



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 INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA
DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

FACTORES DE DESLIZAMIENTO Y ESTRATEGIAS DE
REDUCCIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN,
PROVINCIA BOLÍVAR

AUTORES:

WILSON ALFREDO HURTADO AGUALONGO
MAYRA XIMENA NÚÑEZ BORJA

TUTOR:

Dr. ABELARDO PAUCAR CAMACHO, PhD

GUARANDA – ECUADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios y a la Virgen de Guadalupe, por haberme guiado por el buen camino. A mis padres Rosa Agualongo y Julio Hurtado por el apoyo incondicional que me brindaron toda mi vida estudiantil con su amor, comprensión y consejos que me impartían para llegar a culminar mi carrera profesional. A mis hermanas Beatriz, Vilma, Esthela, Silvia, Sandra, por estar siempre pendiente de mí y brindarme su apoyo. A mi familia en general quienes, con sus palabras de motivación, apoyo, aliento me ayudaron a concluir lo que me propuse.

Wilson Hurtado

Ha pasado el tiempo y he llegado a culminar mi carrera universitaria, doy gracias a Dios por brindarme sabiduría, salud para poder concluir mi trabajo investigativo, dedico de manera especial a mis padres y hermano que son el pilar fundamental y sentaron en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellos tengo un espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes me llevan a admirarlos cada día más y llegar así a la construcción de mi vida profesional.

Mayra Núñez

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y la Virgen de Guadalupe sobre todas las cosas, quien guió mi camino para cumplir este proyecto de investigación. A mis padres y hermanas por la confianza y el apoyo incondicional, a Mishel Ninabanda por enseñarme a no rendirme jamás, cuando se propone nada es imposible, sin esto no hubiese llegado a concluir una etapa más de mi vida.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, por haberme aceptado ser parte de ella convirtiéndose en mi segundo hogar donde fui fortaleciendo principios de mi vida universitaria, A los Docentes que compartieron sus conocimientos. Un agradecimiento de manera especial al Ing. Abelardo Paucar por habernos brindado e impartido sus conocimientos durante el proyecto de investigación.

Wilson Hurtado

Agradezco a Dios por permitirme llegar a culminar mi trabajo investigativo, por los momentos difíciles que me ha permitido superarlos, a mi familia por su apoyo incondicional, el amor recibido, la paciencia y la educación adquirida motiva a la realización del trabajo.

A los docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo por impartir conocimientos y de manera especial al Ing. Abelardo Paucar Camacho por brindarme su tiempo y apoyo como guía de mi trabajo investigativo.

Mayra Núñez

TÍTULO

FACTORES DE DESLIZAMIENTO Y ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN EN LA
MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN, PROVINCIA BOLÍVAR

ÍNDICE

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
TÍTULO.....	IV
ÍNDICE.....	V
CERTIFICO	XV
RESUMEN EJECUTIVO	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO I:.....	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.5. Limitaciones.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Localización y contexto del área de estudio	5
2.2. Antecedentes de la investigación	8
2.3. Bases teóricas.....	15
2.3.1. Factores de deslizamientos	15
2.3.2. Movimientos de masa.....	15
2.3.3. Tipos de movimientos de masa	15
2.3.4. Tipos de movimientos de masa	17
2.3.5. Causas de los movimientos de masa	18
2.4. Definición de deslizamientos de masa.....	19

2.4.1.	Tipos de deslizamientos	19
2.4.2.	Partes de un deslizamiento	19
2.5.	Metodología para la evaluación de la amenaza de deslizamientos.....	20
2.6.	Factores de susceptibilidad	22
2.6.1.	Factor Condicionante.....	23
2.6.2.	Factor Desencadenante	27
2.7.	Medidas de reducción de deslizamientos.....	29
2.7.1.	Medidas Estructurales.....	30
2.7.2.	Medidas no Estructurales.....	30
2.8.	Definición de Términos (Glosario)	31
2.9.	Sistema de Hipótesis	35
2.10.	Sistema de Variables	36
2.11.	Sistema de Variables	37
CAPÍTULO III:	42
3. MARCO METODOLÓGICO	42
3.1.	Nivel de Investigación	42
3.2.	Diseño	43
3.3.	Población y muestra.....	43
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	45
3.5.	Técnicas de Procedimientos y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos	45
3.5.1.	Metodología para procesamiento de la información del objetivo 1:	46
3.5.2.	Metodología para procesamiento de la información del objetivo 2:	53
3.5.3.	Metodología para procesamiento de la información del objetivo 3:	58
3.5.4.	Metodología para procesamiento de la información del objetivo 4:	58
CAPITULO IV	59
4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	59

