



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
CARRERA ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIEROS EN ADMINISTRACIÓN PARA
DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TÍTULO:

ANÁLISIS MULTICRITERIO DENTRO DE UN SIG PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DEL TAMBO, CANTÓN CHILLANES, PROVINCIA BOLÍVAR.

AUTORES:

VÁSCONEZ URBANO HENRY DAVID

JIBAJA URBANO ANGEL HERNÁN

TUTOR:

ING. LUIS VILLACÍS

GUARANDA-ECUADOR

2020

DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Vásconez Urbano Henry David y Jibaja Urbano Ángel Hernán en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: “ANÁLISIS MULTICRITERIO DENTRO DE UN SIG PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DEL TAMBO, CANTÓN CHILLANES, PROVINCIA BOLÍVAR”, modalidad Proyecto de Investigación, de conformidad con el Art. 14 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 nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior. Los autores declaran 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.

Guaranda, 17 de febrero de 2020

Vásconez Urbano Henry David
CI: 020204967-2
E-mail: henryvz_04@hotmail.com

Jibaja Urbano Angel Hernán
CI: 0202494480
E-mail: angeljibaja109@gmail.com

DEDICATORIA

A mi padre, Walter Rene Vásquez Lara, quien con su carácter ha sabido enseñarme a ser un hombre recto, de valores y principios, guiarme al deporte y siempre brindarme su apoyo incondicional.

A mi madre, Vilma Consuelo Urbano Guerrero, quien me ha demostrado una fortaleza única, perseverancia, quien ha sido mi ejemplo para formarme como persona humilde, respetuosa.

A mi hermano, Ing. Walter Vásquez, quién fue marcando mi futuro con cada paso que daba y me servía como guía para mejorar, por siempre estar presente y brindarme sus mejores enseñanzas de vida.

HENRY DAVID VÁSQUEZ URBANO

El siguiente documento investigativo es dedicado a Dios por brindarme la fuerza, las ganas para poder culminar y lograr obtener el más anhelado propósito.

A mi madre Carmita Urbano, quien ha sido el pilar fundamental dentro de mi vida, la alegría más grande que tengo, mi fuente de inspiración y a quien amo con todas mis fuerzas.

A mi padre Eleuterio Jibaja con quien siempre he contado, la persona que me ha apoyado en cada etapa de mi vida.

A mi hermana Nashely Borja quien ha estado ahí cuando mas la he necesitado, pese a cualquier inconveniente que se nos ha presentado.

Dedico a mis familiares de todo corazón por ese apoyo incondicional con el que siempre he contado.

ÁNGEL HERNÁN JIBAJA URBANO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que me permitió llegar a completar este logro, a mis padres y hermano que son el soporte, la motivación y el motor que necesité para realizarme como persona y como profesional, a mi novia que vamos cumpliendo metas juntos y quien siempre está presente.

Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar y la Carrera de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos, que en este tiempo de estudio me enseñaron amar mi carrera y a buscar siempre un mayor conocimiento para crecer personalmente.

Agradezco a mi tutor Ing. Luís Villacís Msc. Por su tiempo, colaboración y conocimiento que nos brindó durante esta etapa universitaria, a más de ser un gran profesional es una gran persona.

HENRY DAVID VÁSCONEZ URBANO

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por permitir que no me rinda, pese a los obstáculos que se presentan en la vida.

Agradezco a mi madre Elbia Carmita Urbano Guerrero, que ha sido la compañera y el motivo principal para poder cumplir esta etapa de mi vida; siendo mi ejemplo a seguir, enseñándome que con mucho esfuerzo y sacrificio se puede llegar a cumplir todas las metas que se trazan en la vida.

A mi hermana menor María Nashely Borja Urbano; quien se ha convertido en una señorita muy ordenada y responsable, que de a poco esta logrando todos y cada uno de sus propósitos, sintiéndome muy feliz.

A mis familiares que me dieron ese apoyo sincero, motivo inmerso que me llena de mucha satisfacción y felicidad les agradezco mucho.

A mi tutor, Ing. Luis Villacis, quien nos apoyo tanto de estudiantes como al realizar el proyecto de investigación con sus aportes, consejos que han sido de mucha ayuda dentro de lo académico.

A todas y cada una de las personas que aportaron para que este sueño se haga realidad, mis infinitas gracias ya que me sirvió para no rendirme y poder alcanzar este objetivo.

ÁNGEL HERNÁN JIBAJA URBANO

TEMA

Análisis multicriterio dentro de un SIG para la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos, en la parroquia San José del Tambo, Cantón Chillanes, Provincia Bolívar.

CERTIFICADO DEL DIRECTOR**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO,
EMITIDO POR EL TUTOR**

Guaranda, 14 de septiembre 2020

El suscrito Ingeniero Luis Villacis Taco, Director de Proyecto de Investigación de Pre Grado de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente-Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado "ANÁLISIS MULTICRITERIO DENTRO DE UN SIG PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, EN LA PARROQUIA SAN JOSÉ DEL TAMBO, CANTÓN CHILLANES, PROVINCIA BOLÍVAR" Realizado por: **Vásquez Urbano Henry David y Jibaja Urbano Ángel Hernán** 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. LUIS VILLACIS TACO MSC.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación titulado “Análisis multicriterio dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la investigación de zonas susceptibles a deslizamientos, en la parroquia San José del Tambo, cantón Chillanes, provincia Bolívar”, tuvo como finalidad identificar las zonas susceptibles a deslizamientos, en la parroquia San José del Tambo, cantón Chillanes, provincia Bolívar.

La investigación llevada a cabo en la zona de estudio de la parroquia “San José del Tambo”, es de tipo no experimental, basada en la observación del deslizamiento para realizar un análisis multicriterio, partiendo de la información brindada por instituciones como son: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Geográfico Militar (IGM), Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Cantón Chillanes, GAD Parroquia San José del Tambo; reforzadas con el trabajo de campo, conjuntamente con la interpretación de datos, adecuándolas a las metodologías Fuzzy, Saaty y las herramientas del álgebra de mapas de un SIG.

Se determinó que las zonas susceptibles existentes en el sitio de estudio oscilan entre los niveles bajo, medio, alto y muy alto; en vista de que, los elementos expuestos: energía eléctrica tiene un nivel bajo con un número de 508 postes, que corresponden al 54.86%; red de agua SENAGUA con un número de 25 tanques, que representa al 35.21% y las vías con una longitud de 61.14, que constituye el 34.54% tienen un nivel medio, lo que dio paso a establecer medidas de prevención y mitigación ante la amenaza de deslizamientos para minimizar las afectaciones existentes en la zona.

La presente investigación está constituida de la siguiente manera:

CAPITULO I: este capítulo contiene el problema, planteamiento del problema, formulación de objetivos, justificación y limitaciones.

CAPITULO II: se incluye el marco teórico, antecedentes, bases teóricas y definición de términos.

CAPITULO III: se expone el marco metodológico que se utilizó para la investigación, nivel de investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de información, las técnicas de procesamiento y análisis de resultados.

CAPITULO IV: se incluye los resultados obtenidos según los objetivos planteados.

CAPÍTULO V: contiene las conclusiones y recomendaciones

SUMMARY

The research project entitled "Multicriteria analysis within a Geographic Information System (GIS) for the investigation of areas susceptible to landslides, in the San José del Tambo parish, Chillanes canton, Bolívar province", aimed to identify the areas susceptible to landslides. landslides, in the San José del Tambo parish, Chillanes canton, Bolívar province.

The research carried out in the study area of the "San José del Tambo" parish is non-experimental, based on the observation of the landslide to perform a multi-criteria analysis, based on the information provided by institutions such as: National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), Military Geographical Institute (IGM), Decentralized Autonomous Government (GAD) Cantón Chillanes, GAD Parroquia San José del Tambo; reinforced with field work, together with the interpretation of data, adapting them to the Fuzzy, Saaty methodologies and the tools of the map algebra of a GIS.

It was determined that the susceptible areas existing in the study site range between low, medium, high and very high levels; considering that the exposed elements: electric power has a low level with a number of 508 poles, corresponding to 54.86%; SENAGUA water network with a number of 25 tanks, which represents 35.21% and the roads with a length of 61.14, which constitutes 34.54% have a medium level, which gave way to establishing prevention and mitigation measures in the face of the threat of landslides to minimize existing impacts in the area.

This investigation is constituted as follows:

CHAPTER I: this chapter contains the problem, problem approach, goal formulation, justification and limitations.

CHAPTER II: includes the theoretical framework, background, theoretical basis and definition of terms.

CHAPTER III: the methodological framework used for research, level of research, information collection techniques and instruments, processing techniques and results analysis is presented.

CHAPTER IV: the results obtained according to the objectives set are included.

CHAPTER V: contains the findings and recommendations

ÍNDICE

DERECHOS DE AUTOR	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	V
TEMA	VII
CERTIFICADO DEL DIRECTOR	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	IX
SUMMARY	XI
ÍNDICE	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
ÍNDICE DE MAPAS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO I	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2

1.4. Justificación.....	2
1.5. Limitaciones	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.3. BASES TEÓRICAS.....	7
2.3.1. Deslizamientos	7
2.3.2. Susceptibilidad del terreno a deslizamientos	20
2.3.3. Sistema de Información Geográfica (SIG)	22
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	24
2.5. MARCO LEGAL	27
CAPITULLO III.....	32
3. MARCO METODOLÓGICO	32
3.1. Nivel de investigación.....	32
3.2. Diseño.....	32
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.4. Técnicas de procesamiento, análisis de datos y estadístico utilizado	33
3.4.1. Objetivo 1: Determinar mediante el uso de herramientas SIG zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos.	33
3.4.2. Objetivo 2: Caracterizar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamientos.	36

3.4.3. Objetivo 3: Establecer medidas de prevención, mitigación ante la amenaza de deslizamientos.	37
CAPITULO IV	38
4. RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS ..	38
4.1. Resultado objetivo 1: Determinar mediante el uso de herramienta SIG zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos.	38
4.2. Resultado objetivo 2: Caracterizar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamientos.	48
4.3. Resultado objetivo 3: Establecer medidas de prevención, mitigación ante la amenaza de deslizamientos.	54
CAPITULO V	58
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones.....	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Antecedentes de deslizamientos.....	5
Tabla 2 Causas de un deslizamiento	17
Tabla 3 Matriz de Saaty: Vector Propio.....	34
Tabla 4 Caracterización de las zonas susceptibles	35
Tabla 5 Caracterización de los elementos expuestos (servicios básicos) ante la amenaza de deslizamientos.....	36
Tabla 6 Descripción variables usadas	38
Tabla 7 Datos de las zonas susceptibles ante deslizamientos de la Parroquia San José del Tambo	46
Tabla 8 Datos de elementos expuestos energía eléctrica ante la amenaza de deslizamientos de la parroquia San José del Tambo	48
Tabla 9 Datos de los elementos expuestos concesión SENAGUA ante deslizamientos de la parroquia San José del Tambo	50
Tabla 10 Datos de los elementos expuestos vías ante deslizamientos de la parroquia San José del Tambo	52
Tabla 11 Análisis FODA.....	54
Tabla 12 Estrategias de prevención y mitigación ante deslizamientos	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Partes que conforman un deslizamiento.....	9
Gráfico 2 Esquema de caída de rocas y residuos	12
Gráfico 3 Esquema de volcamiento	13
Gráfico 4 Esquema del deslizamiento rotacional.....	14
Gráfico 5 Esquema del deslizamiento translacional	14
Gráfico 6 Esquema del flujo de tierra	15
Gráfico 7 Esquema del flujo de lodo.....	16
Gráfico 8 Esquema de reptación	16
Gráfico 9 Variables usadas.....	39
Gráfico 10 Mapa de pendientes.....	40
Gráfico 11 Precipitación raster.....	40
Gráfico 12 Distancia euclideana ríos y vías	41
Gráfico 13 Raster ríos y vías	42
Gráfico 14 Ríos y vías normalizados	43
Gráfico 15 Pendientes, precipitación, uso y cobertura del suelo normalizados.....	44
Gráfico 16 Obtención de la susceptibilidad	45

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Zonas susceptibles ante deslizamientos de la Parroquia San José del Tambo.....	47
Mapa 2 Elementos expuestos energía eléctrica ante deslizamientos de la Parroquia San José del Tambo	49
Mapa 3 Elementos expuestos concesión SENAGUA ante deslizamientos de la Parroquia San José del Tambo	51
Mapa 4 Elementos expuestos vías ante deslizamientos de la Parroquia San José del Tambo	53

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo ha presenciado diferentes tipos de amenazas tales como deslizamientos de tierra, huracanes, terremotos, erupciones volcánicas, entre otros; poniendo en peligro la vida y las fuentes de ingreso de las poblaciones vulnerables. Debido al crecimiento poblacional y al cambio climático, en el futuro se incrementará la presencia de grandes desastres. (GOAL, 2015)

En el Ecuador existen deslizamientos naturales y antrópicos, provocando daños materiales y pérdidas de vida. Estos tipos de deslizamientos son ocasionados por fenómenos internos y factores ambientales como son: pendientes, tipo de suelo, clima, movimientos sísmicos, y por la mano del hombre, que realiza diferentes actividades como la construcción de caminos, produciendo debilidad del suelo. (Lozano, P.; Bussmann, R., 2005)

La presente investigación tiene como finalidad la determinación de zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos a través del uso de herramientas SIG, se caracterizará los elementos expuestos ante esta amenaza, de modo que se establecerá medidas de prevención y mitigación para minimizar pérdidas económicas, de vida humana, de infraestructuras (viviendas, carreteras, escuelas, etc.)

