



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTO EN LA
PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR,
DURANTE EL PERÍODO 2021

AUTORES:

CRISTHIAN DAVID YAZUMA YAZUMA
MAURICIO MOISÉS PIURI MOPOSITA

DIRECTOR DEL PROYECTO:

ING. LUIS VILLACÍS TACO

GUARANDA – ECUADOR

2022

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

Guaranda, 13 de diciembre de 2021.

El suscrito Ingeniero Luis Villacis Taco MsC., 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: “ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTO EN LA PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR”; realizado por los Señores: **Cristhian David Yazuma Yazuma** y **Mauricio Moisés Piuri Moposita**, 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.



firmado electrónicamente por:
**LUIS HERNAN
VILLACIS**

ING. LUIS VILLACIS TACO MSC.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Cristhian David Yazuma Yazuma y Mauricio Moisés Piuri Moposita, autores, declaramos que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas con sus previos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y normativa institucional vigente.



CRISTHIAN DAVID YAZUMA YAZUMA



MAURICIO MOISÉS PIURI MOPOSITA

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



[Handwritten signature]
...rio

N° ESCRITURA 20220201003P00403

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: YAZUMA YAZUMA CRISTHIAN DAVID y PIURI MOPOSITA MAURICIO MOISES

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006 -000000815

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día nueve de Marzo del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores YAZUMA YAZUMA CRISTHIAN DAVID, casado, de ocupación estudiante, por sus propios derechos, celular (0993490183), domiciliado en la Comunidad el Castillo, de la Parroquia Veintimilla, de Cantón Guaranda Provincia Bolívar y de paso por este lugar, PIURI MOPOSITA MAURICIO MOISES, soltero, por sus propios derechos de ocupación estudiante, domiciliado en la parroquia de San Simón del Cantón Guaranda Provincia Bolívar, con celular número (0985500927), obligarse a quienes de conocerles doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTO EN LA PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR" es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención de título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, en la universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquella se ratifica queda incorporada al protocolo de esta notaria y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

[Handwritten signature]
YAZUMA YAZUMA CRISTHIAN DAVID

C.C. 020235139-1

[Handwritten signature]
PIURI MOPOSITA MAURICIO MOISES

C.C. 0201924644

[Handwritten signature]
AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA





CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD



Número único de identificación: 0202351391

Nombres del ciudadano: YAZUMA YAZUMA CRISTHIAN DAVID

Condición del cedulado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/BOLIVAR/GUARANDA/GABRIEL
IGNACIO VEINTIMILLA

Fecha de nacimiento: 12 DE JUNIO DE 1995

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: ESTUDIANTE

Estado Civil: CASADO

Cónyuge: QUILLE MILAN ELVIA NARCISA

Fecha de Matrimonio: 29 DE MARZO DE 2017

Datos del Padre: YAZUMA GUAMBUGUETE JOSE ANTONIO

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: YAZUMA LASSO MARIA LAURA

Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 20 DE DICIEMBRE DE 2017

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 9 DE MARZO DE 2022

Emisor: HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ - BOLIVAR-GUARANDA-NT 3 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 224-687-91135



224-687-91135

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación
Documento firmado electrónicamente





CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD



Número único de identificación: 0201924644

Nombres del ciudadano: PIURI MOPOSITA MAURICIO MOISES

Condición del cedulado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/BOLIVAR/GUARANDA/SAN SIMON

Fecha de nacimiento: 2 DE MAYO DE 1991

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: BACHILLER

Estado Civil: SOLTERO

Cónyuge: No Registra

Fecha de Matrimonio: No Registra

Datos del Padre: PIURI ARMIJOS FRANCO

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: MOPOSITA GUAMBUGUETE ELIZABETH LORENA

Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 4 DE FEBRERO DE 2021

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 9 DE MARZO DE 2022

Emisor: HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ - BOLIVAR-GUARANDA-NT 3 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 225-687-91210



225-687-91210

F. Alvear

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación
Documento firmado electrónicamente



INSTRUCCIÓN: BACHILLERATO PROFESIÓN / OCUPACIÓN: BACHILLER E233311222

APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE: PIURI ARMIJOS FRANCO

APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE: MOPOSITA GUAMBUQUETE ELIZABETH LORENA

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN: QUITO 2021-02-04

FECHA DE EXPIRACIÓN: 2031-02-04



REPÚBLICA DEL ECUADOR DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACION Y CEDULACION N. 020192464-4

CIUDADANIA: CIUDADANIA

APELLIDOS Y NOMBRES: PIURI MOPOSITA MAURICIO MOISES

LUGAR DE NACIMIENTO: BOLIVAR GUARANDA SAN SIMON

FECHA DE NACIMIENTO: 1991-08-02

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

SEXO: HOMBRE

ESTADO CIVIL: SOLTERO



INSTRUCCIÓN: BACHILLERATO PROFESIÓN / OCUPACIÓN: ESTUDIANTE E333311222

APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE: YAZUMA GUAMBUQUETE JOSE ANTONIO

APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE: YAZUMA LASSO MARIA LAURA

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN: GUARANDA 2017-12-20

FECHA DE EXPIRACIÓN: 2027-12-20



REPÚBLICA DEL ECUADOR DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACION Y CEDULACION N. 020235139-1

CIUDADANIA: CIUDADANIA

APELLIDOS Y NOMBRES: YAZUMA YAZUMA CRISTHIAN DAVID

LUGAR DE NACIMIENTO: BOLIVAR GUARANDA GABRIEL I VEINTIMILLA

FECHA DE NACIMIENTO: 1995-05-12

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

SEXO: HOMBRE

ESTADO CIVIL: CASADO

ELVIA NARCISA GUILLE MILAN



CERTIFICADO DE VOTACIÓN 11 ABRIL 2021

PROVINCIA: BOLIVAR

CIRCUNSCRIPCIÓN: CANTÓN: GUARANDA

PARROQUIA: GABRIEL I VEINTIMILLA

ZONA: 1

JUNTA N.º 0027 MASCULINO

IV 80934155

0202351391

04-12-2017

CC N.º 0202351391

YAZUMA YAZUMA CRISTHIAN DAVID



CERTIFICADO DE VOTACIÓN 11 ABRIL 2021

PROVINCIA: BOLIVAR

CIRCUNSCRIPCIÓN: CANTÓN: GUARANDA

PARROQUIA: SAN SIMON

ZONA: 1

JUNTA N.º 0003 MASCULINO

PIURI MOPOSITA MAURICIO MOISES

91982134

0201924644

CC N.º 0201924644



RAZON: De conformidad con lo dispuesto en el art. 18 No. 5 de la Ley Notarial, certifico que la fotocopia es igual al documento original que se me exhibió y se devolvió, Guaranda a

09 MAR 2022

Henry Rojas Narváez

Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
 NOTARIO TERCERO - CANTON GUARANDA



DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a ese ser supremo que me dio la vida y ha permitido llegar a este punto muy importante de mi vida, a mis padres por el inmenso apoyo y por enseñarme a no rendirme ante ningún obstáculo que se presente en la vida, a mis hermanos por ser esa fortaleza por el cual me esforcé día a día en para llegar a ser un ejemplo a seguir, a mi esposa que ha estado ahí apoyándome en cada paso que he dado y por ultimo cada uno de las personas que de alguna manera u otra contribuyo en mi formación como profesional, de todo corazón muchísimas gracias.

Cristhian Yazuma

El presente proyecto lo dedico principalmente a dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar con este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, a mi madre, por el amor, el trabajo y el sacrificio de todos estos años, gracias a usted he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, es un orgullo y un privilegio ser su hijo, es la mejor madre, a mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y dando ese apoyo moral que muchas veces me ha hecho falta, a todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimiento.

Mauricio Piuri

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecidos con dios, por habernos permitido culminar con éxito nuestros estudios.

A la Universidad Estatal de Bolívar por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales, al cuerpo de docente y administrativo de la escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo quienes inculcaron sus enseñanzas, valores y sus consejos en las aulas que nos ayudaron a seguir adelante en nuestro camino de formación como futuros profesionales.

Agradecemos al Ing. Luis Villacis nuestro tutor por habernos brindado sus conocimientos, la predisposición y guiarnos en elaboración de nuestro trabajo de titulación.

A las autoridades de la Parroquia Simiatug, quienes contribuyeron con la información requerida para la elaboración de nuestro trabajo de titulación.

Contenido

1.	El Problema	17
1.1	Planteamiento del Problema	17
1.2	Formulación del Problema	18
1.3	Objetivos	19
1.3.1	Objetivo General.....	19
1.3.2	Objetivos Específicos	19
1.4	Justificación	20
1.5	Limitaciones.....	21
2	Marco Teórico	22
2.1	Antecedentes de la investigación	22
2.2	Marco Referencial.....	24
2.2.1	Antecedentes referenciales	24
2.3	Antecedentes Históricos	30
2.4	Bases teóricas.....	31
2.4.1	Amenaza de deslizamiento	31
2.5	Marco Legal.....	52
2.5.1	Constitución del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20-oct-2008	52
2.5.2	Manual del Comité de Operaciones de Emergencias	52
2.5.3	Plan de Creación de oportunidades	53
2.5.4	Código Orgánico del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017	55
2.5.5	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010	55
2.6	Marco Conceptual.....	57
2.7	Hipótesis	63
2.8	Sistema de Variables.....	63
2.8.1	Variable independiente	63
2.8.2	Variable dependiente	63
3	Marco Metodológico	69
3.1	Tipo y diseño de la investigación	69
3.1.1	Nivel de investigación	69
3.2	Diseño de la investigación	69
3.3	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	70
3.3.1	Fuentes Secundarias	70

3.3.2	Fuentes Primarias	71
3.4	Universo de estudio	71
3.5	Técnica de Procesamiento de Datos	71
4	Resultados o Logros Alcanzados Según los Objetivos Planteados.....	76
4.1	Resultados del objetivo 1.- Identificar los Factores Condicionantes, Detonantes y las Zonas de Amenaza a Deslizamiento en la Parroquia Simiatug.....	76
4.1.1	Factores Condicionantes.....	76
4.1.2	Factores Detonantes.....	86
4.1.3	Amenaza a Deslizamientos de la Parroquia Simiatug	90
4.2	Resultado del objetivo 2.- Identificar los Elementos Expuestos a la Amenaza de Deslizamiento en la Parroquia Simiatug.	101
4.2.1	Elementos expuestos	101
4.3	Resultado del objetivo 3. Proponer medidas para minimizar los efectos de deslizamientos en la Parroquia.	112
4.3.1	Tema	112
4.3.2	Justificación	112
4.3.3	Objetivos.....	113
4.3.4	Medidas para minimizar los efectos de deslizamiento en la Parroquia Simiatug	114
4.3.5	Monitoreo, Seguimiento y Evaluación	117
5	Conclusiones y recomendaciones.....	118
	Conclusiones.....	118
	Recomendaciones	119
	Bibliografía	120
	Anexos	125
	Anexo 1. Memorias fotográficas.....	125
	Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.	135
	Anexo 3. Aspectos Administrativos del Trabajo de Titulación.	136

Resumen

El presente proyecto de investigación con el tema “Zonificación de las Áreas Susceptibles a Deslizamiento en la Parroquia Simiatug”, misma que se encuentra situada al extremo norte del Cantón Guaranda, provincia Bolívar, se procedió a la identificación de las áreas susceptibles, la valoración de los elementos expuestos mediante el análisis del sistema de agua, alcantarillado, sistema eléctrico, edificaciones, sistema vial, para las cuales luego de ser evaluados y analizados se procedió a plantear medidas que ayuden a minimizar los efectos de deslizamientos.

Para realizar la evaluación de la amenaza a deslizamiento, se consideró la metodología planteada por (Mora & Vahrson, 1994), donde se consideró los factores condicionantes y detonantes mismas que se concretó mediante la Lógica Difusa (Matriz de Saaty) donde se compara los factores o descriptores donde nos permite determinar la importancia de un criterio respecto a otro, mediante el uso del software ArcGis se procedió a relacionar los factores de estudio.

Para la obtención de los resultados de la susceptibilidad a la amenaza de deslizamiento se obtuvo a partir de análisis de los factores donantes y condiciones, se obtuvo un mapa base con la cual se realizó la correlación con los elementos expuestos, del cual se obtuvo como resultados; del sistema de agua 3 tanques de almacenamiento de agua y 7931 km de tubería presentan nivel alto ante la amenaza; en el sistema eléctrico 125 transformadores, 1071 postes, 817 puntos de carga (viviendas), 140km de líneas de media y baja tensión se encuentra en riesgo muy alto; en cuanto a edificaciones las comunidades que presenta mayor susceptibilidad son Fungadahuas, Ingapirca, Yataló; el sistema vial presenta el 41% del sistema se encuentra en un nivel de alto y mientras que el 53% muy alto en su mayoría las vías que conectan con sus comunidades, el sistema vial presenta mayor exposición ante la amenaza de deslizamiento en la época de invierno.

Palabras claves: amenaza, susceptibilidad, algebra de mapas, factor condicionante, factor detonante, medidas de reducción.

Introducción

El Ecuador, así como otros países de Sudamérica, por su ubicación dentro del cinturón de fuego del Pacífico, se encuentra inmerso a todo tipo de amenazas de origen natural y amenazas por las acciones del ser humano, por ende, se ha evidenciado la presencia de eventos peligrosos como; erupciones volcánicas, sismos, deslizamientos e inundaciones, los cuales son difíciles de predecir la magnitud que va a tener el impacto. La Parroquia Simiatug en la provincia Bolívar no está exenta de esta situación; por tal razón mediante este documento se plantea una de las metodologías más eficaces para la elaboración de mapas de susceptibilidad ante la amenaza de deslizamiento, que ayude a restringir el uso de los suelos para construir edificaciones en las áreas vulnerables.

En cuanto a la parte investigativa contribuir como base para la interpretación e intervención de la Parroquia, donde se realizará el análisis de la amenaza de deslizamiento mediante la aplicación de la metodología de Mora y Vahrson, la lógica difusa y el uso de del software ArcGis, para la generación del mapa de amenaza a deslizamientos y la susceptibilidad de los elementos esenciales.

En el primer capítulo se detalla el problema a analizar, los objetivos con los cuales se trata en el estudio, la Justificación y limitaciones que se presentaron en la ejecución del estudio.

En el segundo capítulo contiene el **marco teórico donde se detalla los** aspectos de la parroquia, los antecedentes, el marco legal, el sistema de variable **del estudio**.

En el tercer capítulo se especifica la metodología aplicada para la investigación, las técnicas de recolección de datos, las diferentes fuentes donde se procedió para la obtención de la información acerca de la parroquia.

En el cuarto capítulo se presenta los resultados de acuerdo a los objetivos establecidos, los cuales son determinar el nivel de amenaza a deslizamientos en la

parroquia Simiatug mediante un mapa, el cual permitirá junto con la ubicación de los elementos esenciales de la parroquia determinar cuál es el grado de exposición de los mismos, para establecer las medidas de reducción de riesgo que beneficien a la comunidad.

En el quinto capítulo las conclusiones y las recomendaciones **del proyecto de investigación.**

TEMA

ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTO EN LA
PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR,
DURANTE EL PERÍODO 2021

Capítulo I

1. El Problema

1.1 Planteamiento del Problema

Ecuador por su ubicación geográfica es uno de los países que presenta características geológicas, geomorfológicas, muy variadas en sus tres regiones que van de zonas bajas a zonas montañosas con pendientes bastante pronunciadas, en las cuales en épocas lluviosas o por actividades sísmicas tienden a desencadenar deslizamientos y con ello destrucción de infraestructuras, colapso de los servicios básicos (vialidad, sistema de agua, sistema eléctrico, alcantarillado), de esta manera afecta la distintas actividades de la Parroquia.

De acuerdo a (PDOT, 2015) la provincia Bolívar está conformado por cerros de mediana altura con fuertes pendientes, las rocas presentan un comportamiento mecánico corriente, que, en combinación con otros factores como la deforestación, la pendiente y los severos fenómenos meteorológicos que afectan el territorio conforman las causas fundamentales para el desarrollo de los deslizamientos.

En el cantón Guaranda los deslizamientos son uno de los eventos más recurrentes durante la época de invierno, los deslizamientos son causados por la sobresaturación del terreno debido a la cantidad de agua durante intensas lluvias, además otra causa es la actividad sísmica.

La parroquia Simiatug debido a su topografía irregular, sus pendientes pronunciadas además de la expansión de la frontera agrícola son las principales causas que inciden para el desarrollo de la amenaza, en temporadas invernales se evidencia los deslizamientos de mayor a menor escala, de esta manera se ve afectada a nivel económico (comercialización) y social.

Actualmente la Parroquia Simiatug no cuenta con una zonificación de las áreas susceptibles, y se desconoce con precisión los factores que influyen o inciden en la amenaza de deslizamientos, para la toma de decisiones y propuestas de medidas de reducción de riesgos por las autoridades.

1.2 Formulación del Problema

¿Qué factores influyen en la amenaza de deslizamiento y los elementos expuestos en la parroquia Simiatug?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Identificar las áreas susceptibles a deslizamiento mediante la zonificación en la parroquia Simiatug.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los factores condicionantes, detonantes y las zonas de amenaza a deslizamiento en la parroquia Simiatug
- Identificar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamiento en la parroquia Simiatug
- Proponer medidas para minimizar los efectos de deslizamientos en la zona de estudio.

1.4 Justificación

La problemática de los deslizamientos de una manera u otra altera la forma del terreno, afecta el valor paisajístico de la población, durante los últimos años se ha evidenciado que, en varias provincias de nuestro país los deslizamientos han ocasionado cuantiosas pérdidas materiales, cultivos e incluso vidas; con respecto a la Parroquia Simiatug debido a su topografía irregular, y factores meteorológicos se ha evidenciado afectaciones en la vialidad, el comercio, la provisión de los alimentos, de esta manera podemos constatar la problemática a la cual se encuentra inmersa la Parroquia.

La zonificación de áreas susceptibles a deslizamientos en la Parroquia Simiatug aportará en el fortalecimiento de las capacidades para la toma de decisiones de las autoridades, a través del estudio de los factores condicionantes y detonantes que influyen en el desarrollo de este tipo de eventos peligrosos.

Mediante la zonificación se podrá identificar las áreas susceptibles, los elementos que se encuentran expuestos ante la amenaza de deslizamiento y de esta manera se procederá a establecer medidas de reducción de riesgos.

El presente estudio contribuye como base para futuros estudios de riesgos de la Parroquia y como guía para el estudio de la amenaza a deslizamiento para los estudiantes de la escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo y la escuela de Ingeniería de Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar.

1.5 Limitaciones

Las principales limitantes en nuestro estudio de investigación fueron:

- La información del PDOT de la parroquia Simiatug desactualizada, por tal razón se procedió a recolectar información de sitios web y estudios realizados de la parroquia.
- Restricciones de salud por el COVID 19.
- Dificultad para el ingreso a las comunidades por condiciones climáticas.
- La falta de información cartográfica actualizada de la Parroquia.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten realizar un análisis, evaluación, identificación y manejar riesgos por fenómenos naturales, una de las aplicaciones hace referencia a la amenaza por deslizamiento, los cuales pueden ser estudiados mediante un análisis multicriterio dentro de un SIG, como por ejemplo la lógica Fuzzy y Saaty. (Echeverría, 2018)

Según la metodología propuesta por Mora y Vahrson permite realizar un análisis a priori de áreas extensas bajo amenaza de deslizamientos, utilizando indicadores morfodinámicos, tales como el relieve relativo (Pendiente), la litología, la humedad del suelo, la sismicidad y la lluvia, todo esto definido por índices de influencia para cada área, que pueden ser trabajados en un Sistemas de Información Geográfico (SIG), para obtener un mapa de potencial a deslizamientos. (Mora S. V., 1992)

Según Pablo y Fermín en su trabajo de investigación “Determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa en el sector norte del área urbana del Cantón Gonzanamá. Loja – Ecuador”, hace mención que el crecimiento desordenado de la sociedad se ha convertido en una problemática, para los cual se ha impulsado a plantear métodos que ayuden a dar solución. (Pablo & Gonzalez, 2009)

La determinación de las zonas de susceptibilidad a movimientos en masa es fundamental para la zonificación del riesgo y para el establecimiento del ordenamiento territorial, también hace referencia que a causa de los movimientos en masa los planes de crecimiento urbanístico se ven afectados, ocasionando pérdidas considerables.

Esta investigación contribuirá como base para el estudio de la amenaza de deslizamiento en la Parroquia Simiatug, en vista que dentro de esta investigación se

evalúa los diferentes factores que inciden en el desarrollo de la amenaza (Litología, Cobertura Vegetal, Precipitación, Pendiente, sismicidad).