4.1.	Determinación de los factores (condicionantes y detonantes) que inciden en los procesos de amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan	59
4.1.1.	Factores Condicionantes.....	59
4.1.2.	Factores Detonantes.....	67
4.2.	Identificación de índices, niveles, zonas de la amenaza y la percepción de las comunidades, sobre los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan	70
4.2.1.	Índices, niveles y mapa (zonas) de amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.....	70
4.2.2.	Análisis e interpretación de resultados de las encuestas aplicadas a jefes de familia de las comunidades localizadas en la microcuenca del río Chazo Juan.....	74
4.3.	Relación de los factores, índices y niveles de los eventos de deslizamientos en un área piloto comprendida en la vía Chazo Juan – Mulidiahúan de la microcuenca del río Chazo Juan	81
4.3.1.	Resultados de la observación de sitios de afectación de deslizamientos en la vía Chazo Juan – Mulidiahúan	81
4.3.2.	Matriz de resultados.....	94
4.4.	Establecimiento de estrategias de reducción de los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.....	96
4.4.1.	Título: Estrategias de reducción de los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan	96
4.4.2.	Justificación.....	96
4.4.3.	Objetivos.....	97
4.4.4.	Estrategias y acciones.....	97
4.4.5.	Viabilidad	104
	CAPÍTULO V	105
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
5.1.	Conclusiones.....	105
5.2.	Recomendaciones	106

BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las comunidades / Sistema de referencia UTM-WGS-1984.....	5
Tabla 2. Tipos de Movimientos de Masa o Ladera	17
Tabla 3. Calificativo de susceptibilidad a deslizamiento	21
Tabla 4. Variable Independiente, Factores de Deslizamiento	37
Tabla 5. Variable Dependiente, Estrategias y/o medidas de reducción de deslizamientos	41
Tabla 6. Población por comunidad de la Microcuenca del Río Chazo Juan	44
Tabla 7. Metodologías aplicadas al trabajo de investigación	48
Tabla 8. Valoración de Geología/Litología	49
Tabla 9. Valoración Geomorfológica	50
Tabla 10. Valoración de uso de suelo/cobertura vegetal	51
Tabla 11. Valoración de pendiente	51
Tabla 12. Valoración de precipitación.....	52
Tabla 13. Tabla de valoración de sismicidad	52
Tabla 14. Ponderación de amenaza de deslizamientos.....	54
Tabla 15. Rangos de niveles de susceptibilidad	57
Tabla 16. Descripción Litológica	59
Tabla 17. Descripción Geomorfológica.....	62
Tabla 18. Descripción de uso de suelo/Cobertura Vegetal.....	64
Tabla 19. Descripción de pendiente	66
Tabla 20. Descripción de Precipitación.....	67
Tabla 21. Descripción sísmica.....	69
Tabla 22. Calificación de la amenaza con sus respectivas zonas, índices y niveles de amenaza a deslizamiento	72
Tabla 23. Pérdidas que han ocasionado los deslizamientos en los últimos 5 años.....	74
Tabla 24. Causas que provocan los deslizamientos.....	75
Tabla 25. Tipos de afectaciones que provocan los deslizamientos	76
Tabla 26. Acciones aplicadas para la reducción de deslizamientos	79
Tabla 27. Ha recibido capacitaciones ante amenazas.....	80
Tabla 28. Características del Punto 1 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.....	83

Tabla 29. Características del Punto 2 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.....	84
Tabla 30. Características del Punto 3 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.....	86
Tabla 31. Características del Punto 4 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.....	87
Tabla 32. Características del Punto 5 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.....	89
Tabla 33. Características del Punto 6 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.....	90
Tabla 34. Características del Punto 4 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.....	92
Tabla 35. Matriz de resultados	95
Tabla 36. Plan de acción con estrategias de reducción ante deslizamientos	103
Tabla 37. Viabilidad de la propuesta a ser implementada.....	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Partes de un Deslizamiento	20
Gráfico 2. Formas de relieve de la Geomorfología	24
Gráfico 3. Cortes y rellenos de laderas.....	27
Gráfico 4. Pérdidas que han ocasionado los deslizamientos en los últimos 5 años	74
Gráfico 5. Causas que provocan los deslizamientos.....	76
Gráfico 6. Tipo de afectaciones que provocan los deslizamientos	78
Gráfico 7. Acciones aplicadas para la reducción de deslizamientos	79
Gráfico 8. Ha recibido capacitaciones ante amenazas.....	80