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La parroquia San José del Tambo por formar parte del subtrópico se ve afectada por la amenaza de deslizamiento, observándose sus efectos principalmente en la vialidad entre la cabecera parroquial y la cabecera cantonal de Chillanes; lo que perjudica directamente a la economía de los pobladores, debido a que no pueden comercializar sus productos; ya que el principal sustento económico depende de la agricultura (cacao, banano, naranja, mandarina, caña de azúcar y sus derivados, etc.)

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), proporcionado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Rural de San José del Tambo (GADR San José del Tambo), la parroquia por tener una topografía con laderas de fuertes pendientes, un clima húmedo y presencia de erosión, debilitan al suelo, lo que provoca que la amenaza de deslizamiento en los últimos años sea más perjudicial para los pobladores, afectando a la economía, bienes y vialidad.

La falta de información técnica sobre deslizamientos en las vías y el desconocimiento de la población en cuanto se refiere al tema de gestión de riesgos y de deslizamientos es evidente; por lo que es importante identificar y determinar las zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamiento, para establecer medidas de prevención y mitigación que contribuyan al mejoramiento vial y económico del sector.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles zonas son susceptibles a deslizamientos en la Parroquia San José del Tambo, Cantón Chillanes, Provincia Bolívar?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Identificar las zonas susceptibles a deslizamientos, en la Parroquia San José del Tambo, Cantón Chillanes, Provincia Bolívar.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar mediante el uso de herramientas SIG zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos.
- Caracterizar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamientos.
- Establecer medidas de prevención, mitigación ante la amenaza de deslizamientos.

1.4. Justificación

El proyecto de investigación se desarrolla en base al análisis multicriterio dentro de un SIG para la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos, debido a que el mismo permite analizar, evaluar y dar posibles soluciones a las distintas variables del problema, permitiendo una toma de decisiones acertadas.

Es importante realizar el proyecto de investigación, debido a que en la parroquia “San José del Tambo”, por su ubicación geográfica cuenta con fuertes pendientes, a causa de ello, la investigación tiene gran relevancia para la población en estudio, ya que será de gran utilidad en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos, preparando así a la población

afectada a dichos eventos naturales, donde puedan tener una respuesta efectiva, mejorar su economía, educación y salud, que son vulnerados en época invernal.

Partiendo del presente proyecto investigativo las autoridades del GAD Parroquial San José del Tambo podrán implementar medidas de prevención y mitigación basándose en la zonificación y así actuar de una manera eficaz, brindando seguridad y confianza a los habitantes del sector

La Universidad Estatal de Bolívar se beneficiará mediante la obtención de una base de datos de las zonas susceptibles a deslizamientos de la parroquia San José del Tambo, para que las futuras generaciones de estudiantes de la carrera de Gestión de Riesgos tengan información relevante al tema y puedan realizar futuras investigaciones adaptándolas, modificándolas y mejorar la información propuesta en este proyecto investigativo.

1.5. Limitaciones

- Desinterés de los pobladores para brindar información necesaria para realizar el trabajo investigativo.
- Debido a que los pobladores trabajan en sus cultivos existe una complejidad para encontrarles en sus hogares.
- Debido a la pandemia del COVID-19 que afectó a nivel mundial, se vieron restringidos los transportes públicos y privados, por ende, no se pudo regresar a la zona de estudio; dificultando la investigación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

San José del Tambo es la única parroquia rural del cantón Chillanes, nombrada así en el año de 1947. Las personas que transitaban por el lugar de la Sierra a la Costa y viceversa; tomaban un descanso en el sector debido a las largas horas de camino, poco a poco las personas iban quedándose en el lugar, formando una pequeña población.

Factores como el clima cálido y la tierra fértil hacen que sus habitantes sepan aprovechar de los mismos para producir una gran variedad de productos; los más nombrados son: el cacao, el café, la caña de azúcar (de la que se producen panela), alcohol y más cultivos de los que se obtiene el sustento de cada día.

Por conflictos existentes con las provincias de Guayas y Los Ríos algunas comunidades y recintos desconocen su pertenencia. En consecuencia, se ha trabajado conjuntamente con el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Chillanes (GADMCH) y con la Secretaría Técnica del Comité Nacional de Límites Internos (CONALI) para la determinación de recintos y comunidades dentro de esta zona.

La parroquia San José del Tambo está ubicada en X: 695954m y Y: 9783726m (Coordenadas UTM-17S), cuenta con 7000 habitantes aproximadamente, su temperatura oscila entre los 18°C y los 26°C, tiene una altitud de entre los 60 a 2.900 m.s.n.m., sus límites parroquiales son: **Al norte:** por el río Changuil, **Al sur:** Guayas y Chimborazo, **Al este:** Chillanes **Al oeste:** Los Ríos y Guayas; la parroquia posee 57 recintos/comunidades. A continuación, se detalla los deslizamientos existentes desde el año 2017 hasta la actualidad.

Tabla 1**Antecedentes de deslizamientos**

Sector	Evento	Causa	Fecha	Hora
Comunidad Margarita- Dulcepamba -Limón- San Pablo de Amalí	Deslizamiento	Lluvias	12/02/2017	3:00:00
Comunidad El Recreo vía a la Comunidad El Naranjal	Deslizamiento	Lluvias	15/02/2017	8:00:00
Comunidad Margarita- Limón	Deslizamiento	Lluvias	09/01/2017	5:30:00
San Vicente-Limón, Vía Chillanes- San José del Tambo	Deslizamiento	Lluvias	22/02/2018	8:54:00

Fuente: (GAD Cantón Chillanes, 2020)

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

2.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación abordará teorías y conceptos epistemológicos de diferentes autores como: Quesada, (2015) menciona que para la determinación de las zonas susceptibles ante un deslizamiento es necesario comprender las formas de relieves con una homogeneidad relativa, con respecto a su génesis, dinámica, evolución y morfología. De tal manera el aporte científico que brinda es un análisis de mapas geomorfológicos y de zonificación con respecto a deslizamientos.

Barrantes, G.; Quesada, A., (2017) mencionan que los riesgos extensivos aumentan por diferentes factores como la degradación ambiental, la pobreza, la desigualdad; las vulnerabilidades de los medios de vida rurales siendo estas las que ocasionan que existan zonas susceptibles ante deslizamientos. Teniendo en consideración el aporte que brinda es la aplicación de variables como son el modelo de elevación del terreno y precipitaciones afectando directa e indirectamente a los pobladores.

Español, (2017) señala que para que se generen movimientos en masa es necesaria la presencia de factores condicionantes (laderas, pendiente, relieve y vegetación) y detonantes (precipitación, actividad sísmica y antrópicas). Por consiguiente, la contribución del mismo es la utilización y aplicación de factores similares para la identificación de las zonas susceptibles.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Deslizamientos

Los deslizamientos de tierra son un desastre geológico destructivo que afectan a las personas causando daños materiales y pérdidas de vida. Los deslizamientos consisten en movimientos de masas de rocas, residuos, tierra que van hacia abajo de un talud; provocando cambios en la morfología del terreno, daños en infraestructuras, daños ambientales, bloqueos de vías, ríos, etc. (Suárez, 2009)

Según la Universidad de Costa Rica, (2014) indica que un deslizamiento es un movimiento de masa; ya sea esta, masa de suelo, de roca sólida o combinadas. Los movimientos de masa se dividen en tres tipos fundamentales:

- **Desprendimientos:** Es cuando el movimiento implica la caída libre de fragmentos sueltos de cualquier tamaño, comúnmente se presenta en pendientes muy empinadas donde el material no puede adherirse a la superficie.
- **Deslizamientos:** Es cuando el material se mueve a lo largo de la superficie, como puede ser: una falla.
- **Flujo:** Es cuando el material saturado con agua, se desliza pendiente abajo en forma viscosa.

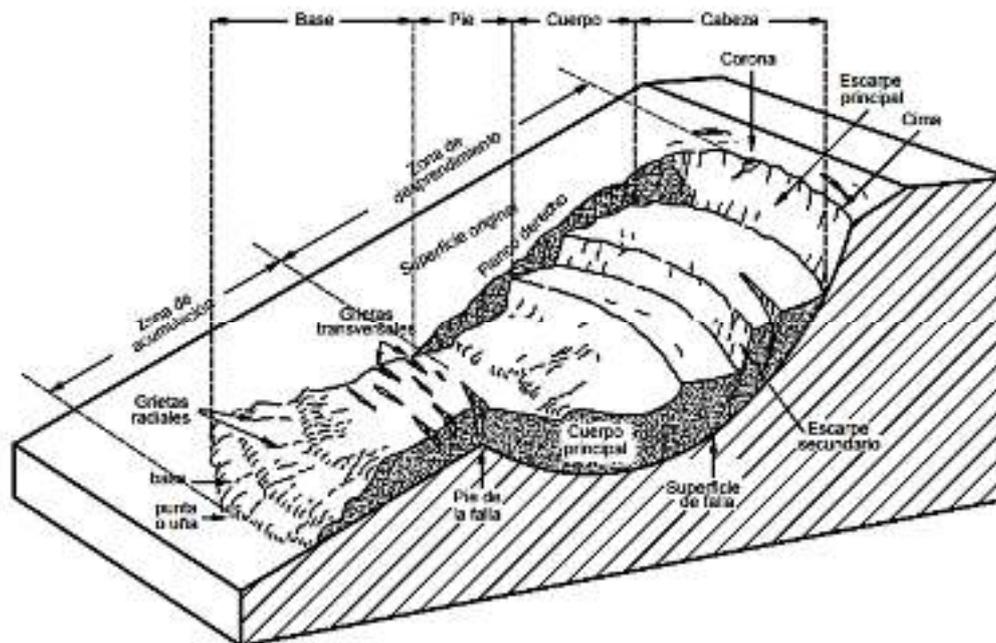
2.3.1.1. Partes de un deslizamiento

Según Suárez, (2009) menciona que un deslizamiento típico o desplamiento en masa, consta de las siguientes partes:

- **Cabeza:** Parte superior de la masa de material que se mueve.

- **Cima:** El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el escarpe principal y el material perturbado.
- **Corona:** El material se encuentra en el sitio, adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.
- **Escarpe principal:** Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento.
- **Escarpe secundario:** Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve.
- **Superficie de falla:** área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado.
- **Pie de la superficie de falla:** La línea de intercepción entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.
- **Base:** El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.
- **Punta o ña:** El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.
- **Cuerpo principal del deslizamiento:** El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla.
- **Superficie original del terreno:** La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.
- **Costado o flanco:** Un lado del movimiento.
- **Derecha e izquierda:** Se deben referirse al deslizamiento observado desde la corona hacia el pie.

Gráfico 1 Partes que conforman un deslizamiento



Fuente: Gráfico extraído del libro Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.2. Factores que influyen en la estabilidad de taludes y laderas

La estabilidad de los taludes y laderas depende de los siguientes factores:

2.3.1.2.1. Factores geológicos

Los factores geológicos están relacionados a la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud. Estos factores se clasifican en:

- Estratigrafía
- Litología
- Estructuras geológicas
- Discontinuidades. (Maldonado, Y., 2016)

2.3.1.2.2. Factores geométricos

Los factores geométricos tienen que ver con la altura e inclinación del talud, se clasifica en:

- Altura del talud
- Inclinación del talud. (Maldonado, Y., 2016)

2.3.1.2.3. Factores hidrogeológicos

Los factores hidrogeológicos se relacionan con la presencia de agua en los taludes, se clasifica en:

- Presencia de agua. (Maldonado, Y., 2016)

2.3.1.2.4. Factores geotécnicos

Los factores geotécnicos se relacionan al comportamiento mecánico de rocas y suelos que conforman el talud, además de la resistencia y deformidad de los materiales, se clasifica en:

- Comportamiento mecánico de las rocas
- Comportamiento mecánico de los suelos
- Resistencia
- Deformabilidad. (Maldonado, Y., 2016)

2.3.1.3. Factores que influyen en la inestabilidad de taludes y laderas

La firmeza de taludes y laderas, está definido por factores capaces de transformar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. A continuación, se dará a conocer los tipos de factores con sus respectivas clasificaciones:

2.3.1.3.1. Factores condicionantes o pasivos

Estos factores son exclusivos a los materiales naturales, se clasifican en:

- Estratigrafía y litología
- Estructura geológica y discontinuidades
- Condiciones hidrogeológicas y comportamiento hidrogeológico de los materiales
- Propiedades físicas, resistentes y deformaciones
- Tensiones naturales y estado tenso-deformacional. (Pérez, GEOQuantics, 2019)

2.3.1.3.2. Factores desencadenantes o activos

Estos factores ocasionan la rotura sobre el suelo, se clasifican en:

- Sobrecargas estáticas
- Cargas dinámicas
- Cambios en las condiciones hidrogeológicas
- Factores climáticos. (Pérez, GEOQuantics, 2019)

2.3.1.4. Factores que inciden a la clasificación de los deslizamientos

Es necesario el estudio de la clasificación de los deslizamientos para estudiar los diferentes factores incidentes; para que mediante el mismo se concrete diferentes medidas a tomar. Según Arias,(2012) menciona los siguientes factores que inciden en la clasificación de deslizamientos:

- **Clima:** Tropical, peri glacial, etc.
- **Humedad:** Saturado, seco, mojado
- **Mecanismo de disparo:** Lluvias, terremoto, etc.

