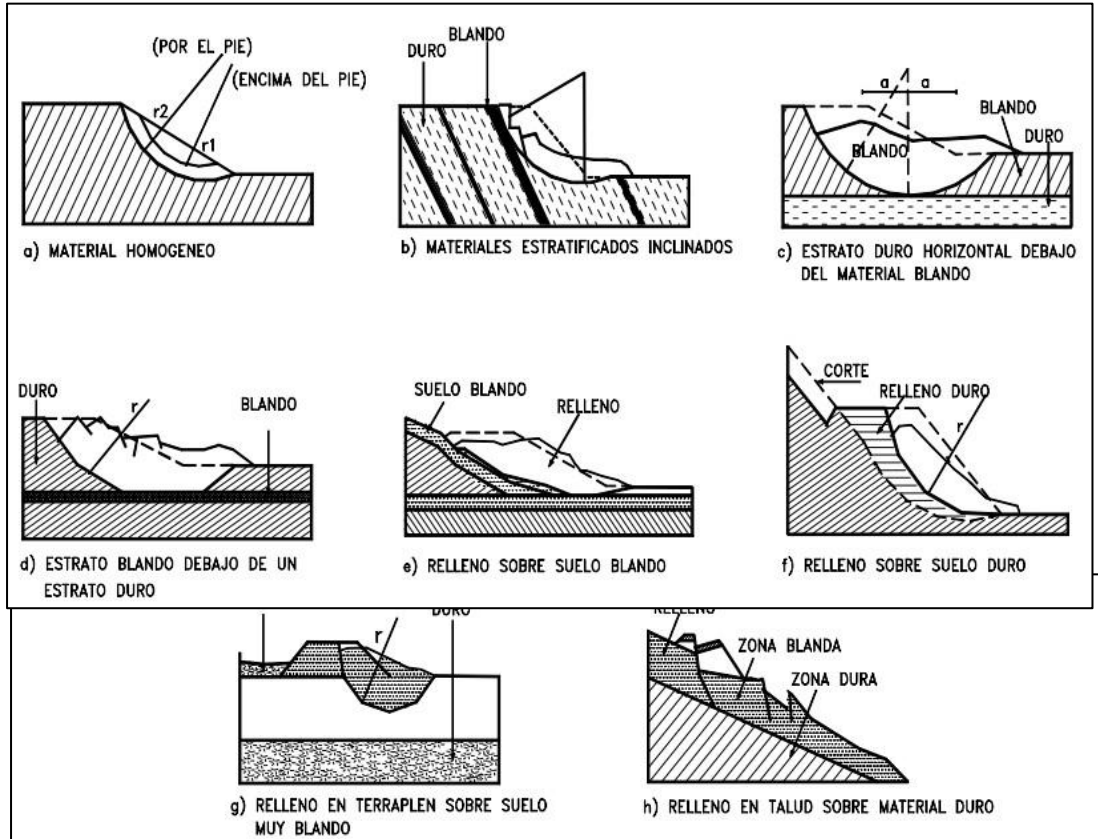
**Nota:** La ilustración 6 nos indica los deslizamientos tipo reptación

Deslizamiento: Consiste en el desplazamiento de corte, a lo largo de una o varias superficies, de forma progresiva, por lo que es fácilmente detectable, este movimiento se debe a procesos naturales y también la desestabilización de la masa terrestre por cortes, rellenos, deforestación, entre otros. Estos Deslizamientos pueden ser:

Deslizamientos Rotacionales, es decir, cuando la superficie de falla tiene una forma curva; de Traslación, debido a que el movimiento surge hacia fuera o hacia abajo, en una superficie ligeramente plana y ondulada, carente de rotación (Suarez Diaz, 2018, pág. 87)

## Ilustración 7

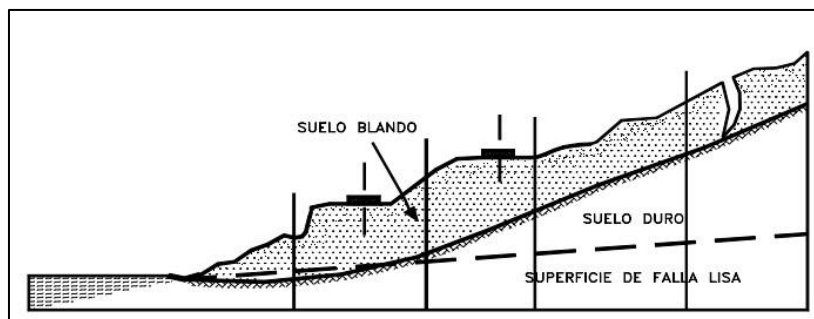
*Efectos de los deslizamientos tipo reptación*



**Nota:** La ilustración 7 indica los efectos de la estructura en la formación de deslizamientos a rotación

## Ilustración 8

*Deslizamientos tipo traslación*

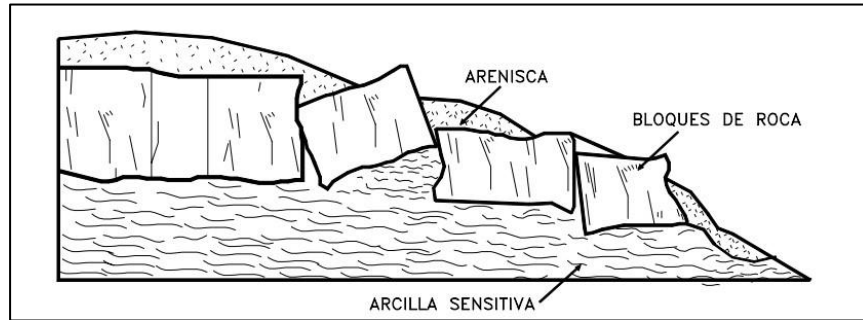


**Nota:** La ilustración 8 indica los deslizamientos de Traslación



## Ilustración 9

### *Deslizamientos tipo lateral*

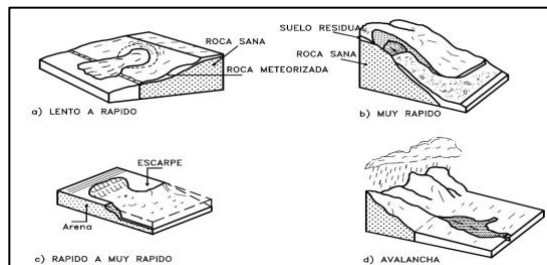


**Nota:** La ilustración 9 indica el Esquema de Esparcimiento Lateral

Flujos: Es relativo a bloques pequeños que se mueven dentro de la masa que se desliza sobre el área de falla. Estos pueden ser tanto rápidos como lentos, secos y también húmedos, y pueden presentarse en superficies tanto rocosas como de tierra, clasificándose así en: Rocosos, Detritos, de Suelo, de Lodo, estos son ocasionados por la saturación de materiales superficiales, ya que el suelo al absorber fácilmente el agua puede alterar o agrietar la superficie y saturarla, probando así, el flujo (Demoraes, 2018, pág. 56).

## Ilustración 10

### *Deslizamientos de diferentes tipos*



**Nota:** La ilustración 10 indican los deslizamientos, Estabilidades de Taludes en Zonas Tropicales

### 2.3.5 *Desencadenantes de los deslizamientos*

**Tabla 1**

*Clasificación de los factores condicionantes y detonantes*

| TIPO          | PARÁMETRO         | PORCENTAJE% |
|---------------|-------------------|-------------|
| CONDICIONANTE | Geología          | 30          |
|               | Geomorfología     | 20          |
|               | Pendiente         | 30          |
|               | Cobertura vegetal | 20          |
| DETONANTE     | Precipitación     | 70          |
|               | Fallas geológicas | 30          |

**Nota:** La tabla 1 indica las ponderaciones de los factores aplicados en la metodología

Mora Vahrson

Las perturbaciones en el equilibrio natural de las laderas son las que provocan los deslizamientos de tierra. Pueden ocurrir durante tormentas tropicales o después de terremotos, temblores o erupciones volcánicas. Particularmente, pueden ser propensas al deslizamiento del suelo durante y después de las tormentas son las áreas con colgantes claramente definidos donde la vegetación ha sido destruida por incendios forestales o cambios en el terreno provocados por los humanos desencadenadora (Suarez, 2011, pág. 35).

Según Gamboa (2015) menciona que, las causas de los deslizamientos están ligadas a condiciones climáticas, sísmicas y volcánicas específicas que inciden en la estabilidad de los taludes (p. 76). Estos criterios se clasifican de la siguiente manera:

### 2.3.6 *Factores Naturales*

- Condiciones del Suelo, rocas y otros.

- Topografía: debido a que la formación de deslizamiento está significativamente influenciada por el ángulo de la pendiente. En general, el riesgo de deslizamientos aumenta a medida que aumenta la pendiente (Escobar, 2014, pág. 34).
- Lluvia: Los taludes pueden volverse inestables dependiendo de la cantidad y duración de la precipitación, y esto es especialmente cierto en suelos menos consolidados (Suarez & Diaz, 2011, pág. 12).
- Actividad Sísmicas: Un terremoto provoca vibraciones que alteran el equilibrio de los taludes y provocan terremotos. A mayor intensidad, duración y frecuencia de la actividad sísmica, mayor riesgo de colapso. (Martínez Vega, Isabel, & Montejo, 2020).
- Actividad Volcánica: Durante o después de la actividad volcánica, las deflaciones de tierra o el mismo tipo de escombros volcánicos son acompañamientos comunes. Estos tienen lugar en las mismas laderas del volcán, pero se distribuyen entre otros flancos (Ochoa, 2012, pág. 12).
- Deforestación: Las áreas donde existe tala de árboles es donde más se presenta la erosión y deslizamiento del suelo.

### **2.3.7 Actividad Humana:**

- Excavaciones: En términos de actividades de movimiento de tierras, tanto los métodos asistidos por humanos como por máquinas son posibles, particularmente cuando se trata de pavimentar caminos y construir estructuras (Armijos, 2015, p. 12).

- Explosiones: En la mayoría de los casos, la vibración causada por explosiones se usa para la habilitación de minas o túneles. Esta vibración provoca temblores y debilitamiento a nivel de roca (Gonzales & Ortuño, 2008, p. 23).
- Sobrecargas: Se crean por el anclaje de diversas maquinarias y la sobresaturación de materiales en suelos de malas propiedades, como rellenos y terraplenes (Gaia, 2018, p. 98).
- Actividad Minera: Son actividades al aire libre que tienen como objetivo la extracción de materiales inflamables. Con frecuencia, estas actividades son artesanales y el debilitamiento del suelo es causado por personas que utilizan equipos poco sofisticados, lo que impide que la actividad llegue a grandes profundidades. La debilitación más severa ocurre cuando una persona usa mucha maquinaria (Popescu, 2005, p. 85).

### ***2.3.8 Evaluación de la Amenaza por deslizamientos***

Al evaluar el riesgo de deslizamientos de tierra en función de las condiciones geofísicas se deben tener en cuenta numerosos factores físicos. Estos factores geológicos incluyen picos topográficos, tipos de rocas y suelos, condiciones hidrológicas, actividad sísmica y vulcanismo. Dependiendo de los factores anteriores, los riesgos pueden clasificarse como alto, medio y bajo. Se pueden crear mapas de probabilidad que etiquetan estas áreas con amenazas altas, medias y bajas. (Martínez Vega, Isabel, & Montejo, 2020)

### **2.3.9 *Signos de alerta que ayudan a identificar posibles deslizamientos***

- Vibraciones en material no estructural como lo es puertas y ventanas al igual que su atascamiento
- Es posible detectar una separación estructural como un muro, una escalera mecánica en un nivel elevado del edificio, el cuarteamiento del mismo, o un desnivel hecho de hundimiento o pandeo.
- Agrietamientos en la estructura
- Desaparición de manantiales y ojos de agua
- Actividad sísmica
- Fisuras o agrietamiento en tuberías
- Lluvias intensas

El comienzo de un deslizamiento es posible detectarlo rápidamente porque produce fuertes ruidos al disiparse, los mismos ruidos que pueden servir de alerta para una evacuación o abandono inmediatos, del lugar donde se produce. Adicionalmente, dependiendo del tipo de deslizamiento, se pueden producir movimientos adicionales que cruzan los bordes o perfiles del escarpe (Suarez & Diaz, 2018, p. 33).

De acuerdo con las descripciones anteriores, los niveles de vulnerabilidad pueden clasificarse de acuerdo con el área geográfica en la que ocurre un fenómeno. Por ello, es importante tener en cuenta las diversas formas de vulnerabilidad y las posibles limitaciones que un evento puede tener en diversos ámbitos, incluidos los relacionados con la economía, la sociedad, la salud y la educación. El examen de los elementos presentados permitirá mapear e identificar sus niveles de susceptibilidad (Wieczorek, 2010, p. 14).