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán	84
Fotografía 2. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán	85
Fotografía 3. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán	87
Fotografía 4. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán	88
Fotografía 5. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán	90
Fotografía 6. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán	91
Fotografía 7. Asentamiento de masa en la comunidad de Mulidiahuán.....	93

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de Localización de la microcuenca del río Chazo Juan.....	6
Mapa 2. Mapa de Geología/Litología de la microcuenca del río Chazo Juan.....	61
Mapa 3. Mapa Geomorfológico de la microcuenca del río Chazo Juan.....	63
Mapa 4. Mapa de uso de suelo/cobertura vegetal de la microcuenca del río Chazo Juan	65
Mapa 5. Mapa de pendiente de la microcuenca del río Chazo Juan.....	66
Mapa 6. Mapa de precipitación de la microcuenca del río Chazo Juan	68
Mapa 7. Mapa sísmico de la microcuenca del río Chazo Juan.....	69
Mapa 8. Mapa de identificación de zonas, índices y niveles de la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del Río Chazo Juan.....	73
Mapa 9. Mapa de Geología / Litología de la microcuenca del río Chazo Juan.....	137
Mapa 10. Mapa de Geomorfológica de la microcuenca del río Chazo Juan.....	138
Mapa 11. Mapa de Uso de suelo / Cobertura vegetal de la microcuenca del río Chazo Juan.....	139
Mapa 12. Mapa de pendiente de la microcuenca del río Chazo Juan.....	140
Mapa 13. Mapa de precipitación de la microcuenca del río Chazo Juan	141
Mapa 14. Mapa sísmico de la microcuenca del río Chazo Juan.....	142
Mapa 15. Mapa de nivel de amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Chazo Juan.....	143

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Metodologías utilizadas en el trabajo de investigación	111
Anexo 2. Ficha de campo	124
Anexo 3. Encuesta realizada a la población de la microcuenca del río Chazo Juan	133
Anexo 4. Mapas base y temáticos	137
Anexo 5. Memorias fotográficas	144
Anexo 6. Aspectos administrativos	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de la observación a través de una ficha de campo	82
---	----

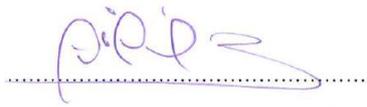
CERTIFICO

Que, el trabajo de titulación: **FACTORES DE DESLIZAMIENTO Y ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN, PROVINCIA BOLÍVAR**, como parte del proyecto **VARIABILIDAD CLIMÁTICA E INCIDENCIA DE LAS AMENAZAS SOCIONATURALES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN – ECUADOR**, elaborado por el Sr. Wilson Alfredo Hurtado Agualongo y la Srta. Mayra Ximena Núñez Borja, previo a la obtención del título en Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo.

Por lo cual cumple con los lineamientos de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión de Riesgos de la Universidad Estatal de Bolívar, ha sido debidamente revisada y se han incorporado las recomendaciones emitidas en la asesoría. En tal virtud autorizo el trámite legal respectivo para la evaluación y la calificación respectiva.

Es todo cuanto certifico en honor a la verdad.

Guaranda, 08 de abril del 2019



Dr. Abelardo Paucar Camacho, PhD
Director de Proyecto.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo principal evaluar los factores de deslizamiento para establecer estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar.

Para determinar la amenaza de deslizamientos, se basó en la metodología de Mora-Vahrson modificada para poder establecer el nivel de susceptibilidad de la amenaza de deslizamiento, se utilizó las tablas de rangos del Sistema Nacional de Gestión Riesgos (2013), en los mapas base se empleó los shp editados a escala de trabajo 1:25.000 del (IGM, 2007), MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012), Isoyetas de zonas de precipitación (INAMHI, 2007) Y Norma Ecuatoriana de Construcciones (NEC, 2015).