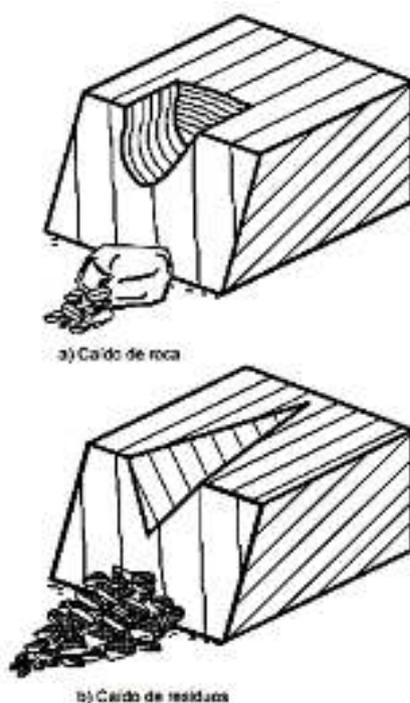
- **Tipo de movimiento:** Falla, deslizamiento, flujo
- **Velocidad del movimiento:** Lento, muy lento
- **Geometría del deslizamiento:** Longitud, profundidad, altura
- **Geomorfología:** Pendiente, meteorización
- **Material:** Suelo, roca, litología, estructura, propiedades geotécnicas

2.3.1.5. Clasificación de deslizamientos

2.3.1.5.1. Caída

Una caída es el desprendimiento de masa, tierra, suelo desde la pendiente a lo largo de una superficie por caída, rebote o rodando. (Cherres, 2013)

Gráfico 2 Esquema de caída de rocas y residuos

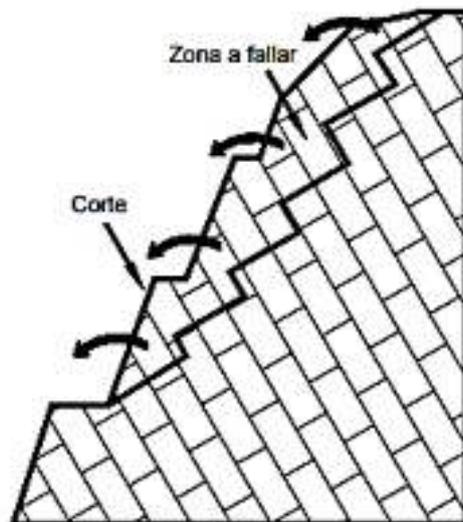


Fuente: Gráfico extraído del libro Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.5.2. Volcamiento

Un volcamiento consiste en una rotación hacia delante de una masa de suelo o roca con un giro por debajo del centro de gravedad. (Suárez, 2009)

Gráfico 3 Esquema de volcamiento

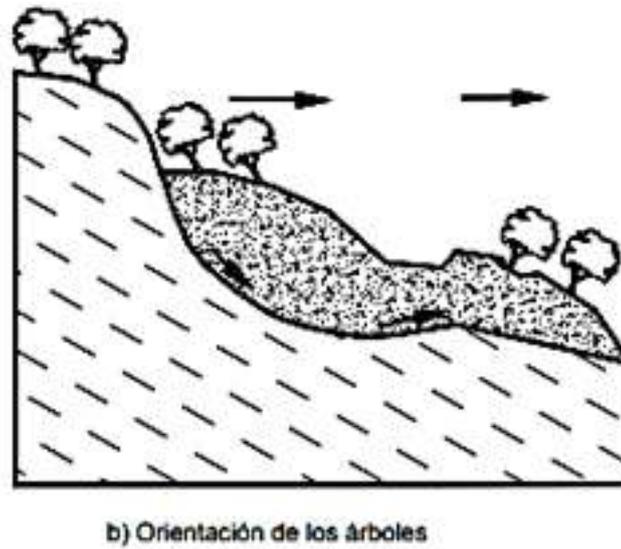


Fuente: Gráfico extraído del libro Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.5.3. Deslizamiento rotacional

Un deslizamiento rotacional es cuando la superficie de falla es cóncava hacia arriba y su giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo. (Cherres, 2013)

Gráfico 4 Esquema del deslizamiento rotacional



Fuente: Gráfico extraído del libro de Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.5.4. Deslizamiento translacional

Un deslizamiento translacional es cuando la masa de suelo o rocas se desplaza a lo largo de una superficie plana o ligeramente ondulada. (Suárez, 2009)

Gráfico 5 Esquema del deslizamiento translacional

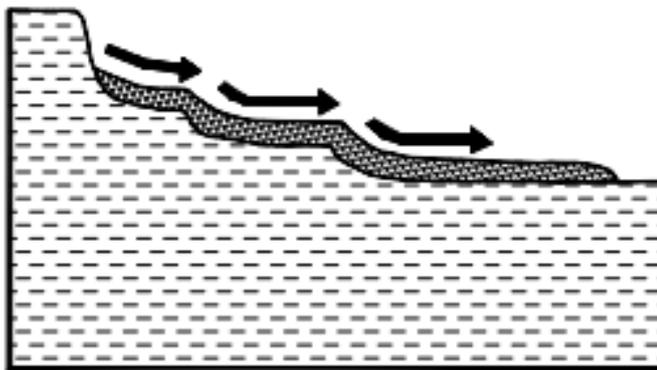


Fuente: Gráfico extraído del libro Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.5.5. Flujo de tierra

Los flujos de tierra son movimientos de materiales finos y su consistencia en líquida, arrastrando parte de la capa vegetal. (Cherres, 2013)

Gráfico 6 Esquema del flujo de tierra

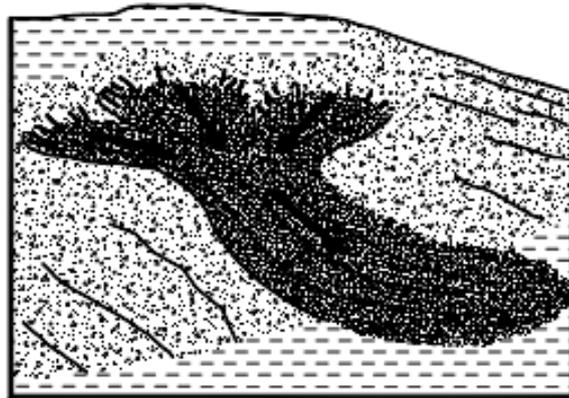


Fuente: Gráfico extraído del libro Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.5.6. Flujo de lodo

Los flujos de lodo son movimientos extremadamente rápidos con viscosidad, debido a la intensidad de la lluvia debilitando a la tierra y a la vegetación. (Cherres, 2013)

Gráfico 7 Esquema del flujo de lodo

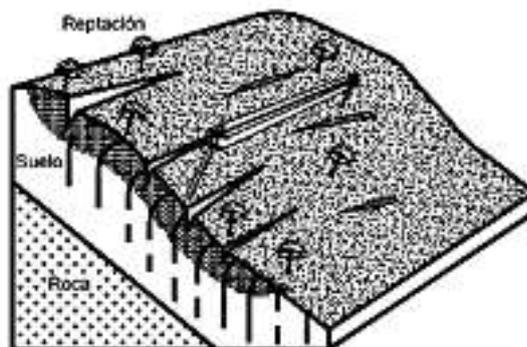


Fuente: Gráfico extraído del libro Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.5.7. Reptación

La reptación es cuando los movimientos de la superficie son lentos o muy lentos por acción de la gravedad. (Suárez, 2009)

Gráfico 8 Esquema de reptación



Fuente: Gráfico extraído del libro Análisis Geotécnico de (Suárez, 2009)

2.3.1.6.Causas de un deslizamiento

Los deslizamientos son causados por la acción del hombre y la acción de la naturaleza, las causas más relevantes son:

Tabla 2

Causas de un deslizamiento

CAUSAS	
POR LA ACCIÓN DEL HOMBRE	POR LA ACCIÓN DE LA NATURALEZA
<ul style="list-style-type: none"> • Deforestación • Inadecuadas formas de siembra • Malas construcciones de carreteras • Inadecuadas construcciones de viviendas en las faldas de la montaña 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuertes lluvias • Movimientos sísmicos • Movimientos de placas

Fuente: (Cherres, 2013)

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Los deslizamientos también son causados por:

2.3.1.6.1. Causas internas

Según Arias, (2012) las causas internas están conectadas con la disminución de la firmeza al corte de la masa del suelo, así como:

- Acción del agua subterránea.
- Cambios en el nivel freático.
- Licuefacción espontánea.
- Cambios estructurales progresivos.
- Cambios en la cobertura vegetal.
- Ciclos estacionales y cambio en la humedad del suelo.

2.3.1.6.2. Causas externas

Según Arias, (2012) menciona que las causas externas incrementan los dificultad de corte del suelo, tales como:

- Sobrecargas por acciones derivadas a construcciones.
- Técnicas de construcción.
- Excavaciones y condiciones climáticas.
- Manejo y uso de la tierra.

2.3.1.7. Consecuencias de un deslizamiento

Según (Prado, 1992) las consecuencias de un deslizamiento son las siguientes:

- Pérdidas de vidas humanas
- Afectación de infraestructuras (viviendas, escuelas, etc.)
- Incomunicación de barrios, ciudades, etc.

- Pérdida de cultivos.
- Desbordamiento de ríos.

2.3.1.8. Medidas preventivas contra deslizamientos

Según el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades,(2018) indica las siguientes medidas preventivas:

Antes

- Identificar zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos.
- Elaborar un plan familiar de emergencia y evacuación.
- Elaborar un plan familiar de comunicación de emergencia en el caso de que se queden separados.
- Considerar abandonar la vivienda si vive en un lugar propenso a deslizamientos para salvaguardar su vida y la de su familia.

Durante

- Evacuar la zona de amenaza dando prioridad a niños, ancianos, personas con capacidades especiales, etc.
- Escuchar las noticias en la radio o televisión para que se encuentre enterado de las medidas a tomar en el caso de presentarse un deslizamiento.
- Tener precaución a la hora de conducir, las vías pueden estar bloqueadas por un deslizamiento.
- Aplicar el plan familiar en el caso de se presente un deslizamiento.

Después

- Avisar a las autoridades y organismos de respuesta para que acudan al lugar
- Manténgase alejado de la zona de deslizamiento, puesto que puede ocurrir más deslizamientos en el lugar.
- Colaborar con autoridades y organismos de respuesta.
- Acudir a albergues temporales en el caso de que su vivienda haya sido afectada por el deslizamiento.