Según Carlos Cueto en su estudio de investigación “Zonificación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la Cordillera de Guaniguanico, Cuba. Un aporte al ordenamiento del territorio”. Menciona que la cartografía elaborada ayuda en el fortalecimiento de los futuros planes de ordenamiento territorial, en este estudio para cumplir con los objetivos planteados realizaron un inventario de deslizamientos a partir de la fotointerpretación y el trabajo de campo, mediante el inventario realizado lograron establecer la relación de los deslizamientos con los factores que influyen en este tipo de amenaza. (Cueto, Cruz, & Hernández, 2019)

En nuestra investigación se detalla los elementos que se encuentran expuestos ante la amenaza; el sistema de agua, el sistema eléctrico, la vialidad, el sistema estructural, una vez identificado los elementos expuestos mediante el uso de los sistemas de información geográfica podemos realizar el modelamiento de susceptibilidad.

Según Ivan Chaverri en su estudio de investigación “Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento, por medio de la metodología Mora-Vahrson, en la microcuenca del Río Macho, San José, Costa Rica”. Menciona que los mapas de susceptibilidad realizados son base fundamental para la toma de decisiones y juegan un papel fundamental en la prevención, control y mitigación de deslizamientos. (Chaverri, 2016)

En el presente trabajo de investigación se utilizó como referencia la metodología de Mora y Vahrson, donde se procedió en el análisis y clasificación de las variables, de cada uno de los factores de susceptibilidad donde se analizaron las características geomorfológicas, pendiente, litología, humedad del suelo, sismicidad y la precipitación, con respecto a nuestra área de investigación.

2.2 Marco Referencial

2.2.1 Antecedentes referenciales

Ubicación Geográfica.

La parroquia Simiatug se encuentra localizada al extremo norte del cantón Guaranda, provincia Bolívar, con una superficie de 312,86 km² y una población aproximada de 11246 habitantes.

La parroquia Simiatug está conformada por 38 comunidades que se delimitan en 6 zonas:

Tabla 1

Zonas y comunidades que conforman la parroquia Simiatug

ZONA	COMUNIDADES
1	Boliche, Cutahua, Llullimunllo, Pímbalo, Laihua, Cruz de Ventanas, Gerrana, Papaloma.
2	El Tingo, Cocha Colorada, Tomaloma, Allago, Santo Domingo, Rayopamba.
3	Salaleo, Mindina, Cascarillas
4	Barrio Monseñor Leónidas Proaño, Barrio Central, Barrio La Moya, Barrio 4 Esquinas que están en el centro consolidado por las siguientes comunidades: Guanguliquin, Potrero, Playapamba, Chigue, Yatalo, Pambugloma, La Cabaña, Candio, Tacarpo, San Francisco.
5	Quialó, Talahua, Tahuato, Potrerillos, La Y, El Aserradero, Silagato.
6	Santa Teresa, Ingapirca, Mushullacta, Pungadahuas, Puñahua.

Fuente: (PDOT, 2015)

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Geomorfología

Es bastante irregular, existen formaciones en la Parroquia de: terrazas indiferenciadas, bancos y diques aluviales, pie de monte coluvial, colinas medianas, vertientes convexas, vertientes irregulares, relieves escarpados, relieves montañosos, valle escalonado, cuerpos de agua. (Simiatug, 2002)

Pendiente

Son bastante pronunciadas que van del 25% al 70% y aún mayores. Del 25% al 50% son onduladas y Del 50% al 70% son estribaciones montañosas.

Clima: según Holdrige (1997), Simiatug es considerada como zona de bosque subplanino, misma que se caracteriza por presentar precipitaciones anuales de 800 a 1.375 mm, con una temperatura promedio anual de 11°C.

Hidrología

El sistema hidrográfico y orográfico se determina por el río Chimbo, formado los ríos Salinas y el Guaranda, que se unen al sur de la ciudad de Guaranda. El río Chimbo se une luego al río Chanchan para luego formar el río Yaguachi que desemboca en el río Guayas; otros ríos menores son: Simiátug; Saquibi; San Lorenzo; el Huaico; Caluma; Telimbela; Pallatanga; Santiago, Cristal. Adicionalmente cuenta con 26 cascadas en toda la provincia, 1 sistema de agua termales, existen cuevas, petroglíficos, pajonales, lagunas, bosque primario, santuarios religiosos, fiestas culturales y folklóricas, mercados y plazas, asentamientos de agrupaciones indígenas, entre otros. (Simiatug, 2002)

Contextualización social de la Parroquia Simiatug

Aspectos demográficos

La Parroquia Simiatug de acuerdo al censo realizado en el año 2010 presenta una población de 11246, mediante la proyección de crecimiento del 2% anual del INEC para

el 2021 la Parroquia Simiatug cuenta con 13720 Habitantes, una población joven, donde los grupos de edad comprendidos entre 0 a 14 años, alcanzan el 44% de la población total de la Parroquia, notándose que los Habitantes de estas comunidades son mayoritariamente niños y adolescentes. La población femenina alcanza el 51%, mientras que la masculina, el 49%. Lo que refleja que el número de mujeres supera al de los hombres. (INEC, 2010)

Educación

De acuerdo a la información recopilada el 98 % de los niños en la edad escolar asisten a los centros educativos de ellos, aproximadamente, el 92% terminan la educación y accede a la educación secundaria. En cuanto a la educación superior son pocos los casos en que llegan a este nivel educacional.

La mayoría de escuelas son pluridocentes y unídocentes es decir que dispone de 1 a 5 profesores, este tipo de escuelas está distribuido en la zona alta y baja, las escuelas completas se encuentran en las cabeceras Parroquiales, a causa de la poca afluencia de alumnos y la falta de recursos en las instituciones educativas.

Migración

En la Parroquia Simiatug de acuerdo al INEC la tasa de migración es del 50%, siendo de forma temporal debido a la falta de empleo o fuentes de trabajo.

Actividades agrícolas

La población se dedica a las actividades agrícolas en un 100%, entre los cultivos más destacados tenemos cebada, trigo papas, habas, cebolla, maíz, arveja, fréjol, ajo, cebolla, plantas medicinales, etc. (Simiatug, 2015)

Salud

Actualmente la Parroquia cuenta con dos Unidades de Salud (Casco Parroquial y la comunidad de Talahua) disponen de infraestructura para brindar servicio de atención Primaria en Salud.

Tabla 2

Personal que labora en el centro de salud de la Parroquia Simiatug

Personal de Salud Medicina general	No	Personal de Salud Administrativa	No
Médicos contratados	2	Estadístico Contratado	1
Médicos de Planta	1	Choferes	1
Médicos Rurales	2	Conserje Planta	1
		Inspector Sanitario	1
Total Enfermería	5	Total Asistente administrativo	4
Contratados	3		
Rurales	1	Total	1
Internos rotativos	0	TAPS	3
Auxiliar de planta	1	Total	3
Total Odontología	5	Total de personas	19
Contratados	1		
Rural	1		
Total	2		

Fuente: (PDOT, 2015)

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Cobertura de servicios básicos de la Parroquia Simiatug

La siguiente información fue tomada Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial la Parroquia Simiatug.

Agua potable

El servicio es utilizado por 2075 familias entre las seis zonas, de las cuales aproximadamente 10% de las familias consumen agua potable, mientras que 90% de las familias consumen agua entubada que son almacenadas en las partes altas de las vertientes de los páramos.

Electricidad

En la Parroquia Simiatug el 68% de viviendas cuenta con servicio de energía eléctrica, mientras que el 32% aún no cuenta con el servicio.

Saneamiento

Las 2075 familias de la Parroquia Simiatug el 90,22 % elimina sus desechos a través de letrinas, 17,88 % familias elimina sus desechos a través de pozo séptico, el 16,38 % familias elimina sus desechos a través de alcantarillado, el 14,79 % familias elimina sus desechos a campo abierto.

Desechos Sólidos

Las 2.683 familias de la Parroquia Simiatug el 74,62 % quema la basura, el 22,92 % entrega al carro recolector, el 2,46 % botan al terreno.

2.3 Antecedentes Históricos

Para establecer los antecedentes históricos, se ha considerado la información generada por el SNGRE, IG-EPN, El Comercio, entre otros. En el cual se registra los eventos peligros que pueden volver a suscitarse.

Tabla 3

Antecedentes de eventos peligrosos en Parroquia Simiatug

Año	Evento	Lugar del evento	Afectación
2008 – 2010	Erupción volcánica	Volcán Tungurahua	Declaración de alerta roja por caída de ceniza
07 de marzo del 2010	Vientos fuertes	Simiatug	Destrucción de una vivienda la cubierta
26 de febrero del 2010	Lluvias intensas	Culebrillas	Deslizamientos de tierras que ocasionó la pérdida de cultivos
16 abril del 2016	Sismo	Ecuador	Infraestructura
30 diciembre 2016	Incendio	Simiatug	Aproximadamente 5 hectáreas fueron afectadas.
6 de septiembre del 2019	Deslizamiento	Guanguliquin - Simiatug	Tres viviendas fueron afectadas y una persona fallecida.
14 de marzo 2021	Deslizamiento	Simiatug- Facundo Vela	Bus de Transportes Ambateñita

Fuentes: (IG-EPN, 2008); (SNGR, 2015)

2.4 Bases teóricas

2.4.1 Amenaza de deslizamiento

2.3.1.1 Definición de Deslizamiento

Este movimiento consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla. Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc. (Suárez, 1998)

2.3.1.2 Causas de los Deslizamientos

Hutchinson 2013, Menciona que “los deslizamientos se deben principalmente a fuerzas gravitacionales combinadas en ocasiones con la actividad sísmica y que la respuesta del talud a esas fuerzas depende de la geología, la hidrología, la topografía, el clima y la meteorización”.

Causas Internas: Relacionadas con la disminución de la resistencia al corte de la masa de suelo, tales como:

- a) Acción del agua subterránea: Su efecto causa daños ostensibles al disminuir la estabilidad del suelo que conforma el talud, provocando en esta forma el deslizamiento, así:
 - El agua de infiltración afecta la estabilidad de los taludes al establecer su propio patrón de flujo subterráneo que ejerce presión sobre las partículas del suelo.

- El agua subterránea confinada actúa sobre las capas impermeables supra yacentes.
 - El lavado de las partículas de arena fina y limo del talud y de las cavidades subterráneas, denominado tubificación y el lavado de cementantes solubles afectando la cohesión y el coeficiente de fricción.
- b) Cambios en el nivel freático: El agua ocupa un lugar en el subsuelo y al disminuir su volumen genera vacíos de tal forma que en un proceso natural de reacomodación o por la acción de fuerzas externas, se traduce en movimientos de masa de suelo del talud, generando deslizamientos de material inestable. (Torres, 2013)
- c) Licuefacción espontánea: En arenas saturadas y en arcillas sensibles, las cargas pueden producir desplazamiento o rotación de los granos generando licuefacción súbita del suelo.
- d) Cambios estructurales progresivos: La meteorización química y mecánica afecta la cohesión de las rocas y disminuye su resistencia a través de un proceso continuo de deterioro.
- e) Cambios en la cobertura vegetal: La deforestación de las laderas afecta ostensiblemente el régimen de agua. Las raíces vegetales transmiten estabilidad al talud y coadyuva en el secado por absorción del agua subterránea.
- f) Ciclos estacionales y cambio en el contenido de humedad del suelo: La precipitación hace que el agua penetre en las diaclasas traduciéndose en presión hidrostática en las paredes y generando cambios que repercuten en la disminución de la fricción interna y de la cohesión. Se ha demostrado que el aumento en el contenido de humedad induce a movimientos de masa del talud debido a procesos de electroósmosis. En épocas secas los suelos arcillosos se contraen observándose

cambios importantes en su volumen, produciendo fisuras que facilitan la filtración con la consecuente disminución de la cohesión del suelo. (Torres, 2013)

Causas Externas: Producen incremento en los esfuerzos de corte del suelo. Las más relevantes son:

- a) Sobrecargas por la conformación de terraplenes y/o la acción derivada de construcciones, lo cual aumenta los esfuerzos de cizalladura y la presión de los poros, reduciendo la resistencia.
- b) Técnicas de construcción: El empleo de equipos adecuados y técnicas constructivas acordes, el manejo óptimo de aguas superficiales y subterráneas y el conocimiento amplio de las características del terreno y sus vulnerabilidades usando a la experiencia e idoneidad del constructor, constituyen factor decisivo en el manejo de los taludes y en la mitigación de sus impactos derivados. (Torres, 2013)
- c) Los deslizamientos y derrumbes se producen generalmente por causas antrópicas como la excavación y naturales por la fuerte pendiente del terreno y condiciones climáticas, ocasionando pérdida de soporte en la pata del talud al cambiar los esfuerzos en la masa de roca.
- d) Manejo y uso de la tierra: El uso irracional y desmedido de los recursos naturales, la destrucción de los bosques, las técnicas agrícolas inadecuadas y el crecimiento desordenado de los asentamientos humanos, han provocado el deterioro y degradación del medio ambiente. Los deslizamientos causan miles de muertes y daños en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año, sin embargo, no hay conciencia de su importancia. Es aconsejable la realización de

estudios geológicos en la fase preliminar del proyecto y un control geotécnico durante la construcción. (Torres, 2013)

Otras Causas: Existen otras causas que son igualmente determinantes en la estabilidad del suelo, entre ellas:

- a) Flujos de tierra: Movimientos lentos de materiales blandos. Normalmente arrastran parte de la capa vegetal.
- b) Flujos de lodo: Se presentan con el debilitamiento de la tierra y vegetación por acción del agua alcanzando gran fuerza con la intensidad y duración de las lluvias.
- c) Caída: Desprendimiento de suelo o roca principalmente a través del aire, rebotando o rodando, en una ladera inclinada.
- d) Reptación: Es la deformación que sufre la masa del suelo o roca como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se manifiesta por la inclinación de árboles y postes, el corrimiento de vías y aparición de grietas.
- e) Volcamiento: Consiste en el giro hacia delante de una o varias rocas, por acción de la gravedad o por presión ejercida por el agua.

Para el análisis de los deslizamientos potenciales es necesario un reconocimiento geológico que tenga en cuenta las características de las unidades del suelo, su distribución y secuencia, los patrones de drenaje, la localización de zonas vulnerables, revisión de pendientes, conformación de terrazas, sin dejar de lado la estratigrafía, estructura y clasificación de los suelos, el clima y otros factores ambientales, la topografía, el tratamiento de aguas de escorrentía y subterránea, las estructuras de a la toma de medidas acordes y el recubrimiento vegetal. (Torres, 2013)

Inciden las siguientes variables: Tipo de suelo, clase de rocas, topografía, intensidad de lluvias, actividad sísmica, actividades antrópicas y naturales, obras de drenaje, remoción del material.

Los parámetros determinantes son:

- Incremento en el Esfuerzo de Corte (Fuerza por Unidad de Área): Está determinado por los siguientes factores:
- Remoción del soporte lateral o de base (erosión, deslizamientos previos, cortes de carreteras y canteras).
- Incremento de carga (peso de lluvia, rellenos y vegetación).
- Incremento de presiones laterales (presiones hidráulicas, raíces, cristalización, expansión de la arcilla).
- Stress transitorio (terremotos, vibraciones de transporte, maquinaria, explosiones).
- Movimientos geológicos.

Disminución en la resistencia del material: Inciden los siguientes ítems:

- Disminución de la resistencia del material (motorización, consistencia).
- Cambio de las fuerzas intergranulares (presión de poros, disolución).
- Cambios en la estructura (disminución de resistencia en el plano de falla, fracturamiento por descargas).

Variables

- En la ocurrencia de Deslizamientos inciden algunas variables, tales como:
- Precipitaciones
- Actividad sísmica
- Erosión por actividades naturales o antrópicas
- Orientación de las fracturas o grietas
- Clase de rocas y suelos

Elementos

Favorecen la inestabilidad de los taludes, desde el punto de vista geológico, los siguientes elementos:

- Geomorfológicos: Fuerte pendiente.
- Litológicos: Materiales sueltos sobresaturados.
- Estructurales: Diaclasas, grietas y fallas.
- Sismicidad.
- Condiciones climáticas.
- Estratigrafía.

Tabla 4*Causas de los movimientos en masa.*

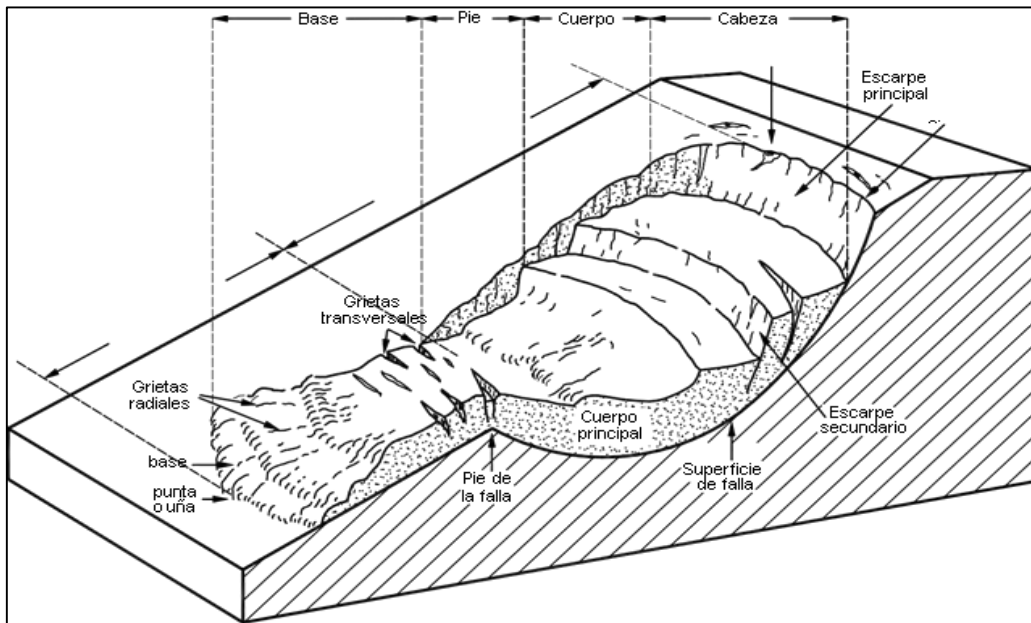
Causas de índole Geológica	Causas por procesos físicos
Materiales débiles	Precipitación intensa
Materiales sensibles	Derretimiento rápido de nieve o hielo
Materiales intemperizados	Eventos de precipitación extraordinarios
Materiales sujetos a cizallamiento	Actividad sísmica
Materiales con fisuras y diaclasas	Erupciones volcánicas
Discontinuidades orientadas adversamente	Gelifracción
(esquistosidad, planos de inclinación)	Expansión e hidratación de arcillas
Discontinuidades estructurales (fallas, discordancias, contactos)	
Permeabilidad contrastante	
Contraste de materiales con diferente plasticidad.	
Causas morfológicas	Causas de origen antrópico
Levantamientos tectónicos o volcánicos	Excavación de laderas o del pie de las laderas
Erosión glacial	
Erosión fluvial al pie de las laderas	Incremento de peso en las laderas
Erosión marina al pie de los acantilados	Disecación de cuerpos de agua (presas)
Erosión glacial al pie de las laderas	Deforestación
Erosión en márgenes laterales	Irrigación
Erosión subterránea	Actividad minera
Remoción de la vegetación (por incendios y sequías)	Vibraciones artificiales

Fuente: (Ayala, 1999)**Elaborado por:** Piuri y Yazuma, 2021

2.3.1.3 Partes de un Deslizamiento

Figura 2

Partes de un Deslizamiento



Fuente: (Díaz, 1998)

a. Escarpe principal

Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla. (Díaz, 1998)

b. Escarpe secundario

Una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.

c. Cabeza

Las partes superiores del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

d. Cima

El punto más alto del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

e. Corona

El material que se encuentra en el sitio, prácticamente inalterado y adyacente a la parte más alta del escarpe principal.

f. Superficie de falla

Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

g. Pie de la superficie de falla

La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

h. Base

El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.

i. Punta o uña

El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.

j. Costado o flanco

Un lado (perfil lateral) del movimiento.

k. Superficie original del terreno

La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

l. Derecha e izquierda

Para describir un deslizamiento se prefiere usar la orientación geográfica, pero si se emplean las palabras derecha e izquierda debe referirse al deslizamiento observado desde la corona mirando hacia el pie.