### **2.3.10 Taludes**

Cuando un talud se forma naturalmente sin intervención humana, se le llama ladera; cuando estas superficies son moldeadas artificialmente por humanos, se conocen como cortes o taludes artificiales. Los taludes se caracterizan por sus superficies terrestres, que tienen colgantes prominentes. (Suarez, 2020, p. 44)

### **2.3.11 Tipos de fallas de Taludes**

#### **Deslizamientos superficiales:**

Las fuerzas naturales pueden afectar a los objetos colgantes las partículas de tierra y los arbustos cercanos a sus límites tienden a deslizarse. Esta interrupción se refiere a un proceso más o menos continuo y típicamente lento de desplome de taludes que ocurre en el área superficial de algunos taludes naturales. La fluencia a menudo involucra un área considerable y el movimiento de la superficie ocurre sin transiciones abruptas entre las superficies en movimiento y las masas más profundas en reposo (Godoy, 2020, p. 76).

No es una superficie deslizante la severidad de este fenómeno aumenta a medida que se acerca a la superficie de la tierra, y las laderas debajo del flujo típico rara vez se mueven más rápido que unos pocos centímetros cada año. Este fenómeno se vuelve obvio para los ingenieros cuando observan que los árboles y las columnas están inclinados con respecto a la vertical, como lo demuestran las claras grietas en los pendientes y las escaleras mecánicas (Aleotti, 2019, p. 90).

#### **Movimiento del Cuerpo del Talud**

Independientemente de cuán profundamente penetre en el cuerpo la zona de lluvia radiactiva y cómo afecte el lecho rocoso, pueden ocurrir movimientos repetitivos en taludes que tienen efectos significativos en la masa. De acuerdo con el pensamiento actual, las superficies de fractura surgen cuando las fuerzas de corte actúan sobre áreas que pueden experimentar un desarrollo futuro y superar la resistencia del material al corte. Como resultado hay una ruptura y se forma una superficie deslizante, junto con la cual hay una falla. (Suarez, 2020, p. 76)

### **Flujos**

Este tipo de deslizamiento se refiere a una porción del mundo natural que se mueve más o menos rápido, y el movimiento mismo, la velocidad aparente y la distribución del desplazamiento se asemejan al comportamiento de un fluido viscoso. La superficie de la desaceleración es indetectable o se desarrolla durante un breve período de tiempo. Además, el área de flujo de plástico es típicamente donde la parte móvil y la masa fija de la rampa entran en contacto. Dado que el material fluido puede tomar la forma de sueltas, este fenómeno puede ocurrir en fragmentos de roca, sedimentos de taludes, sedimentos granulares finos o arcillas arcillosas. Los Escombros en los flujos también se encuentran con frecuencia. (Martínez Vega, Isabel, & Montejo, 2020, p. 15)

#### ***2.3.12 Métodos para analizar la estabilidad del Talud***

**Método Bishop:** El desarrollo de este método fue en 1960 y sugería crear un disco que dividiría la corteza terrestre y esperaría a que se separara. Se utiliza para configurar el cálculo pendiente tanto a largo como a corto plazo. Este método solo se usa para superficies fracturadas circularmente y placas de equilibrio momentáneo. Por lo tanto, el momento causado por el peso inherente de cada disco en relación con su

centro de rotación es idéntico al momento causado por la resistencia al corte del núcleo del disco (Pandilla, 2019, p. 88).

### ***2.3.13 Soluciones para la reducción de susceptibilidad a deslizamientos***

#### **Modificación de la Geometría**

Según Pandilla (2019) indica que, al alterar la forma del colgante, se pueden redistribuir las fuerzas asociadas con el peso del material y obtener una composición nueva y más sólida.

Las formas de optimizar la geometría de los taludes son varias, entre ellas se destacan las siguientes.

- Considerar la inclinación del Talud
- Considerar la subida del peso al pie del talud
- Eliminar peso en la cabecera del talud

#### **Medidas de drenaje**

El agua incrementa el peso de las masas inestables, acrece los niveles de la presión atmosférica, aumenta la presión intersticial del material, induce los impactos higroscópicos y erosiona la base del talud, todo lo cual contribuye a los problemas de inestabilidad del mismo (Keefer, 2018, p. 18).

#### **Elementos estructurales resistentes**

Según Chambres (2013), se puede conseguir incrementar la resistencia a los cortes de material mediante la utilización de:

- Elementos que refuercen la resistencia del suelo en el área de ruptura
- Elementos que amplifiquen la fuerza de roce tangencial en el área de fractura.

Entre los principales elementos destacan los siguientes:



- Paredes hechas de concreto y hormigón
- Muros de contención, gaviones, tierra armada y muros anclados
- Medidas de protección de la superficie
- Disminuir el riesgo de desplome de rocas
- Revegetar e implementar mallas sintéticas.
- Estabilizar las áreas fracturadas mediante la utilización de mallas metálicas a doble o triple torsión que estén sujetas a rocas.
- Eliminar los bloques utilizando el martillo picador, o de forma manual con palancas.

## 2.4 Marco Legal

El marco legal que ampara a la Gestión de Riesgos en el país está en la Constitución de la República del Ecuador (Artículos 389 y 390), las competencias y funciones establecidas en el código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización, (COOTAD); tomando en cuenta varios ámbitos estratégicos como: el ámbito social, cultural, educativo, religioso y político.

**Art. 261.-** El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: El manejo de desastres naturales.

**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que determine la ley:

13. Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios. En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas cantonales.

**Art. 281.-** La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:

12. Dotar de alimentos a las poblaciones víctimas de desastres naturales o antrópicos que pongan en riesgo el acceso a la alimentación. Los alimentos recibidos de ayuda internacional no deberán afectar la salud ni el futuro de la producción de alimentos producidos localmente.

**Art. 340.**-El sistema nacional de inclusión y equidad social es el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguran el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la Constitución y el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo. 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. 389.**-El Estado protegerá 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 mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

- Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.

- Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
  - Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
  - Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
  - Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
  - Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
  - Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.
- (Asamblea Constituyente, 2008)

**Art. 390.**-Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera

brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

**Art. 397.**-En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

## **COOTAD**

**Art 140.**-Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. -La gestión de riesgos 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. (Asamblea Nacional, 2010) 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.

## **2.5 Marco conceptual**

**Aluvión:** Sedimento depositado por las aguas en valles fluviales y deltas.

Depósitos consolidados que se han acumulado en valles, quebradas y montañas que tienden a derrumbarse cuando los niveles de agua son demasiado altos, creando quebradas o pendientes (Ramos, 2011, p.11)

**Amenaza:** Es un proceso, fenómeno o actividad humana capaz de provocar muertes, lesiones u otros efectos negativos para la salud, de las personas, también puede desencadenar daños a la propiedad, perturbaciones sociales y económicas o daños al medio ambiente (Guadalupe, 2015, p. 66)

**Amenazas antropogénicas:** También conocidas como amenazas de origen humano, ya que son inducidas principalmente por la actividad del hombre y sus decisiones. El término no incluye el riesgo por conflictos armados, tensión social, o situaciones que afectan el derecho internacional humanitario (Galindo, 2018, p. 11).

**Amenaza Geológica o Geofísica:** Se originan a partir de procesos internos terrestres. Algunos ejemplos incluyen terremotos, actividad y emisiones volcánicas, así como procesos geofísicos como movimiento de masas, formación de terrazas, deposición de rocas, fallas superficiales y flujo de lodos o escombros. (Comunidad Andina, 2018, p. 11)

**Amenaza Natural:** Riesgo producto de los procesos y fenómenos ecológicos (UNISDR, 2016, p. 98)

**Bloque:** Fragmento de la corteza terrestre delimitado, total o parcialmente, por fallas, que constituye una unidad geológica y que tiene un comportamiento tectónico unitario. (RACEFN Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, 1996, p. 26)

**Capacidad:** Es una agrupación de todas las fortalezas, activos y recursos de una comunidad, sociedad o institución que están destinados a gestionar y reducir el riesgo de desastres, así como a fortalecer su resiliencia. (Comunidad Andina, 2018, p. 12)

**Desastre:** Es una interrupción grave en el funcionamiento de la comunidad en alguno de sus niveles, porque los eventos de riesgo interactúan con las condiciones de exposición y vulnerabilidad para causar pérdidas o impactos de uno de los siguientes tipos: humanos, materiales, económicos o ambientales, que requieren la atención del gobierno central.

**Deslizamiento:** Movimiento en masa gravitacional de un volumen significativo de fragmentos rocosos, debido a la pérdida de equilibrio en un material inestable (Cedeño, 2018, p. 18).

**Desplazamiento:** Es la distancia entre dos puntos inicialmente adyacentes y situados en bloques opuestos del mismo, se mide sobre la superficie de una caída (Carranza, 2018, p. 11).

**Desprendimiento o Caída:** Proceso donde una masa se desprende de un talud cuya pendiente es fuerte, mismo que carece o tiene poco desplazamiento de corte, descendiendo principalmente por el aire, a saltos o rodando. (Suarez Diaz, 2018, p. 55)

**Detrito:** Sedimento o roca detrítica producto de la destrucción de una roca debido a agentes físicos. (Díaz y Fajardo, 2021, p. 23)

Evento o Suceso peligroso: Es la manifestación o materialización de una o varias amenazas en un periodo específico de tiempo. (UNISDR, 2016, p. 34)

Geología: Ciencia Encargada de definir las características o propiedades del suelo o roca. Además, estudia las composiciones terrestres, su estructura, procesos, composición, causas, procesos de terremotos y los cambios que sufre el planeta desde su origen. (Sevilla, 2013, p. 23).

Geomorfología: Es la ciencia que estudia el origen, evolución y composición actual del relieve de la superficie terrestre; sus valoraciones se consideran fundamentales porque permiten planificar los territorios con miras a aprovechar mejor los espacios geoespaciales, permitiendo el desarrollo de actividades humanas de carácter habitacional, económico, social, cultural y geopolítico (Arguello, 2017, p. 65).

Humedad del suelo: Es una característica del suelo que tiene una relación directa con la productividad de los sistemas agrícolas y forestales. Su existencia, incluido el vapor de agua que se encuentra en los poros del suelo, en la zona del suelo por encima de la cubierta freática. Se expresa como porcentaje de la masa total del suelo seco. (Díaz y Fajardo, 2021, p. 11)

Litología: Guarda relación con materiales que se clasifican de acuerdo a su génesis o formación, diferenciando materiales diversos como la roca y el suelo. Ciencia que estudia las rocas; se encarga de la clasificación y descripción de los tipos de rocas. (Díaz y Fajardo, 2021, p. 12)

Pendiente: Refiere la morfología y la dinámica de todos los tipos de relieve. Prácticamente todos tienen un límite umbral que los categoriza o estratifica según la geometría. En otras palabras, el gradiente es un elemento que apoya cómo se representa

el proceso y el tipo de forma que está presente en el campo. La Pendiente es un Angulo a partir del cual un talud es inestable. (Suarez Diaz, 2018, p. 23)

Precipitación: La cantidad o altura de agua de lluvia que cae sobre un área determinada durante un período de tiempo determinado se conoce como precipitación. Las precipitaciones afectan directamente al régimen de aguas subterráneas, así como a la estabilidad de taludes y laderas. (Suarez Diaz, 2018, p. 23)

Relieve: Refiere la expresión del conjunto de procesos que originan, modelan y destruyen la superficie terrestre. El Relieve como variable permite comprender el origen, mecánica y distribución espacial de los procesos que conforman el riesgo. (Espinoza Rodríguez, Balderas Plata, & Baro Suarez, 2018, p. 34)

Riesgo: La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. En un contexto técnico, el riesgo, con frecuencia pone más énfasis en las consecuencias de "posibles pérdidas" relacionadas con una determinada causa, lugar y tiempo determinados. (UNISDR, 2016, p. 21)

Roca: Material sólido que se forma como resultado de procesos endógenos o exógenos en el interior o en la superficie de la corteza terrestre. En la mayoría de los casos, está compuesto por una combinación de minerales de la misma o diferente especie; sin embargo, ciertas rocas volcánicas pueden estar compuestas enteramente de vidrio o sólo de minerales. (Díaz y Fajardo, 2021, p. 87)

Sismo: Terremoto: Movimiento de la superficie terrestre causado por la liberación abrupta de energía cinética en el centro de la Tierra y que se irradia como rayos cósmicos esféricos que viajan por todo el interior del planeta. (Díaz y Fajardo, 2021, p. 55)



Talud: Inclinación natural del terreno o de un muro. Esté atento a cualquier signo de rotura de una superficie o pared. El término "talud" en ingeniería se usa para describir una superficie que parece estar inclinada con respecto a una superficie horizontal y toma esa posición de manera temporal o permanente. Casi siempre, la superficie del suelo está hecha del mismo tipo de material que el talud, que puede incluir hormigón armado y roca, entre otros. (ECURED, 2020, p. 34)

Vulnerabilidad: Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. (UNISDR, 2016, p. 11)

## **2.6 Variables**

Variable dependiente

- Deslizamientos

Variable independiente

- Factores de incidencia (litología, cobertura vegetal, geomorfología, pendiente, sismicidad, uso de suelo)

## **2.7 Sistema de hipótesis**

Hipótesis Descriptiva:

- La aplicación de herramientas tecnológicas y geo procesos, posibilitan la identificación de zonas cuyas condiciones físicas, representan susceptibilidad a deslizamientos.