2.3.2. Susceptibilidad del terreno a deslizamientos

La susceptibilidad es la distribución espacial de un deslizamiento de tierra existente o que pueda ocurrir, en una zona de ladera con inestabilidad. Retarda la probabilidad temporal de ocurrencia, para así poder comprobar los factores detonantes de inestabilidad (lluvia, sismos); mediante esto, el análisis de susceptibilidad permite identificar Dónde y Cuándo ocurrirá la amenaza de deslizamiento. (Osorio, 2019)

La susceptibilidad del terreno se define como el equivalente entre el ambiente físico y los elementos de la masa de terreno y superficie, como son: pendiente, geología, geomorfología, entre otros, ante la ocurrencia de un deslizamiento. (Navarro, 2012)

2.3.2.1. Variables para identificar zonas susceptibles

2.3.2.1.1. Uso de suelo

El uso de suelo es una opinión por escrito, mediante el cual la autoridad municipal o la oficina de planeación, informa a la persona interesada sobre el uso o usos que son permitidos en un predio, todo con conformidad con las normas urbanísticas del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT). (Velásquez, 2016)

2.3.2.1.2. Precipitación

La precipitación se produce a través de las nubes, al ascender se expanden y se enfrían alcanzando el vapor de agua, el punto de rocío conjuntamente con la condensación, mientras que; si el aire es suficientemente caliente las partículas de hielo se funden y llegan al suelo en forma de lluvia. (Romero, 2012)

2.3.2.1.3. Pendiente

Una pendiente es la relación que existe entre el desnivel y la proyección sobre un plano horizontal de la distancia que los separa. (Universidad Politécnica de Valencia, 2011)

2.3.2.2. Métodos para zonificar susceptibilidad

Los métodos permiten identificar y representar la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento; estos métodos son:

Método cualitativo

Este método se basa en el criterio experto de precisar zonas con características de inestabilidad. (Osorio, 2019)

Método cuantitativo

Este método se basa en la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno y las características observadas entre cada factor. (Osorio, 2019)

Método multicriterio

Este método se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un problema, fundamentando un número de criterios, la misma es utilizada para apoyar la toma de decisiones en una solución beneficiosa. (Contreras, Evaluación multicriterio, 2019)

Aplicaciones del método multicriterio

Se emplea con frecuencia en el proceso de planificación y evaluación, en el análisis de diversas alternativas, en la definición y negociación de opciones estratégicas de intervención y por último, contribuye a la evaluación de un programa o de una política realizando el balance de sus efectos. (ArcGis Resources, 2015)

2.3.3. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema utilizado para describir, analizar y categorizar la Tierra y otras geografías; cuyo objetivo principal es mostrar y estudiar la información espacialmente, se lo realiza mediante mapas. (ArcGis Resources, 2015)

2.3.3.1. Para que sirve un SIG

Según (CIESAS, 2013) menciona que un sistema de información geográfica (SIG) sirve como un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital, mediante:

- Localización
- Condición
- Tendencia
- Rutas
- Pautas
- Modelos

2.3.3.2. Ventajas de un SIG

Un sistema de información geográfica (SIG) tiene diferentes funciones de los sistemas que se han ido evolucionando, como son: funciones de capturas y organización de datos,

funciones de gestión de tablas alfanuméricas, funciones de documentación y funciones de análisis espacial. Así mismo, cuenta con los siguientes beneficios: integración de datos, edición/ cálculo de datos, creación de mapas temáticos, pérdida de datos, entre otros. (Seguí, A.; Portalés, C.; Cabrelles, M. Lerma, J., 2014)

2.3.3.3.Desventajas de un SIG

Según Gutierrez, (2011) señala que un sistema de información geográfica presenta las siguientes desventajas:

- Necesita de técnicos para mantener datos actualizados de manera digital.
- Alto costo en programas necesarios.
- Problemas técnicos para convertir datos analógicos en formatos digitales.

2.3.3.4.Análisis jerárquico de priorización (Saaty)

El análisis jerárquico de priorización está planteado para resolver problemas complejos de múltiples criterios, el análisis proporciona la posibilidad de incluir datos cuantitativos y cualitativos relativos a las alternativas de decisión; que suelen quedarse fuera del análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes en algunos casos. (Toskano, 2017)

Es un método de descomposición de estructuras complejas en sus respectivos componentes, ordenando las variables o componentes en una organización jerárquica, en la cual se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia; por último; se sintetiza para determinar que variable o componente tiene más prioridad. (Contreras, Evaluación Social de Proyectos, 2009)

2.3.3.5. Lógica difusa

La lógica difusa es una lógica multivaluada que permite ser representada matemáticamente la incertidumbre y la duda, proporcionando herramientas para su tratamiento. Un problema puede resolverse como un conjunto de variables de entrada y obtener un valor adecuado de variables de salida. (González, 2011)

La lógica difusa permite trabajar con información no exacta para definir evaluaciones convencionales, se aplica en procesos demasiados complejos cuando no existe un modelo de solución o un modelo matemático preciso; así mismo, puede ser aplicada cuando las partes de un sistema son desconocidas y no pueden medirse confiablemente o cuando una variable puede desconectar a otras. (Ramirez, 2016)

2.3.3.6. Álgebra de mapas

El álgebra de mapas es un conjunto de análisis o geoprocesos que se desarrollan sobre varias capas para obtener una información derivada, a través de la misma se puede elaborar las herramientas, operadores y funciones de Spatial Analyst para realizar análisis geográficos. (Matellanes, 2018)

El álgebra de mapas es la destreza principal para obtener una capa de salida a partir de múltiples combinaciones de capas de entrada que son el resultado por medio de una operación al combinar y cruzar capas mediante metodologías básicas. (GIS&Beers, 2019)

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Clima: Es la interacción que existe entre la atmósfera, océanos, continentes, la vida del planeta; mediante condiciones meteorológicas por periodos de tiempo. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018)

Deslizamiento: Es el desplazamiento de rocas o suelo controlado por la gravedad, con velocidades que varían entre lenta y rápida, provocando daños superficiales o profundas en la pendiente. (Cruz Roja/Media Luna Roja, 2016)

Discontinuidades sísmicas: Se producen en las zonas cuando existen cambios de velocidades en las ondas al producirse un sismo. (BIOLOGÍA-GEOLOGÍA, 2014)

Estratigrafía: Es la rama de la geología, es la encargada del estudio, interpretación, identificación y descripción de rocas estratificadas, sin antes mencionar; que también estudia la cartografía y correlación de rocas en un tiempo determinado, durante la historia de la Tierra. (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

Estructuras geológicas: Es el desarrollo del relieve terrestre, están relacionadas con todos los accidentes tectónicos; originados por movimientos epirogénicos y orogénicos. (Rodríguez, 2011)

Fallas geológicas: Es la fractura que existe a lo largo de la corteza terrestre. (Red Sismológica Nacional, 2014)

Geología: Es la ciencia básica y fundamental que estudia la estructura, composición, dinámica e historia de la Tierra, para que mediante la misma se entienda las necesidades de la sociedad. (Universidad del País Vasco, 2016)

Geomorfología: Es la ciencia que estudia el origen y evolución de la Tierra, basándose en la historia y en los procesos de la corteza terrestres. (Gobierno Vasco, 2016)

Geotecnia: Es la ciencia que estudia la interacción que existe entre las construcciones y el terreno (propiedades hidráulicas, mecánicas e ingenieriles de suelos y rocas). (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

Licuefacción: Es el trascurso que tiene el gas natural al transformarse en líquido, después de su extracción. (Pérez, mundocompresor, 2008)

Litología: Es el estudio de las propiedades químicas y físicas de rocas, que ayudan a conocer más sobre un relieve. (Pérez, definiciones.de, 2020)

Lógica Fuzzy: Es un sistema mediante el cual precisa los razonamientos auténticos que contienen enunciados borrosos. (Ramírez, 2014)

Lógica Saaty: Es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes; para determinar la variable más alta. (Contreras, Evaluación Social de Proyectos, 2009)

Meteorización: Es la desintegración o la descomposición de una roca en la superficie terrestre, facilitando el proceso de erosión. (Ucha, 2011)

Movimientos epirogénicos: Son movimientos verticales que van de ascenso y descenso, produciéndose lentamente en la corteza terrestre. (Perez, 2018)

Movimientos orogénicos: Son movimientos verticales o horizontales que se producen rápidamente en la corteza terrestre. (Perez, 2018)

Periglacial: Es un ambiente frío y criogénico, ubicado por arriba del límite superior del bosque, no es glaciario; corresponde a la tundra andina. (Asociación Argentina y Sudamericana de Permafrost, 2011)

2.5. MARCO LEGAL

Régimen del Buen Vivir

Sección Novena

Gestión de Riesgo

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 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:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afectan al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

4. 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.
 5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejora las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
 6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencia en el territorio nacional.
 7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.
- (Constitución de la República del Ecuador, 2018)

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 respecto a su autoridad en su territorio t sin revelarlos de su responsabilidad. (Constitución de la República del Ecuador, 2018)

CÓDIGO ORGÁNICO DE PLANIFICACIÓN Y FINANZAS PÚBLICAS

PARAGRAFO 10.

De la inversión pública y sus instrumentos

Art. 64.- Preminencia de la producción nacional en incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo. – En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidad y riesgos antrópicos y naturales.

Ley de Seguridad Pública y del Estado

Capítulo 3

De los órganos ejecutores

Art. 11.- Los órganos ejecutores del sistema de seguridad pública y del estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y de gestión de riesgos conforme lo siguiente:

1. De la defensa: Ministerios de Defensa, Relaciones Exteriores y Fuerzas Armadas.
– La defensa de la soberanía del Estado y la integridad territorial tendrá como entes rectores al Ministerio de Defensa y al de Relaciones Exteriores en los ámbitos de su responsabilidad y competencia. Corresponde a las Fuerzas Armadas su ejecución para cumplir con su misión fundamental de defensa de la soberanía e integridad territorial.
2. Del orden público: Ministerio de Gobierno, Policía y Cultos, y, Policía Nacional. -
La protección interna, el mantenimientos y control del orden público tendrán como

ente rector al Ministerio de Gobierno, Policía y Cultos. Corresponde a la Policía Nacional su ejecución, la que contribuirá con los esfuerzos públicos, comunitarios y privados para lograr la seguridad ciudadana, la protección de los derechos, libertades y garantías de la ciudadanía. Apoyará y ejecutará todas las acciones en el ámbito de su responsabilidad constitucional para proteger a los habitantes en situaciones de violencia, delincuencia común y crimen organizado. Coordinará su actuación con los órganos correspondientes de la función judicial.

3. De la prevención: Entidades responsables. – En los términos de esta ley, la prevención y la protección de la convivencia y seguridad ciudadanas, corresponde a todas las entidades del estado.
4. De la gestión de riesgos: - La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponde a las entidades públicas y privadas, nacionales y locales, la rectoría la ejercerá el estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (Ley de Seguridad Pública y del Estado, 2014)

Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida

Art. 280.- El Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos, la programación y ejecución del presupuesto del estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el estado central y la ejecución del presupuesto general del estado se sujetarán al Plan Nacional de Desarrollo. Los presupuestos de los gobiernos autónomos descentralizados y los de otras entidades públicas se ajustarán a los planes regionales, provinciales, cantonales y parroquiales, respectivamente, en el Marco del Plan Nacional de

Desarrollo, sin menos cabo de sus competencias y autonomía. (Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, 2017)

Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autónomas y Descentralización (COOTAD)

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecta al territorio se gestionará 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. (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización, 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. (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización, 2010)

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de investigación

Para el análisis multicriterio de la Parroquia San José del Tambo mediante factores meteorológicos (isoyetas) y geomorfológicos (ríos, vías, uso y cobertura de suelo), se realizó una investigación que tiene características de campo y descriptivo, que mediante las mismas permitió representar la afectación y las zonas susceptibles ante un deslizamiento de dicha parroquia.

3.2. Diseño

El diseño de la investigación es no experimental, se basa en la observación del deslizamiento para realizar un análisis multicriterio.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Recopilación de información cartográfica de instituciones como son: INAMHI, IGM, para la elaboración de mapas.
- Salida de campo y observación directa en el área de estudio para obtener información sobre la parroquia en relación al deslizamiento.
- Entrevista realizada al Presidente de la Parroquia para la corroboración de las afectaciones que tiene la zona de estudio referente a los deslizamientos.

Instrumento de recolección de datos

- Guion de entrevista aplicado al presidente de la Parroquia

3.4. Técnicas de procesamiento, análisis de datos y estadístico utilizado

3.4.1. Objetivo 1: Determinar mediante el uso de herramientas SIG zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos.

- Mediante los Shapes vías, ríos, isoyetas, uso y cobertura de suelos y el modelo digital de elevación, obteniendo información de instituciones como son: IGM, INAMHI, SIG TIERRAS, GAD Cantón Chillanes; para la elaboración del mapa se utilizará el método de álgebra de mapas y herramientas de Sistemas de Información Geográficas (SIG) por medio del programa ArcGis.
Para identificar las zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos se utilizarán las Metodologías de Fuzzy que sirve para normalizar variables que estén en la misma escala y Saaty para obtener pesos.
- Se procede a realizar el mapa de pendientes partiendo del modelo digital de elevación, posteriormente, se procede a realizar la variable precipitación a raster. Para transformar las variables ríos y vías a raster, se aplicará la distancia euclideana que es una herramienta que establece valores numéricos para ver qué tan cerca o lejos se encuentran las mismas.
- Para la aplicación de la Metodología Fuzzy se necesita tener en consideración los factores directamente proporcionales (pendiente, cobertura del suelo y precipitación) y los factores inversamente proporcionales (distancias a vías y ríos).
- Para la normalización de la distancia a vías y ríos se aplicará la función de coseno, al tratarse de una variable inversamente proporcional a la probabilidad de susceptibilidad, mediante la siguiente fórmula:

$$COS = \frac{\pi}{2} * \frac{V_0 - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$$

Donde:

$V_o = \text{Valor original}$

$V_{min} = \text{Valor M\u00ednimo}$

$V_{max} = \text{Valor m\u00e1ximo}$

- Para calcular la probabilidad de susceptibilidad a deslizamientos se aplicar\u00e1 la funci\u00f3n de seno; al tratarse de una variable directamente proporcional (pendientes y precipitaci\u00f3n), mediante la siguiente f\u00f3rmula:

$$sen = \frac{\pi}{2} * \frac{V_o - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$$

Donde:

$V_o = \text{Valor original}$

$V_{min} = \text{Valor m\u00ednimo}$

$V_{max} = \text{Valor m\u00e1ximo}$

- Para calcular el vector propio de cada factor se realizar\u00e1 la matriz de Saaty, que se muestra a continuaci\u00f3n:

Tabla 3

Matriz de Saaty: Vector Propio

	A	B	C	D	E	VECTOR PROPIO
A	1	5	9	8	7	0.52
B	1/5	1	7	7	5	0.24
C	1/9	1/7	1	1/7	1/2	0.03
D	1/8	1/7	7	1	1/7	0.08
E	1/7	1/5	2	7	1	0.11

Fuente: (Saaty, 2011)

Elaborado por: (V\u00e1squez & Jibaja, 2020)

- Luego, se realizará una multiplicación entre todas las variables con sus respectivos valores propios y sumados entre sí, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Suma difusa} = (\text{pend_norm} * 0.52) + (\text{precip_norm} * 0.24) + (\text{usosuel_norm} * 0.03) + (\text{vias_norm} * 0.08) + (\text{rios_norm} * 0.11)$$

- Posteriormente se ejecutará una reclasificación para determinar las zonas susceptibles por sus categorías, como se indica en el cuadro de la caracterización de las zonas susceptibles.