2.3.1.4 Clasificación de los movimientos en masa

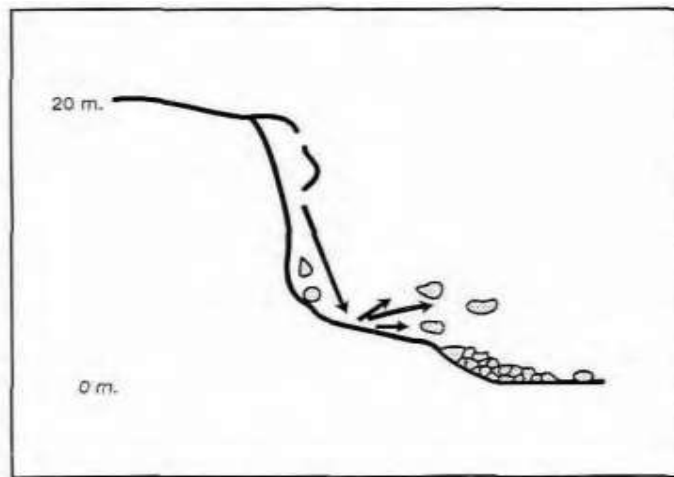
a) Desprendimientos o caídas

Los desprendimientos o caídas son los movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. Este tipo de movimiento se origina por el desprendimiento del material de una superficie inclinada, el cual puede rebotar, rodar, deslizarse o fluir ladera abajo posteriormente. El material considerado no incluye las pequeñas partículas, resultado del intemperismo. Estos movimientos son definidos con base en el material involucrado, por lo que se clasifican de manera general en caídas o desprendimiento de rocas, caídas o desprendimiento de detritos y caídas o

desprendimientos de suelos. La velocidad de estos movimientos puede ser rápida o externadamente rápida, a excepción de cuando la masa desplazada sufre socavamiento o incisión, y el desprendimiento o caída es precedido por deslizamientos o vuelcos que separan el material desplazado de la masa intacta (Cruden y Varnes. 1996 citado en (Ayala, 1999, p.10). Estos movimientos ocurren en laderas fuertemente inclinadas, tanto de tipo natural como artificial.

Figura 3

Desprendimiento o caídas



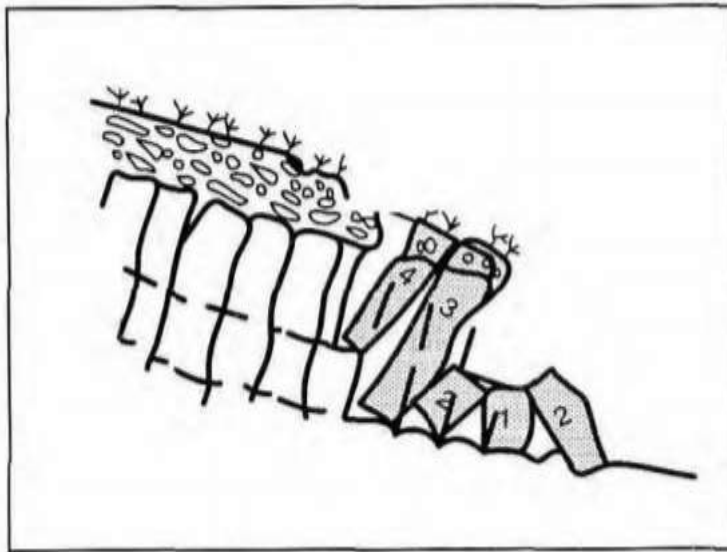
Fuente: (Ayala, 1999)

b) Vuelcos o desplomes

Un vuelco o desplome consiste en la rotación de una masa de suelo, detritos o roca en torno a un eje o pivote determinado por su centro de gravedad. Su movimiento es hacia adelante o hacia la parte externa, por lo cual involucra inclinación o basculamiento, pero no implica colapso. Frecuentemente ocurren en una o más superficies, en materiales que poseen un sistema de discontinuidades preferencial como diaclasas, grietas de tensión o superficies columnares. Se clasifican en vuelcos o desplome de rocas, de derrubios o detritos y de suelos. (Ayala, 1999)

Figura 4

Vuelcos o desplomes



Fuente: (Ayala, 1999)

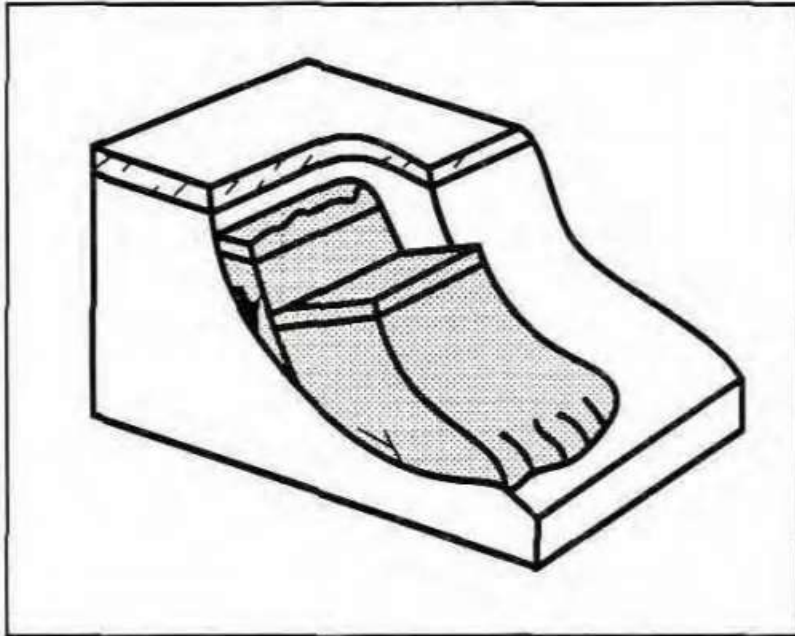
c) Deslizamientos

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo, detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. Con frecuencia, la formación de grietas transversales es la primera señal de la ocurrencia de este tipo de movimientos, las cuales se localizan en la zona que ocupar el escarpe principal. La superficie de ruptura define el tipo de deslizamiento, por lo que las superficies curvas, cóncavas o en forma de cuchara se asocian a deslizamientos rotacionales, las superficies de ruptura semiplanas u onduladas a los movimientos translacionales y las superficies planas a los deslizamientos planos. En los deslizamientos rotacionales, los bloques ubicados en la parte superior se inclinan hacia atrás, el escarpe principal regularmente es vertical, la masa desplazada se acumula ladera abajo y su deformación interna es de muy bajo grado. Movimientos posteriores a la inicial, pueden ocasionar el retroceso progresivo de la corona. La velocidad y extensión de este tipo de movimientos es muy variable. Los deslizamientos translacionales son menos profundos que los rotacionales, y al igual que

los planos, involucran un movimiento paralelo a la superficie, el cual está en gran medida controlado por superficies de debilidad de los materiales formadores. (Ayala, 1999)

Figura 5

Deslizamientos



Fuente: (Ayala, 1999)

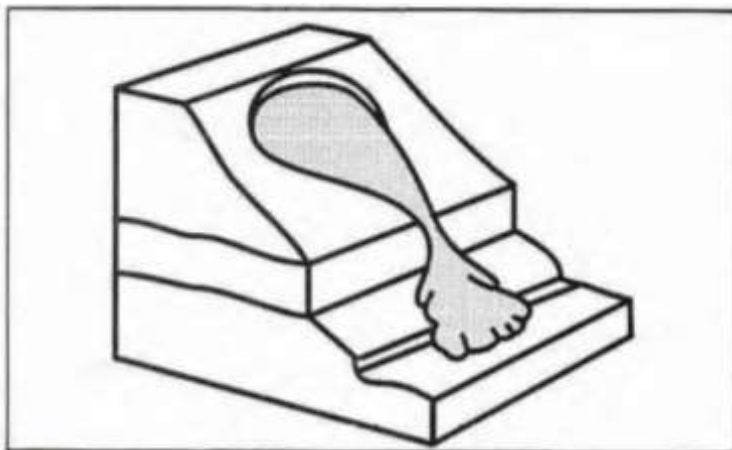
Con base en las etapas del movimiento, los deslizamientos rotacionales se clasifican en simples, múltiples y sucesivos, clasificación que también se aplica a las variantes resultantes del tipo de material (ejemplo: deslizamiento rotacional de roca, de debris, de suelo; y, por ende, deslizamiento de roca individual, múltiple, sucesivo, etc.). Los deslizamientos translacionales se subdividen en deslizamientos de roca en bloque, deslizamientos de derrubio en bloque y deslizamientos translacionales de suelos. Los deslizamientos planos se clasifican en simples términos a partir también del material involucrado, por lo cual los principales tipos son los deslizamientos de rocas, deslizamientos de derrubios y las coladas de barro. (Ayala, 1999)

d) Flujos

Los flujos son movimientos espacialmente continuos, en los que las superficies de cizalla son muy próximas, de poca duración y, por consiguiente, difíciles de observar. El movimiento de los flujos es muy parecido al de un fluido viscoso, razón por la que la distribución de velocidades no es homogénea y origina la formación de lobulos a partir del predominio del movimiento intergranular. Los flujos envuelven todos los tipos de materiales disponibles y se clasifican con base en su contenido, por tanto, se dividen en flujos de rocas, flujos o corrientes de derrubios y flujos de arena o suelo. (Ayala, 1999)

Figura 6

Flujos



Fuente: (Ayala, 1999)

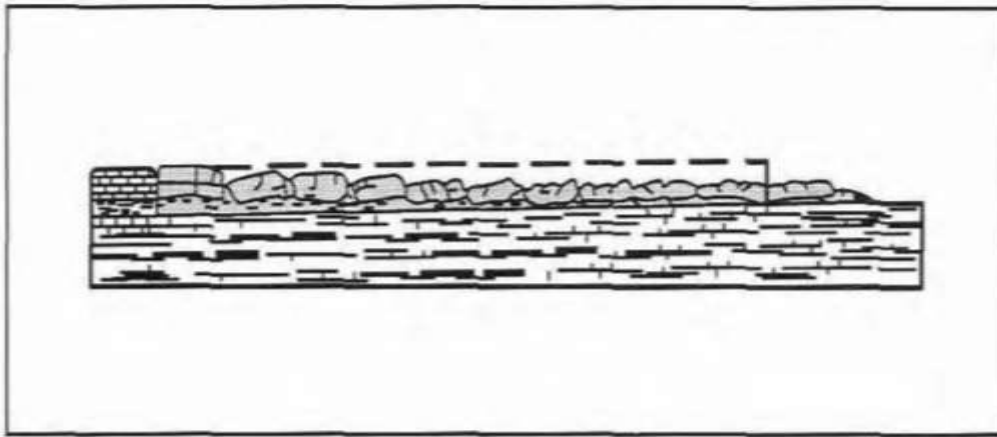
e) Expansiones laterales

Estos movimientos son resultado de la fracturación y expansión de suelos o masas de roca compactos, debido a la licuefacción o fluidización del material subyacente, ocurren cuando materiales gruesos, como fragmentos de rocas, grava, etc., están inmersos en una matriz de material más fino o contienen arcillas. La superficie de cizallamiento no está bien definida, la masa involucrada se mueve rápida y retrogresivamente, y puede tener una duración hasta de algunos minutos. Este tipo de movimientos ocurre principalmente en ambientes lacustres y marinos de poca profundidad, los cuales se

localizan en las márgenes de los antiguos casquetes de hielo en las costas de Noruega, Alaska y Canadá. Los flujos pueden ser desencadenados por movimientos rotacionales o por efectos sísmicos. Se clasifican en expansiones laterales en rocas, en derrubios y en suelos.

Figura 7

Expansiones laterales.



Fuente: (Ayala, 1999)

f) Movimientos complejos

Los movimientos complejos ocurren cuando el tipo de movimiento inicial se transforma en otro al ir desplazándose ladera abajo, entre los más importantes cabe destacar los aludes o avalanchas de rocas y los flujos deslizantes. Las avalanchas o aludes de rocas consisten en la movilización a gran distancia de grandes masas de rocas y detritos, las cuales viajan a gran velocidad. Los flujos deslizantes son resultado del colapso repentino y de gran extensión de una masa de material granular o de detritos que viajan a velocidades rápidas o extremadamente rápidas, como resultado de un efecto perturbador. El material involucrado es metaestable, con una estructura suelta y alta porosidad. Durante el colapsamiento, la carga del terreno es transferida a los fluidos de los poros (generalmente agua), lo que ocasiona un incremento en la presión de estos últimos y, por ende, la pérdida de resistencia, ocasionando el flujo deslizante (Hutchinson,

1988 citado en (Ayala, 1999, p.12). Por lo general, la morfología resultante es alargada y estrecha, y el área de depósito tiene un espesor relativamente bajo.

2.3.1.5 Factores que contribuyen con los deslizamientos de tierra

La gravedad puede mover los materiales térreos sólo cuando es capaz de vencer la resistencia del material que le impide moverse. Es claro, entonces, que cualquier factor que reduzca esta resistencia hasta el punto donde la gravedad pueda intervenir, contribuye al movimiento de masa. Dependiendo en cómo actúan, los factores se clasifican en dos grupos: a) Condicionantes y b) Desencadenantes. Los primeros, también conocidos como pasivos o intrínsecos, son aquellos que dependen de la naturaleza, estructura y forma del terreno, mientras que los segundos, también llamados activos o externos, son factores que actúan desde fuera del medio que se estudia, provocando o desencadenando un deslizamiento. (SNET, 2004)

Factores condicionantes

De acuerdo con el servicio nacional de estudios territoriales (SNET, 2004) los factores condicionantes son:

- a. La Morfología. Es considerado como el factor más importante de todos, ya que se necesita de cierta pendiente para que se produzcan los movimientos de ladera. Las regiones montañosas, por ejemplo, son las zonas más propensas a los movimientos de ladera. Este factor también se le conoce con el nombre de factor de relieve, topográfico ó geométrico.
- b. La Geología. Este factor es determinante al contribuir con los movimientos en los diferentes tipos de suelos y rocas. Aspectos como la composición, resistencia, deformabilidad, grado de alteración y fracturación, porosidad y permeabilidad determinan la posibilidad del terreno de sufrir roturas y desplazamientos. Este factor también recibe el nombre de factor litológico o estratigráfico.

- c. El Agua Subterránea. El agua subterránea juega un triple papel negativo en la resistencia de los materiales: a) reduce la resistencia por la generación de presiones intersticiales b) incrementa del peso del terreno y c) contribuye a la meteorización de los suelos y rocas. A este factor también se le denomina factor humedad.

Factores desencadenantes

De acuerdo con el servicio nacional de estudios territoriales (SNET, 2004) los factores desencadenantes son:

- a. La Lluvia. Los deslizamientos por causa de lluvias están relacionados con el volumen, intensidad y distribución de las precipitaciones. En consecuencia, es importante tomar en consideración la respuesta del terreno a precipitaciones durante horas, días, meses, años ó incluso, durante ciclos de lluvia y sequía de varios años. La Lluvia contribuye a elevar el nivel de agua subterránea, ocasionando incrementos en las presiones intersticiales, aumento de peso, procesos de erosión interna y cambios mineralógicos, aspectos todos ellos que modifican las propiedades y resistencia de los suelos.
- b. La Sismicidad. Los sismos pueden provocar deslizamientos de todo tipo, dependiendo de las características de los suelos, de la magnitud y de la distancia al epicentro. Derrumbes, deslizamientos y flujos pueden ocurrir durante las sacudidas sísmicas.

2.3.1.6 Susceptibilidad y Amenaza

La susceptibilidad a deslizamientos se define, según Vargas (2004) citado en (Molina, 2016, p.9), como “la predisposición natural o potencialidad que tiene un área para que se presenten fenómenos de remoción en masa bajo la influencia de agentes tales como altas precipitaciones, cortes naturales y/o artificiales y sismos”.

Para (Soldano, 2009) “La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre un determinado espacio geográfico”.

Para (Jovans, 2011) “Una amenaza es un fenómeno o proceso natural o causado por el ser humano que puede poner en peligro a un grupo de personas, sus cosas y su ambiente, cuando no son precavidos”.

2.3.1.7 Metodologías para evaluar la susceptibilidad a deslizamientos

Metodología de Mora y Vahrson

Permite realizar un análisis a priori de áreas extensas bajo amenaza de deslizamientos, utilizando indicadores morfodinámicos, tales como el relieve relativo (Pendiente), la litología, la humedad del suelo, la sismicidad y la lluvia, todo esto definido por índices de influencia para cada área, que pueden ser trabajados en un Sistema de Información Geográfica (SIG), para obtener un mapa de potencial a deslizamientos.

Dentro de esta metodología se plantea distintos métodos por el cual se pueden elaborar mapas de susceptibilidad:

a. Evaluación directa

Mediante reconocimiento en el campo o por medio de fotointerpretación detallada. Este tipo de trabajos son aplicables a escalas media y grande.

b. Modelos cartográficos

Por medio de la superposición de mapas que representan los factores pasivos y activos. Este tipo pueden elaborarse de manera general (superponiendo los factores condicionantes con los procesos de inestabilidad conocidos para definir zonas susceptibles) o por medio de la construcción de índices, a los que se llega asignando valores y pesos a las variables representativas de los factores causantes de los deslizamientos. (Barrantes et al., 2011)

c. Métodos probabilísticos

Para este método se determina la frecuencia de los factores activos, tales como periodo de retorno de las lluvias o de los sismos de determinada magnitud, también puede ser usada la frecuencia de los propios fenómenos de inestabilidad encontrados.

d. Métodos deterministas

Basado en el cálculo de la estabilidad de las laderas en un sitio en particular.

Metodología de Saaty

Para nuestro trabajo hemos elegido el método de análisis jerárquico que trata de un procedimiento de comparación por pares de los criterios que parte de una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar. Así se establece una matriz de comparación entre pares de criterios, comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás, posteriormente se establece un valor propio, el cual establece los pesos que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores. (Saaty, 1980)

Este método se basa en tres principios:

a. Principio de Descomposición

Permite estructurar un problema complejo en subproblemas jerárquicos con dependencias de acuerdo con el nivel de descomposición en el que se encuentren.

Para este principio Thomas Saaty propuso una escala, donde se establece la importancia o la preferencia de criterios en la matriz de comparación de pares.

Tabla 5

Escala de comparación de Saaty

Escala	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su dominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes

Fuente: (Osorio y Orejuela, 2008)

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

b. Juicios Comparativos

Permite realizar combinaciones en parejas de todos los elementos de un sub-grupo con respecto al criterio principal del subgrupo, por ello se habla de comparaciones biunívocas.

c. Composición Jerárquica o Síntesis de prioridades

Permite producir prioridades globales a través de las multiplicaciones de las prioridades locales, es decir, que una vez se tienen soluciones locales, se agregan para obtener la solución general que se está buscando.

2.5 Marco Legal

El estado ecuatoriano mediante la Asamblea Nacional mediante sus leyes y reglamentos establece los derechos y garantías fundamentales para los ecuatorianos con respecto al Plan Nacional de Desarrollo y los derechos de la naturaleza

A continuación, presentamos los artículos que se relacionan con nuestra investigación.

2.5.1 Constitución del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20-oct-2008

Gestión de riesgos

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. (Asamblea Nacional del Ecuador, 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. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

2.5.2 Manual del Comité de Operaciones de Emergencias

Capítulo III: Construcción Social del Sistema de Gestión de Riesgos

Art. 26.- De la Capacitación. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos diseñará y aplicará programas de capacitación dirigidos a las autoridades, líderes comunitarios, población en general y medios de comunicación, para desarrollar en la

sociedad civil destrezas en cuanto a la prevención, reducción, mitigación de los riesgos de origen natural y antrópico. (Manual del COE, 2017)

2.5.3 Plan de Creación de oportunidades

Los ejes, objetivos, políticas fueron tomados del Plan de Creación de Oportunidades.

Eje 2: Eje Social

Objetivo 5: Proteger a las familias, garantizar sus derechos y servicios, erradicar la pobreza y promover la inclusión social

Política 5.4 promover el acceso al hábitat seguro, saludable y a una vivienda adecuada y digna.

A9. Fortalecer los sistemas de agua potable y saneamiento como elementos fundamentales para garantizar la salud de la población.

D2. Promover estándares de construcción seguros que implementen mejoras de eficiencia en el uso de la energía.

E3. regular los asentamientos humanos en las zonas de planificación diferenciada, consideración sus límites biofísicos y patrimonio natural.

G10. Desarrollar e implementar sistemas de alerta para gestionar los riesgos de desastre en todos los niveles territoriales.

G21. Incorpora en el ordenamiento territorial medidas para la implementación de programas de relocalización y reubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgos no mitigable.

Objetivo 7: Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles

Política 7.4 Fortalecer el sistema de educación superior bajo los principios de libertad, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, calidad y pertinencia, promoviendo la investigación de alto impacto.