## 2.8 Acrónimos

|       |  |
|-------|--|
| SGR   | Secretaría de Gestión de Riesgos                               |
| MTOP  | Ministerio de Transporte y Obras Públicas                      |
| GAD   | Gobierno Autónomo Descentralizado                              |
| ODS   | Objetivos de Desarrollo Sostenible                             |
| NAU   | Nueva Agenda Urbana  |
| DS    | Desarrollo Sostenible  |
| UEB   | Universidad Estatal de Bolívar                                 |
| PDyOT | Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial                  |
| ONU   | Organización de Naciones Unidas                                |
| IPCC  | Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático |
| GAD-C | Gobierno Autónomo Descentralizado cantonal                     |

## 2.9 Operacionalización de variables

**Tabla 2**

Operación de variable dependiente

| Variable independiente                     | Definición   | Dimensión                          | Indicador      | Característica                                     | Escala   | Instrumento                  |
|--|--|------------------------------------|----------------|--|--|------------------------------|
| Deslizamientos                             | Son eventos que pueden originarse de modo natural o antrópico el cuál puede ocurrir de manera lenta o súbita, se caracteriza por la gran acumulación de material vegetal, tierra y piedras en grandes cantidades, afectan principalmente | Tipo de deslizamiento o Rotacional | Tipo litología | Andesitas con sedimentos volcánicos (Bajo)         | Factor detonante<br>$FD=(sis* 03) +(pre *0.7)$ | ArcMap<br>Calculadora ráster |
|  |  |                                    |                | Arenas, limos, arcillas y conglomerados (Moderado) | Dónde<br>Sis: sismicidad                       |                              |
|  |  |                                    |                | Areniscas volcánicas de grano grueso (moderado)    | Pre: precipitación                             |                              |
|  |  |                                    |                | Comeas (bajo)                                      | Factor condicionante<br>$FC=(geo* 0.3)$        |                              |
|  |  |                                    |                | Cuerpo intrusivo (bajo)                            | $+(gmor* 0.2)$                                 |                              |
|  |  |                                    |                | Dacita porfirítica (moderado)                      | $+(cbve* 0.2)+(pen* 0.3)$                      |                              |
|  |  |                                    |                | Limo, arcilla, arenas (Alto)                       | Dónde:   |                              |
|  |  |                                    |                | Mezcla heterogénea de materiales finos (Moderado)  | Geo: geología<br>Gmor: geomorfología           |                              |
| Tobas andesíticas de grano fino (Moderado) |  |                                    |                |  |  |                              |

|  |  |  |                                  |                      |  |  |
|--|--|--|----------------------------------|----------------------|--|--|
|  | las vías y los factores que influyen en su ocurrencia son las condiciones físicas y detonantes como la lluvia y sismicidad |  | Nivel de precipitación           | 600 – 900 mm         |  |  |
|  |  |  |                                  | 900 – 1200           |  |  |
|  |  |  |                                  | 1200 – 1500          |  |  |
|  |  |  |                                  | 1500 – 1800          |  |  |
|  |  |  | Cobertura vegetal y uso de suelo | Área poblada         |  |  |
|  |  |  |                                  | Bosque nativo        |  |  |
|  |  |  |                                  | Cuerpo de agua       |  |  |
|  |  |  |                                  | Mosaico agropecuario |  |  |
|  |  |  |                                  | Cereal               |  |  |

**Nota:** La tabla indica la operación de variable dependiente

**Tabla 3**

Operación de variable dependiente

| Variable independiente   | Definición  | Dimensión                  | Indicador      | Escala   | Técnica de procesamiento |
|--|---|----------------------------|----------------|--|--------------------------|
| Factores de incidencia en el Tramo vial "El torneado (litología, pendiente, geomorfología) | Distancia determinada de la vía que inicia desde la loma de Piscurco hacia el sector de Balsapamba pertenecientes al cantón San Miguel, con una distancia aproximada de 35km de distancia | Características biofísicas | Tipo litología | Andesitas con sedimentos volcánicos (Bajo)         | Geoprosesos ArcMap       |
|  |   |                            |                | Arenas, limos, arcillas y conglomerados (Moderado) |                          |
|  |   |                            |                | Areniscas volcánicas de grano grueso (moderado)    |                          |
|  |   |                            |                | Comeas (bajo)                                      |                          |
|  |   |                            |                | Cuerpo intrusivo (bajo)                            |                          |
|  |   |                            |                | Dasita porfirítica (moderado)                      |                          |
|  |   |                            |                | Limo, arcilla, arenas (Alto)                       |                          |
|  |   |                            |                | Mezcla heterogénea de materiales finos (Moderado)  |                          |
|  |   |                            |                | Tobas andesitas de grano fino (Moderado)           |                          |

|  |  |  |  |                           |
|--|--|--|--|---------------------------|
|  |  |  |  | Área poblada              |
|  |  |  |  | Bosque nativo             |
|  |  |  |  | Cuerpo de agua            |
|  |  |  | Cobertura<br>vegetal y uso<br>de suelo | Mosaico agropecuario      |
|  |  |  |  | Cereal                    |
|  |  |  |  | Infraestructura antrópica |
|  |  |  |  | Paramo                    |
|  |  |  |  | Pastizal                  |
|  |  |  |  | Plantación forestal       |
|  |  |  |  | Vegetación arbustiva      |

**Nota:** La tabla indica la operación de variable dependiente

### 3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Nivel de investigación

El nivel de investigación corresponde a un enfoque mixto, en el sentido cuantitativo al aplicar la fórmula de Mora Vahrson dentro del algebra de mapas, la cual según cada uno de las ponderaciones de los componentes condicionantes y detonantes da como resultado un mapa interpretativo, el cual se asocia a una metodología cualitativo, cuyo resultado se presenta ponderaciones categóricas que va desde baja susceptibilidad hasta alta susceptibilidad (Sampieri, 2017, pág. 78).

#### 3.2 Diseño de investigación

Según Dávila (2018), la investigación documental permite aplicar el conocimiento del investigador el tema a desarrollar el abordaje en distintos contextos, las metodologías utilizadas para el desarrollo de la presente investigación (pág. 25);

**Documental:** Referimos en este apartado a la metodología documental, ya que través de la búsqueda y recopilación de información secundaria sobre el tema investigado, permitió al investigador, ampliar el panorama de la investigación, así como de su abordaje.

**De campo:** En este sentido es necesario que el estudiante se traslade al área de investigación, en este caso recorrer la ruta de la vía para familiarizarse con el trayecto y con la observación directa ir observado ciertos detalles que respondan a la investigación.

**Descriptiva:** A través de la descarga de los portales de geo información que posee el estado ecuatoriano, en este caso el SIPA (Sistema de Información Público

Agropecuaria) <http://geoportal.agricultura.gob.ec/> y el IGM (Instituto Geográfico Militar) <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-delibre-acceso/cartografia-de-libre-acceso-escala-regional/>

Donde a través de su respectivo procesamiento se procede a extraer las características físicas de la zona en estudio y describir sus detalles.

### **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Mora Vahrson es una ecuación que permite a través de la ponderación de mapas obtener un mapa final, el cual indica el nivel de susceptibilidad a deslizamientos al que está expuesta una determinada zona, en este caso el tramo de la vía El Torneado. La información fue obtenida de los portales de SIPA y del IGM, además de un recorrido fotográfico para plasmar las condiciones del trayecto de la vía.

La información del clima se obtuvo a través de los anuarios del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología).

### **3.4 Técnicas de procesamiento de datos**

El documento fue redactado en Microsoft Word, además del uso de las tablas de la hoja de cálculo de Excel para obtener los pasteles, los procesamientos geográficos fueron a través del software ArcMap versión 10.2 en español.

### **Metodología aplicada para el objetivo N°1:**

El primer objetivo del trabajo de investigación corresponde a un enfoque descriptivo, su finalidad es poder mostrar cuáles son las condiciones y características de la zona en estudio; en secuencia lógica se menciona cada uno de los procesos con que se obtuvo el resultado.



1. La descarga en archivos shapes de la Geopodología del Ecuador, esto a través del portal <http://geoportal.agricultura.gob.ec/> En el cual con la creación de una cuenta fue posible la descarga de los factores condicionantes
2. E igual forma se obtuvo los archivos shapes de isoyetas y sismicidad en la página del IGM <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/cartografia-de-libre-acceso-escala-regional/>
3. Seguido de esto el trazado de la vía se requirió al Ministerio de Transportes y Obras Públicas de Bolívar.
4. El geoprocésamiento se lo realizó en ArcMap versión 10.4.1 donde una vez añadidas las capas se procedió a realizar los clips necesarios de la zona de influencia.
5. Los datos de las tablas de atributos se exportan en archivo DBF para su respectiva lectura en Excel y se hacen tablas resumen para facilitar la comprensión del lector
6. Las tablas son acompañadas del diseño de cada mapa temático  
En lo mencionado anteriormente se asocia una investigación documental, debido a que se trata de datos que son ya existentes, ya validados por los entes rectores y colgados en las páginas para su libre acceso.

### **Metodología aplicada para el objetivo N°2:**

Para obtener el índice de susceptibilidad a deslizamientos se aplicó la metodología de Mora Vahrson para evaluar las susceptibilidades de deslizamientos, así mismo, la aplicación de diferentes metodologías para la mitigación de riesgos da inicio cuando se presenta escenarios peligrosos para la población aledaña, una de las problemáticas que se da a nivel mundial son los movimientos de remoción en masa para

lo cual la metodología mora Vahrson se caracteriza por identificar el grado de susceptibilidad de las unidades geológicas. Cabe destacar que esta metodología sirve para realizar zonificación de susceptibilidad a deslizamientos donde se destacan los factores condicionantes y detonantes todos estos a escala 1:25:000 (Quesada, 2017).

**Tabla 4**

*Clasificación de los factores condicionantes y detonantes*

| TIPO          | PARÁMETRO         | PORCENTAJE% |
|---------------|-------------------|-------------|
| CONDICIONANTE | Geología          | 30          |
|               | Geomorfología     | 20          |
|               | Pendiente         | 30          |
|               | Cobertura vegetal | 20          |
| DETONANTE     | Precipitación     | 70          |
|               | Fallas geológicas | 30          |

**Nota:** La tabla indica las ponderaciones de los factores aplicados en la metodología

Mora Vahrson

La metodología resulta aplicable en aspectos de las vías en desarrollo debido a las variables morfológicas para verificar puntos de inestabilidad en laderas.

**Susceptibilidad por factores condicionantes.**

Factor geológico. – Metasedimentitas, cámbricas, ordovivias, sedimentitas, devinicas, carboníferas, sedimentitas, permiacas, aluviones recientes, terrazas aluviales.

Factor geomorfológico. - sierra desnuda, abanico aluvial antiguo, couse aluvial, espolón alto de longitud larga, espolón moderado de longitud larga.

Factor cobertura. - el hecho de que exista cobertura vegetal ayuda con la estabilidad superficial y evitar su degradación constante, en caso de que no presente estos factores externos influye de manera negativa sobre él.

Factor pendiente. - se logra ponderar en muy baja (0-7%), baja (7-12%), mediana (12-25%), alta (25-50%) y muy alta (50-100%).