Entre los principales resultados del trabajo de investigación se establece lo siguiente:

Con respecto a los factores condicionantes: la geología/litología predomina las areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclasticas, limolitas volcánicas, micrograbos diabastas basaltos, lavas en almohadilla; en la geomorfología prevalece las vertientes abruptas; en el uso de suelo/cobertura vegetal sobresalen los bosques naturales intervenidos; y, en las pendientes destaca las zonas abruptas y montañosas (con fuertes pendientes). Mientras que en los factores detonantes: en la sismicidad, el área de estudio se localiza en la zona III nivel sísmico alto de la norma NEC, 2015; en la precipitación predomina valores entre 2200 – 2300 mm anuales. Los factores antes mencionados fueron ponderados y correlacionados lo que permitió determinar índices, niveles y zonas de la amenaza de deslizamiento para el área de estudio.

En el área de estudio predomina los índices y niveles medio de amenaza con el 89,23%, se presenta también los niveles altos con 9,77% y los niveles bajos con 1,01 %, los mismos que fueron representados en el mapa de amenaza de deslizamientos.

Finalmente, se elaboró la propuesta de plan de acción para la reducción de susceptibilidad ante la amenaza de deslizamiento principalmente en las zonas que se evidenció mayor afectación (vía Chazo Juan – Mulidiahúan), en la cual se proponen medidas estructurales y no estructurales.

INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos hoy en día constituyen un gran problema que afectan a la mayor parte de la sociedad por lo que estos problemas deben ser considerados a la hora de coordinar, prevenir y mitigar en el territorio.

En el Ecuador los fenómenos de remoción en masa se ubican como tercer riesgo natural luego de los movimientos sísmicos y las inundaciones, provocando así grandes pérdidas económicas, ambientales, materiales y humanas. Debido a la ubicación geográfica presenta pendientes, constantes actividades sísmicas, volcánicas y la cantidad de intensas lluvias, sumando así la actividad humana que contribuye con la deforestación de bosques y vegetación produciendo la inestabilidad de suelos y posteriormente los deslizamientos, afectando con mayor impacto a la población más vulnerable (SGR, 2014).

Considerando que las vías de la microcuenca del río Chazo Juan se evidencia ser de tercer orden es necesario la realización de estudios técnicos, contando con el apoyo de las instituciones interesadas en el tema de estudio, para así poder reducir en lo posible los impactos negativos que pueden producir los deslizamientos.

El presente trabajo investigativo consideró la evaluación de los factores de susceptibilidad dentro de la microcuenca que inciden en la amenaza de deslizamientos, por lo que, para llegar al alcance de los objetivos se caracterizaron los factores condicionantes y detonantes que nos permitan establecer índices, niveles y zonas de amenaza de deslizamiento, además, se identificaron sitios de afectación de los deslizamientos en la zona de estudio; lo que permitió el establecimiento de estrategias de reducción que se constituiría una herramienta importante para prevenir y mitigar los posibles daños ante este tipo de evento.

La investigación se estructuró en cinco capítulos que comprende los siguientes:

CAPÍTULO I: Se estructura el problema a estudiar, objetivos para dar una solución al problema, la justificación del trabajo investigativo y las limitaciones presentadas en el mismo.

CAPÍTULO II: Se considera la teoría científica y teoría conceptual citando la información necesaria para la investigación, señalando la terminología a ser utilizada en el trabajo investigativo, la base legal en la que se sustenta el trabajo y determinando el sistema de variables.

CAPÍTULO III: Describe el diseño metodológico, población y muestra del trabajo, comprende además las técnicas de procesamiento de datos estadísticos empleados para cada uno de los objetivos específicos.

CAPÍTULO IV: Se presenta los resultados alcanzados por cada objetivo planteado en la investigación, a la vez con la formulación de estrategias de reducción para deslizamientos en la zona de estudio.

CAPÍTULO V: Abarca las conclusiones y recomendaciones del trabajo investigativo.

CAPÍTULO I:

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La comunidad de Chazo Juan se encuentra ubicada aproximadamente a 1050 msnm, dentro de la parroquia Salinas a una distancia aproximada de 40,5 km de la cabecera parroquial. Localizada en una zona subtropical, su territorio conforma una región propia de pie de montaña con su hermoso paisaje, ambiente y su gran variedad de flora y fauna (GAD-Salinas, 2015).

Según las características físicas de la microcuenca, en la mayor parte del territorio se evidencia que durante la época lluviosa existen deslizamientos de gran magnitud que van deteriorando el ambiente, zonas productivas, turísticas, infraestructura y a la población en general.

Siendo otro factor la alta sismicidad dentro de la microcuenca porque se encuentra ubicada en la zona III del índice de sismicidad según las normas NEC, 2015.