Tabla 4

Caracterización de las zonas susceptibles

CATEGORÍAS	RANGO
BAJO	1
MEDIO	2
ALTO	3
MUY ALTO	4

Fuente: (Fuzzy, 1965)

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

3.4.2. Objetivo 2: Caracterizar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamientos.

- Tomando en consideración el mapa resultante del objetivo 1, se aplicará los shapes de los servicios básicos (energía eléctrica, red de agua SENAGUA, vías) para caracterizar los elementos expuesto a la amenaza de deslizamientos.
- Se debe ejecutar una combinación (Intersect) entre las zonas susceptibles conjuntamente con cada uno de los vectores de los servicios básicos, dando como resultado los niveles de exposición a las zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamiento, mediante la siguiente tabla:

Tabla 5

Caracterización de los elementos expuestos (servicios básicos) ante la amenaza de deslizamientos

CATEGORÍAS	RANGO
BAJO	1
MEDIO	2
ALTO	3
MUY ALTO	4

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

3.4.3. Objetivo 3: Establecer medidas de prevención, mitigación ante la amenaza de deslizamientos.

- Se tomará en cuenta las estrategias pasivas y adaptativas para minimizar los daños que pueden causar los deslizamientos, para establecer las medidas de prevención y mitigación ante la amenaza de deslizamientos, en base a un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) a partir de los resultados obtenidos en los objetivos anteriores.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultado objetivo 1: Determinar mediante el uso de herramienta SIG zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos.

Para la determinación de las zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos, se aplicaron las Metodologías Fuzzy y Saaty, con la ayuda del programa ArcGis, en la que clasifica las categorías de las mismas, en niveles que van desde Bajo, Medio, Alto y Muy alto, correspondiente a los factores directamente proporcionales (Pendiente, uso y cobertura de suelo y precipitación) y los factores inversamente proporcionales (distancia de vías y ríos), obteniendo así los siguientes mapas:

Tabla 6

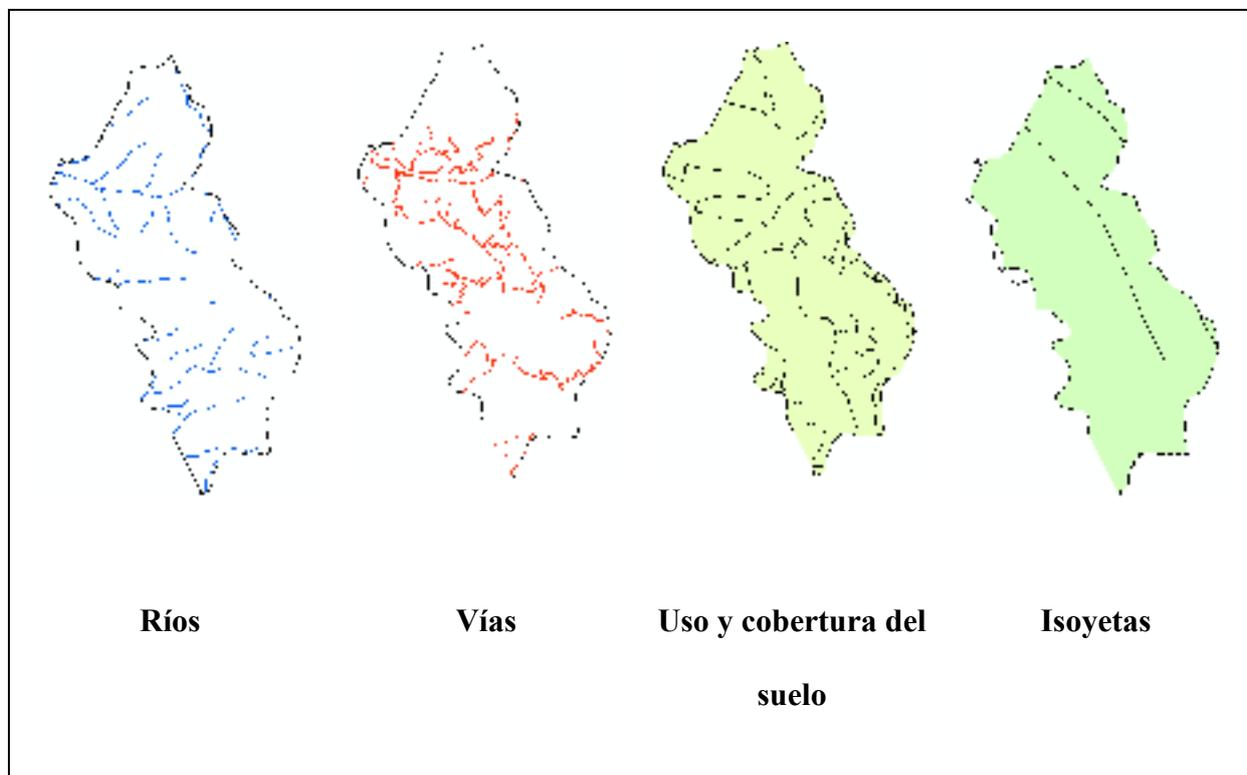
Descripción variables usadas

Variables	Descripción	Área/Longitud
Ríos	Corriente natural de agua, más o menos continua, desemboca en el mar, en un lago o en un río, algunas veces sus aguas se pierden por infiltración.	120.43 Km
Vías	Fuera del polígono, lastre, pavimento flexible, suelo natural.	191.64 Km
Uso y cobertura	100% bosque natural, 100% cultivos ciclo corto, 100% maíz, 100% pasto cultivado, 100% vegetación arbustiva, 50%	230.23 Km ²

del suelo	arboricultura tropical con 50% pastos cultivados, 50% cultivos ciclo corto con 50% caña de azúcar, 50% cultivos ciclo corto con 50% pastos cultivados, 70% arboricultura tropical con 30% pastos cultivados, 70% café con 30% cacao, 70% cultivos ciclo corto con 30% caña de azúcar	
Isoyetas	1500-1750 1700-2000 2000-2500	225.33 Km ²

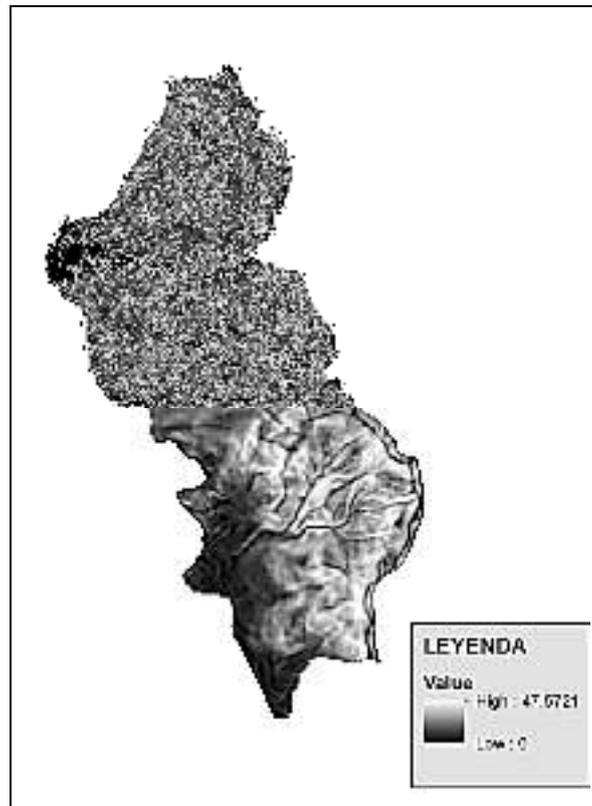
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 9 Variables usadas



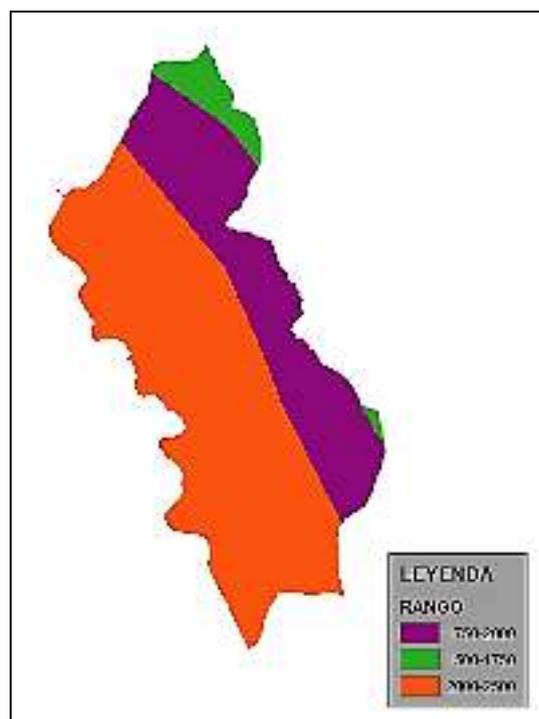
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 10 Mapa de pendientes



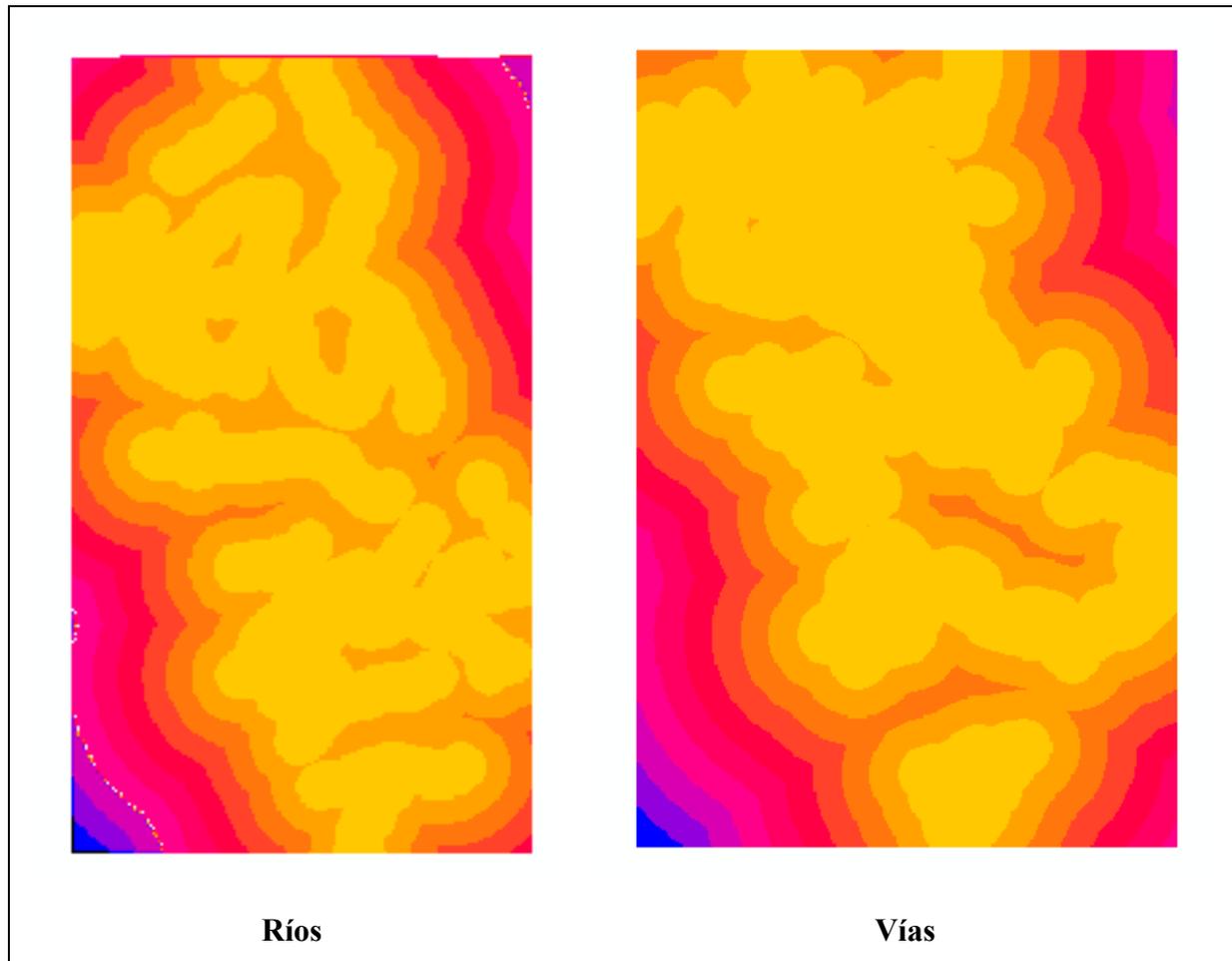
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 11 Precipitación raster