### **Susceptibilidad pro factores desencadenantes**

Factor de sismicidad. - la zona de estudio debe presentar antecedentes tomadas del instituto geofísico (IGEPN)

Factor de pluviosidad. Se consulta en las estaciones de monitoreo

La aplicación de fórmulas:

**Ecuación 1.** Factor detonante  $FD=(sis*0.3) +(pre *0.7)$

Dónde:

Sis: sismicidad

Pre: precipitación

**Ecuación 2.** Factor condicionante  $FC=(geo*0.3) +(gmor*0.2) +(cbve*0.2) +(pen*0.3)$

Dónde:

Geo: geología

Gmor: geomorfología

Cbve: cobertura

Pen: pendiente

**Ecuación 3**  $S=F_c + F_d$

S: índice de susceptibilidad

Fc: Factor condicionante

Fd: Factor detonante

### **Metodología aplicada para el objetivo N°3:**

La metodología aplicada en el tercer objetivo se asocia a la investigación documental, pues al establecer las medidas de mitigación para reducir el riesgo de deslizamientos parte de una amplia búsqueda selectiva de temas de mitigación de deslizamientos y, a través de estos, se seleccionan aquellos documentos que contienen medidas que se asemejan al contexto estudiado:

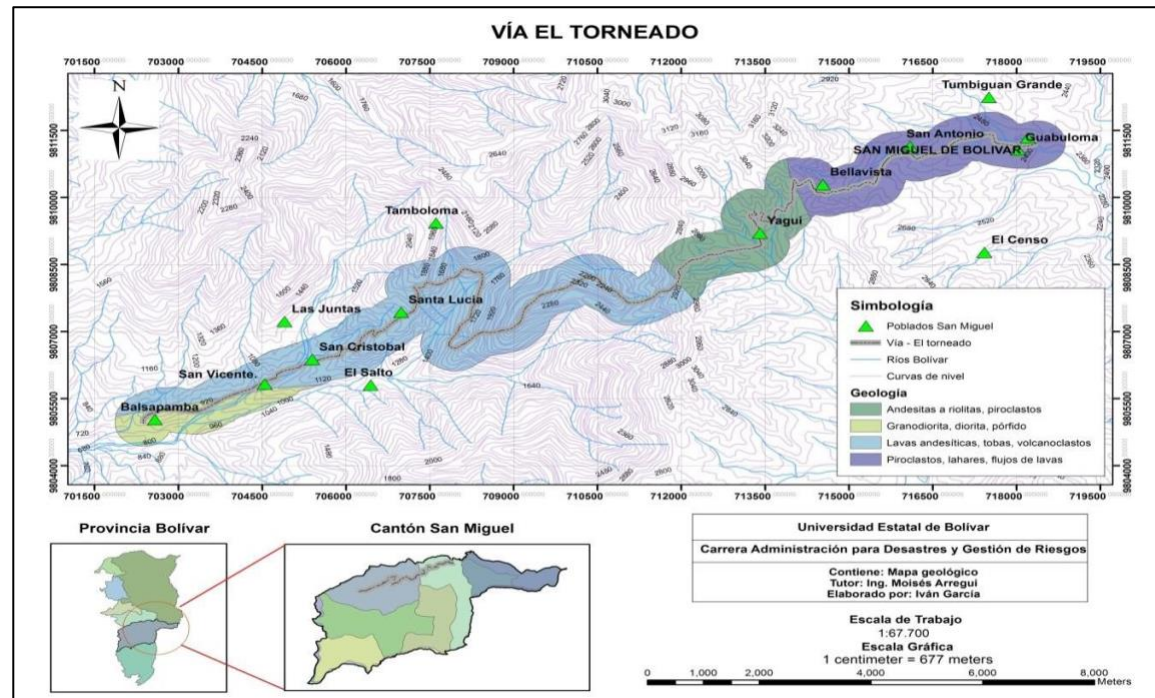
1. Búsqueda de información en páginas académicas tales como: Google School, The Science Direct, Scopus, Scielo, repositorios de tesis y demás, con palabras claves como “**Deslizamientos – Mitigación** “, una vez seleccionada y descargada la documentación se procede a seleccionar aquellos estudios que tienen semejanza con nuestro estudio.
2. De la selección se realiza una lectura comprensiva, con la intención de ser un filtro y seleccionar aquellos documentos que responden a nuestra necesidad.
3. Se toma en consideración lo establecido en la COOTAD, las funciones específicas de cada uno de los niveles de gobierno, además de identificar y seleccionar aquellos actores institucionales y sociales que de una u otra forma pueden aportar en la ejecución de aquellas medidas que permitan mitigar los riesgos de deslizamientos.
4. Se elabora una tabla que permite una mejor visualización y comprensión al lector, en donde contiene las medidas, las posibles instituciones que pueden asumir dicha ejecución, acompañado de un presupuesto tentativo y un cronograma.

## 4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Resultados del Objetivo I: Características físicas del tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel.

#### Mapa 1

*Factores condicionantes (geología)*



**Nota:** El mapa indica las características geológicas del tramo de la vía El Torneado

**Tabla 5***Factores condicionantes (geología)*

| <b>FACTORES CONDICIONANTES</b> |   |                           |            |
|--------------------------------|---|---------------------------|------------|
|                                | Descripción                             | Extensión km <sup>2</sup> | Porcentaje |
| Geología                       | Piroclastos, lahares, flujos de lavas   | 5.5                       | 23.31      |
|                                | Andesitas a riolitas, piroclastos       | 3.7                       | 15.68      |
|                                | Granodiorita, diotia y pórfidos         | 1.8                       | 7.63       |
|                                | Lavas andesíticas, tobas volcanoclastos | 12.6                      | 53.39      |
|                                |   | <b>23.6</b>               | <b>100</b> |

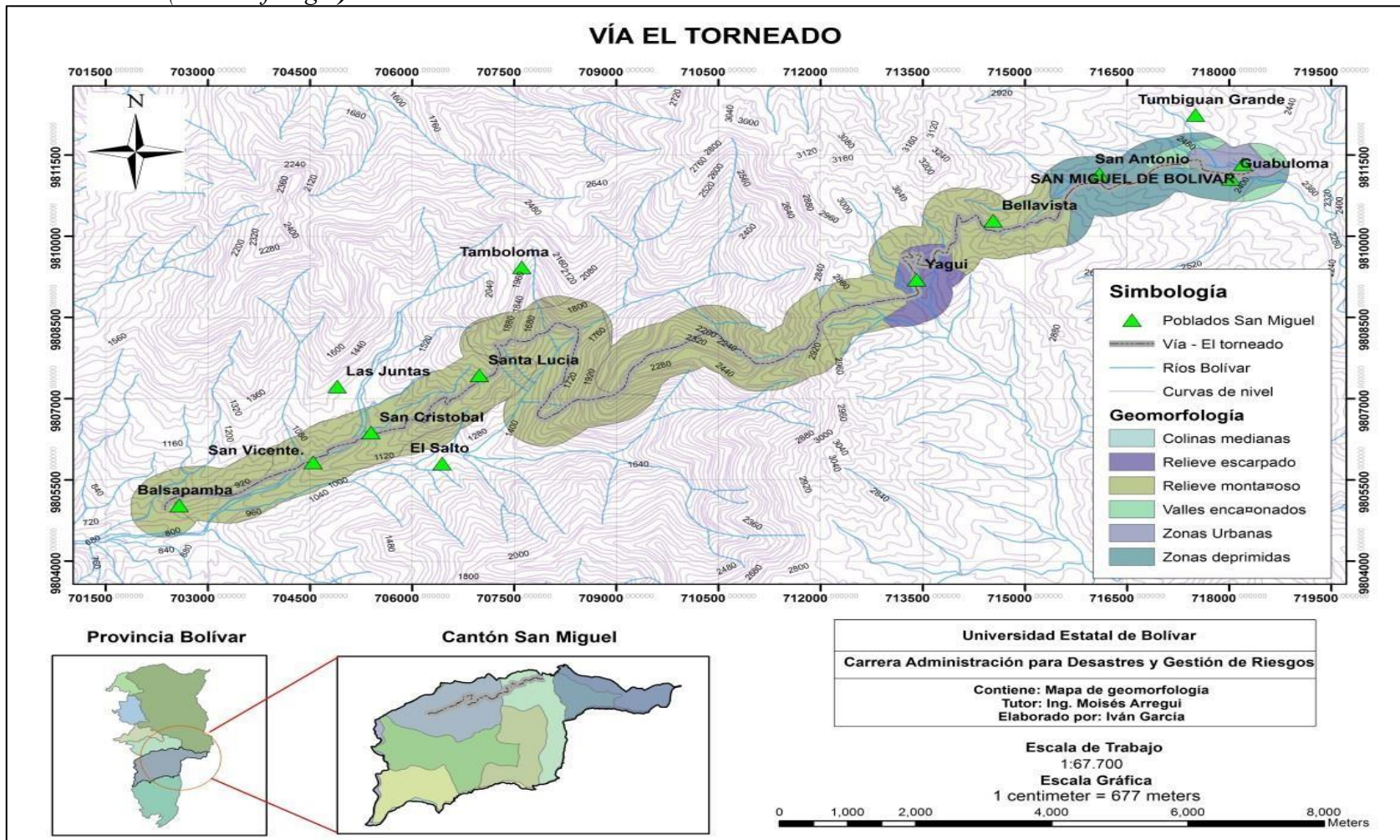
**Nota:** La tabla indica las características geológicas del tramo de la vía El Torneado

**Interpretación**

El componentes geología como uno de los factores condicionantes, resultó que para el trazado de la vía Torneado, 12.6 km<sup>2</sup> poseen característica de lava andesítica con un 53.39% y tovas, seguido de un 5.5 km<sup>2</sup> de Piroclastos con un (23.31%) y Lahares y flujos de lavas, un 3.7 Andesitas a riolitas y piroclastos con un (15.68%) y finalmente un 1.8 km<sup>2</sup> Granodiorita y diotía y pórfidos con un (7.63%).

## Mapa 2

### Factores condicionantes (Geomorfología)



**Nota:** El mapa indica las características geomorfológicas del tramo de la vía El Torneado

**Tabla 6***Factores condicionantes (geomorfología)*

| <b>FACTORES CONDICIONANTES</b> |                    |                           |            |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------|------------|
|                                | Descripción        | Extensión km <sup>2</sup> | Porcentaje |
| Geomorfología                  | Colinas medianas   | 0.03                      | 0.13       |
|                                | Relieve escarpado  | 1.12                      | 4.75       |
|                                | Relieve montañoso  | 18.78                     | 79.58      |
|                                | Valles encañonados | 0.52                      | 2.20       |
|                                | Zonas deprimidas   | 2.5                       | 10.59      |
|                                | Zona urbana        | 0.65                      | 2.75       |
|                                |                    | <b>23.6</b>               | <b>100</b> |

**Nota:** La tabla indica las características geomorfológicas del tramo de la vía El

Torneado

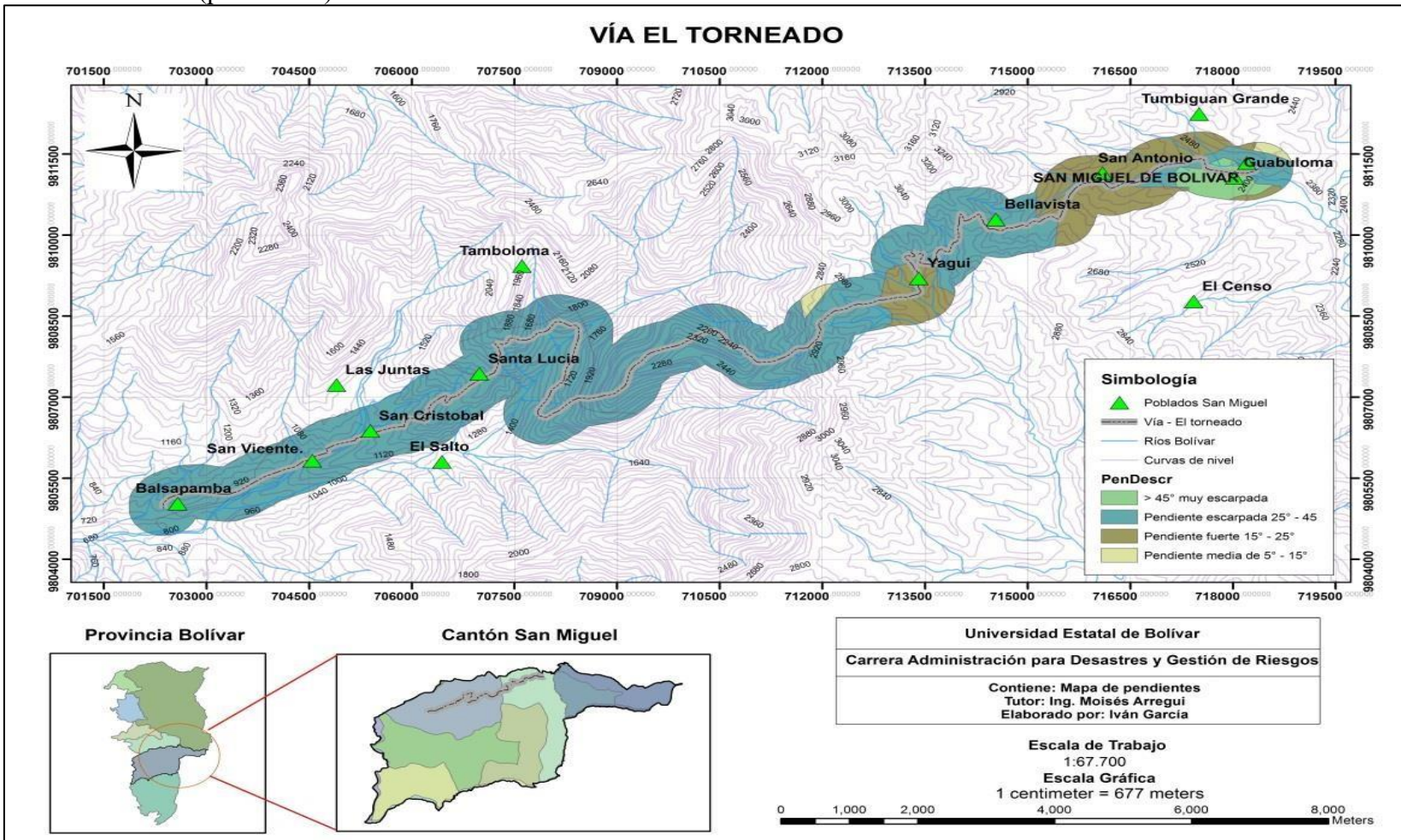
### **Interpretación**

El componente geomorfológico que se encuentra dentro de la vía de estudio está compuesto por Colinas medianas con una extensión 0.03 km<sup>2</sup> con un 0.13% relieve escarpado con una extensión 1.12 km<sup>2</sup> con un 4.75% y relieve montañoso, el cual tiene el mayor porcentaje (79.58%) que comprende entre la vía de una extensión de 18.78km<sup>2</sup> y valles encañonados con una extensión 0.52 km<sup>2</sup> con un 2.20% y zonas deprimidas con una extensión 2.5km<sup>2</sup> con un 10.59% y Zona urbana una extensión 0.65 km<sup>2</sup> con un 2.75%.