El nivel de la amenaza de deslizamientos de masa en la microcuenca del río Chazo Juan puede influir con respecto a los factores ambientales, siendo así que cuando se presenta la amenaza se reflejan alteraciones en el ecosistema, pérdidas humanas, materiales en el cual se define como un desastre.

La ubicación en las estribaciones entre la sierra y la costa y sus características geomorfológicas determina la presencia de montañas de mediana y gran altura de relieve irregular con pendientes superiores a 70%. De acuerdo a la geología de la zona, en la microcuenca predomina la formación Macuchi y volcánicos Pisayambo, lo que representa una inestabilidad en el territorio que está sujeta a los fenómenos de movimientos de masa y deslizamientos, llegando a ser susceptible a deslizamientos de tipo rotacional y traslacional (GAD-Salinas, 2015).

Este análisis nos facilita determinar el índice de peligrosidad y los factores que inciden ya sean naturales o antrópicos para establecer estrategias de reducción, que se puede aplicar para disminuir la amenaza en los sectores más vulnerables.

1.2. Formulación del problema

¿Qué factores inciden en la amenaza de los deslizamientos para el establecimiento de estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar los factores de deslizamiento para el establecimiento de estrategias de reducción de la amenaza en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar los factores (condicionantes y detonantes) que inciden en los procesos de amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.
- Identificar índices, niveles, zonas de amenaza y la percepción de las comunidades sobre los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.
- Relacionar factores, índices y niveles en los eventos de deslizamientos en un área piloto comprendida en la vía Chazo Juan Mulidiahúan de la microcuenca del río Chazo Juan.
- Establecer estrategias de reducción de la amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.

1.4. Justificación de la investigación

La Constitución Ecuatoriana del 2008, considera a la gestión del riesgo (Art. 389-390) como política de Estado en la que hace referencia a la protección de las personas y a la colectividad frente a efectos negativos de los desastres de origen natural y antrópico, mediante la prevención, reducción y la mitigación del riesgo. También, menciona que las instituciones son responsables de los riesgos, por lo tanto, tienen la obligación de brindar apoyo dentro del territorio ecuatoriano (Asamblea Constituyente, 2008).

Los estudios de los riesgos naturales han permitido como prioridad fundamental evitar en todo lo posible la pérdida de vidas humanas, el análisis de los efectos del territorio, las medidas y las políticas para la mitigación y la reducción de los desastres naturales.

Para su análisis, la amenaza es un fenómeno peligroso que se define como la magnitud y duración de una fuerza o energía que representa un peligro potencial dada su capacidad de destruir o desestabilizar un ecosistema o los elementos que le componen y la probabilidad que esa energía se desencadene.

Las amenazas se pueden analizar de dos formas: las amenazas de los procesos naturales que pueden poner en estado de vulnerabilidad y riesgo a la sociedad, así como la intervención del ser humano de manera negligente que alteren los procesos naturales generando vulnerabilidad y riesgo de un desastre en las poblaciones.

Por lo que debido a las amenazas, tomando como ejemplo los deslizamientos de masa, la Secretaría de Gestión de Riesgo hace referencia a las precipitaciones promedio por cada región, estableciendo la probabilidad de la precipitación sobre lo normal a las estadísticas de eventos adversos, bajo este marco se identificó zonas de alto riesgo (SGR, Amenaza Movimientos de Masa, 2014).

Considerando que el presente análisis puede ser de gran aporte para la microcuenca del río Chazo Juan, a través de este análisis de amenaza de deslizamientos de masa que se han dado en la zona de estudio se establecerá estrategias para la reducción de la amenaza, las mismas que garanticen la seguridad de la población, bienes materiales y el ambiente debido a que es una zona turística.

El presente proyecto de investigación tiene como beneficiarios a 366 familias y 1464 habitantes que son estables dentro de la microcuenca del río Chazo Juan. Para el trabajo de investigación se utilizó la metodología de Mora Vahrson modificada para poder establecer el nivel de susceptibilidad de la amenaza de deslizamiento conjuntamente utilizamos las tablas de valoración de la Secretaría de Gestión de Riesgos y poder dar valores de ponderación a los indicadores, seguidamente se utilizó el método heurístico para poder calificar a los factores según los criterios de expertos.