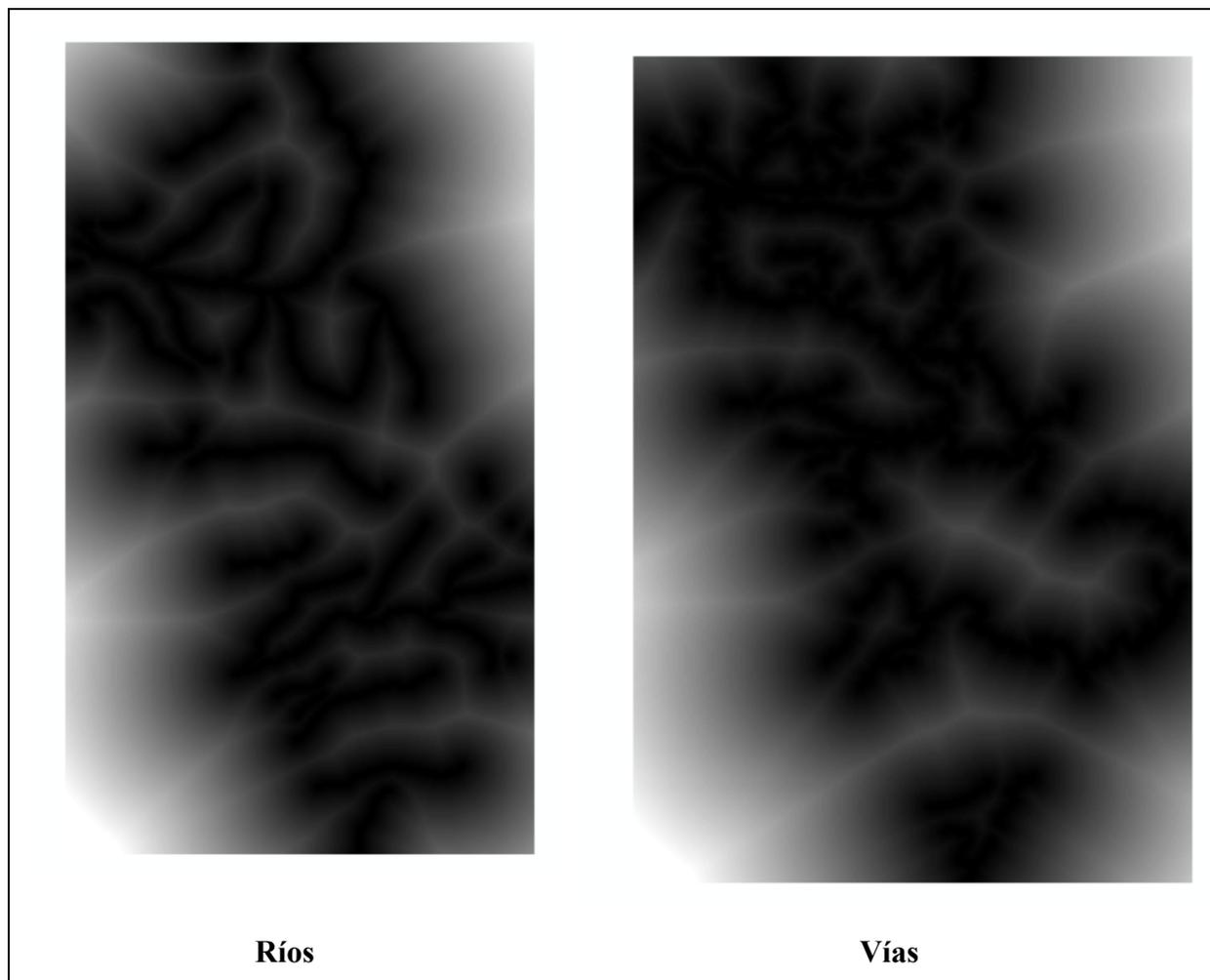
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 12 *Distancia euclídeana ríos y vías*



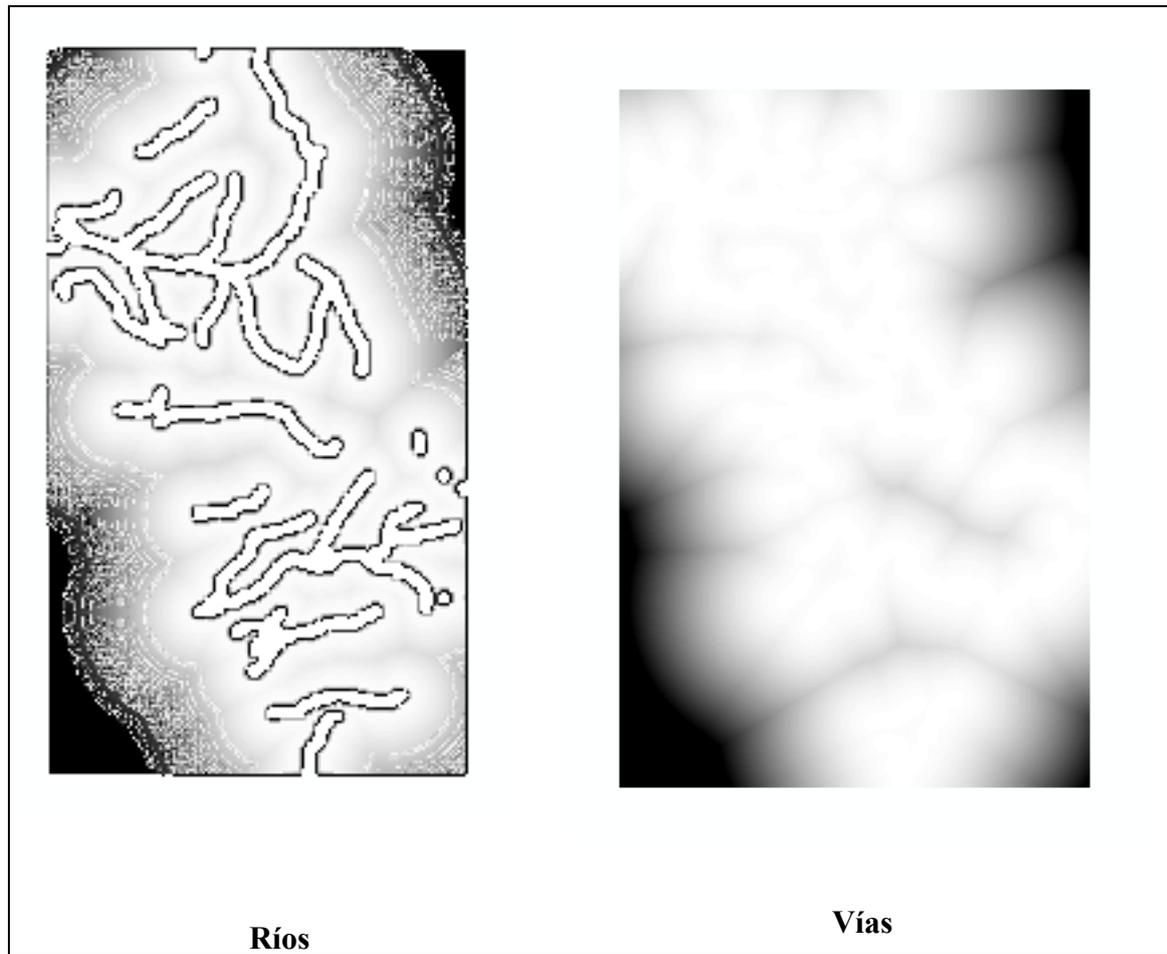
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 13 Raster ríos y vías



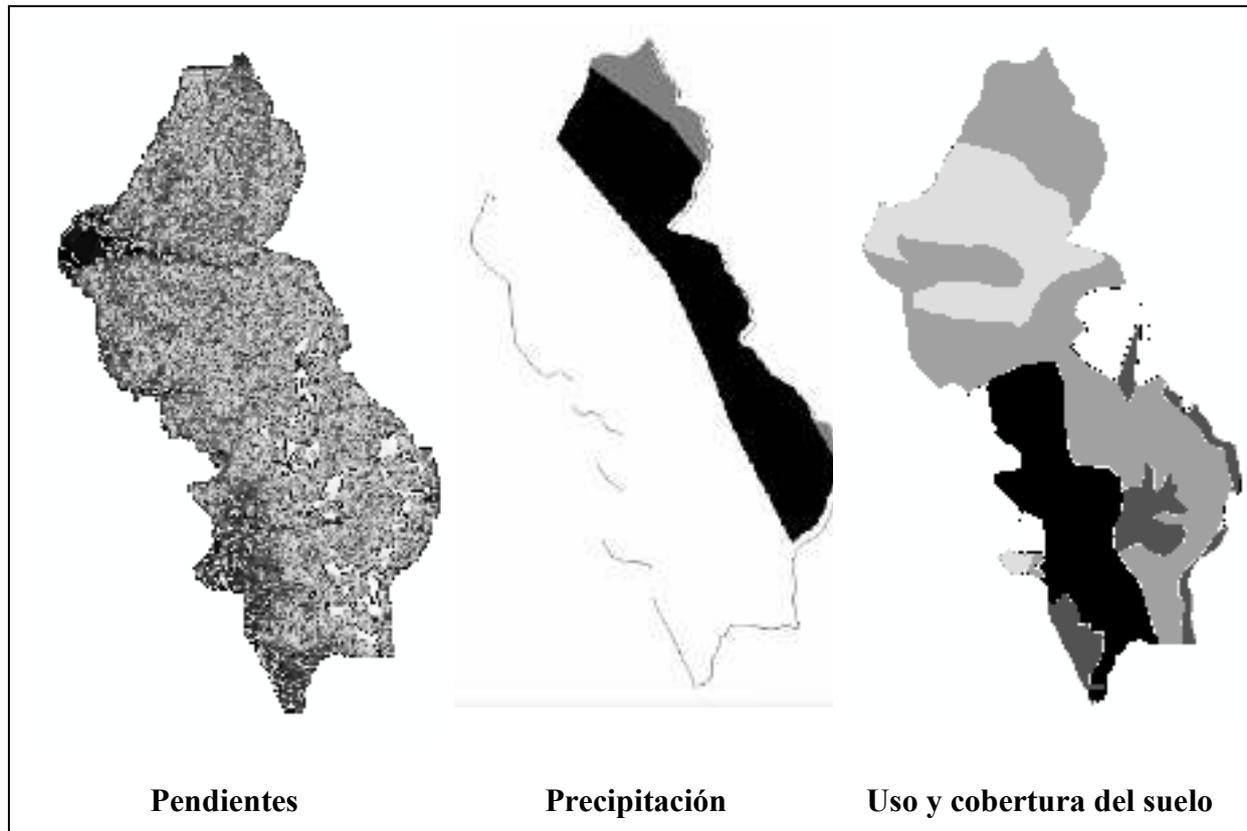
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 14 Ríos y vías normalizados



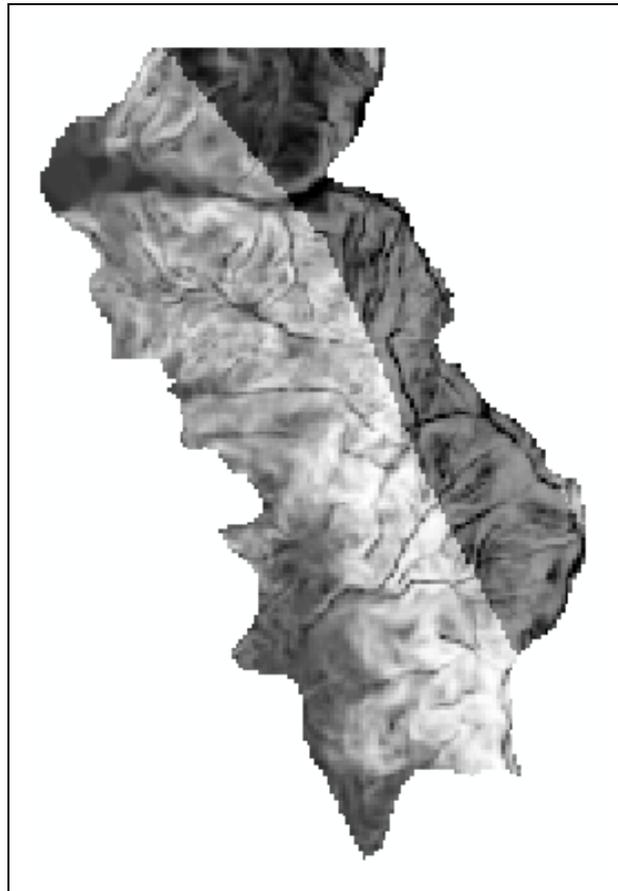
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 15 Pendientes, precipitación, uso y cobertura del suelo normalizados



Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Gráfico 16 Obtención de la susceptibilidad



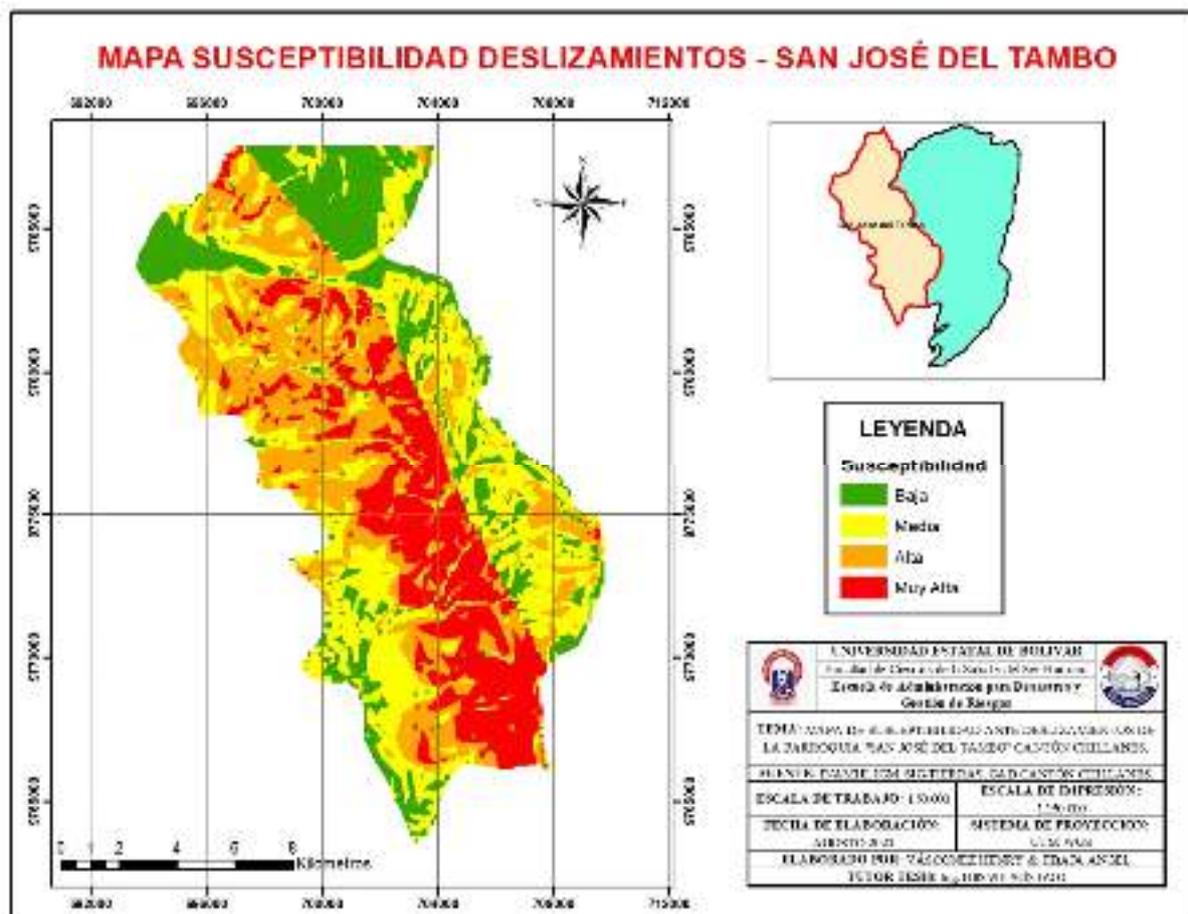
Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Tabla 7***Datos de las zonas susceptibles ante deslizamientos de la Parroquia San José del Tambo***

Nivel	Superficie ha	Porcentaje
Bajo	3547.16 ha	18.05%
Medio	6063.43 ha	30.87%
Alto	5903.42 ha	30.05%
Muy alto	4129.99 ha	21.02%
TOTAL	19644 ha	100%

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Mapa 1 Zonas susceptibles ante deslizamientos de la Parroquia San José del Tambo



Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Análisis: Las zonas con más susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos existentes en la parroquia San José del Tambo oscilan entre los niveles medio con una superficie de 6063.43, equivalente al 30.87% y alto con 5903.42, que abarca el 30.05% respectivamente; el factor predominante para que existan los deslizamientos son las pendientes, concluyendo que en el sector existe un alto grado de amenaza a deslizamientos.

4.2. Resultado objetivo 2: Caracterizar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamientos.

Para caracterizar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamientos, se realiza una intersección entre los servicios básicos (energía eléctrica, red de agua SENAGUA, vías) y la clasificación de las zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos, obteniendo los siguientes mapas con sus respectivos datos:

Tabla 8

Datos de elementos expuestos energía eléctrica ante la amenaza de deslizamientos de la parroquia San José del Tambo

Nivel	Número de postes	Porcentaje
Bajo	508	54.86%
Medio	271	29.27%
Alto	116	12.53%
Muy alto	31	3.35%
TOTAL	926	100%

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

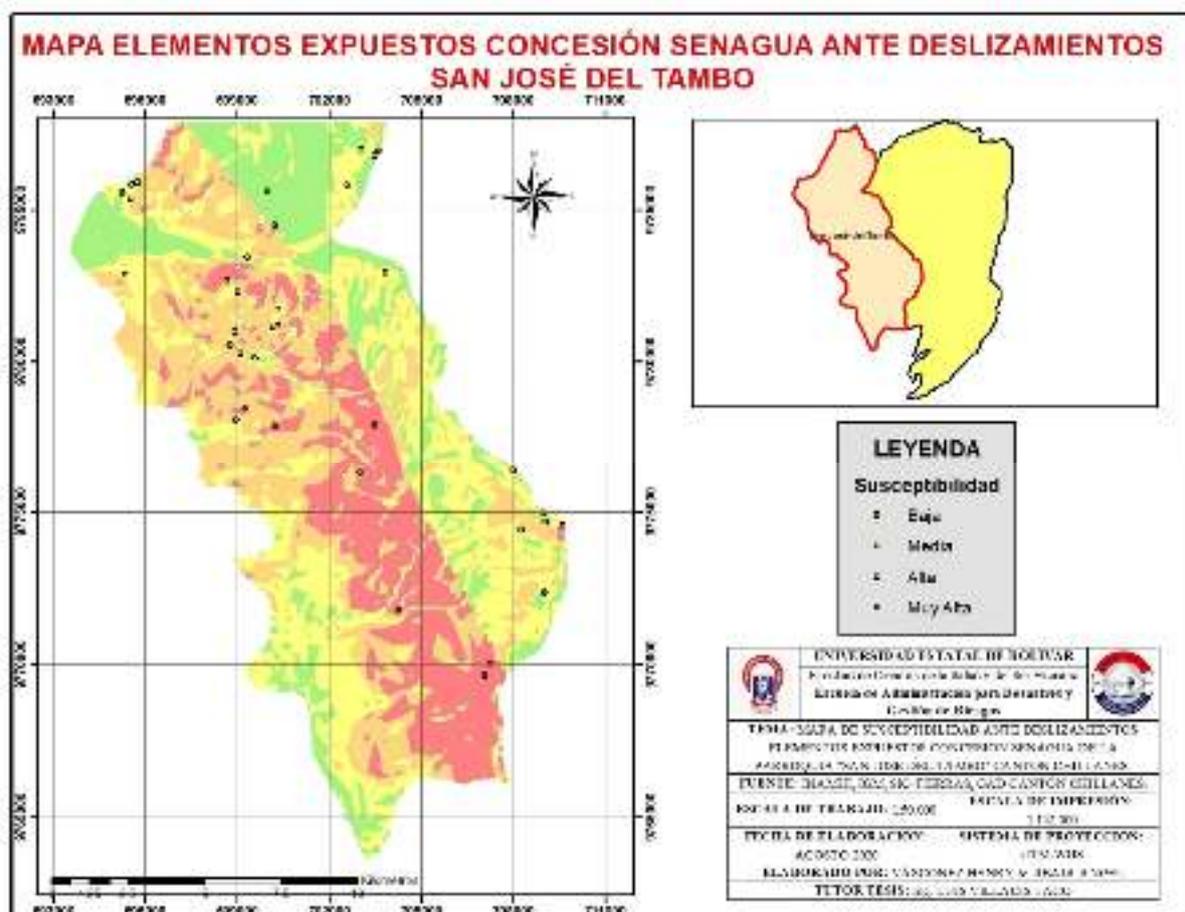
Tabla 9

Datos de los elementos expuestos concesión SENAGUA ante deslizamientos de la parroquia San José del Tambo

Nivel	Número de tanques	Porcentaje
Bajo	14	19.71%
Medio	25	35.21%
Alto	16	22.54%
Muy alto	16	22.54%
TOTAL	71	100%

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Mapa 3 Elementos expuestos concesión SENAGUA ante deslizamientos de la Parroquia Sn José del Tambo



Elaborado por: (Vásquez & Jibaja, 2020)

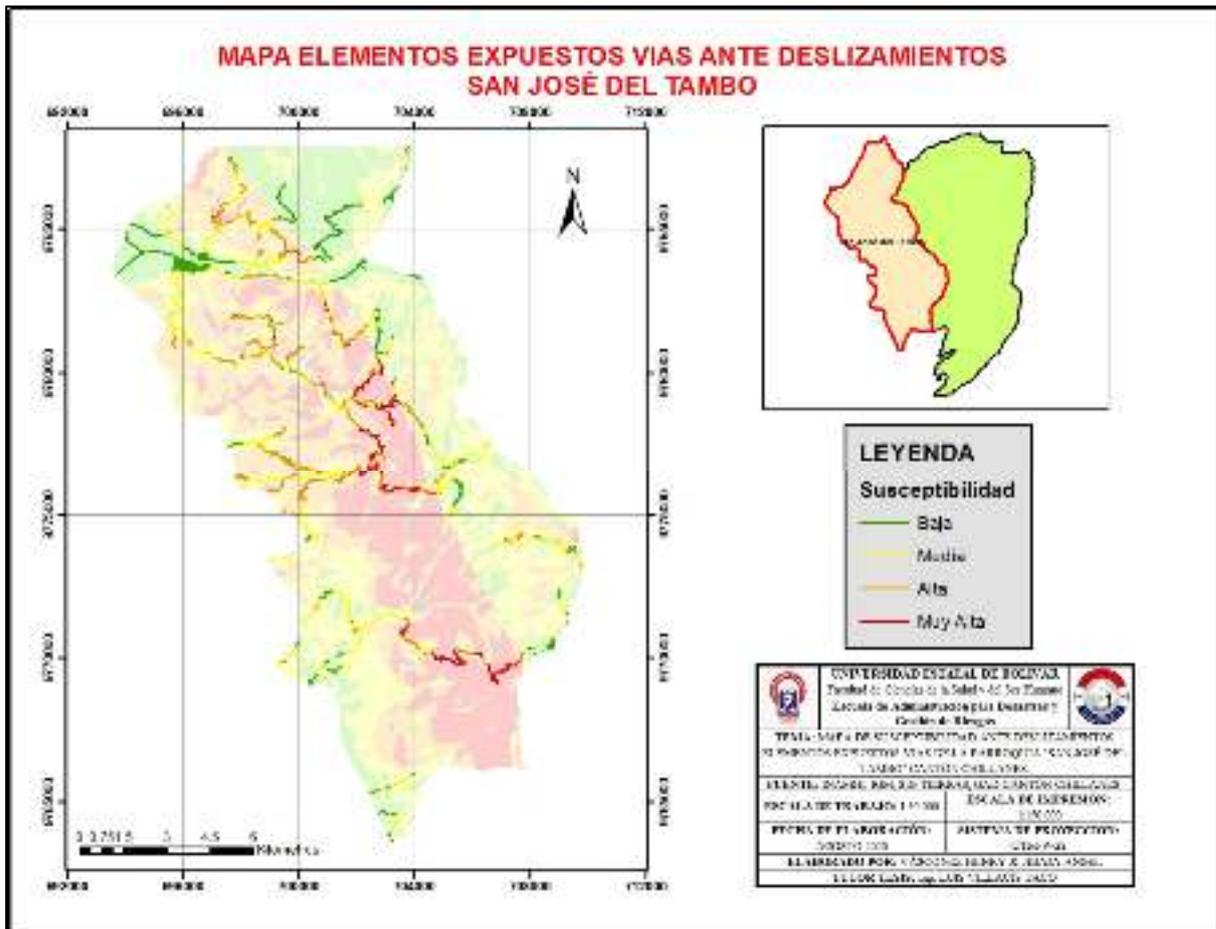
Análisis: El elemento expuesto red de agua SENAGUA ante la amenaza de deslizamientos en la parroquia San José del Tambo varían con niveles: bajo, medio, alto y muy alto; siendo el nivel medio el más sobresaliente constando con un número de 25 tanques con un resultado 35.21%, por consiguiente algunos habitantes quedarían sin la fuente del líquido vital, debido a que se abastecen de vertientes y riachuelos.