### Mapa 3

#### Factores condicionantes (pendientes)



**Nota:** El mapa indica las características de pendientes del tramo de la vía El Torneado

**Tabla 7***Factores condicionantes (pendiente)*

| <b>FACTORES CONDICIONANTES</b> |                               |               |            |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|------------|
|                                | Descripción                   | Extensión km2 | Porcentaje |
| Pendiente                      | Pendiente media 5° - 15°      | 0.98          | 4.15       |
|                                | Pendiente fuerte 15° - 25°    | 3.46          | 14.66      |
|                                | Pendiente escarpada 25° - 45° | 18.4          | 77.97      |
|                                | > 45° muy escarpada           | 0.76          | 3.22       |
|                                |                               | <b>23.6</b>   | <b>100</b> |

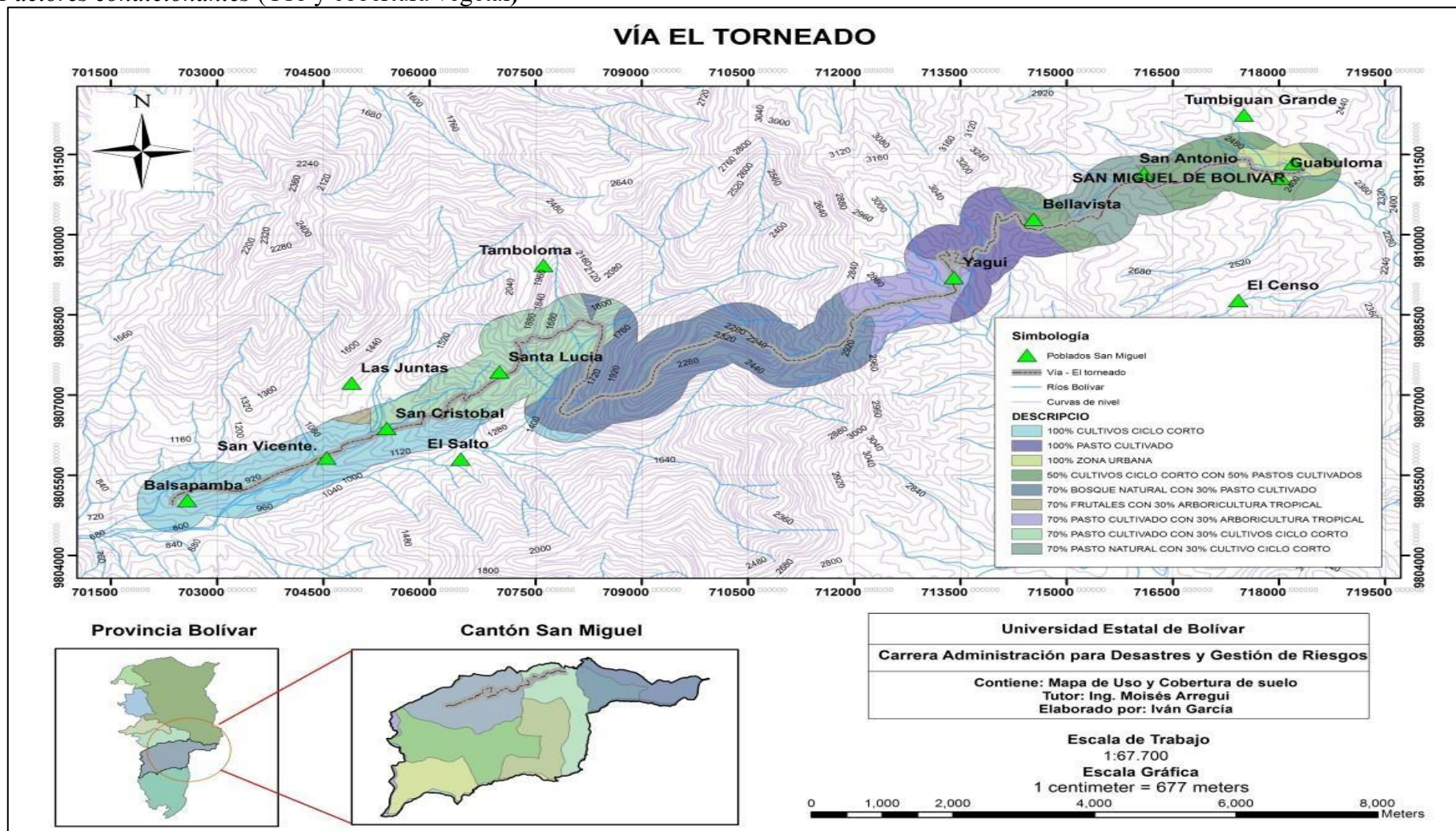
**Nota:** La tabla indica las características de pendientes del tramo de la vía El Torneado

### **Interpretación**

En la extensión de nuestra vía de estudio se encuentra el factor de pendientes, que se clasifica en tres pendientes media 5° - 15° con una extensión 0.98km<sup>2</sup> con un 4.15% de la vía, pendiente fuerte 15° - 25° con una extensión 3.46km<sup>2</sup> con el 14.66% de la vía, pendiente escarpada 25° - 45; es decir, mayor extensión con el 18.4km<sup>2</sup> con un 77.97% de la vía, y > 45° muy escarpada que es bajo 0.76km<sup>2</sup> con un 3.22 %

## Mapa 4

Factores condicionantes (Uso y cobertura vegetal)



**Nota:** El mapa indica las características de uso de suelo y cobertura vegetal del tramo de la vía El Torneado



**Tabla 8***Factores condicionantes (uso y cobertura del suelo)*

| FACTORES CONDICIONANTES        |  |                           |             |
|--------------------------------|--|---------------------------|-------------|
|                                | Descripción  | Extensión km <sup>2</sup> | Porcentaje  |
| Uso y<br>cobertura de<br>suelo | 70% Bosque natural con 30% pasto cultivado         | 6.29                      | 26.65       |
|                                | 100% cultivos ciclo corto                          | 4.61                      | 19.53       |
|                                | 50% cultivos ciclo corto con 50% pastos cultivados | 2.73                      | 11.57       |
|                                | 70% frutales con 30% arboricultura tropical        | 0.09                      | 0.38        |
|                                | 100% pasto cultivado                               | 2.22                      | 9.41        |
|                                | 70% pasto cultivado con 30% cultivos ciclo corto   | 3.8                       | 16.10       |
|                                | 70% pasto cultivado con 30% arboricultura tropical | 1.5                       | 6.36        |
|                                | 70% pasto natural con 30% cultivo ciclo corto      | 1.6                       | 6.78        |
|                                | 100% zona urbana                                   | 0.76                      | 3.22        |
|                                |  |                           | <b>23.6</b> |

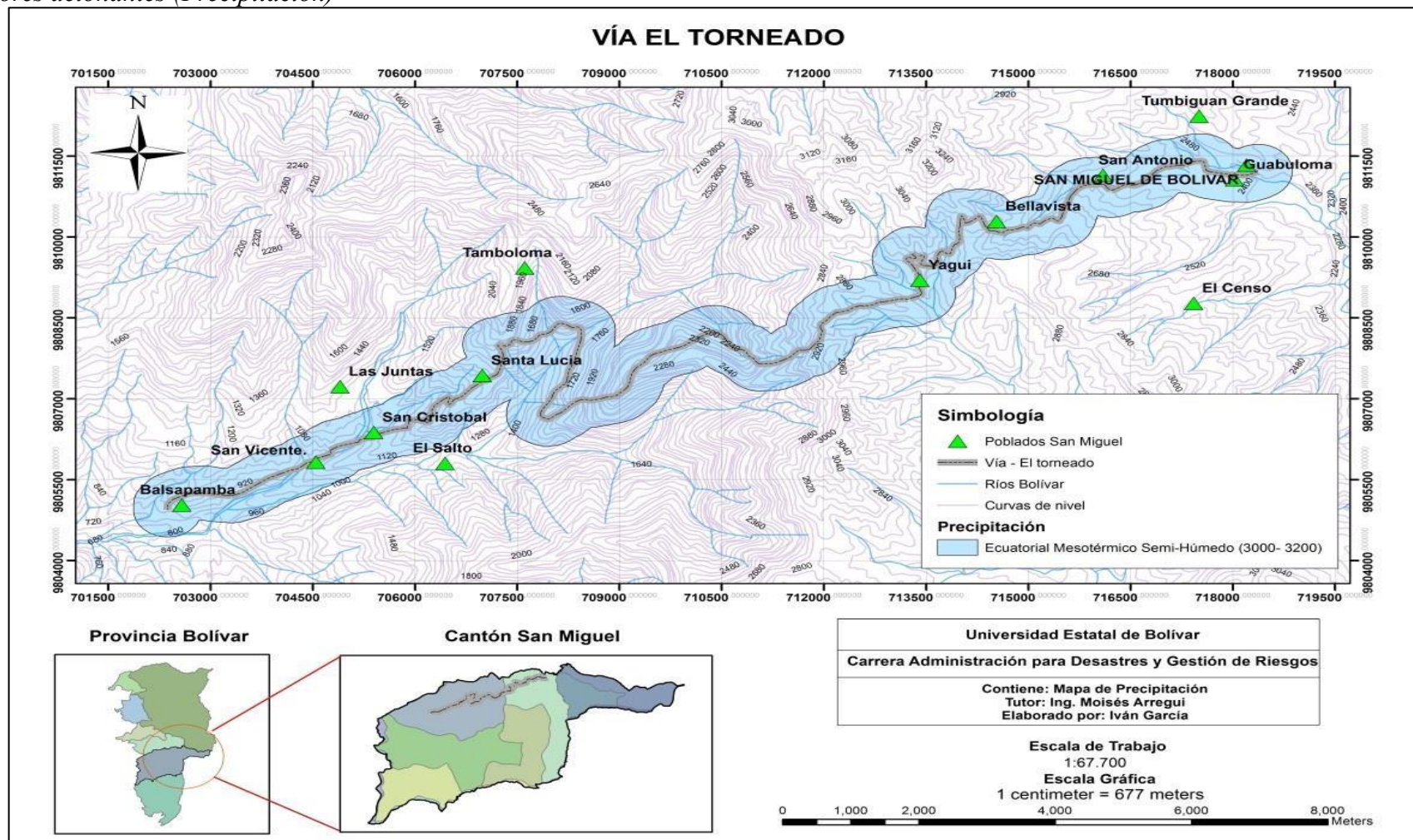
**Nota:** La tabla indica las características de uso de suelo y cobertura vegetal del tramo de la vía El Torneado

### Interpretación

El mapa 4 indica como resultado un porcentaje predominante de 26.65% y una extensión de (6.29km<sup>2</sup>) que pertenece a la característica de 70% bosque natural con 30% pasto cultivado, seguido de un 19.53 % cuya vegetación son cultivos de ciclo corto con una extensión (4.61km<sup>2</sup>) y bajos porcentajes de 0.38%, que pertenece a características frutales y arboricultura tropical con una extensión (0.09 km<sup>2</sup>)