1.5. Limitaciones

Este estudio se realizó en las comunidades de la microcuenca del río Chazo Juan, La Palma, Chazo Juan, Mulidiahúan y San José de Camarón, perteneciente al GAD-Parroquial Salinas y al GAD-Cantonal Echeandía de la provincia Bolívar, las limitaciones que presenta nuestro trabajo investigativo son:

- La deficiencia de estudios técnicos para la reducción de la amenaza existente.
- Escasa información y cartografía a detalle de los factores condicionantes y detonantes para la modelación de la amenaza, por lo que se trabajó con información del MAGAP-SIG TIERRAS, 2012; INAMHI, 2007 Y NEC, 2015; estableciendo una escala de trabajo de 1:25000.
- Se requiere de grandes inversiones económicas y mayor disponibilidad de tiempo.
- Poca bibliografía del área de estudio.
- No existen estaciones meteorológicas para poder obtener datos reales.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Localización y contexto del área de estudio

Localización de la microcuenca del río Chazo Juan

La microcuenca del río Chazo Juan que se localiza en la provincia Bolívar, en los cantones Guaranda y Echeandía, pertenece a la subcuenca del río Babahoyo que su vez forma parte de la cuenca del río Guayas.

La microcuenca posee una superficie aproximada de 14.786 ha.

Las comunidades que conforman la microcuenca del río Chazo Juan son:

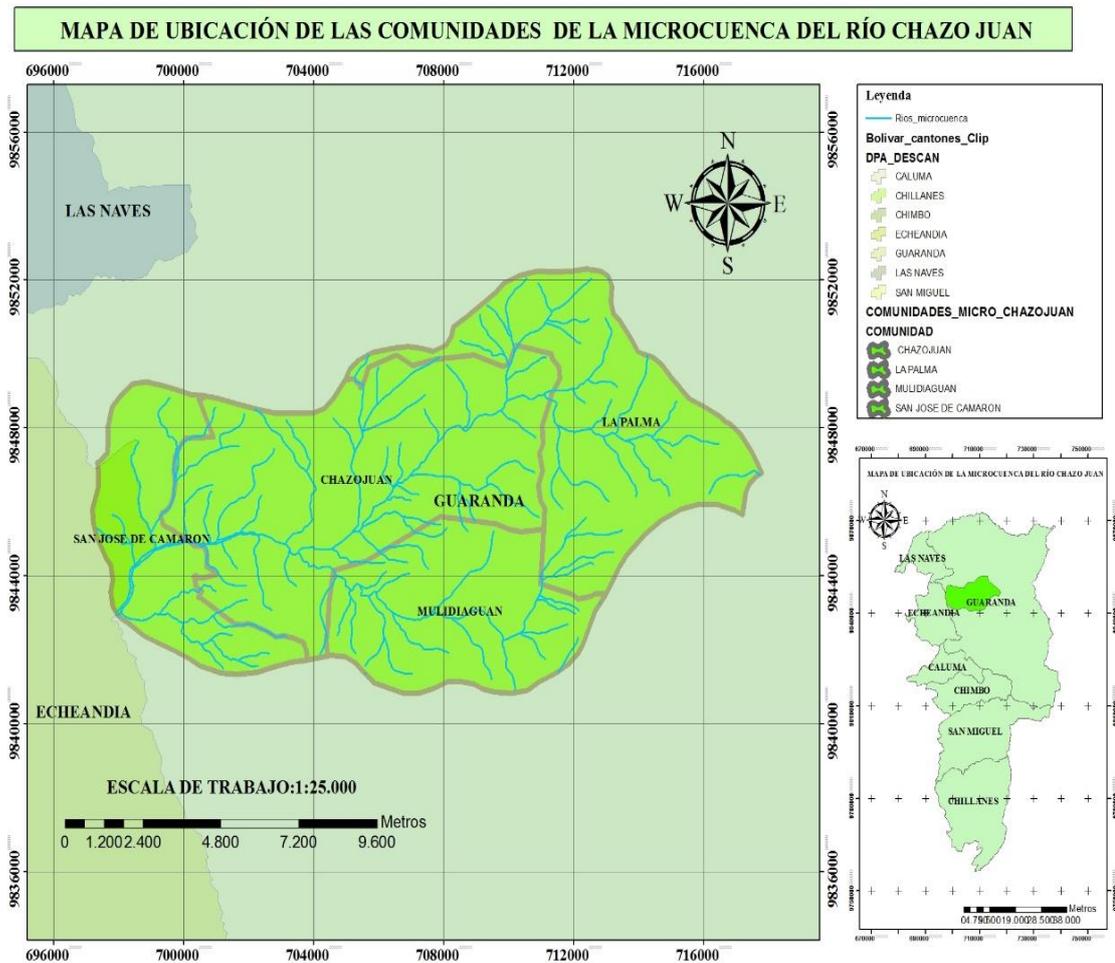
Tabla 1. Coordenadas de las comunidades / Sistema de referencia UTM-WGS-1984