G.20 Mejora e impulsar el conocimiento de riesgo de desastres en todo el territorio nacional, con la participación de la academia e instituciones técnico-científicas, como una herramienta para la toma de decisiones.

Eje 3: Seguridad Integral

Objetivo 9 Garantizar la seguridad ciudadana, orden público y gestión de riesgos

Política 9.3 Impulsar la reducción de riesgos de desastres y atención oportuna a emergencias ante amenaza naturales o antrópicas en todos los sectores y niveles territoriales.

B6. Garantizar que en el proceso de clasificación y subclasificación del suelo se incorpore de manera transversal la gestión de riesgo, así como variables de conservación ambientales.

B9. Reducir la vulnerabilidad ambiental de los asentamientos humanos en el Espacio Marino costero.

D3. Impulsar modelos productivos y urbanísticos que promuevan la adaptación al cambio climático y los eventos meteorológicos extremos.

E1. Mejorar e impulsar el conocimiento de riesgos de desastres en todo el territorio nacional, con la participación de la academia e instituciones técnico-científicas, para la toma de decisiones que promueven un desarrollo sostenible.

F9. Fortalecer la resiliencia ante los efectos del cambio climático y los eventos adversos de la naturaleza.

G3. Incluir a la variable de gestión de riesgos de desastres en todos los niveles de acción en el territorio.

G6. Desarrollar planes de contingencia para enfrentar los efectos de las variaciones en el nivel del mar, ocasionadas por el cambio climático.

G10. Desarrollar e implementar sistemas de alerta para gestionar los riesgos de desastres en todos los niveles territoriales.

G11. Incorporar en el ordenamiento del territorio medidas para la implementación de programas de relocalización y reubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo no mitigable.

2.5.4 Código Orgánico del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017

Artículo. 257.- Enfoques para la adaptación y mitigación. En las acciones de adaptación se crearán y fortalecerán las capacidades del país para afrontar los impactos del cambio climático, con énfasis en la reducción de la vulnerabilidad y de acuerdo a las prioridades establecidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

En aquellas zonas vulnerables o de alto riesgo, el Estado priorizará la inversión para la adaptación al cambio climático con especial énfasis en la prevención de desastres.

efecto invernadero, incrementar sumideros de carbono y crear condiciones favorables para la adopción de dichas acciones en los sectores priorizados e impulsar iniciativas que se realicen sobre este tema de conformidad con los acuerdos internacionales ratificados por el Estado. (Código Orgánico del Ambiente, 2017)

2.5.5 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010

Art. 54.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

o) Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres.

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 afecten al Cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza.

La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos. (COOTAD, 2010)

2.6 Marco Conceptual

Amenaza

De acuerdo a, Hazard (1990) se define como “la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado”.

Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. (Régimen Legal de Bogotá, 2012)

Amenaza Natural

De acuerdo a, Meléndez (2015) la amenaza natural “es producto de los cambios que se presentan en la tierra”.

Amenaza Antrópica

De acuerdo a, Meléndez (2015) la amenaza antrópica “es producto de la interacción del hombre en el entorno”.

Amenaza Socio-natural

De acuerdo a, Meléndez (2015) “son fenómenos naturales que siempre ocurren, pero asociados con el hombre se vuelven más desastrosos”.

Caída

De acuerdo a, Cruden et al. (1996) “Es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de la superficie ocurra desplazamiento contante apreciable.

Condicionante

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial”.

Detonante

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico”.

Flujo

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “Es un tipo de movimiento en masa que durante el desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se origina a partir de otro tipo de movimiento, ya sea desplazamiento o una caída”.

Desastre

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “Es un conjunto de daños y pérdidas en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro sobre condiciones de vulnerabilidad existente”.

De acuerdo al, SNGR (2015) “Es una perturbación de mayor gravedad que la emergencia, cuya ocurrencia o inminencia se encuentra asociada con factores de origen natural o antrópico. Su manejo excede la capacidad de la comunidad o sociedad afectadas para hacer frente a la situación utilizando sus propios recursos”.

Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia,

la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción. (Régimen Legal de Bogotá, 2012)

Deslizamiento

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante”.

Emergencia

Situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general. (Régimen Legal de Bogotá, 2012)

Factor de riesgo

“Manifestaciones o características medibles u observables de un proceso que indican la presencia de Riesgo o tienden a aumentar la Exposición”. (Consejo de Auditoria Interna General del Gobierno, 2009)

Frecuencia

“Una medida de incidencia, expresada en el número de incidentes de un evento en un plazo determinado. Probabilidad o ratio de ocurrencia de un evento expresado como

el número de ocurrencias de un evento dado en el tiempo”. (Consejo de Auditoría Interna General del Gobierno, 2009)

Magnitud del Riesgo

“Estimación cuantitativa del riesgo, expresada por la combinación de valores de la Probabilidad y Consecuencia de ocurrencia de un evento. $MR = Probabilidad * Consecuencia$ ”. (Mutual de Seguridad, 2012)

Mitigación de Riesgos

“Acciones desarrolladas que tienen como resultado la disminución de los riesgos”. (Consejo de Auditoría Interna General del Gobierno, 2009)

Modelamiento de los riesgos

“Se trata de un proceso que consiste primero en la identificación de aquellas situaciones cuya ocurrencia u omisión pudieran afectar total o parcialmente el logro de los objetivos operativos. Otro paso corresponde a la calificación de la fuente y tipología del riesgo y por último a la calificación de la severidad del riesgo en términos de probabilidad e impacto”. (Consejo de Auditoría Interna General del Gobierno, 2009)

Nivel de Riesgo

“Severidad ante la ocurrencia del riesgo. Se determina por la relación $Riesgo = Probabilidad * Impacto$ ”. (Consejo de Auditoría Interna General del Gobierno, 2009)

Ponderación

Nivel de importancia de cada proceso (en porcentaje), de acuerdo a su relevancia (Consejo de Auditoría Interna General del Gobierno, 2009)

Prevención.

Actividades y medidas encaminadas a evitar los riesgos de desastres existentes y nuevos. (UNISDR, 2016)

Probabilidad

De acuerdo a López F (2019) la probabilidad “está formada por un conjunto de técnicas que nos permiten asignar un número a la posibilidad de que un evento ocurra”.

“La posibilidad de ocurrencia de un resultado o riesgo específico. La probabilidad se puede expresar en términos cuantitativos, mediante escalas que identifiquen niveles desde muy improbables hasta casi certeza”. (Consejo de Auditoría Interna General del Gobierno, 2009)

Riesgo

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro”.

Riesgo de desastres

De acuerdo al, UNISDR (2016) “Es la probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta” (UNISDR, 2016)

Reptación

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “son movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla, la reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo”

Susceptibilidad

Es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento peligroso. (CIFEN, 2019)

Volcamiento

De acuerdo al, CENEPRED (2015) “Es un tipo de movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este fenómeno ocurre por la acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de los fluidos en grietas”.

Vulnerabilidad

Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas. (UNISDR, 2016)

2.7 Hipótesis

Los factores condicionantes y detonantes intervienen en las áreas susceptibles a deslizamiento y los elementos expuestos en la parroquia Simiatug.

2.8 Sistema de Variables

2.8.1 Variable independiente

Amenaza de deslizamiento

2.8.2 Variable dependiente

Elementos expuestos

Tabla 6

Variable independiente: Amenaza de deslizamiento.

Definición de la Amenaza de Deslizamiento	Indicador	Peso del Indicador	Factores Cuantitativos	Valor del indicador	Peso
Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante	Condicionantes	1.00	Litología	<p>Andesitas piroxenicas, flujos de lavas andesiticas y piroclastos tobaceos con fragmentos andesiticos</p> <hr/> <p>Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, micro gabros diabasas, basaltos sub porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas</p> <hr/> <p>Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas</p> <hr/> <p>Depósitos superficiales indiferenciados</p> <hr/> <p>Granito, granodiorita</p> <hr/> <p>Granodiorita</p> <hr/> <p>Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobaceas</p> <hr/> <p>Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques</p> <hr/> <p>Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables</p> <hr/> <p>Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño</p> <hr/> <p>Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno</p>	0,11

	Riolita	
	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	
	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	
	Barranco	
	Coluvio aluvial antiguo	
	Coluvio aluvial reciente	
	Coluvión antiguo	
	Escarpe de deslizamiento	
	Superficie de cono de deyección	
	Afloramientos rocosos	
	Afloramientos rocosos en ambiente periglacial	
	Valle en V	
	Circo glaciar	
	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	
	Interfluvio de cimas estrechas	
Geomorfología	Interfluvio de cimas redondeadas	0,28
	Relieve colinado alto	
	Relieve colinado medio	
	Relieve colinado muy alto	
	Relieve volcánico colinado alto	
	Relieve volcánico colinado medio	
	Relieve volcánico colinado muy alto	
	Relieve volcánico montañoso	
	Superficie inclinada	
	Superficie inclinada disectada	
	Vertiente abrupta	
	Vertiente de valle glaciar	
	Vertiente heterogénea	

	Vertiente heterogénea con fuerte disección	
	Vertiente abrupta con fuerte disección	
	Vertiente rectilínea con fuerte disección	
	Vertiente rectilínea con salientes rocosos	
	Cubeta glaciár	
	Deposito glaciár modelado por acción fluvial	
	Depresión lagunar	
	Fondo de valle glaciár	
	Hondonadas pantanosas de origen glaciár-periglaciár	
	Laguna glaciár	
	Morrena de fondo	
	Superficie horizontal	
	Superficie volcánica ondulada	
	Valle glaciár colgado	
	Vertiente rectilínea	
	Vertiente rocosa	
Uso de Suelo (Cobertura)	Área poblada	
	Bosque nativo	
	Cuerpo agua	
	Cultivo	
	Erial	
	Paramo	0,04
	Pastizal	
	Plantación forestal	
	Vegetación arbustiva	
	Vegetación herbácea	
Pendiente	0 – 5	
	5 – 12	
	12 – 25	
	25 – 40	0,57
	>40	

Detonantes	1.00	Sismos (Richter)	<3,5	0,25
			3,5 – 4,4	
			4,5 – 5,9	
			6,0 – 6,9	
			7,0 – 7,9	
	>8,0			
	Precipitación	0 a 250 mm	0,75	
		250 a 500 mm		
		500 a 1000 mm		
		1000 a 2000 mm		
>2000 mm				

Fuente: (IG-EPN, 2008), (SIG Tierras, 2021), (NEC, 2015), INAMHI.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Tabla 7*Variable dependiente: Elementos expuestos.*

Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa	Instrumento de Medición
Elementos Expuestos	Es el contexto social, material y ambiental representado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.	Edificaciones	Escuelas	Número	Cartografía temática
			Centro de Salud	Número	
			Centros Infantiles (CIBV)	Número	
			Colegios	Número	
			Edificio Gad Parroquial	Número	
			Infocentro	Número	
		Alcantarillado	Conductos	Número	
		Sistema de Agua	Tanques de Reserva, tuberías.	Número	
		Sistema Eléctrico	Trasformadores, postes, líneas de conducción.	Número	
Vías	Longitud de vía (Km)	Número			

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Capítulo III

Marco Metodológico

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Nivel de investigación

Al ser un proceso en el cual los investigadores no manipulan las variables, sino más bien buscan determinar o identificar características o elementos que conforman el fenómeno en estudio, el proyecto es considerado como descriptivo, tipo de investigación también denominado de diagnóstico ya que en base a la información y resultados obtenidos se pueden plasmar planes o medidas para minimizar el riesgo de deslizamientos; para lo cual se establecieron criterios como la selección y creación de atributos, denominados factores condicionales y detonantes (litología, cobertura vegetal, geomorfología, pendiente, sismo y precipitación) que se consideran responsables de hacer que el área de estudio sea susceptible a deslizamientos de tierra; al igual que elementos expuestos a la amenaza de deslizamientos, estas variables se evalúan independientemente e integradas según su rango y peso en un índice de evaluación para determinar el nivel de susceptibilidad del área de estudio.

3.2 Diseño de la investigación

Para el desarrollo del estudio se considera un diseño transversal debido a que la obtención de información no requiere de seguimiento es decir los datos que servirán para la ejecución del estudio son recabados en un solo momento, con cohorte retrospectivo debido a que se emplean datos previamente publicados por otras fuentes como la información cartográfico elaborado por las diferentes entidades (MAGAP, IGM, INAMHI, SIG Tierras, SIRGAS, NEC), e información obtenida por los autores como factores condicionantes, detonantes y elementos expuestos a deslizamientos.

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el presente estudio, se aplicó las siguientes fuentes, técnicas e instrumentos para el relevo de datos.

3.3.1 Fuentes Secundarias

Se procedió a la recolección de documentos bibliográficos, estadísticas y cartográficos de los portales web de las diferentes instituciones:

- a) Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Simiatug 2015 – 2020.
- b) Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).
- c) Plan Específico de Gestión de Riesgos 2019 – 2030. (SNGRE, 2019)
- d) Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT). (SNGRE, 2019)
- e) Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica.
- f) SIG-TIERRAS del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- g) Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

3.3.2 *Fuentes Primarias*

Observación Directa

Para la aplicación de esta metodología se implementó una ficha de campo como instrumento de apoyo para determinar la susceptibilidad o elementos que se encuentran expuestos ante la amenaza de deslizamiento.

3.4 **Universo de estudio**

Al ser un trabajo de investigación no se tomó en consideración una muestra, por ende, se consideró la parroquia Simiatug con una superficie de 308,37 km² y una población aproximada de 11246 habitantes, donde se realizó la zonificación de las áreas susceptibles a deslizamiento.

Además, se tomó en consideración los aspectos físicos de la parroquia como el sistema eléctrico, sistema de agua, alcantarillado, sistema vial y las infraestructuras para el análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

3.5 **Técnica de Procesamiento de Datos**

Para el procesamiento de datos de la investigación se los realizo mediante programas digitales como:

- Excel.
- Word.
- ArcGis (ArcMap).

Para el **primer objetivo**, Identificar los factores condicionantes, detonantes y las zonas de amenaza a deslizamiento en la Parroquia Simiatug, mediante la información obtenida den las diferentes fuentes primarias y la metodología de Mora y Vahrson, Saaty y el álgebra de mapas, se procedió a realizar el mapa de amenaza de deslizamiento en el software ArcGis.

Tabla 8

Factores estudiados para la zonificación ante la amenaza de deslizamiento.

Factores Estudiados	VARIABLES	Formatos de la información	Fuente
Condicionantes	Geomorfología	Shape a escala 1:25000	(IG-EPN, 2008) (SIG Tierras, 2021)
	Litología	Shape a escala 1:25000	
	Uso del suelo	Shape a escala 1:25000	
	Pendiente	Shape a escala 1:25000	
Detonantes	Sismos	Shape a escala 1:25000	(NEC, 2015)
	Precipitación	Shape a escala 1:25000	INAMHI

Fuente: (IG-EPN, 2008), (SIG Tierras, 2021), (NEC, 2015), INAMHI.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Tabla 9

Criterio de ponderación para índice de amenaza de deslizamientos en la Parroquia

Simiatug.

Indicador	Factores Cuantitativos	Valor del indicador	Peso
Condicionantes	Litología	Andesitas piroxénicas, flujos de lavas andesíticas y piroclastos tobáceos con fragmentos andesíticos	0,11
		Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, micro gabros diabasas, basaltos sub porfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas	
		Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	
		Depósitos superficiales indiferenciados	
		Granito, granodiorita	
		Granodiorita	
		Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	
		Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	

	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	
	Riolita	
	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	
	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	
	Barranco	
	Coluvio aluvial antiguo	
	Coluvio aluvial reciente	
	Coluvión antiguo	
	Escarpe de deslizamiento	
	Superficie de cono de deyección	
	Afloramientos rocosos	
	Afloramientos rocosos en ambiente periglacial	
	Valle en V	
	Circo glaciar	
	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	
	Interfluvio de cimas estrechas	
	Interfluvio de cimas redondeadas	
	Relieve colinado alto	
	Relieve colinado medio	
	Relieve colinado muy alto	
	Relieve volcánico colinado alto	
	Relieve volcánico colinado medio	
Geomorfología	Relieve volcánico colinado muy alto	0,28
	Relieve volcánico montañoso	
	Superficie inclinada	
	Superficie inclinada disectada	
	Vertiente abrupta	
	Vertiente de valle glaciar	
	Vertiente heterogénea	
	Vertiente heterogénea con fuerte disección	
	Vertiente abrupta con fuerte disección	
	Vertiente rectilínea con fuerte disección	
	Vertiente rectilínea con salientes rocosos	
	Cubeta glaciar	
	Deposito glaciar modelado por acción fluvial	
	Depresión lagunar	
	Fondo de valle glaciar	
	Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial	
	Laguna glaciar	
	Morrena de fondo	

		Superficie horizontal	
		Superficie volcánica ondulada	
		Valle glaciario colgado	
		Vertiente rectilínea	
		Vertiente rocosa	
		Área poblada	
		Bosque nativo	
		Cuerpo agua	
		Cultivo	
		Erial	
	Uso de Suelo (Cobertura)	Paramo	0,04
		Pastizal	
		Plantación forestal	
		Vegetación arbustiva	
		Vegetación herbácea	
		0 – 5	
		5 – 12	
	Pendiente	12 – 25	0,57
		25 – 40	
		>40	
		Total	1,00
		<3,5	
		3,5 – 4,4	
		4,5 – 5,9	
	Sismos (Richter)	6,0 – 6,9	0,25
		7,0 – 7,9	
		>8,0	
		0 a 250 mm	
		250 a 500 mm	
	Precipitación	500 a 1000 mm	0,75
		1000 a 2000 mm	
		>2000 mm	
		Total	1,00

Fuente: (IG-EPN, 2008), (SIG Tierras, 2021), (NEC, 2015), INAMHI.

laborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Los pesos de ponderación asignados a los factores condicionantes y detonantes se obtuvieron a partir de la aplicación de lógica difusa que se detallan en las **tablas 20, 21, 24, 25.**

Niveles de riesgos según el índice de amenaza descrito anteriormente.

Tabla 10

Rangos y niveles de amenaza de deslizamiento establecidos para la Parroquia Simiatug ante la amenaza de Deslizamiento.

Nivel	Rango		
Muy Alto		> a	76
Alto	51	a	75
Medio	26	a	50
Bajo	1	a	25

Fuente: (Vahrson y Mora, 1992)

Modificado por: Piuri y Yazuma, 2021

Para el **segundo objetivo**, Identificar los elementos expuestos a la amenaza de deslizamiento en la Parroquia Simiatug, a partir del mapa de deslizamientos realizado en el primer objetivo y la correlación de la información cartográfica, de los elementos expuestos considerados para el proyecto y la información recolectada en campo del sistema de agua, sistema eléctrico, el sistema vial, infraestructuras, se procedió a establecer los niveles de exposición que tiene cada uno de los elementos ante la amenaza de deslizamiento mediante el uso de software ArcGis.

Para el **tercer objetivo**, Proponer medidas para minimizar los efectos de deslizamientos en la Parroquia Simiatug. Una vez que se estableció las zonas de amenaza y se ha identificado los elementos que se encuentran expuestos **procedemos** a plantear las medidas de reducción de riesgos para la Parroquia, haciendo énfasis en los documentos de los antecedentes de la investigación, **podemos** plantear las medidas de reducción acorde a la investigación realizada.

Capítulo IV

Resultados o Logros Alcanzados Según los Objetivos Planteados

4.1 Resultados del objetivo 1.- Identificar los Factores Condicionantes, Detonantes y las Zonas de Amenaza a Deslizamiento en la Parroquia Simiatug

Haciendo referencia la tabla 9, se determina los factores condicionantes (litología, geomorfología, cobertura vegetal, pendiente) y detonantes (precipitación y sismicidad), estudiados para determinar la zonificación ante la amenaza de deslizamiento.

4.1.1 Factores Condicionantes

Para el análisis de los factores condicionantes, dentro de la Parroquia Simiatug se hace énfasis en los siguientes factores:

- Litología
- Cobertura vegetal
- Geomorfología
- Pendiente

Litología

Dentro de la Parroquia Simiatug entre los aspectos litológicos predomina los suelos Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros diabasas, basaltos sub porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas; Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas); Granodiorita: mismas que influyen en el desarrollo de la amenaza de deslizamiento.