## Mapa 5

### Factores detonantes (Precipitación)



**Nota:** El mapa indica las características de precipitación del tramo de la vía El Torneado

**Tabla 9**

*Factores detonantes (precipitación)*

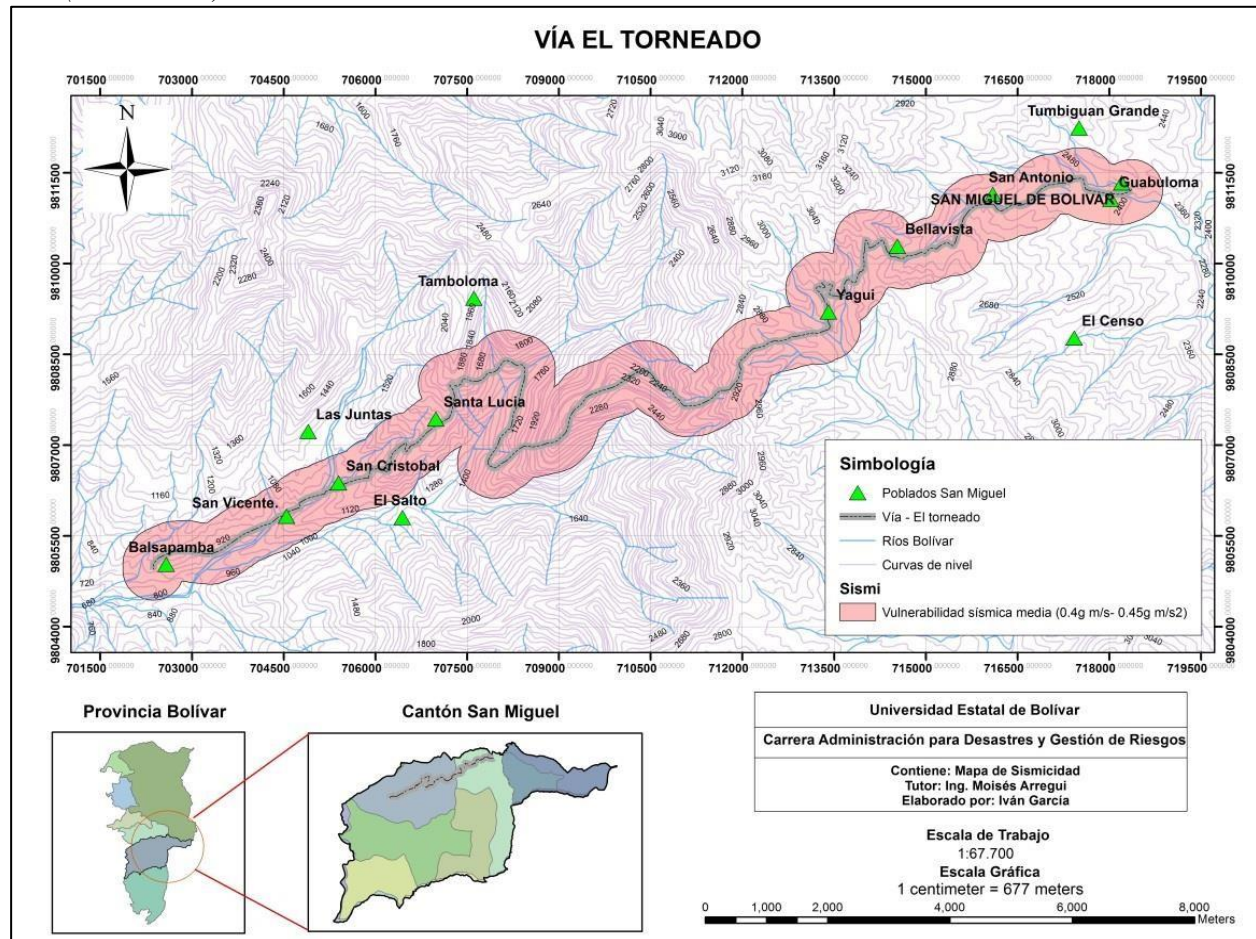
| <b>FACTORES DETONANTES</b> |             |               |            |
|----------------------------|-------------|---------------|------------|
|                            | Descripción | Extensión km2 | Porcentaje |
| Precipitación              | 3000 - 3200 |               | 23.6       |
|                            |             |               | 100        |
|                            |             | <b>23.6</b>   | <b>100</b> |

**Nota:** La tabla indica las características de precipitación del tramo de la vía El Torneado **Interpretación**

En la vía de Torneado, según estudios y al monitorio de la precipitación tomando en cuenta como un factor

## Mapa 6

### Factores detonantes (Sismicidad)



**Nota:** El mapa indica las características de sismicidad del tramo de la vía El Torneado

**Tabla 10**

*Factores detonantes (sismicidad)*

| <b>FACTORES DETONANTES</b> |              |               |            |
|----------------------------|--------------|---------------|------------|
|                            | Descripción  | Extensión km2 | Porcentaje |
| Sismicidad                 | 0.4g - 0.45g | <b>23.6</b>   | <b>100</b> |

**Nota:** La tabla indica las características de sismicidad del tramo de la vía El Torneado

### **Interpretación**

El Factor de sismicidad refiere para toda la zona en la que se encuentra acentuada la vía, dado que a nivel nacional las zonificaciones de sismicidad tienen cubren grandes extensiones, la vía de Torneado, según el factor Z de la norma Técnica de Construcción posee un valor de 0.4g – 0.45g, lo que significa una vulnerabilidad sísmica media.



#### 4.2 Resultados del Objetivo II: Índice de susceptibilidad a deslizamientos en el tramo de la vía El Torneado perteneciente al cantón San Miguel.

Para obtener el índice de susceptibilidad a deslizamientos se aplicó la metodología de Mora Vahrson para evaluar las susceptibilidades de deslizamientos, así mismo, la aplicación de diferentes metodologías para la mitigación de riesgos da inicio cuando se presenta escenarios peligrosos para la población aledaña, una de las problemáticas que se da a nivel mundial son los movimientos de remoción en masa para lo cual ello la metodología mora Vahrson se caracteriza por identificar el grado de susceptibilidad de las unidades geológicas. Cabe destacar que esta metodología sirve para realizar zonificación de susceptibilidad a deslizamientos donde se destacan los factores condicionantes y detonantes todos estos a escala 1:25:000.

**Tabla 11**

*Clasificación de los factores condicionantes y detonantes*

| TIPO          | PARÁMETRO         | PORCENTAJE% |
|---------------|-------------------|-------------|
| CONDICIONANTE | Geología          | 30          |
|               | Geomorfología     | 20          |
|               | Pendiente         | 30          |
|               | Cobertura vegetal | 20          |
| DETONANTE     | Precipitación     | 70          |
|               | Fallas geológicas | 30          |

**Nota:** La tabla indica las ponderaciones de los factores aplicados en la metodología

Mora Vahrson

La metodología resulta aplicable en aspectos de las vías en desarrollo debido a las variables morfológicas para verificar puntos de inestabilidad en laderas.

### **Susceptibilidad por factores condicionantes.**

Factor geológico. – Metasedimentitas, cámbricas, ordovivias, sedimentitas devinicas, carboníferas, sedimentitas permiascas, aluviones recientes, terrazas aluviales.

Factor geomorfológico. - sierra desnuda, abanico aluvial antiguo, couse aluvial, espolón alto de longitud larga, espolón moderado de longitud larga.

Factor cobertura. - el hecho de que exista cobertura vegetal ayuda con la estabilidad superficial y evitar su degradación constante, en caso de que no presente estos factores externos influye de manera negativa sobre él.

Factor pendiente. - se logra ponderar en muy baja (0-7%), baja (7-12%), mediana (12-25%), alta (25-50%) y muy alta (50-100%).

### **Susceptibilidad pro factores desencadenantes**

Factor de sismicidad. - la zona de estudio debe presentar antecedentes tomadas del instituto geofísico (IGEPN)

Factor de pluviosidad. Se consulta en las estaciones de monitoreo

La aplicación de fórmulas:

**Ecuación 1.** Factor detonante  $FD=(sis*0.3) +(pre *0.7)$

Dónde:

Sis: sismicidad

Pre: precipitación

**Ecuación 2.**  $FC=(geo*0.3) +(gmor*0.2) +(cbve*0.2)+(pen*0.3)$

Dónde:

Geo: geología

Gmor: geomorfología

Cbve: cobertura

Pen: pendiente

Ecuación 3  $S = Fc + Fd$

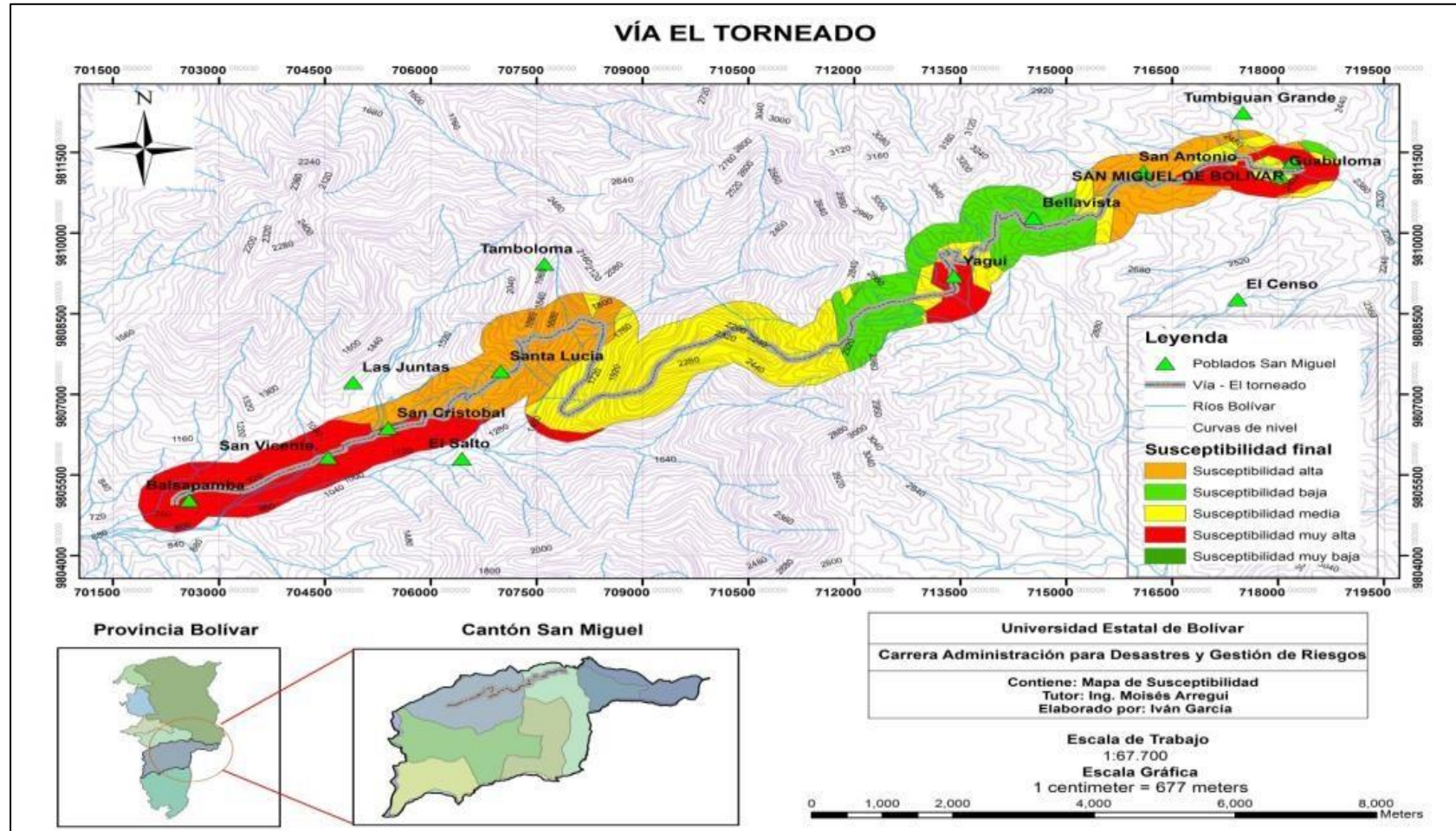
S: índice de susceptibilidad

Fc: Factor condicionante

Fd: Factor detonante

## Mapa 7

### Susceptibilidad a deslizamientos



**Nota:** El mapa indica la susceptibilidad final de deslizamientos del tramo de la vía El Torneado

**Tabla 12**

*Susceptibilidad a deslizamientos*

| <b>SUSCEPTIBILIDAD A<br/>DESLIZAMIENTOS</b> |             |            |
|---|-------------|------------|
| Descripción                                 | Km2         | Porcentaje |
| Muy baja                                    | 2.4         | 10.02      |
| Baja  | 3.5         | 15.03      |
| Media                                       | 4.2         | 17.81      |
| Alta  | 4.8         | 20.32      |
| Muy Alta                                    | 8.7         | 36.8       |
| <b>Total</b>                                | <b>23.6</b> | <b>100</b> |

**Nota:** El mapa indica la susceptibilidad final de deslizamientos del tramo de la vía El Torneado

### **Interpretación**

Se tomó en consideración un área de intervención de 500m de distancia a cada lado de la vía para realizar el modelamiento de la susceptibilidad de deslizamientos, dentro de toda la extensión de intervención de 23.6km<sup>2</sup> resultó que, la susceptibilidad muy baja posee una extensión de 2.4km localizada en la zona media de la vía, susceptibilidad baja una extensión de 3.5km<sup>2</sup> que igual forma se encuentra en la zona media de la vía, susceptibilidad media una extensión de 4.2km<sup>2</sup> que se encuentra en la zona baja de la vía, susceptibilidad alta una extensión de 4.8km<sup>2</sup> y con la mayoría de extensión de 8.7km<sup>2</sup> que representa el 36.8% de la extensión total posee una susceptibilidad muy alta a deslizamientos.