COMUNIDADES	ESTE	NORTE	ALTITUD
La Palma	720416	9844604	2855 msnm
Chazo Juan	705851	9845649	939 msnm
Mulidiahuán	705904	9843336	1009 msnm
San José de Camarón	698994	9844762	400 msnm

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

A continuación, se presenta el mapa de localización de la microcuenca río Chazo Juan.

Mapa 1. Mapa de Localización de la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: MAGAP–SIG–TIERRAS, 2012
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Aspectos físicos de la microcuenca del río Chazo Juan

A continuación, se hace una breve descripción de los aspectos físicos de la microcuenca,

Geología. _Domina gran parte de la formación Macuchi, litológicamente está representada por areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos, lavas en almohadillas, en algunos casos altamente fisuradas y en proceso de meteorización; formación Pisayambo, litológicamente constituida por secuencia de lavas andesitas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas), moderadamente meteorizadas, fisuradas y plegadas, se encuentra representada principalmente por relieves montañosos que exhiben cimas con

formas redondeadas; depósitos aluviales, litológicamente representada por conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa (MAGAP-SIG TIERRAS, 2012).

Geomorfología. _ Los factores que determinan la geomorfología y que predominan en la zona de estudio son las vertientes, barrancos, coluvios aluviales, que posee bajas capacidades de drenaje y son muy vulnerables ante la amenaza de deslizamiento.

Uso de suelo y cobertura vegetal. _ La superficie total de la microcuenca es 14.786,52 ha, la mayor parte del territorio está ocupado por pastos, bosques intervenidos, cultivos, en la zona alta dispone de bosques y matorrales húmedos; es importante mencionar que para la actividad pecuaria dispone de pasto natural y para el uso agrícola engloba cultivos de ciclo corto y largo.

De acuerdo a las características de la microcuenca le corresponde al bosque natural un total de 5854,84 ha; pastos plantados 459,58 ha; cultivos 5108,07 ha.

Aspectos Sociales de la microcuenca del río Chazo Juan

Población total por comunidades

La microcuenca tiene una población aproximada de 1464 habitantes, los cuales están distribuidos dentro de las cuatro comunidades, estableciendo el 93% de personas mestizas y un 7 % entre blancos e indígenas (INEC, 2010).

Como resultado de las encuestas realizadas a los jefes de familia en el trabajo de investigación variabilidad climática e incidencia de las amenazas socionaturales en la microcuenca del río Chazo Juan – ecuador, se obtuvo la siguiente información.

Principales Actividades Económico Productivas

La actividad económica de la comunidad se basa en la agricultura (siembra de naranja, papa china, productos medicinales los mismos que son comercializados en sectores aledaños a la comunidad), producción de leche la cual es entregada a queseras del sector, otra actividad relevante es la compra y venta de ganado en la cual se ven involucrados la mayor parte de habitantes que realizan sus negocios con comerciantes locales siendo el destino final de algunos de estos animales los camales que se encuentran en otras ciudades, siendo los mismos introductores de ganado los proveedores de animales nuevos para que empiecen la nueva producción de leche.

Por otra parte, algunas de las familias de la comunidad se desempeñan en actividades profesionales.

Infraestructura y Servicios

En la microcuenca las infraestructuras (viviendas) en su mayor partes están construidas de material mixto (madera, caña, hormigón armado), los servicios básicos con los que cuenta la zona de estudio son: el sistema de red de alcantarillado que no se encuentra ubicado en toda la comunidad; la mayoría de los habitantes reciben el agua a través de red pública pero también hay otro porcentaje que reciben el abastecimiento de ríos, vertientes, canales, pozos por lo que no es conveniente para la comunidad debido a que el agua no es tratada y puede ser perjudicial para la salud, la energía eléctrica posee toda la microcuenca.