Tabla 11*Componentes litológicos de la Parroquia Simiatug*

Litología	Área (ha)	Índice ponderado	Porcentaje
Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	13763	3	43.99
Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfíricos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas	10508	1	33.59
Granodiorita	4497	5	14.38
Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	783	2	2.5
Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	681	3	2.18
Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	325	2	1.04
Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	288	4	0.92
Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	134	4	0.43
Depósitos superficiales indiferenciados	129	3	0.41
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	65	4	0.21
Rolita	34	3	0.11
Otros	27	1	0.09
Granito, granodiorita	26	5	0.08
Andesitas piroxénicas, flujos de lavas andesíticas y piroclastos tobáceas con fragmentos andesíticas	21	1	0.07
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	6	4	0.02
Total	31287		100

Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.**Elaborado por:** Piuri y Yazuma, 2021

Cobertura Vegetal

La Parroquia Simiatug según la información obtenida del MAGAP, las coberturas vegetales predominantes son los pastizales, paramo, vegetación herbácea y los cultivos.

Mediante la observación directa (trabajo de campo) de estos aspectos se evidencia que el crecimiento de la frontera agrícola en los últimos años se ha evidenciado un incremento considerable, siendo esto un factor grave para la susceptibilidad de infiltración del agua en temporadas invernales y como consecuencia puede desencadenar un deslizamiento.

Tabla 12

Componentes de cobertura vegetal de la Parroquia Simiatug

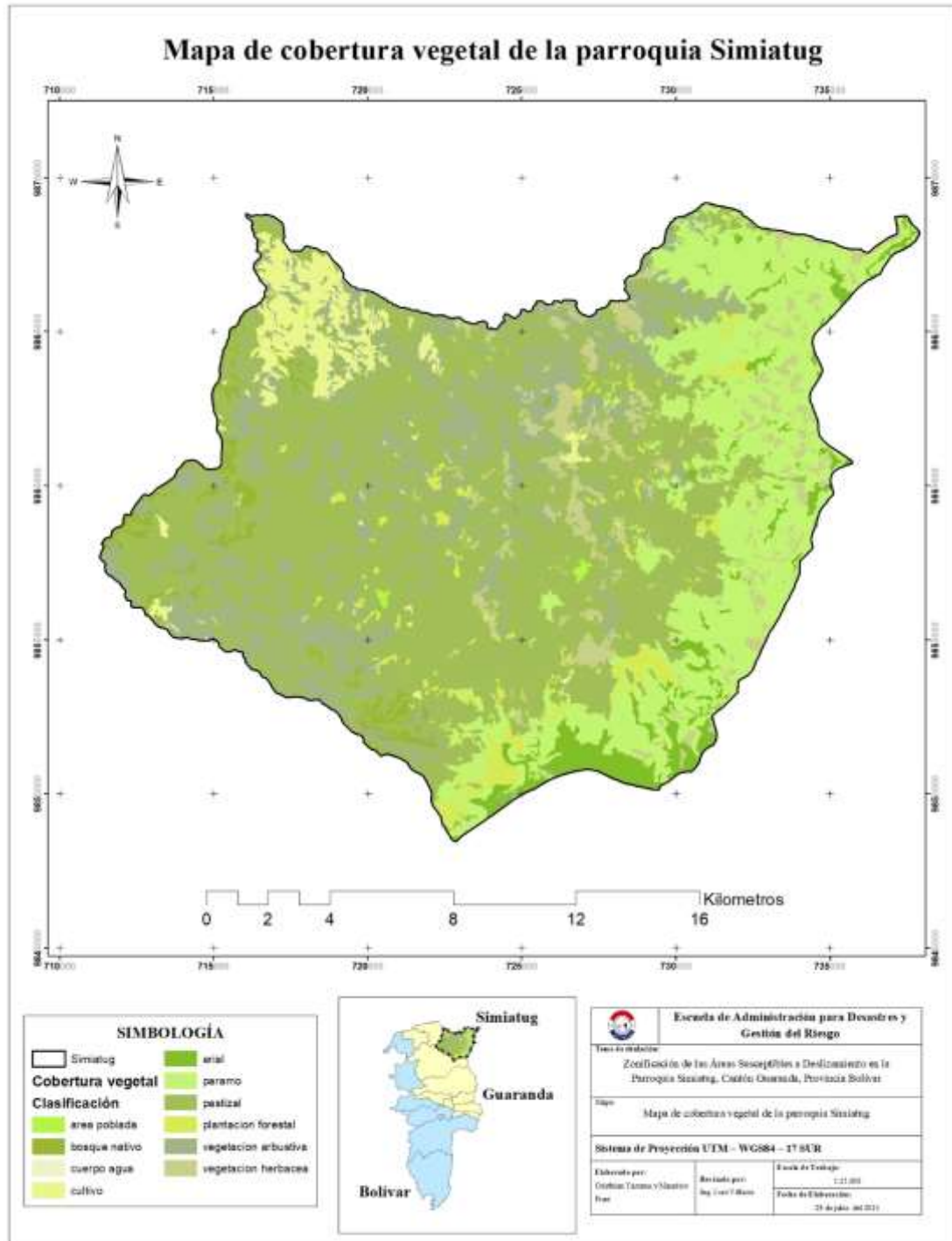
Cobertura	Área (Ha)	Índice Ponderado	%
Área poblada	60.36	5	0.2
Bosque nativo	565.47	2	2
Cuerpo agua	14.62	1	0.05
Cultivo	1219.35	3	4
Erial	1090.87	5	3
Paramo	6,407	2	20
Pastizal	14405.97	4	46
Plantación forestal	924.53	2	3
Vegetación arbustiva	4987.47	3	16
Vegetación herbácea	1,611	3	5
Total	31286.72		100

Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Figura 7

Mapa de Cobertura vegetal de la Parroquia Simiatug.



Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.
Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Geomorfología

La geomorfología es uno de los factores más importantes en la evaluación de deslizamientos de la Parroquia Simiatug, los componentes que más predominan en la Parroquia de acuerdo al área en hectáreas son las vertientes rectilíneas con fuerte disección, seguido por vertientes rectilíneas, heterogéneas, barrancos, mismos que han sido interferidas por actividades, acciones del ser humano en construcción de carretas, canales de riego, instalaciones conductos del sistema de agua, entre otros mismos que influyen en el desarrollo de la amenaza.

Tabla 13

Componentes geomorfológicos de la Parroquia Simiatug.

Geomorfología	Área (Ha)	Índice Ponderado
Barranco	1628,78	5
Coluvio aluvial antiguo	36,45	5
Coluvio aluvial reciente	28,12	5
Coluvión antiguo	287,39	5
Escarpe de deslizamiento	56,06	5
Superficie de cono de deyección	6,18	5
Afloramientos rocosos	543,01	4
Afloramientos rocosos en ambiente periglacial	2235,31	4
Valle en V	484,26	4
Circo glaciar	192,66	3
Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	134,4	3
Interfluvio de cimas estrechas	1098,41	3
Interfluvio de cimas redondeadas	153,9	3
Relieve colinado alto	134,78	3
Relieve colinado medio	117,23	3

Relieve colinado muy alto	415,3	3
Relieve volcánico colinado alto	417,62	3
Relieve volcánico colinado medio	72,91	3
Relieve volcánico colinado muy alto	278,63	3
Relieve volcánico montañoso	253,63	3
Superficie inclinada	251,76	3
Superficie inclinada disectada	95,44	3
Vertiente abrupta	152,47	3
Vertiente de valle glaciar	2158,11	3
Vertiente heterogénea	2698,9	3
Vertiente heterogénea con fuerte disección	2373,34	3
Vertiente abrupta con fuerte disección	1515,1	2
Vertiente rectilínea con fuerte disección	7044,16	2
Vertiente rectilínea con salientes rocosos	2097,16	2
Cubeta glaciar	6,09	1
Deposito glaciar modelado por acción fluvial	324,82	1
Depresión lagunar	9,12	1
Fondo de valle glaciar	327,23	1
Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar	103,74	1
Laguna glaciar	17,5	1
Morrena de fondo	152,44	1
Superficie horizontal	53,32	1
Superficie volcánica ondulada	83,7	1
Valle glaciar colgado	160,71	1
Vertiente rectilínea	3045,05	1
Vertiente rocosa	41,52	1
Total	31286,1	

Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Pendiente

En la Parroquia Simiatug los tipos de pendientes que predomina son inclinadas, fuertemente inclinados y moderadamente inclinados, que van desde los 0° hasta mayor que 45°, de esta manera podemos determinar que la Parroquia presente pendientes bastante pronunciadas por lo cual en combinación con otros factores pueden desencadenar un deslizamiento.

Tabla 14

Tipos de pendientes de la Parroquia Simiatug.

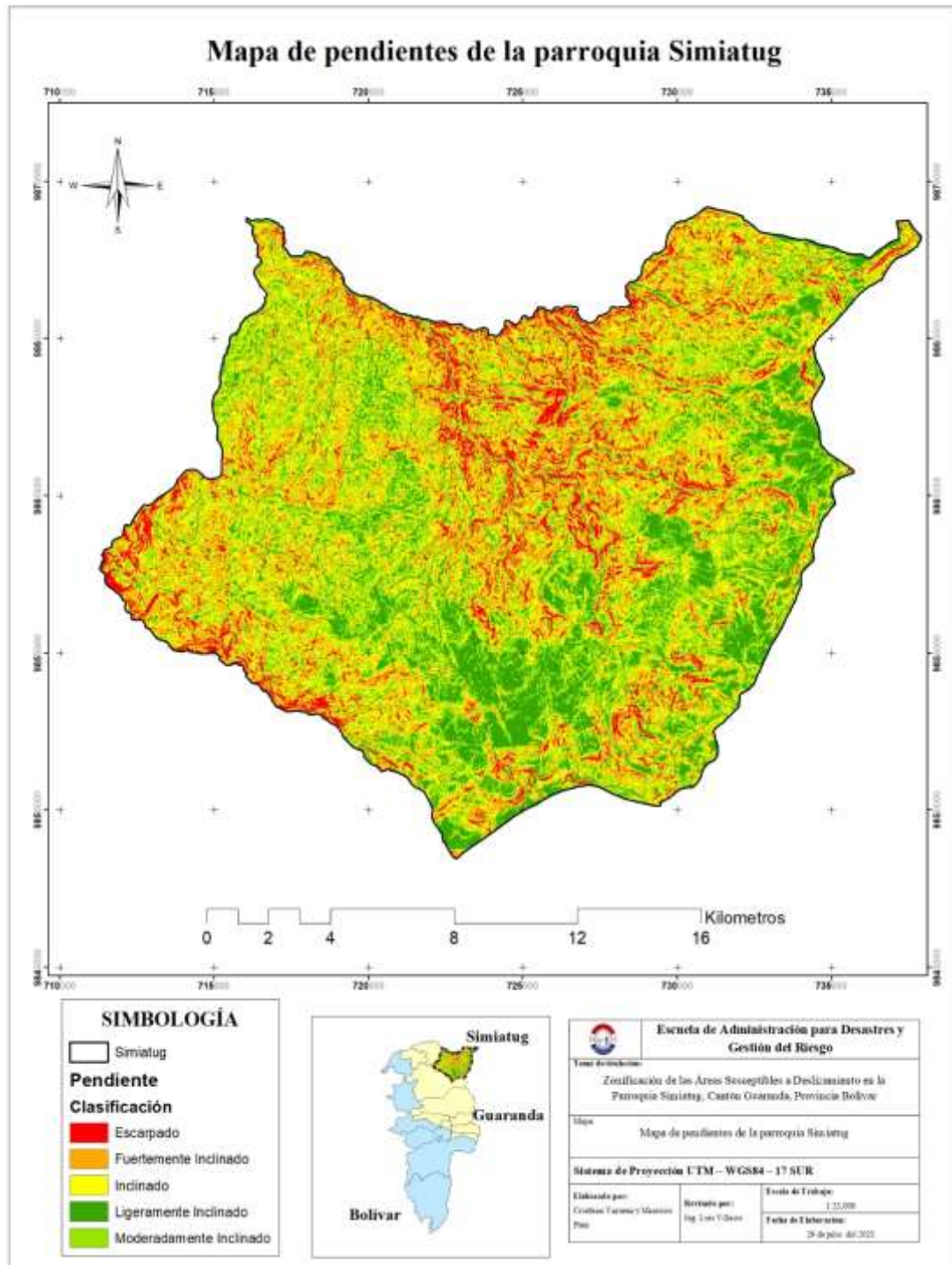
Rango	Pendiente	Área (Ha)	Índice Ponderado	Porcentaje
0° a 5°	Ligeramente Inclinado	777,86	1	2
5° a 15°	Moderadamente Inclinado	6216,11	2	20
15° a 25°	Inclinado	10969,18	3	35
25° a 35°	Fuertemente Inclinado	9317,85	4	30
35° a 45°	Escarpado	4005,72	5	13
Total		31286,72		100

Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Figura 9

Mapa de Pendientes de la Parroquia Simiatug.



Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.
Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

4.1.2 Factores Detonantes

Precipitación

De acuerdo al (PDOT, 2015) de la Parroquia Simiatug las precipitaciones anuales oscilan entre 500mm a 2000 mm, mismas que constan de tres pisos climáticos bosque Subalpino, bosque húmedo montano y bosque montano bajo, siendo este factor el que más influye en la amenaza, mediante el mapa de precipitaciones realizado se puede constatar que la Parroquia va desde lluvioso hasta extremadamente lluvioso.

Tabla 15

Precipitación de la Parroquia Simiatug.

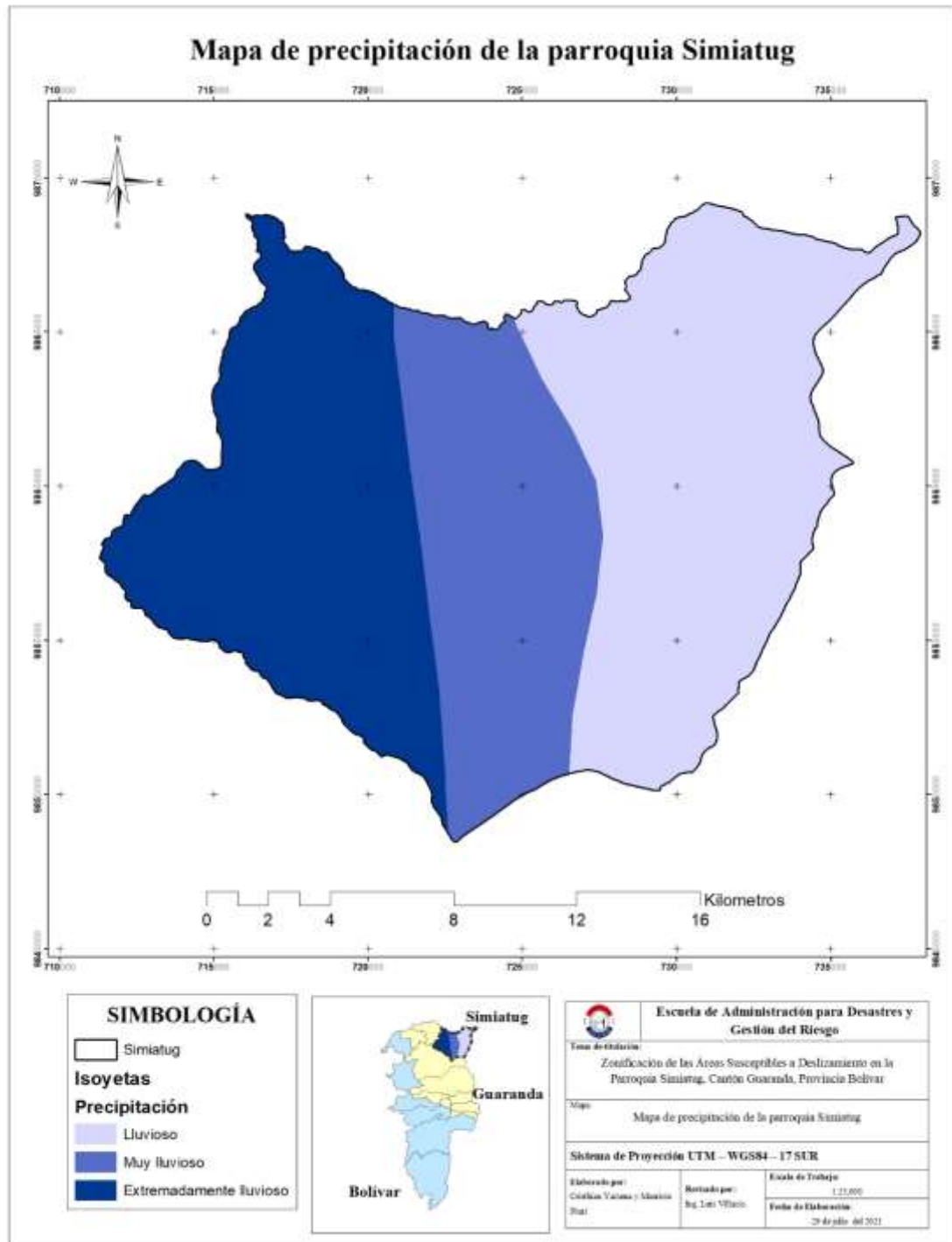
Precipitación Anual (mm)	Descripción	Índice Ponderado
1750-2000	Extremadamente lluvioso	5
1500-1750	Extremadamente lluvioso	5
1250-1500	Extremadamente lluvioso	5
1000-1250	Muy lluvioso	4
750-1000	Lluvioso	3
500-750	Lluvioso	3
250-500	Lluvioso	3

Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Figura 10

Mapa de precipitación.



Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.
Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Sismo

La Parroquia Simiatug está constituida por 2 zonas sísmicas que en cada uno tiene diferente valor en la aceleración de roca (Factor Z), la Parroquia de acuerdo al Normativa Ecuatoriana de la Construcción del año 2015 (NEC-2015) está considerado con un nivel alto ante amenaza sísmica, sumado a este factor la precipitación hace de la Parroquia altamente susceptible a sufrir deslizamientos.

Tabla 16

Sismicidad de la Parroquia Simiatug.

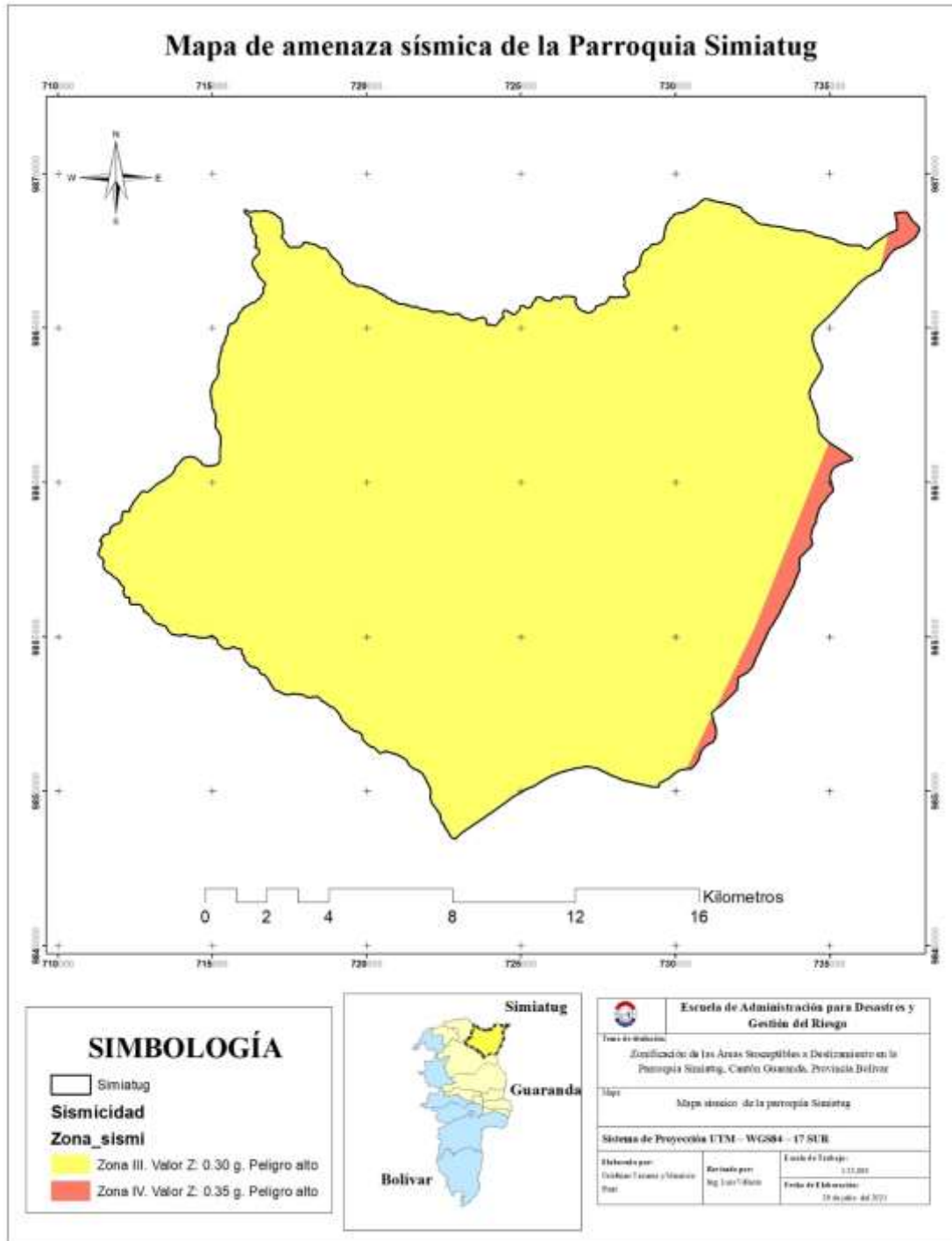
Zona sísmica	Aceleración	Índice Ponderado	Área (ha)	Porcentaje
Zona IV	0,35 g	5	610	2
Zona III	0,30 g	4	30677	98
Total			31286	100

Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM, NEC.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Figura 11

Mapa de amenaza sísmica de la Parroquia Simiatug.