Tabla 10
Datos de los elementos expuestos vías ante deslizamientos de la parroquia San José del Tambo

Nivel	Longitud km	Porcentaje
Bajo	50.04 km	28.26%
Medio	61.14 km	34.54%
Alto	48.60 km	27.45%
Muy alto	17.23 km	9.73%
TOTAL	177.03 km	100%

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Mapa 4 Elementos expuestos vías ante deslizamientos de la Parroquia Sn José del Tambo



Elaborado por: (Vásquez & Jibaja, 2020)

Análisis: El elemento expuesto vías ante la amenaza de deslizamientos en la parroquia San José del Tambo varían con niveles: bajo, medio, alto y muy alto; siendo el nivel medio el que sobresale con una longitud de 61.14km dando como resultado 34.54%, puesto que el mismo al momento de presentarse un deslizamiento obstaculiza la movilización de los habitantes y la comercialización de sus productos.

4.3. Resultado objetivo 3: Establecer medidas de prevención, mitigación ante la amenaza de deslizamientos.

Para establecer las medidas de prevención y mitigación se identifican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la Parroquia San José del Tambo, debido a que es una herramienta fundamental para realizar un análisis interno y externo de la situación actual en la zona de estudio.

Tabla 11

Análisis FODA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Clima adecuado para el desarrollo de actividades productivas. • Suelo productivo. • Recurso hídrico permanente. • Producción agrícola permanente. • Conexión con instituciones gubernamentales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacitación a los pobladores de cómo actuar cuando se presente un deslizamiento. • Topografía irregular en la zona. • Manejo inadecuado de las redes vitales de agua. • Falta de estudios sobre los deslizamientos y sus afectaciones.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos que cuidan el medio ambiente apoyado por el MAE y el 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de deslizamientos en la vía. • Afectación a carreteras, viviendas

<p>MAG.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Territorio con atractivos turísticos • Potenciar la producción de la localidad y tener fomento de una producción colectiva. • Formalizar la presencia de técnicos del MAG para programas de recuperación del suelo. 	<p>cultivos ante los deslizamientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja promoción turística y poca capacitación de atención al cliente. • Bajo interés en apoyo hacia las zonas afectadas por los deslizamientos de parte de las autoridades competentes.
---	--

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

Una vez realizado el análisis FODA en base a las estrategias pasivas y adaptativas de la parroquia San José del Tambo, se establecen las siguientes medidas de prevención y mitigación ante la amenaza de deslizamientos, las cuales permitirán a los tomadores de decisiones que tengan una respuesta acertada.

Tabla 12

Estrategias de prevención y mitigación ante deslizamientos

Estrategias	Definición	Acciones	Instituciones públicas/ONG´s
Estrategias pasivas (prevención)	Son aquellas prácticas de tipos preventivas, que se establecen antes de que ocurra una amenaza.	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer al GAD Parroquia San José del Tambo el mapa de susceptibilidad ante deslizamientos para evitar asentamientos humanos en las zonas consideradas de mayor riesgo. • Implementar señalética de gran visibilidad y distancia en las zonas con amenazas a deslizamiento. • Estabilización de taludes para evitar deslizamientos de gran magnitud, mediante la implementación de muros aterrazados con cunetas de coronación y en zonas de menos influencia se utilizaría muros de gaviones. 	<p style="text-align: center;">UEB</p> <p style="text-align: center;">SGR</p> <p style="text-align: center;">GAD Parroquial San José del Tambo</p> <p style="text-align: center;">MTOPT</p>

		<ul style="list-style-type: none"> Realizar zanjas o canales e implementar geo-mallas para evitar el escurrimiento del agua en el suelo y no exista una amenaza de deslizamientos. 	
<p>Estrategias adaptativas (mitigación)</p>	<p>Permite combinar las oportunidades del futuro con una debilidad del presente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reubicación de los asentamientos humanos de las zonas consideradas alto riesgo a deslizamientos, para disminuir las pérdidas y afectaciones a los habitantes del sector. Ayuda técnica y profesional para realizar obras comunitarias, basadas en el estudio de susceptibilidad, y tomar decisiones acordes a las necesidades de la zona de estudio. Plantación de árboles en las zonas que tienen erosión para salvaguardar el suelo y subsuelo en sitios propensos a deslizamientos. 	<p>GAD Cantón Chillanes</p> <p>SGR</p> <p>MTOP</p> <p>MAE</p>

Elaborado por: (Vásconez & Jibaja, 2020)

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se concluye que mediante SIG y salidas de campo, se pudo identificar que el factor predominante para determinar las zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos son las pendientes que oscilan entre 0° y 47.57° , obteniendo un total de 68 deslizamientos identificados: 12 en nivel bajo, con una pendiente de 0° - 12° ; 21 en medio, con una pendiente de 13° - 24° ; 20 en alto, con una pendiente de 25° - 36° y 15 en muy alto, con una pendiente de 37° - 48° .
- Se ha identificado que los elementos expuestos (energía eléctrica, red agua SENAGUA, vías) ante la amenaza de deslizamientos, varían entre los niveles bajo, medio, alto y muy alto. La energía eléctrica que posee un nivel bajo con 508 postes expuestos y un porcentaje del 54.86%; la red de agua que posee un nivel medio con 25 tanques reservorios de agua y un porcentaje del 35.21%; las vías que poseen un nivel medio con 61.14km de longitud y un porcentaje de 34.54%. Siendo las vías y la red de agua los elementos más expuestos y quienes sufren mas afectación.
- Para la elaboración de las medidas de prevención y mitigación se aplicó las estrategias pasivas y adaptativas en base al análisis FODA de la Parroquia San José del Tambo, con ayuda de técnicos especialistas para formar una sociedad resiliente, minimizar las zonas susceptibles y reducir los problemas que conlleva una amenaza de deslizamientos.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que autoridades gubernamentales se enfoquen en las zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos, para evitar que existan asentamientos humanos y pérdidas estructurales.
- Brindar capacitaciones a las comunidades de la parroquia, conjuntamente con instituciones gubernamentales; con la finalidad de adquirir conocimiento en cuanto se refiere a la prevención y mitigación de desastres.
- Realizar simulacros por lo menos 2 veces al año, para que los pobladores vayan adaptándose a las medidas de prevención y mitigación planteadas.
- Mantener áreas de reforestación en las zonas altas para evitar la erosión y desbordamientos de los afluentes de agua.
- Implementar una estación de monitoreo con la finalidad de contar con datos reales y actualizados en relación al nivel de precipitación de la zona para una adecuada toma de decisiones de parte de las autoridades.
- Es recomendable que el presente proyecto de investigación sea utilizado como base para realizar futuras investigaciones en cuanto se refiere a zonas susceptibles ante la amenaza de deslizamientos.

BIBLIOGRAFÍA

- BIOLOGÍA-GEOLOGÍA*. (Febrero de 2014). Obtenido de <https://biologia-geologia.com>
- Red Sismológica Nacional*. (11 de Agosto de 2014). Obtenido de <https://rsn.ucr.ac.cr>
- ArcGis Resources*. (2015). Obtenido de <https://resources.arcgis.com>
- GIS&Beers*. (27 de Diciembre de 2019). Obtenido de <http://www.gisandbeers.com>
- Arias, B. (2012). *Deslizamientos en taludes inducidos por altas precipitaciones en vía intermunicipales en Colombia*. Bogotá.
- Asociación Argentina y Sudamericana de Permafrost. (28 de Octubre de 2011). AASP. Obtenido de <http://www.geociologia.com.ar>
- Barrantes, G.; Quesada, A. (2017). *Modelo morfométrico para determinar áreas susceptibles a procesos de ladera*. Costa Rica.
- Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. (12 de Enero de 2018). CDC. Obtenido de <https://www.cdc.gov>
- Cherres, J. (Octubre de 2013). *Trabajo Autónomo I J*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/trabajoautonomoij/deslizamientos-en-el-ecuador/tipos-de-deslizamientos>
- CIESAS. (Septiembre de 2013). *Laboratorio Unidad Pacífico Sur*. Obtenido de <https://langleruben.wordpress.com>
- Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización. (2010). Quito.
- Constitución de la República del Ecuador. (2018). Quito.
- Contreras, E. (2009). *Evaluación Social de Proyectos*.
- Contreras, E. (09 de Septiembre de 2019). *Evaluación multicriterio*. Colombia.
- Cruz Roja/Media Luna Roja. (Diciembre de 2016). IFRC. Obtenido de <https://www.ifrc.org>
- Español, A. (2017). *Estudio de susceptibilidad por movimientos en masa en la subcuenca del Arroyo Quijorna mediante evaluación multicriterio*. Ávila-España.
- Fuzzy. (1965). *Zonas Susceptibles*.
- GAD Cantón Chillanes. (2020). *Antecedentes de deslizamientos*. Chillanes.
- GOAL. (2015). *Herramienta para medir la resiliencia comunitaria ante desastres*. La Mosquitia.
- Gobierno Vasco. (Mayo de 2016). *hiru.eus*. Obtenido de <https://www.hiru.eus>
- González, C. (2011). *Lógica Difusa: Una introducción práctica*.

- Gutierrez, H. (01 de Septiembre de 2011). *Sistema de Información Geográfica*. Obtenido de <https://sites.google.com>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (18 de Mayo de 2018). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx>
- Ley de Seguridad Pública y del Estado. (2014). Quito.
- Lozano, P.; Bussmann, R. (2005). *Importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador*. Lima: Revista Peruana de Biología.
- Maldonado, Y. (Diciembre de 2016). *GEOLOGÍAWEB: Geología, ramas y aplicaciones*. Obtenido de <https://geologiaweb.com>
- Matellanes, R. (2018). *Geo Innova*. Obtenido de <https://geoinnova.org>
- Navarro, J. (2012). *Susceptibilidad y Amenaza de Movimientos de Ladera Mediante SIG en el Municipio de Berlín, El Salvador*. El Salvador.
- Osorio, L. (2019). *Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos*. Bogotá.
- Pérez, J. (2008). *mundocompresor*. Obtenido de <https://www.mundocompresor.com>
- Pérez, J. (21 de Octubre de 2019). *GEOQuantics*. Obtenido de <https://geoquantics.com>
- Pérez, J. (2020). *definiciones.de*. Obtenido de <https://definicion.de>
- Perez, M. (Mayo de 2018). *lifeder.com*. Obtenido de <https://www.lifeder.com>
- Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida. (2017). Quito.
- Prado, H. (1992). *Manual de Organización Local para Situaciones de Emergencia*. El Salvador. Obtenido de <http://helid.digicollection.org>
- Quesada, A. (2015). *Método para la determinación de áreas susceptibles a inundaciones y deslizamientos en Costa Rica: el caso de la cuenca alta del río General*. Costa Rica.
- Ramírez, A. (2014). *Lógica fuzzy, verdad y cognición*. Chile: Scielo.
- Ramirez, C. (2016). *Lógica difusa*.
- Rodriguez, R. (09 de Junio de 2011). *Geología Venezolana*. Obtenido de <http://geologiavenezolana.blogspot.com>
- Romero, R. (2012). *Las precipitaciones*. Cuba.
- Saaty. (2011).
- Seguí, A.; Portalés, C.; Cabrelles, M. Lerma, J. (2014). *Los Sistemas de Información geográfica: concepto, ventajas y posibilidades en el campo de la restauración*. España: LOGGIA.

- Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.sgm.gob.mx>
- Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.sgm.gob.mx>
- Suarez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga-Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda.
- Suárez, J. (2009). *Análisis Geotécnico*. Colombia: PUBLICACIONES UIS.
- Tobón, W. (2013). *Análisis multicriterio*. México.
- Toskano, G. (2017). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de DEcisiones en la Selección de proveedores*.
- Ucha, F. (MARco de 2011). *definicion ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com>
- Universidad de Costa Rica. (04 de Agosto de 2014). *Red Sismológica Nacional*. Obtenido de <https://rsn.ucr.ac.cr>
- Universidad del País Vasco. (Julio de 2016). *Geología.eus*. Obtenido de <https://www.ehu.eus>
- Universidad Politécnica de Valencia. (2011). *Pendientes*. España.
- Vásconez, H., & Jibaja, A. (2020). Ecuador.
- Velásquez, M. (2016). *Curaduría Urbana Segunda*.

ANEXOS

FOTOGRAFÍAS 1 Y 2





Visita al GAD Parroquial San José del Tambo

(Vásconez & Jibaja, 2020)

FOTOGRAFÍAS 3 Y 4



Visita al GAD Cantón Chillanes

(Vásconez & Jibaja, 2020)

FOTOGRAFÍAS 5, 6 Y 7







Reconocimiento de zonas susceptibles

(Vásconez & Jibaja, 2020)