**4.3 Resultados del Objetivo III: Establecer medidas de reducción de riesgo de deslizamiento en el tramo de la vía El Torneado**

**Tabla 13**

*Plan de acción de reducción de riesgos*

| <b>ZONA DE RIESGO</b>  | <b>DE MEDIDAS PROSPECTIVAS</b>   | <b>MEDIDAS CORRECTIVAS</b>                                     | <b>MEDIDAS REACTIVAS</b>                                 | <b>APORTE/BE NEFICIO</b> | <b>RESPONSABLES COLABORADORES</b>  | <b>Y/O COSTO ESTIMADO</b> |
|--|--|--|--|--------------------------|--|---------------------------|
| Recintos:<br>Balsapamba<br>El Torneado<br>La Jungla<br>Las Peñas | Planificación del ordenamiento territorial con inclusión de Gestión de Riesgos | del Mayor momento con permisos construcción en zonas de riesgo | control al Conocer probables pérdidas de infraestructura | Vulnerabilidad de física | GAD provincial de Bolívar<br>GAD cantonal San Miguel de Bolívar<br>GAD Parroquial Balsapamba | 10.000 USD                |
|  | Promover una cultura de Riesgos a través                                       | Crear puntos de encuentro y evacuación en caso de              | Activación inmediata del COPAE (Comisión Parroquial      | Vulnerabilidad física,   | COLABORADORES:<br>Junta directiva de los recintos<br>GAD provincial de Bolívar               | 50.000 USD                |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>de la organización social la ocurrencia de un deslizamiento.</p> <p>Capacitación en temas de Gestión de riesgos con enfoque en deslizamientos.</p> <p>Incentivar la integración de la Gestión de Riesgos en los micro negocios del sector.</p> <p>Contar con planes de emergencia familiares.</p> <p>Evitar la tala de árboles en el sector.</p> <p>Realizar simulacros ante deslizamientos.</p> | <p>Emergencias) social</p> <p>COE (Comité de Operaciones de Emergencias)</p> <p>social ambiental.</p> <p>de</p> <p>Servicio nacional de Gestión de Riesgo y Emergencias</p> <p>COLABORADORES:</p> <p>Junta directiva de los recintos La Jungla y Las Peñas</p> | <p>y GAD cantonal San Miguel de Bolívar</p> <p>GAD Parroquial Balsapamba</p> |
|---|--|--|

|  |  |   |                       |  |            |
|--|--|---|-----------------------|--|------------|
| Construir obras físicas de mitigación en las zonas susceptibles a deslizamientos | Construcción de muros de contención en la parte posterior de las viviendas.              | Planificación sobre los posibles escenarios futuros de riesgo ante deslizamientos.                  | Vulnerabilidad física | GAD provincial de Bolívar                            | 35.000 USD |
|  | Construcción de drenajes de aguas (tuberías o zanjas) para evitar la filtración de agua. | Disminución del nivel de riesgos ante deslizamientos, por consiguiente, existen menos afectaciones: |                       | GAD cantonal San Miguel de Bolívar                   |            |
|  | Evitar vivir en un lugar no afectado anteriormente por deslizamientos                    | Físicas, sociales, ambientales y económicas.  |                       | GAD Parroquial Balsapamba                            |            |
|  | Realizar terraceo en los puntos más críticos del sector.                                 |   |                       | Servicio nacional de Gestión de Riesgo y Emergencias |            |
|  | Sembrar plantas nativas del lugar con raíces profundas para                              |   |                       | Ministerio del Ambiente y Transición Ecológica       |            |
|  |  |   |                       | COLABORADORES:                                       |            |



|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | evitar la erosión del suelo   |  | Junta directiva de los recintos que están dentro del área de influencia |
| Establecer convenios interinstitucionales entre las organizaciones | Crear proyectos de Poca extensión de reforestación en áreas afectadas por deslizamientos. | Vulnerabilidad territorial expuesta a desastres social, económica y ambiental. | GAD provincial de Bolívar 5.000 USD                                     |
|  | Implementar proyectos de inclusión económica y social.                                    | Participación de grupos vulnerables en actividades de                          | GAD cantonal San Miguel de Bolívar                                      |
|  | Generar proyectos orientados al tratamiento y potabilización del recurso hídrico.         | reducción de riesgos ante deslizamientos                                       | GAD Parroquial Balsapamba   |
|  |   |  | Servicio nacional de Gestión de Riesgo y Emergencias                    |
|  |   |  | Ministerio del Ambiente (MAE)   |
|  |   |  | Ministerio de Inclusión Social y Económica                              |

---

COLABORADORES:

Junta directiva de los  
recintos La

Jungla y Las Peñas

TOTAL, DE COSTO ESTIMADO

91.000 USD

---

**Nota: la tabla indica:** El plan de acción de reducción de riesgos a nivel interinstitucional-comunitario

**Tabla 14**

Plan de intervención de las medidas según el plazo de ejecución

| <b>Cronograma de ejecución a corto plazo</b>   |                                      |                            |
|--|--------------------------------------|----------------------------|
| <b>Medida</b>  | <b>Aportante</b>                     | <b>Tiempo de ejecución</b> |
| Mayor control al momento de otorgar permisos de construcción en zonas de riesgo                  | Gobiernos Autónomos Descentralizados | 6 meses                    |
| Evitar vivir en un lugar no afectado anteriormente por deslizamientos                            | Gobierno Provincial y Cantonal       | 6 meses                    |
| Sembrar plantas nativas del lugar con raíces profundas para evitar la erosión del suelo          | Gobierno Provincial y Cantonal       | 6 meses                    |
| Evitar la tala de árboles en el sector.  | Gobierno parroquial                  | 6 meses                    |
| Realizar simulacros ante deslizamientos.   | Gobierno parroquial                  | 6 meses                    |
| <b>Cronograma de ejecución a mediano plazo</b>   |                                      |                            |
| <b>Medida</b>  | <b>Aportante</b>                     | <b>Tiempo de ejecución</b> |
| Crear puntos de encuentro y rutas de evacuación en caso de la ocurrencia de un deslizamiento.    | Gobierno Provincial y Cantonal       | 1 año                      |
| Realizar terraceo en los puntos más críticos del sector.   | Gobiernos Autónomos Descentralizados | 1 año                      |
| Crear proyectos de reforestación en áreas afectadas por deslizamientos.                          | Gobierno parroquial                  | 1 año                      |
| Incentivar la integración de la Gestión de Riesgos en los micro negocios del sector.             | Gobierno parroquial                  | 1 año                      |
| <b>Cronograma de ejecución a largo plazo</b>   |                                      |                            |
| <b>Medida</b>  | <b>Aportante</b>                     | <b>Tiempo de ejecución</b> |
| Capacitación en temas de Gestión de riesgos con enfoque en deslizamientos.                       | Gobiernos Autónomos Descentralizados | 3 años                     |
| Construcción de drenajes de aguas lluvias (tuberías o zanjas) para evitar la filtración de agua. | Gobierno                             | 3 años                     |

|   |                                      |        |
|---|--------------------------------------|--------|
|   | Provincial y Cantonal                |        |
| Implementar proyectos de inclusión económica y social.                            | Gobierno parroquial                  | 3 años |
| Generar proyectos orientados al tratamiento y potabilización del recurso hídrico. | Gobiernos Autónomos Descentralizados | 3 años |
| Contar con planes de emergencia familiares.                                       | Gobierno cantonal                    | 3 años |

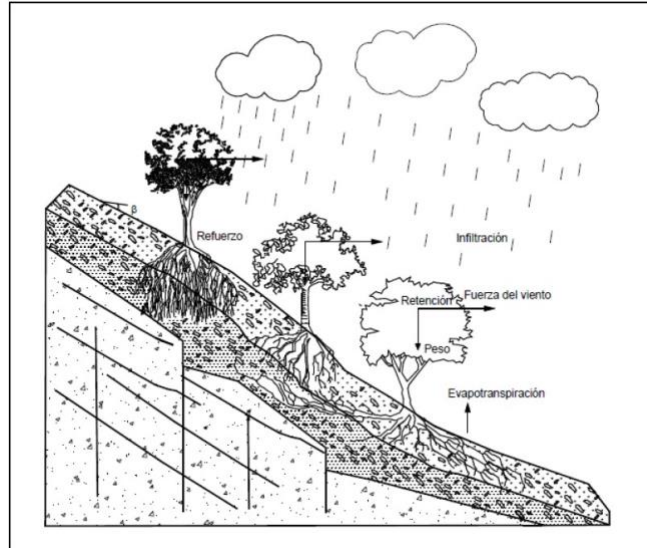
**Nota:** la tabla indica un cronograma tentativo con tiempos y responsables de cada actividad.

### **Medidas de mitigación**

- Cuidar bosques, evitar destrucción y tala indiscriminada.
- No realizar quema de vegetación como técnica de cultivo de la tierra
- Plantar vegetación de rápido crecimiento
- Realizar andenes o terrazas escalonadas para cultivo en terrenos con pendientes
- Evitar el sobrepastoreo

## Ilustración 11

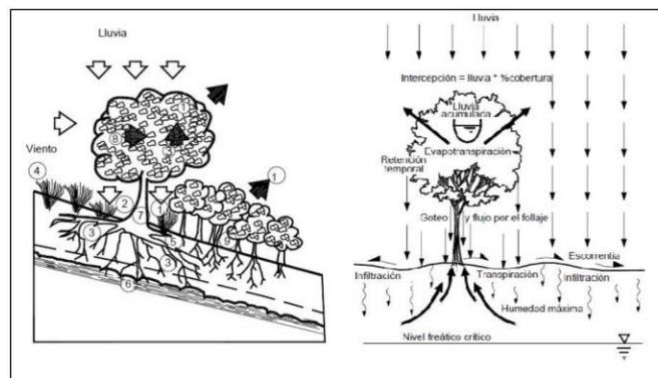
*Medidas de mitigación basadas en ecosistemas*



**Nota:** La ilustración 11 indica las medidas de mitigación basadas en ecosistemas tomado de (García, 2016, p. 6)

## Ilustración 12

*Medidas de mitigación para retención del agua*

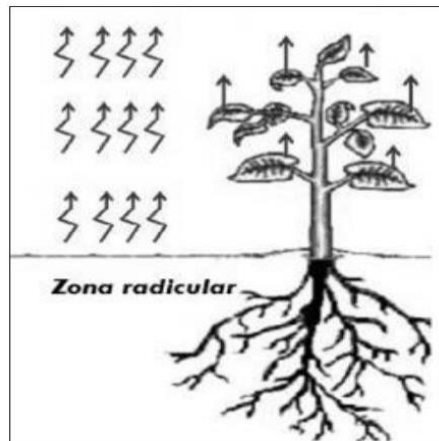


**Nota:** La ilustración 12 indica las medidas de mitigación basadas en ecosistemas para la retención, tomado de (Ledesma, 2017, p. 76)

Cuando existe una precipitación el agua que cae su intensidad y volumen es retenida por el follaje de las plantas esto varía según el tipo de vegetación y sus características.

### **Ilustración 13**

*Medidas de mitigación para la evapotranspiración*

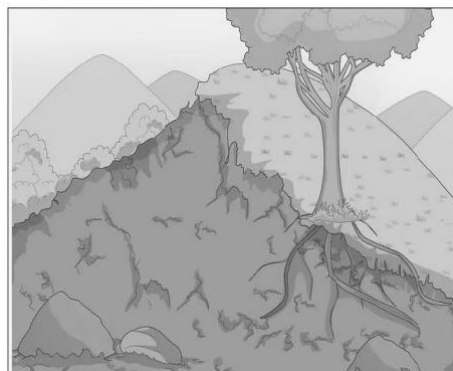


**Nota:** La ilustración 13 indica las medidas de mitigación basadas en ecosistemas para evapotranspiración, tomado de (Mora, 2017, p. 34)

Reduce la humedad en el suelo depende de las características de la vegetación mantiene la humedad en límites menores que la saturación mejorando la estabilidad del talud

### **Ilustración 14**

*Medidas de mitigación para el control de la erosión*

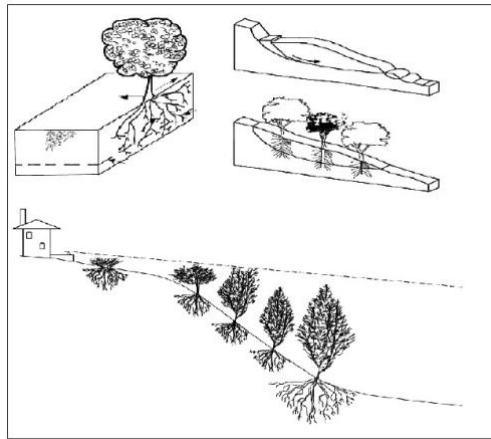


**Nota:** La ilustración 14 indica las medidas de mitigación basadas en ecosistemas para erosión, tomado de (Romero, 2016, p. 76)

Debido a la deforestación aumenta la erosión del suelo causando su degradación., el cultivo intercalado, cultivo de árboles, mantener hierbas o malezas ayudan para la prevención de la erosión.