Fuente: SIG_TIERRAS, MAGAP, IGM.

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

4.1.3 Amenaza a Deslizamientos de la Parroquia Simiatug

Cálculo del Factor Condicionante

Para la asignación de los pesos de acuerdo a la intervención de los factores estudiados en la amenaza de deslizamiento se utilizó la Lógica Difusa (Matriz de Saaty) donde se compara los factores o descriptores donde nos permite determinar la importancia de un criterio respecto a otro, como se muestra a continuación.

Tabla 17

Factores generales para la evaluación de la amenaza de la Parroquia Simiatug (condicionantes).

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptores
Deslizamiento	D1	4	Pendiente
	D2		Geomorfología
	D3		Geología
	D4		Cobertura

Fuente: (Saaty, 1980)

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Para la asignación de los pesos en los parámetros de evaluación se tomó en consideración la siguiente tabla:

Tabla 18*Escala de comparación o preferencia de Saaty.*

Escala	Definición	Explicación
1	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su dominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes

Fuente: (Osorio & Orejuela, 2008)**Elaborado por:** Piuri y Yazuma, 2021**Tabla 19***Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes de la Parroquia Simiatug.*

Descriptor	Pendiente	Geomorfología	Geología	Cobertura
Pendiente	1,00	3,00	7,00	9,00
Geomorfología	0,33	1,00	5,00	7,00
Litología	0,14	0,20	1,00	5,00
Cobertura	0,11	0,14	0,20	1,00
Suma	1,59	4,34	13,20	22,00
1/suma	0,63	0,23	0,08	0,05

Fuente: (Saaty, 1980).**Elaborado por:** Piuri y Yazuma, 2021

Tabla 20

Matriz de normalización de los factores condicionantes de la Parroquia Simiatug.

Descriptor	Pendiente	Geomorfología	Geología	Cobertura	Vector de Priorización	Porcentaje (%)
Pendiente	0,630	0,691	0,530	0,409	0,57	57
Geomorfología	0,210	0,230	0,379	0,318	0,28	28
Litología	0,090	0,046	0,076	0,227	0,11	11
Cobertura	0,070	0,033	0,015	0,045	0,04	4
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	100

Fuente: (Saaty, 1980).

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Tabla 21

Ponderación de los factores condicionantes de la Parroquia Simiatug.

Parámetros generales	Deslizamiento	Ponderación		
			Ponderación Multicriterio	
Descriptores	D1	Pendiente	PP1	0,565
	D2	Geomorfología	PP2	0,284
	D3	Geología	PP3	0,110
	D4	Cobertura	PP4	0,041

Fuente: (Saaty, 1980).

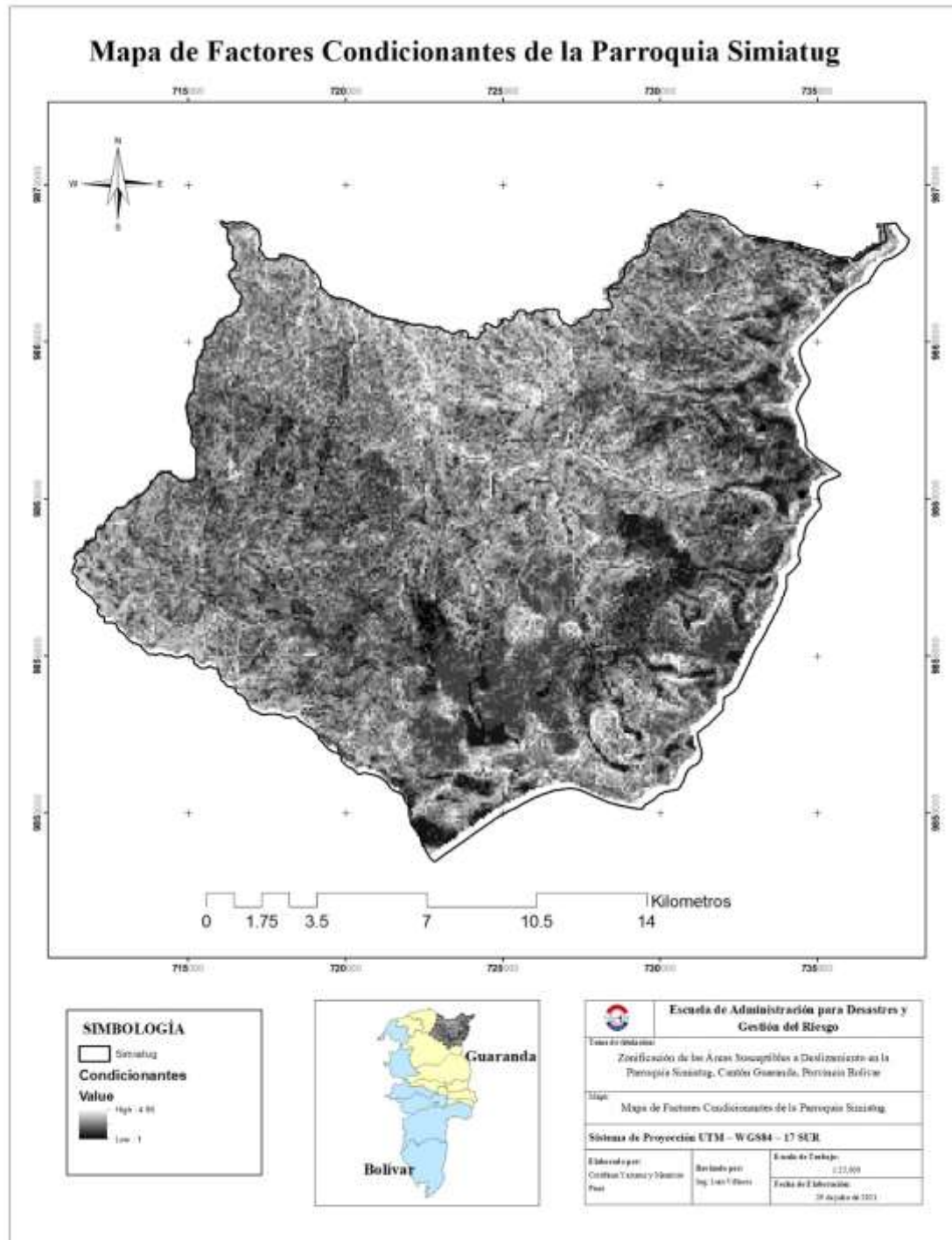
Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Mediante la matriz de comparación podemos conseguir el vector priorización en este caso el peso ponderado, de acuerdo a la priorización de cada uno de los factores, de esta manera nuestra ecuación para el cálculo de los factores condicionantes es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{"Pendiente"} * 0.57 + \text{"Geomorfología"} * 0.28 + \text{"Litología"} * 0.11 \\ & + \text{"Cobertura"} * 0.04 \end{aligned}$$

Figura 12

Mapa de factores condicionante de la Parroquia Simiatug.



Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Cálculo del Factor Detonante

Para el cálculo de los factores detonantes se realizó mediante similares criterios al de los factores condicionantes.

Tabla 22

Factores generales para la evaluación de la amenaza de la Parroquia Simiatug (detonantes).

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptores
Deslizamiento	D1	2	Precipitación
	D2		Sismos

Fuente: (Saaty, 1980).

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Para la asignación de los pesos en los parámetros de evaluación de los factores detonantes se tomó en consideración los valores de la tabla 18.

Tabla 23

Matriz de comparación de pares de los factores detonantes de la Parroquia Simiatug.

Descriptor	Precipitación	Sismos
Precipitación	1,00	3,00
Sismos	0,33	1,00
Suma	1,33	4,00
1/suma	0,75	0,25

Fuente: (Saaty, 1980)

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Tabla 24

Matriz de normalización de los factores detonantes de la Parroquia Simiatug.

Descriptor	Precipitación	Sismos	Vector de Priorización	Porcentaje (%)
Precipitación	0,750	0,750	0,75	75
Sismos	0,250	0,250	0,25	25
	1,000	1,000	1,00	100

Fuente: (Saaty, 1980)

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Tabla 25

Ponderación de los factores detonantes de la Parroquia Simiatug.

Parámetros generales	Deslizamiento	Ponderación		
			Ponderación multicriterio	
Descriptor	D1	Precipitación	Pp1	0,75
	D2	Sismos	Pp2	0,25

Fuente: (Saaty, 1980)

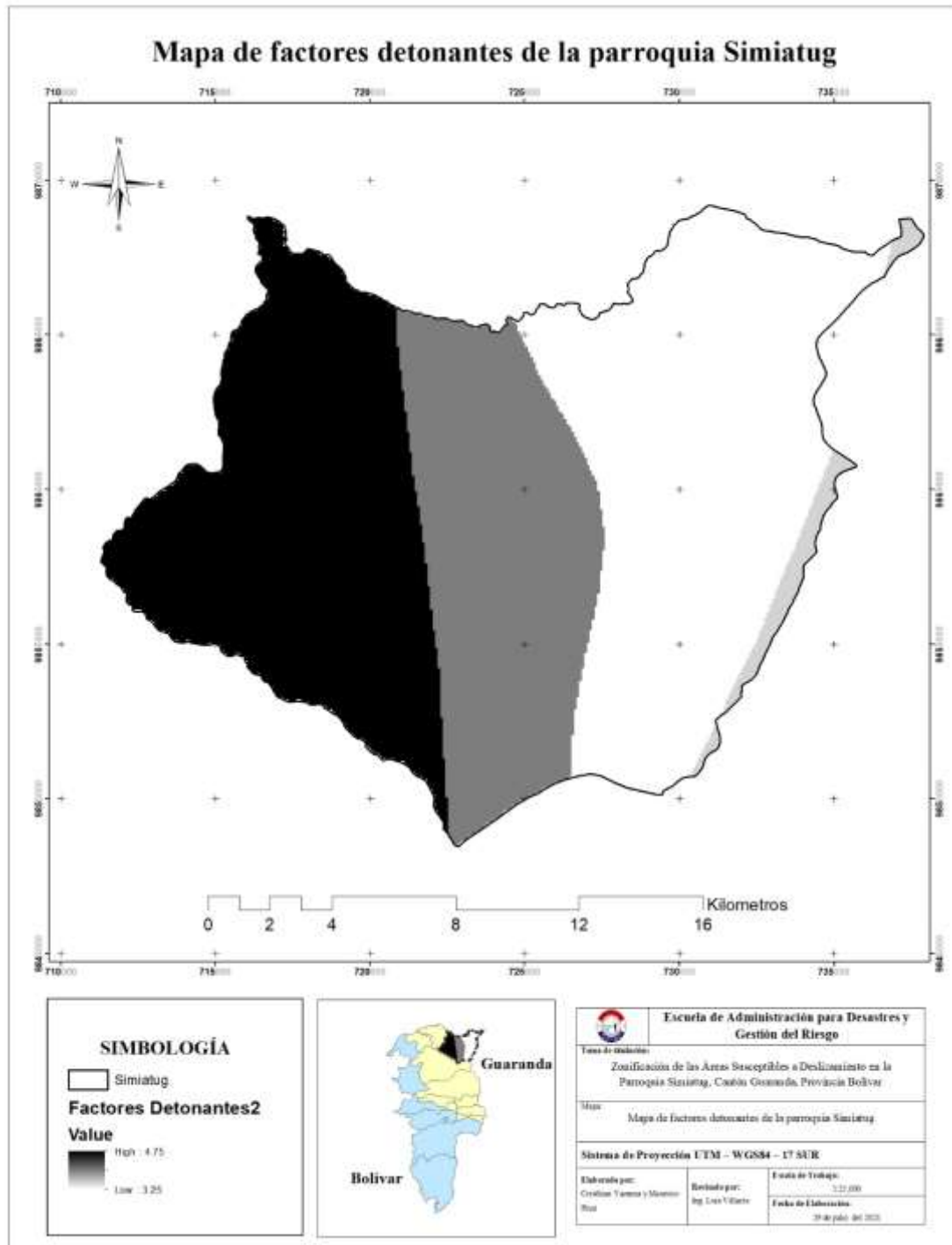
Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Mediante la matriz de comparación se obtenido el peso ponderado de los factores detonantes, de esta manera nuestra ecuación para el cálculo de los factores detonantes es la siguiente:

$$\textit{“Precipitación”} * 0.75 + \textit{“Sismos”} * 0.25$$

Figura 13

Mapa de factores detonantes de la Parroquia Simiatug.



Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

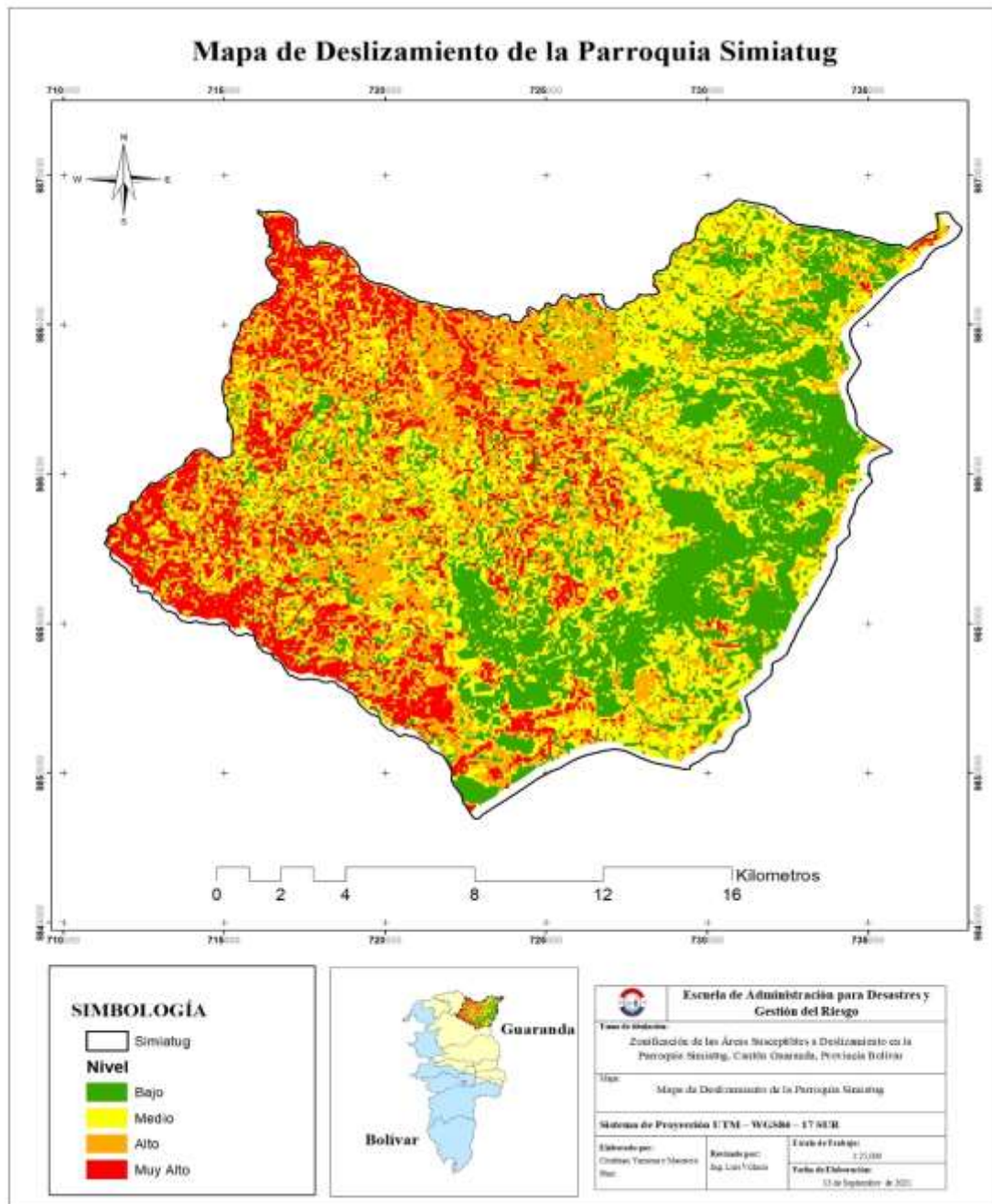
Cálculo de la amenaza a deslizamientos de la Parroquia Simiatug.

Para el cálculo de la amenaza a deslizamiento se aplicó la siguiente ecuación.

$$\text{Condicionantes} * \text{Detonantes}$$

Figura 14

Mapa de deslizamiento de la Parroquia Simiatug.



Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Tabla 26

Nivel de amenaza a deslizamiento de la Parroquia Simiatug.

Nivel	Área (ha)	Porcentaje	Peso Ponderado
Bajo	8022,22	27 %	1
Medio	9154,53	30 %	2
Alto	8053,27	27 %	3
Muy Alto	4866,17	16 %	4
Total	30096,19	100 %	

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Mediante el mapa de amenaza a deslizamiento se determina que el 30% de la Parroquia Simiatug presenta un nivel medio de susceptibilidad ante la amenaza, seguido por el 27% se encuentran en nivel Alto, mientras que el 16 % presenta una susceptibilidad muy alta.

4.2 Resultado del objetivo 2.- Identificar los Elementos Expuestos a la Amenaza de Deslizamiento en la Parroquia Simiatug.

4.2.1 Elementos expuestos

Los elementos expuestos a determinar ante la amenaza de deslizamiento de la Parroquia Simiatug son:

- Sistema de Agua
- Alcantarillado
- Sistema eléctrico
- Edificaciones
- Sistema vial

Sistema de Agua.

En la Parroquia Simiatug de los 21 tanques utilizados para la captación y almacenamiento de agua 11 se encuentra en un nivel de exposición bajo, seguido por el nivel de exposición de medio 7 tanques, mismas que si ven interrumpidas afectaría el servicio en la Parroquia y sus comunidades.

Tabla 27

Exposición del sistema de agua de la Parroquia Simiatug (tanques).

Nivel de exposición	Número de tanques	Porcentaje (%)
Muy Alto	0	0
Alto	3	14
Medio	7	33
Bajo	11	52
Total	21	100

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

La tubería utilizada para la distribución en la Parroquia es de 26994 km, misma que el 56% de se encuentra en un nivel de exposición Media, mientras que el 29% se encuentra en un nivel Alto, debido a su recorrido en caso de que se produzca un deslizamiento se verá afectado e interrumpiría el servicio en la Parroquia y sus comunidades.

Tabla 28

Exposición del sistema de agua de la Parroquia Simiatug (tuberías).

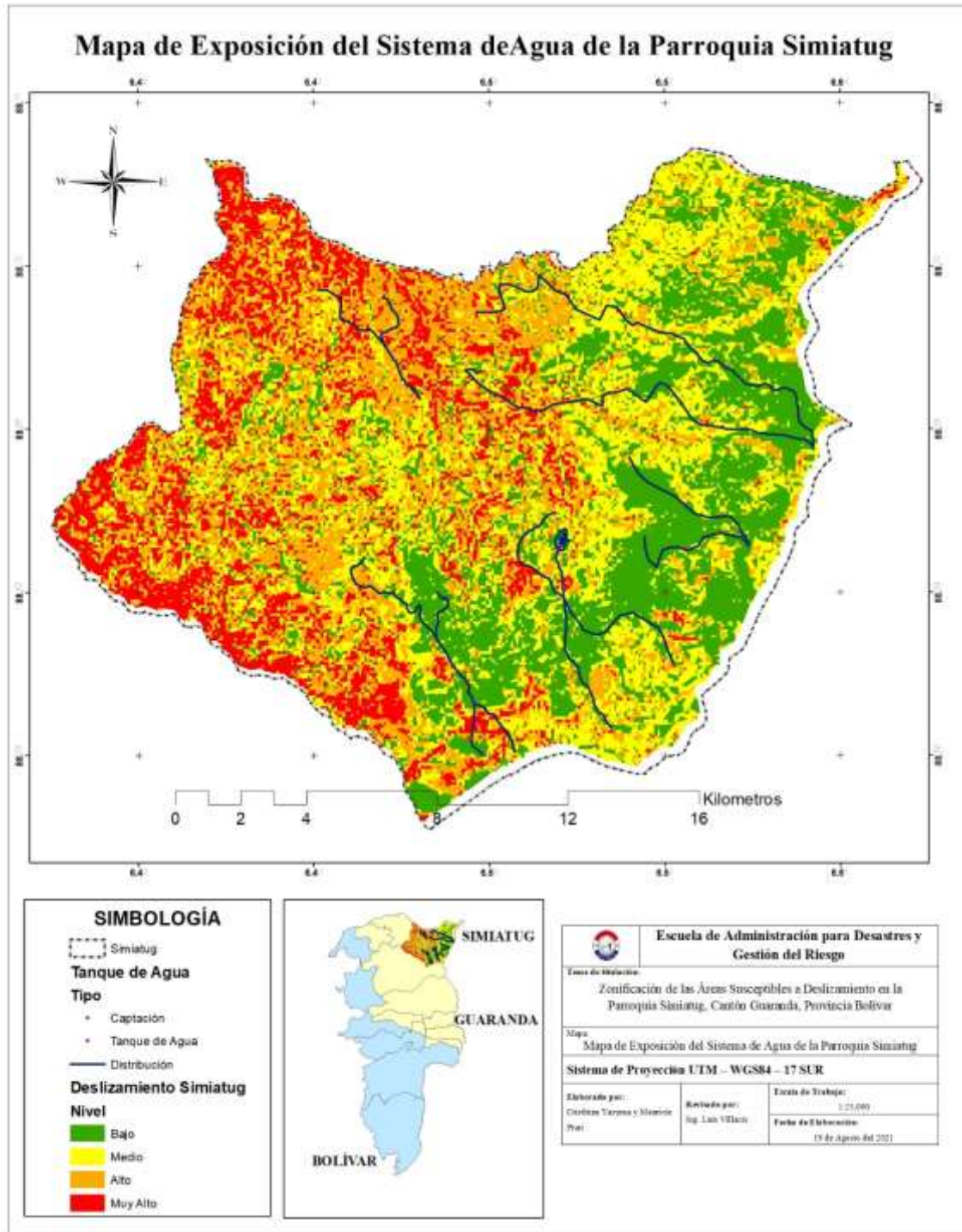
Nivel de exposición	Tubería (km)	Porcentajes (%)
Muy Alto	791	3
Alto	7931	29
Medio	15046	56
Bajo	3226	12
Total	26994	100

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

El sistema de agua del casco urbano en la Parroquia se encuentra gestionada por la Junta Administradora de Agua Potable de Simiatug, misma que viene funcionando desde el 2006, este recurso proviene de las vertientes que se encuentran en las parte alta de la Parroquia, son captadas por tanques y distribuidas por tuberías a la Parroquia, el proceso es similar para las comunidades, de esta manera se determina que el sistema de agua de la Parroquia ante la amenaza de deslizamiento presenta una vulnerabilidad Alta debido a que varios tanques y el sistema de distribución (tuberías) se encuentran en zonas de deslizamiento.

Figura 15

Mapa de exposición del sistema de Agua de la Parroquia Simiatug



Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Alcantarillado.

El sistema de alcantarillado de la Parroquia se evidencio que con este sistema únicamente consta en el casco urbano (centro de la Parroquia), mientras que las comunidades cuentan en su mayoría con pozos sépticos, el sistema de alcantarillado de la Parroquia tiene doble funcionalidad recolección de aguas servidas y recolección de aguas lluvias, de esta manera llego a determinar que la susceptibilidad del sistema ante la amenaza de deslizamiento es Baja.

Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico de la Parroquia presenta una susceptibilidad Muy Alta ante la amenaza de deslizamiento, para la evaluación se consideró los postes, transformadores, líneas de conducciones de medio y bajo voltaje, los puntos de carga, también se consideró su ubicación, ya que varios de ellos se encuentran en zonas vulnerables a deslizamientos, en caso de que se suscite el evento el sistema se verá interrumpido y afectara a varias de las comunidades.

Tabla 29

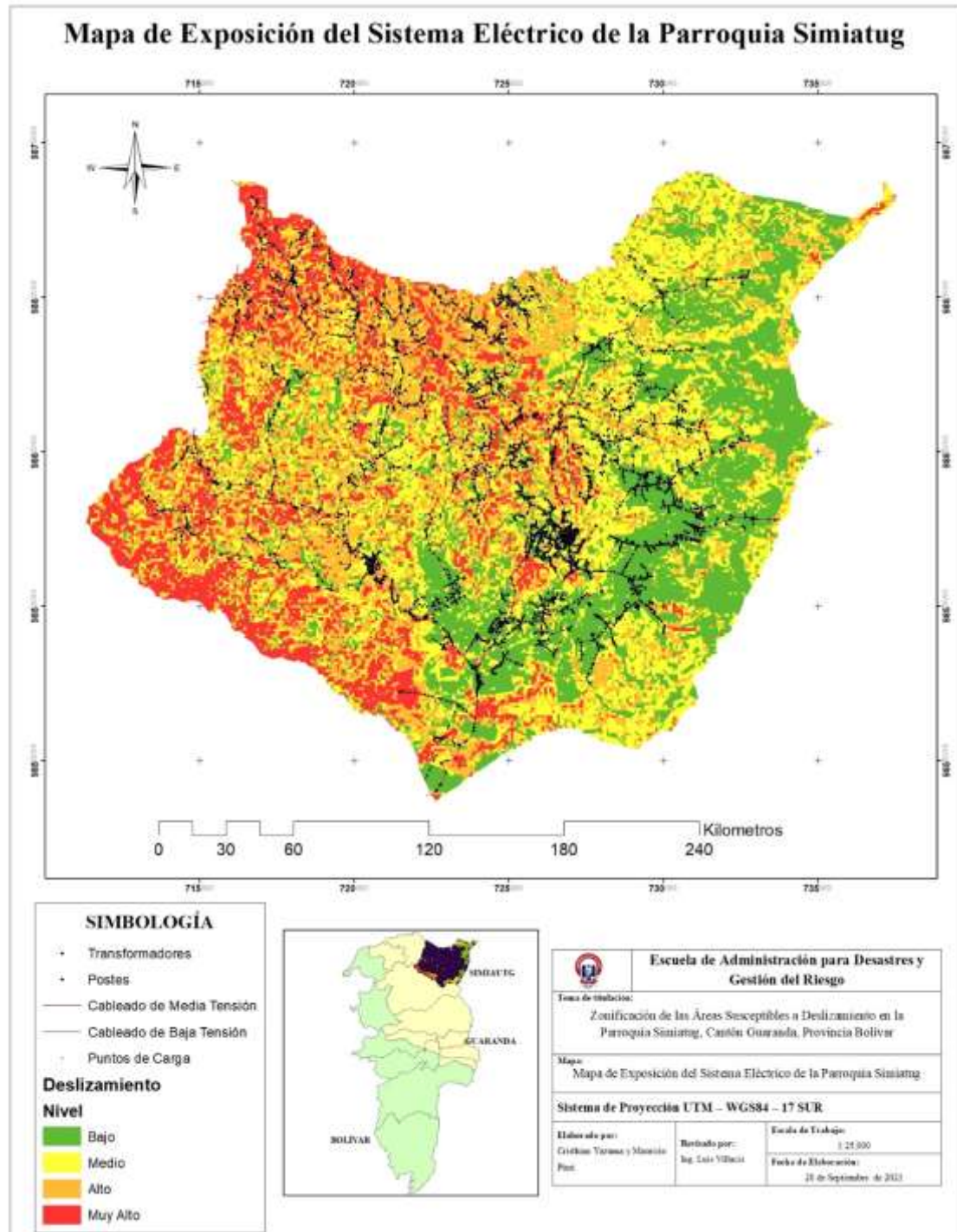
Elementos Expuestos del Sistema Eléctrico de la Parroquia Simiatug.

Elementos	Número	Nivel de Exposición			
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Transformadores	346	6%	49%	9%	36%
Postes	3569	21%	43%	6%	30%
Puntos de carga	2723	18%	44%	8%	30%
Líneas de media tensión	233km	29%	8%	33%	30%
Líneas de baja tensión	274km	29%	8%	33%	30%

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Figura 16

Mapa de Exposición del Sistema Eléctrico de la Parroquia Simiatug.



Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Edificaciones.

Para la evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones, se consideró el mapa de deslizamiento, donde se determinó que en su mayoría las edificaciones presentan una susceptibilidad alta ante la amenaza de deslizamiento, mediante el trabajo de campo se pudo determinar que gran parte de las edificaciones del casco urbano están construidas de adobe, mixta (ladrillo y madera) y hormigón armado, mientras que en las comunidades se evidencian construcciones mixta (ladrillo y madera), madera y adobe, mismas que no cumplen con las normativas en sus construcciones, la falta de aplicación del ordenamiento territorial, las geomorfologías del sitio influyen en el incremento de la vulnerabilidad, las comunidades que presentan mayor vulnerabilidad en sus estructuras son las siguientes:

Tabla 30

Exposición de las edificaciones de la Parroquia Simiatug ante la amenaza de deslizamiento.

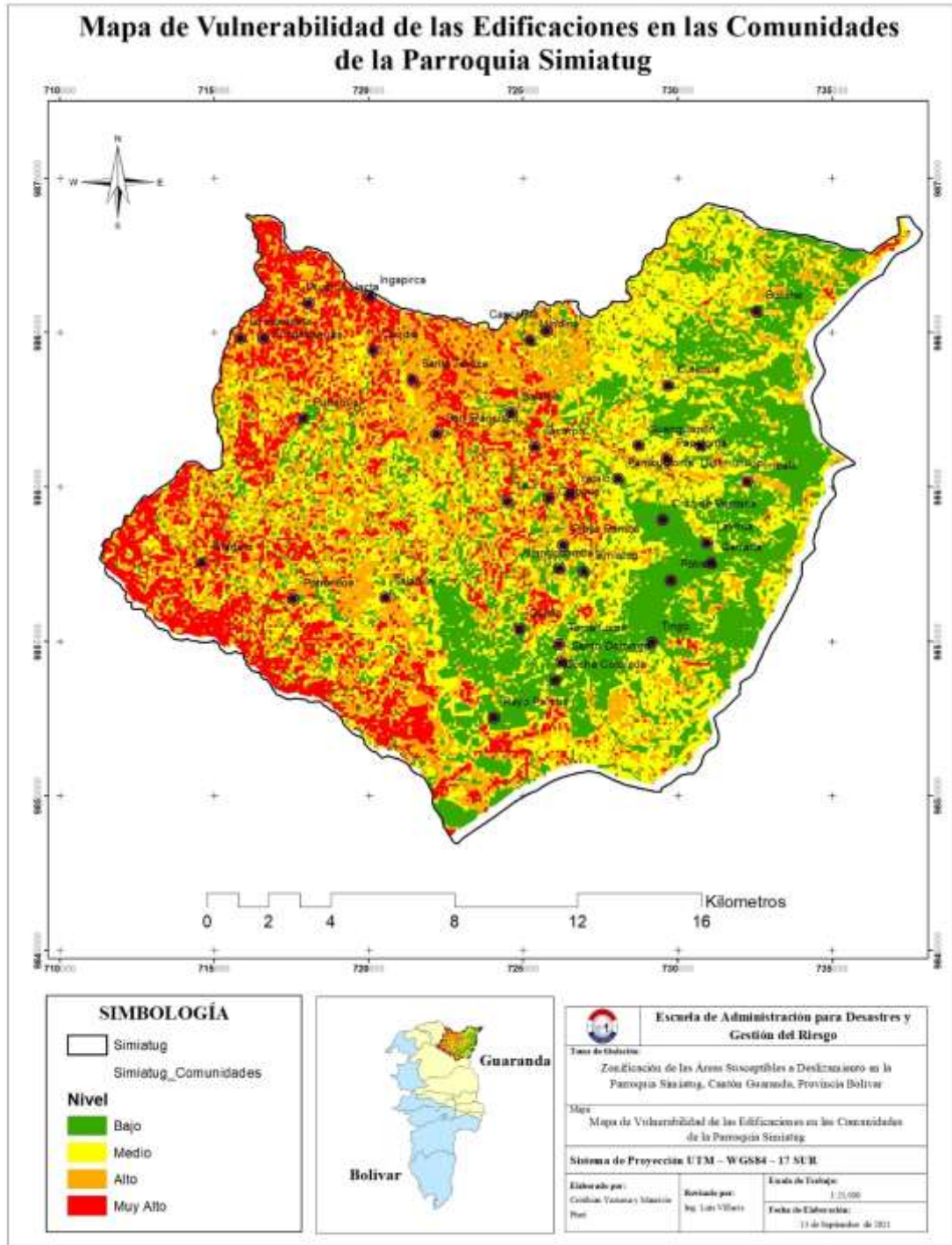
Comunidad	Coordenadas		Nivel de Exposición
	Este	Norte	
Cocha Colorada	726009	9853738	Bajo
Cruz de Ventana	729480	9858935	Bajo
Gerrana	731061	9857537	Bajo
Potrero	729760	9856978	Bajo
Quialo	724859	9855388	Bajo
Rayo Pamba	724019	9852528	Bajo
Tingo	729139	9854965	Bajo
Allangopamba	726143	9857345	Medio
Bolicho	732528	9865682	Medio
Cascarilla	725740	9865058	Medio
Chingue	725802	9859627	Medio
Cutahua	729661	9863287	Medio

La Horqueta	715818	9864830	Medio
Layhua	730932	9858188	Medio
Mindina	725194	9864752	Medio
Pambugloma	728037	9860266	Medio
Papaloma	729621	9860907	Medio
Pimbalo	732215	9860172	Medio
Playa Pamba	726268	9858119	Medio
Puñahua	717864	9862218	Medio
Salaleo	724602	9862413	Medio
Santo Domingo	726233	9854319	Medio
Simiatug	726954	9857257	Medio
Talahua	720506	9856426	Medio
Toma Loma	726127	9854907	Medio
Candio	720117	9864424	Alto
Guanguliquin	728719	9861351	Alto
La Y	724465	9859532	Alto
Llullimunllo	730731	9861320	Alto
Mushuc Llacta	718029	9865948	Alto
Potrerillos	717533	9856382	Alto
San Francisco	722163	9861706	Alto
Santa Tereza	721379	9863476	Alto
Silagato	714579	9857529	Alto
Tacapo	725358	9861297	Alto
Fungadahuas	716559	9864820	Muy Alto
Ingapirca	720017	9866177	Muy Alto
Yataló	726491	9859747	Muy Alto

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Figura 17

Mapa de vulnerabilidad de las edificaciones en las comunidades de la parroquia Simiatug.



Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Sistema Vial.

En la Parroquia Simiatug la exposición ante la amenaza de deslizamiento, el sistema vial presenta el 41% del sistema se encuentra en un nivel de Alto y mientras que el 53% Muy Alto en su mayoría las vías que conectan con sus comunidades, el sistema vial presenta mayor exposición ante la amenaza de deslizamiento en la época de invierno, otro de los factores que se involucra en la exposición vial son las fuertes pendientes que presenta la Parroquia.

Tabla 31

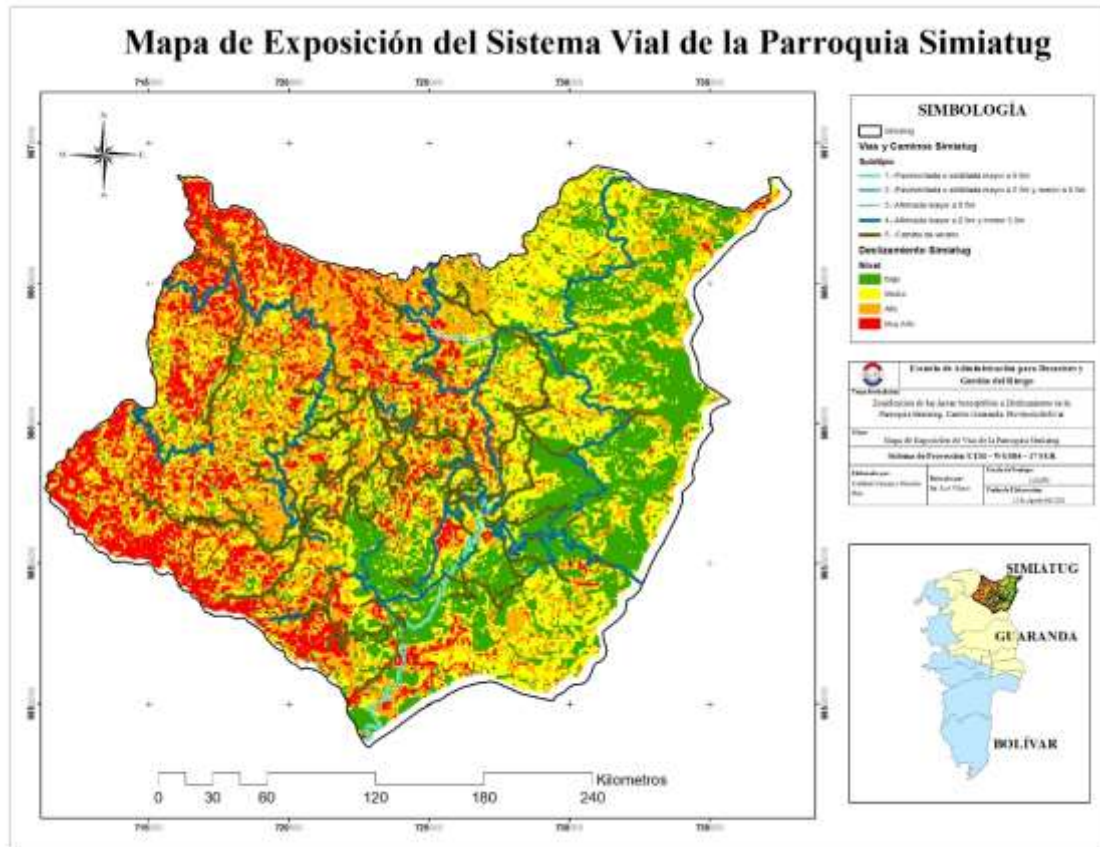
Exposición del Sistema vial de la Parroquia Simiatug.

Subtipo	Longitud (Km)	Nivel Exposición	Porcentaje (%)
Pavimentada o asfaltada mayor a 5.5cm	15,92	Bajo	5
Pavimentada o asfaltada mayor a 2.5cm y menor a 5.5cm	1,38	Bajo	1
Afirmada mayor a 5.5cm	3,68	Medio	1
Afirmada mayor a 2.5cm y menor 5.5cm	145,69	Alto	41
Camino de verano	189,9	Muy Alto	53
Total	356,57		100

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

Figura 18

Mapa de exposición del sistema vial de la Parroquia Simiatug.



Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

4.3 Resultado del objetivo 3. Proponer medidas para minimizar los efectos de deslizamientos en la Parroquia.

4.3.1 Tema

Medidas para minimizar los efectos de deslizamientos en la Parroquia Simiatug

4.3.2 Justificación

La Parroquia Simiatug mediante el análisis de sus factores condicionantes y detonantes y el análisis de los elementos expuestos, se llegó a determinar que la susceptibilidad a deslizamiento es alta, de esta manera la población y los elementos expuestos (sistema de agua, sistema vial, alcantarillado, edificaciones, sistema eléctrico) se ven vulnerables ante este evento, varias comunidades de la Parroquia presentan condiciones desfavorables, al igual que la accesibilidad a estas son precarias.

Para el análisis del sistema de agua se tomó en consideración los tanques utilizados para la captación y las tuberías utilizadas para la distribución, mediante estos parámetros se llegó a determinar que el sistema de agua presenta un nivel de vulnerabilidad alto ante la amenaza de deslizamiento, debido a que, si se ve interrumpida el casco urbano, las comunidades de su alrededor se verían afectadas; el sistema de alcantarillado en la Parroquia presenta un nivel de vulnerabilidad bajo, debido a que solo el casco urbano posee este servicio; Para la elaboración del análisis del sistema vial se tomó en consideración los subtipos de vías que se encuentran dentro de la Parroquia, entre ellas tenemos los caminos que solamente se puede circular en temporadas de verano lo cual lo determinamos con un nivel de vulnerabilidad muy alta, seguido por el subtipo de vías que son de lastre lo cual constituye 145Km y presenta un nivel de vulnerabilidad alto mismas que se conectan con las comunidades y en épocas invernales el acceso se ve afectado e interrumpido por los deslizamientos; las edificaciones de la Parroquia Simiatug mediante

el trabajo de campo se llegó a determinar que en el casco urbano existen viviendas de adobe y hormigón armado, en las comunidades se pudo observar que en su mayoría las viviendas son de construcción mixta (madera y ladrillo; adobe y madera), también se evidencio la falta de aplicación de normativas al momento de construir las edificaciones.