### **Ilustración 15**

*Medidas de mitigación para el control de la erosión*



**Nota:** La ilustración 15 indica las medidas de mitigación basadas en ecosistemas para la resistencia del suelo, tomado de (Romero, 2016, p. 76)

La morfología y distribución de las raíces de los árboles determina la resistencia del suelo estas aumentan la resistencia de 3 a 4 veces, las raíces de diámetro superior resisten menos.

## 5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- De las características biofísicas que presenta el tramo El Torneado, los factores más predominantes son los siguientes; a) Geología: las lavas andesitas y tobas volcanoplastos con un porcentaje del 53.39%; b) Geomorfología; relieve montañoso con un porcentaje de 18.78%. Los factores condicionantes que más predominan son; a) Pendiente: escarpada de 35°- 45° un 18.4%; b) Uso y cobertura vegetal es un bosque natural y pasto natural con el 6.29%; c) precipitación: oscila de 3000-3200 mm<sup>3</sup> el 23.6%; d) sismicidad: vade 0.4 g - 0.45 g con 23.6%.
- El índice de susceptibilidad a deslizamientos se estimó con la metodología Mora Vahrson, consideró un área de intervención de 500 m de distancia a cada lado de la vía para realizar el modelamiento de la susceptibilidad de deslizamientos, la susceptibilidad baja presenta una extensión de 1.8 Km y se localiza en la zona media de la vía, la susceptibilidad baja presenta una extensión de 2.7km y también se encuentra en la zona media de la vía; susceptibilidad media tiene una extensión de 3.2km y se encuentra en la zona baja de la vía. La mayor extensión con 6.61km, que representa el 36.8% de la extensión total, posee una susceptibilidad muy alta a deslizamientos.
- Las medidas de reducción de riesgo ante deslizamientos se consideró los componentes de la gestión de riesgo de desastres, que comprenden tres etapas; 1) análisis de riesgo, 2) reducción de riesgos, manejo y recuperación de eventos



adversos. Se estableció la zona de riesgo, medidas prospectivas, correctivas, reactivas, aporte/beneficiarios, responsables y los costos estimados.

## 5.2 Recomendaciones

- Ante la ocurrencia de un evento peligroso, la comunidad se organice y ejecute planes de contingencia, pues los deslizamientos pueden afectar a los medios de vida; además, es importante mencionar que el sector rural es el que provee alimentos al sector urbano y un impacto negativo incidiría directamente en el aumento de precios de los productos.
- A través de la organización y los procesos participativos se debe añadir al sistema descentralizado de gestión de riesgos, para tener una representatividad y exigir la atención e inversión de las autoridades en beneficio colectivo.
- Considerar esta investigación para tomar acciones pro activas para reducir la vulnerabilidad e impedir gastos imprevistos, a causa de la presencia de eventos peligrosos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aleoti, O. (2019). *Fenòmenos de remociòn en masa. Factores desencadenantes-Precipitaciones*. Lima: Volumen 3.
- Arguello, Q. (2017). *La gestiòn de riesgo y su aplicaciòn en municipios*. Santiago, Chile: Vol 2.
- Armijos, I. (2015). *Estudio Geodinámico y Geotécnico de la Carretera Cusco-Paruira*. Cusco-Perú.
- Base de Datos Internacional de Desastres. (29 de Junio de 2021). *Sociedad Colombiana de Geología*. Obtenido de Análisis Espacial y temporal de la Ocurrencia de Movimientos en Masa en el Mundo: <https://sociedadcolombianadageologia.org/analisis-espacial-y-temporal-de-laocurrencia-de-movimientos-en-masa-en-el-mundo/>
- Borja, J. (2017). *Evaluaciòn del riesgo por movimientos en masa y generaciòn de medidas de mitigaciòn en la vía Ambato Puyo*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Escuela de Ciencias Geográficas: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8748/MOVIMIENTOS\\_EN\\_MASA\\_VIA\\_AMBATO\\_PUYO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8748/MOVIMIENTOS_EN_MASA_VIA_AMBATO_PUYO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carranza, K. (2018). *El cambio climático. Retos para la humanidad*. Bogotá: Vol. 2.
- Cedeño, L. (2018). *Asentamientos humanos en laderas. nivel de afectaciòn ante movimientos en masa*. Lima: Volumen 5.
- Chambres, U. (2013). *Conceptos de vulnerabilidad. Vulnerabilidad social*. Santiago-Chile: Primera ediciòn.
- Comunidad Andina. (2018). *Glosario de Términos y Conceptos de la Gestión de Riesgo para los Países Miembros de la Comunidad Andina*. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina.

- Correa, C. (2010). *Análisis de la susceptibilidad de los fenómenos de remoción en masa de la carretera Loja- Zamora*. Quito: EPN- EDI.
- Demoraes, J. (2018). *Los deslizamientos y su incidencia en la economía. diagnóstico y propuesta*. Quito: Vol. 1.
- Díaz y Fajardo. (2021). Glosario de Geología. *Revista Ciencias Geológicas* , 23.
- El Universo. (2021). Deslizamientos por lluvias afectan movilidad en diversas vías a nivel nacional; algunas se mantienen cerradas desde el fin de semana. *El Universo*.
- ENAMI EP. (2017). *Ecuador Pais Minero*. Obtenido de PROYECTO EL TORNEADO:  
<https://www.enamiep.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/fichas-ELTORNEADO-IN-SP.pdf>
- Escobar, Y. (2014). *Factores externos e internos de movimientos en masa*. Medellín-Colombia: 1er volumen .
- Espinoza Rodriguez, L. M., Balderas Plata, M. A., & Baro Suarez , J. E. (2018). *El Relieve, factor para la genesis, desarrollo y Gestión de Riesgo*. Mexico: Ciencia ergo sum.
- Franco, A. (2019). Deslizamientos de tierra y su incidencia en el desarrollo social de las comunidades. *Revista Ciencia y Geología*, 86.
- GAD Parroquial Facundo Vela. (2015-2025). Obtenido de  
[http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0260015790001\\_Actualizacion%20PDyOT%20Facundo%20Vela%20final%2014-102015\\_11-50-47.pdf](http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0260015790001_Actualizacion%20PDyOT%20Facundo%20Vela%20final%2014-102015_11-50-47.pdf)

GAD San Miguel. (2020). *Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guaranda*.

Recuperado el 6 de abril de 2022, de Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guaranda: <https://sanmigueldebolivar.gob.ec/index.php>

Gaia, I. (2018). *Geología México*. Obtenido de Obtenido de <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/amontijores/clasare.htm>

Galindo, K. (2018). *Movimientos en masa. Pendientes pronunciadas*. Bogotá-Colombia:

Volumen 2.

Gamboa, N. (2015). *Estudio Geodinámico y Geotécnico de la Carretera*. Cusco-Paruira.

Gonzales & Ortuño. (2008). *Estratigrafía y litología*. México DC.

Guadalupe, L. (2015). *Vulnerabilidad socioeconómica. Infraestructura y servicios públicos*. Riobamba : Volumen 2.

Keefer, K. (2018). *Agentes desencadenantes. Incremento de la sismicidad*. Veracruz: Volumen 2.

LosAndes. (16 de abril de 2022). *Diario Los Andes*. Recuperado el 06 de abril de 2022, de Diario Los Andes: <https://www.diariolosandes.com.ec/convenios-y-nuevasobras-para-potenciar-la-vialidad-de-bolivar/>

Martín, A. (2015). *Universidad de Granada*. Recuperado el 06 de aril de 2022, de Universidad de Granada: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=57356>

Martinez Vega, J. M., Isabel, P. M., & Montejo, J. M. (2020). *Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente*. Madrid: Centro de Ciencias Humanas y Sociales.

Mergili y Marchant. (2018). Causas, características e impacto de los procesos de remoción . *Revista Ciencias Ambientales* , 1-19.

- MTOP. (2022). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Recuperado el 06 de Abril de 2022, de Ministerio de Transporte y Obras Públicas:  
<https://www.obraspublicas.gob.ec/mtop-bolivar-despeja-derrumbes-en-las-vias/>
- Mujica y Pacheco. (2018). Metodología para la generación de un modelo de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, en la cuenca del río Camurí Grande, estado Vargas, Venezuela. *Revista de Investigación*, 75.
- Ochoa, L. (2012). *Hidrología y suelo del páramo*. . Quito.
- Organización de las Naciones Unidas. (03 de Enero de 2020). *América Latina y el Caribe: La segunda región más propensa a los desastres*. Obtenido de Noticias ONU:  
<https://news.un.org/es/story/2020/01/1467501>
- Pandilla, J. (2019). *Ocurrencia de fenómenos climáticos. Fenómeno del niño*. Guayaquil- Ecuador: Volumen 2.
- Pandilla, J. (2019). *Ocurrencia de fenómenos climáticos. Fenómeno del niño*. Guayaquil- Ecuador: Volumen 2.
- PNUD y CEPAL. (2021). Medidas preventivas ante deslizamientos de tierras. Guía práctica para Entes Gubernamentales. *Revista de la Construcción*, 86.
- Popescu, M. (2005). *Estabilidad de suelos. Volumen y energía*. Lima- Perú: 2do editorial.
- Poveda, A. (2018). Ocurrencia de deslizamientos de tierra en vías de segundo orden. *Revista Ciencias y Geología*, 45.
- Ramos Y Trujillo. (2020). Análisis descriptivos de procesos de remoción en masa en Bogotá. *Revista Obras y Proyectos*, 1-13.
- Ramos, L. (2011). *Definiciones de gestión de riesgo de desastres. Mis primeros pasos en la gestión de riesgos*. Bogotá: Vol 1.

Segarra y Montalván. (2022). *Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento por medio del sistema de información geográfica en la parroquia Bulán, Paute.*

Obtenido de Carrera de Ingeniería Ambiental :  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21610/1/UPS-CT009501.pdf>

Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y Emergencias. (2021). *Medidas preventivas*

*frente a inundaciones y deslizamientos*. Obtenido de SNGDR:

<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/medidas-preventivas-frente-a-inundaciones-y-deslizamientos/#:~:text=Recomendaciones%20en%20caso%20de%20deslizamiento&text=Con%20la%20ayuda%20de%20tu,libremente%20y%20no%20se%20filtren.>

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2021). *Eventos naturales*

*ocurridos en el país durante los últimos años*. Quito, Ecuador: Ocurrencia de Eventos Adversos.

SGR. (2022). *Secretaría de Gestión de Riesgos*. Recuperado el 06 de abril de 2022, de

Secretaría de Gestión de Riesgos: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/>

Soarez, L. (2011). *Formas de precipitación*. Monterrey.

Solano y Jiménez. (2019). Medida de reducción de riesgos ante deslizamientos de tierras.

*Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 75.

Suarez & Diaz. (2011). *características de los movimientos en masa. la pendiente.*

Medellín.

Suarez & Diaz. (2018). *Características de los movimientos en masa. Estabilidad de suelos*. Santiago.

Suarez Diaz, J. (2018). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes Tropicales*. Bucaramanga: Ingenieria de Suelos Ltda.

Suarez, J. (2020). *Nomenclatura de los deslizamientos, análisis geotécnico*. Guaranda, Ecuador: Volumen 2.

UNISDR. (2016). *Indicadores y Terminología relacionados con la reducción de Riesgo de Desastres*. Naciones Unidas: Asamblea General.

Wieczorek, W. (2010). *Factores desencadenantes de los fenómenos de movimientos en masa. Factores de caracter internos y externos*. Valencia: 2do editorial.



**ANEXOS:**

Intersección de la vía El Torneado con la Vía Guaranda – Babahoyo – Guayaquil.



**Fecha:** Ene. 2023

Intersección de la vía El Torneado con la Vía Guaranda – Babahoyo – Guayaquil.



**Fecha:** Ene. 2023

Zonas desprotegidas, sin vegetación y con presencia de desplazamiento de tierra.



**Fecha:** Ene. 2023

Zona de pendiente pronunciada con presencia de material flojo



**Fecha:** Ene. 2023

Zona de pendiente pronunciada con sistema de gradas para reducir la presencia de material flojo en la vía



**Fecha:** Ene. 2023