4.3.3 *Objetivos*

Objetivo General

Formular medidas para minimizar el nivel de susceptibilidad de los elementos expuestos ante los efectos de deslizamientos.

Objetivos Específicos

- Establecer medidas para minimizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos frente a la amenaza de deslizamiento en la parroquia Simiatug.
- Construir un plan de acción con las autoridades de la parroquia frente a la amenaza de deslizamiento.

4.3.4 Medidas para minimizar los efectos de deslizamiento en la Parroquia Simiatug

Una vez identificado las zonas más vulnerables a deslizamientos, procedemos a determinas las medidas de reducción de la vulnerabilidad.

Fortalecer

Tabla 32

Medidas y acciones para minimizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos frente a la amenaza de deslizamiento en la Parroquia Simiatug.

Indicador	Descripción	Medidas de Reducción	Acción	Responsables
Edificaciones	En la Parroquia Simiatug, en cuanto a las edificaciones públicas tenemos 32 instituciones educativas de las cuales 4 se encuentran dentro del casco urbano y las de más se encuentran distribuidas en las comunidades por la cual presentan mayor vulnerabilidad; cuenta 2 centros de salud; una UPC; Gad Parroquial.	Las infraestructuras de salud, seguridad, educación, son de primera necesidad ante un desastres por lo cual es necesario fortalecerlos y readecuarlos.	Realizar un estudio de riesgos previo a la construcción. Evitar las construcciones en zonas que presentan mayor vulnerabilidad. Tomar en consideración las normativas de la construcción.	Gad Cantonal. Gad Parroquial. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).

	<p>Las viviendas que presentan mayor vulnerabilidad son las que se encuentran construidas en pendientes o lugares de mayor susceptibilidad a deslizamientos, otro de los factores que influyen en esta vulnerabilidad es la forma de construcción y la falta de aplicación de la normativa de la construcción.</p>	<p>En las construcciones aplicar las normativas establecidas por el NEC, de igual manera ejecutar el plan de desarrollo y ordenamiento territorial, haciendo énfasis en el mapa de amenaza de deslizamiento de la Parroquia.</p>	<p>En coordinación con las autoridades de la Parroquia y del Cantón tomar en consideración el tema de Ordenamiento territorial y aplicación de las normativas de la construcción.</p>	<p>Gad Cantonal. Gad Parroquial. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI).</p>
<p>Alcantarillado</p>	<p>En la Parroquia Simiatug este servicio tiene un nivel de vulnerabilidad bajo, debido a que solamente el casco urbano cuenta con este servicio, las comunidades cuentan con pozos sépticos.</p>	<p>Cumplir con las normativas, en cuanto a tamaño de tuberías, diseño de la construcción.</p>	<p>Tomar en consideración las normativas previo a la construcción del servicio. Realizar estudios ambientales. Realizar proyectos de tratamiento de Aguas residuales.</p>	<p>Gad Cantonal. Gad Parroquial. Ministerio del Ambiente (MAE).</p>
<p>Sistema de Agua</p>	<p>El sistema de agua de la Parroquia ante la amenaza de deslizamiento presenta una vulnerabilidad alta</p>	<p>Realizar tanques de reserva en caso de que el sistema sea afectado por deslizamientos.</p>	<p>Establecer control de calidad del agua.</p>	<p>Ministerio de Salud. Junta Administradora de</p>

	debido a que varios tanques y el sistema de distribución (tuberías) se encuentran en zonas de deslizamiento.		Realizar inspecciones del sistema de agua (tanques y tuberías).	Agua Potable de la Parroquia Simiatug.
Sistema Eléctrico	Dentro de la Parroquia Simiatug el sistema eléctrico presenta una vulnerabilidad alta ante deslizamientos, debido a que varios de los elementos se encuentran ubicados en zonas vulnerables	Establecer plan de mantenimiento del sistema.	Establecer estudios previos para reducir la susceptibilidad del sistema	GAD Parroquial. Corporación Nacional de Electricidad (CNEL)
Vías	En la Parroquia Simiatug el sistema vial constituye 356.57 km, de los cuales están constituidos entre caminos de verano, afirmadas (lastre), pavimentadas y asfaltadas; de los cuales 189.9km vías que se conectan con las comunidades presentan vulnerabilidad muy alta.	Mejorar el sistema vial en las comunidades ya que el acceso a ellas en temporadas invernales son precarias.	Establecer convenios con la MTOP para realizar mejoras en el sistema vial de la Parroquia. Formular proyectos para la estabilización de taludes en zonas vulnerables. Establecer un plan de mantenimiento del sistema.	GAD Cantonal. GAD Parroquial. Ministerio de Transporte y Obras Publicas MTOP

Elaborado por: Piuri y Yazuma, 2021

4.3.5 Monitoreo, Seguimiento y Evaluación

Del presente estudio el monitoreo de las medidas de reducción y acciones establecidas, lo llevara a cabo las autoridades pertinentes del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Simiatug, las acciones propuestas en estudio se realizan con la finalidad de minimizar la vulnerabilidad de la Parroquia ante la amenaza de deslizamiento.

Para el seguimiento y la evaluación de la presente lo llevara a cabo el servicio Nacional de Gestión de Riesgos y emergencias, en conjunto con las entidades de la ciudad de Guaranda que se enmarquen en temas de Gestión de Riesgos, mismos que puede adecuar y mejorar futuros planes y proyectos establecidos.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Luego de identificar y analizar los factores que influyen en el desarrollo de la amenaza se obtuvo el mapa de amenaza de deslizamiento, donde se llegó a determinar que el 63% de la parroquia misma que constituyen 24 comunidades y cuatro barrios del casco urbano presentan un nivel de amenaza alto, mientras que las demás comunidades presentan susceptibilidad media frente a la amenaza de deslizamiento.
- Luego de haber identificado los elementos que se encuentran expuestos a la amenaza de deslizamiento, se puntualiza que el 35% del sistema de agua presenta una susceptibilidad alta; el sistema eléctrico mediante la evaluación a los parámetros, se determinó que el 31% presenta un nivel de susceptibilidad muy alto y el 38% en nivel medio ante la amenaza; con respecto a las edificaciones las comunidades que presenta mayor susceptibilidad en sus infraestructuras son Santa Teresa, Ingapirca, Mushullacta, Pungadahuas, Puñahua, Playapamba, Chigue, Yatalo, Pambugloma, La Cabaña, Candio, Tacarpo, San Francisco; el sistema vial presenta el 41% se encuentra en un nivel Alto y mientras que el 53% Muy Alto en su mayoría las vías que conectan con sus comunidades, el sistema vial presenta mayor exposición ante la amenaza de deslizamiento en la época invernal.
- Para reducir los efectos de la amenaza de deslizamientos se planteó medidas y acciones que se deben considerar, en las edificaciones se pudo determinar que varias viviendas se encuentran construidas en zonas

susceptibles a deslizamientos y la falta de aplicación de normativas en sus construcciones, con respecto al sistema eléctrico se evidencio que varios transformadores, postes, líneas de conducciones se encuentran en zonas susceptibles, las vías de acceso a la parroquia y comunidades presentan susceptibilidad alta ante la amenaza de deslizamientos.

Recomendaciones

- Tomar en consideración las zonas que se encuentran en susceptibilidad alta y muy alta, realizar estudios más detallados con la finalidad de precautelar el bienestar de los habitantes y de los bienes y servicios que gozan la parroquia.
- A los encargados del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y las autoridades del GAD Parroquial, tomen en consideración las normativas de construcción NEC vigente, al momento de autorizar el permiso para la construcción de viviendas y edificaciones, en vista que varias de ellas se encuentran en zonas susceptibles a deslizamientos.
- A las autoridades del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), aplicar el mantenimiento necesario a las vías que presentan restos del deslizamiento, en las vías que conducen Salinas - Simiatug, Simiatug - Moraspungo, Simiatug - Facundo Vela y las carreteras que conectas a las comunidades de la Parroquia.
- Con respecto a los elementos expuestos las autoridades de la Parroquia, tanto como la Junta del agua y los directivos de las comunidades deben tomar en consideración las necesidades y plantear proyectos de

fortalecimientos para mejorar las infraestructuras del sistema de agua, red vial y el sistema estructural.

- Las autoridades del GAD Parroquia, que fortalezcan a las comunidades en temas de Gestión de Riesgos de Desastres, ya que mediante estos conocimientos se puede minimizar la incertidumbre ante los eventos peligrosos que se pueden desarrollar dentro de su entorno.

Bibliografía

Asamblea Nacional del Ecuador. (20 de 10 de 2008). *Biblioteca digital*. Obtenido de <http://biblioteca.defensoria.gob.ec/handle/37000/2726>

Avilés, L., Cañar, M., Andrade, S., Moreno, J., Medina, G., & Pico, A. L. (2017). Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geoespacial en el cantón Ibarra-Ecuador. *CienciAmeèrica*, 56-57.

Avilés, L., Cañar, M., Andrade, S., Moreno, J., Medina, G., López, A., & Pico, P. (2017). Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geoespacial en el cantón Ibarra-Ecuador. *CienciAmérica*.

Ayala, I. A. (9 de Julio de 1999). *scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n41/n41a2.pdf?fbclid=IwAR0OrZyEv3S895WLUjux8UFkGOuwQVqp-pa2wk3rubE5kjODYIMc3eJV6-Q>

Barrantes Castillo, G., Barrantes Sotela, O., & Núñez Roman, O. (Julio de 2011). Efectividad de la metodología de Mora - Vahrson modificada de los deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchoa, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, vol. 2, 141 - 162. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451745770006>

Bergoeing, J. P. (1998). *Geomorfología de Costa Rica*. Costa Rica: Editorial Librería Francesa.

CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales* (2 ed.). Lima, Perú: NEVA STUDIO SAC.

Chaverri, I. (2016). *Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento, por medio de la metodología Mora-Vahrson, en la microcuenca del Río Macho, San José, Costa Rica*. San José.

CIFEN. (01 de 2019). *Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño*. Obtenido de GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE->

GESTI% C3% 93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf

Código Orgánico del Ambiente. (12 de 04 de 2017). *Registro Oficial*. Obtenido de Órgano de la República del Ecuador: <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/suplementos/item/9074-suplemento-al-registro-oficial-no-983>

Consejo de Auditoría Interna General del Gobierno. (03 de 2009). *Diccionario de Riesgos para el Sector Gubernamental*. Obtenido de https://minrel.gob.cl/minrel/site/docs/20190902/20190902121420/diccionario_d_e_riesgos.pdf

COOTAD. (19 de 10 de 2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

Cueto, C., Cruz, E., & Hernández, A. (2019). *Zonificación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la Cordillera de Guaniguanico, Cuba. Un aporte al ordenamiento del territorio*. Guaniguanico - Cuba.

Díaz, J. S. (julio de 1998). *Usac*. Recuperado el 2 de Julio de 2021, de desastres.usac.edu.gt: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101-parte01.pdf>

Echeverría, N. (2018). Cálculo de amenaza, vulnerabilidad y riesgos en el entorno SIG. *Cartografía de Pronta Respuesta en Apoyo al Proceso de Toma de Decisiones en Desastres Naturales*", (págs. 2 - 24). QUITO.

Edier, A., & Shuichiro, Y. (Julio de 2006). *redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/496/49614902.pdf>

Eras, M. (2014). *Determinación de Zonas Susceptibles a Movimientos en Masa en el Ecuador, a Escala 1:1'000.000, utilizando el Método de Ponderación de Parámetros*. Quito.

IG-EPN. (2008). Obtenido de <https://www.igeppn.edu.ec/>

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>

Jaramillo, J., & Pasato, J. (2016). *“Aplicación del Método Mora Vahrson para la Clasificación de la Susceptibilidad a los Deslizamientos de la Vía Macas - Riobamba en la Parroquia Zuñac”*. Macas - Ecuador.

Jovans, N. (14 de Mayo de 2011). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/josovas/qu-es-amenaza>

Lopez, R., Zuluaga, A., Gómez, F., & Tapia, L. (2020). *Aplicación del Método Mora_Vahrson para la Evaluar la Susceptibilidad a Deslizamiento en el Municipio de*

- Manaure, Cesar, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)*, 57 - 70.
- López, R., Zuluaga, A., Gómez, F., & Tapia, L. (2020). Aplicación del método Mora-Vahrson para evaluar la susceptibilidad a deslizamiento en el municipio de Manaure, Cesar, Colombia. *Latinoamericanos sobre Reducción de Riesgos de Desastres*, 63-64.
- Medina, Y. (2017). *Zonificación de Susceptibilidad a Deslizamientos de Tierra en la Cuenca del Río Patía - Departamento del Cauca*. Patia - Colombia.
- Mora, S. V. (Marzo de 1992). *Determinación "A priori" de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos*. Recuperado el 27 de 07 de 2021, de Research:
https://www.researchgate.net/publication/283730363_Determinacion_a_priori_de_la_amenaza_de_deslizamientos_utilizando_indicadores_morfodinamicos
- Mora, S., & Vahrson, W. (1994). Macrozonation Methodology for Landslide Hazard Determination. 49-58.
- Mutual de Seguridad. (11 de 2012). *PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS*. Obtenido de <https://www.mutual.cl/portal/wcm/connect/5f81b5b5-03b0-424c-ab83-de9feab55da1/107400498+11-12+procedimiento+para+la+identificaci%C3%B3n+de+peligro+y+evaluaci%C3%B3n+de+riesgos++agricola.pdf?MOD=AJPERES&CVID=1QesECZ&CVID=1QesECZ&CVID=1QesECZ&CVID=1QesECZ#>:
- NEC. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Osorio, J., & Orejuela, J. (Septiembre de 2008). El Proceso de Análisis Jerárquico (APH) y a Toma de Decisiones Multicriterio. *Scientia Et Technica*, vol. 19, 247 - 252. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503044>
- Osorio, L. (2019). *Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos. Caso de Estudio: Nariño - Colombia*. Bogotá - Colombia.
- Pablo, B., & Gonzalez, F. (2009). *"DETERMINACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR NORTE DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN GONZANAMÁ"*. Loja.
- PDOT. (2015). Obtenido de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia Bolívar:
<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fgadbolivar.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F10%2FACTUALIZACI%25C3%2593N%2520PLAN%2520DE%2520DESARROLLO%2520Y%2520ORDENAMIENTO%2520TERRITORIAL%2520-%25202019.pdf&chun>

- PDOT. (30 de 10 de 2015). *Sistema Nacional de Información*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/02600159500_01_Plan%20Simi%C3%A1tug_30-10-2015_18-01-17.pdf
- Régimen Legal de Bogotá. (24 de 04 de 2012). *Ley 1523 de 2012* . Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47141>
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Pocess*. McGrawHill.
- SENPLADES. (11 de 10 de 2017). *Consejo Nacional de Planificación*. Obtenido de https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- SIG Tierras. (2021). Obtenido de Geoportal del Agro Ecuatoriano: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- Simiatug. (2002). *Diagnostico de la FRY*. Obtenido de <http://www.simiatug.com/?id=184>
- Simiatug. (2015). *Simiatug*. Obtenido de <http://www.simiatug.com/?id=184>
- SNET. (Mayo de 2004). *Servicio Nacional de Estudios Territoriales*. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-21.pdf>
- SNGR. (09 de 2015). *Manual del Comité de Gestion de Riesgos*. Obtenido de <https://www.resdal.org/caeef-resdal/assets/ecuador---manual-del-comite-de-gestion-de-riesgos-v2---sept2015.pdf>
- SNGRE. (2019). *Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)* . Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.planificacion.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2Fdownloads%2F2019%2F09%2FCaja-de-herramientas-Riesgos.pdf&clem=5177767&chunk=true>
- SNGRE. (2019). *Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias* . Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.defensa.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2Fdownloads%2F2019%2F07%2Fplan-nacional-riesgos-web.pdf&clem=4543492&chunk=true>
- Soldano, A. (20 de Marzo de 2009). *CONAE*. Obtenido de <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a360071e58.79575639.pdf>
- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda.
- Torres, B. (14 de Enero de 2013). *UNILIBRE*. Recuperado el 1 de Julio de 2021, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7116/AriasTorresBenjamin2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- UNISDR. (2016). Obtenido de Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres, Asamblea General, Naciones Unidas.
- UNISDR. (2016). *Asamblea General, Naciones Unidas*. Obtenido de Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres.
- USAID. (05 de 2009). *Curso de Reducción del Riesgo de Desastres* . Obtenido de <https://scms.usaid.gov/sites/default/files/documents/1866/Spanish%20DRR%20Reference%20Materials.pdf>
- Vahrson, W., & Mora, S. (1992). Mapa preliminar sintético de amenazas geológicas de Costa Rica; Su importancia en el desarrollo de la infraestructura civil. *Geográfica de América Central*, 25-26.
- Villalta, A., & Gonzales, M. (2011). “*Zonificación de Amenazas Geológicas por Movimientos en Masa que permita el Ordenamiento Territorial en la Urbanización Ciudad Victoria de Loja*”. Loja.

Anexos

Anexo 1. Memorias fotográficas



Fotografía 1.- Geomorfología de la Parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 2.- Transformador, elemento expuesto del sistema eléctrico de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 3.- Sistema Estructural mixto de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 4.- Tanque de almacenamiento de Agua, elemento expuesto del sistema de agua potable de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 5.- Zona de mayor pendiente con un grado de inclinacion mayor a 40% con una amenaza alta ante dezlizamientos. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 6.- GAD parroquial de Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografia 7.- Sistema vial de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 8.- Vía de acceso de segundo orden. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 9.- Ambulancias pertenecientes al Sistema de Salud de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 11.- Red de alcantarillado de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 11.- Subcentro de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 12.- Institución Educativa de la parroquia Simiatug. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 13.- Vivienda con susceptibilidad alta a la amenaza de deslizamiento por vertiente de agua. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 14.- Área con alto riesgo de deslizamiento vía Simiatug – Salinas.

Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 15.- Vía de acceso a las parroquias con susceptibilidad alta a la amenaza de deslizamiento. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.



Fotografía 16.- Viviendas ubicadas en zonas susceptibles a deslizamientos.

Autores: Yazuma, Piuri, 2021.

Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.


 Universidad Estatal de Bolívar Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo Ficha de campo para el estudio de la “Zonificación de las Áreas Susceptibles a Deslizamiento en la Parroquia Simiatug, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar”				
Elemento Expuesto	Tipo	Estado	Coordenadas	
			Este (X)	Norte (Y)

Tabla 1.- Ficha de campo para la recolección de datos. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.

Anexo 3. Aspectos Administrativos del Trabajo de Titulación.

Presupuesto:

Presupuesto			
Tema de titulación:			
Zonificación de las áreas susceptibles a deslizamiento en la parroquia Simiatug			
Cantidad	Recursos y materiales	Valor unitario	Valor total
4	Alimentación	3\$	12\$
4	Salidas de campo (transporte)	30\$	120\$
1	Resma de papel formato A4	4\$	4\$
2	Reposa papel	2\$	4\$
3	Esferos	0,60\$	1,80\$
2	Libreta de apuntes	2\$	4\$
Total			145,80\$

Tabla 1.- Presupuesto a detalle de los recursos utilizados. Autores: Yazuma, Piuri, 2021.

Cronograma de actividades

Actividades	Mayo		Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Aprobación de temas de titulación por consejo universitario	■	■																				
Remitir resolución de consejo directivo			■	■																		
Elaboración de ante proyectos					■	■																
Revisión y corrección de temas de titulación							■	■	■													
Remisión de guías para la elaboración									■													
Revisión del primer avance									■													
Reunión con el tutor para la revisión de información cartográfica									■													
Elaboración del marco teórico, variables, metodologías										■	■	■										
Revisión del avance													■									
Elaboración de los resultados, mapas de amenazas, vulnerabilidad														■	■							
Salida de campo																■						

Elaboración de medidas de reducción ante la amenaza de deslizamiento	■
Revisión con nuestro tutor	■
Elaboración de conclusiones y recomendaciones	■
Revisión de documento final	■

Tabla 2.- Cronograma de actividades Autores: Yazuma, Piuri, 2021.