2.2. Antecedentes de la investigación

Estimación De La Amenaza Por Deslizamientos Detonados Por Sismos Y Lluvia (Valle De Aburrá, Colombia)

Realizado por los investigadores Hidalgo y Vega presenta una estimación de la amenaza por deslizamientos detonados por sismos y lluvias por lo que se ha utilizado una plataforma de sistemas de información geográfica - SIG, han desarrollado un modelo que consideran los siguientes factores: topográficas, geológicas, geotécnicas e hidrológicas de la zona en estudio.

“Los movimientos en masa al igual que las inundaciones constituyen los fenómenos naturales que generan los riesgos más severos, lo cual se debe principalmente a sus diversas y variadas características geográficas y fisiográficas, siendo detonados por factores tanto naturales como antrópicos. Como caso particular de esto, las condiciones de la zona montañosa de la ciudad, en cuanto a relieve, clima, topografía, geología, entre otros, hacen a la región susceptible para la ocurrencia de procesos geomorfodinámicos, que pueden afectar tanto a la población como a su infraestructura” (Hidalgo & Vega, 2014). La zona en estudio esta propensa a considerables movimientos en masa debido a la ocupación de las laderas por asentamientos humanos y por obras de infraestructura por lo que esto ha causado considerables pérdidas económicas y humanas.

La metodología implementada para la realización de este trabajo ha sido la elaboración de un modelo de cálculo de estabilidad de taludes.

Los resultados obtenidos muestran que el modelo resultó apropiado en la identificación de zonas críticas para la estabilidad con lo que se puede hacer una priorización de zonas que deben ser estudiadas con el mayor detalle para garantizar la seguridad de las personas e infraestructuras que se encuentran en el sitio o próximas a la zona de posible afectación.

El trabajo realizado puede servir como base para la implementación de un sistema de alerta por movimientos en masa fundamentado en la evaluación de la amenaza.

Análisis de la Amenaza de Riesgo por Deslizamiento de Laderas en la Ciudad De Chilpancingo, Gro. (México)

El siguiente trabajo se realizó considerando la necesidad de proponer una metodología estadística y probabilística en el análisis de los factores de riesgo como son: topográficos, históricos, geotécnicos, geomorfológicos y ambientales; considerando que los deslizamientos constituyen uno de los desastres más destructivos que han causado pérdidas económicas, humanas, ambientales, entre otras.

Un deslizamiento ocurre cuando se rompe o pierde el equilibrio de una porción de los materiales que componen una ladera y se deslizan ladera abajo por acción de la gravedad (Zúñiga & Cuevas, 2015). Aunque los deslizamientos usualmente suceden en taludes escarpados, tampoco es raro que se presenten en laderas de poca pendiente. Son primariamente ocasionados por fuerzas gravitacionales, y resultan de una falla por corte a lo largo de la frontera de la masa en movimiento, respecto a la masa estable; se alcanza un estado de falla cuando el esfuerzo cortante medio aplicado en la superficie potencial de deslizamiento, llega a ser igual a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo o roca. Los deslizamientos pueden ser desencadenados tanto por cambios en el ambiente natural, como por actividades humanas.

Se ha considerado acciones para mitigar los deslizamientos de laderas, en Hong Kong existen sofisticados modelos computarizados para el monitoreo de deslizamientos de tierra y riesgos volcánicos también consideran operaciones

rutinarias para vigilar los niveles de lluvia y predecir cuándo una pendiente dada es posible que se derrumbe.

La metodología utilizada para este trabajo ha sido primeramente la descripción de la zona de estudio identificando su ubicación, cantidad de habitantes, extensión del lugar y las infraestructuras, siguiendo con la descripción de los datos identificando zonas de riesgo que han sido tomadas en escala de alto, medio y bajo, definición de las variables se necesita conocer los factores y las mismas variables que producen la ocurrencia:

Factores topográficos e históricos: En estos factores se estudian las variables inclinación del talud, clasificado en 5 categorías; desnivel entre la corona y el fondo de la barranca, en 4 categorías y antecedentes de deslizamiento en el sitio, área o región, 3 categorías.

Factores geotécnicos: Las variables son tipo de suelo o roca y espesor de la capa de suelo, que se dividen en 5 y 4 categorías, respectivamente.

Factores geomorfológicos y ambientales: Las variables son evidencias geomorfológicas de huecos en laderas contiguas con 3 categorías; vegetación y uso de la tierra, con 5 categorías; y régimen del agua en la ladera con 3 categorías.

Seguidamente a esto se toma en cuenta la población o muestra.

Modelación del peligro a deslizamientos en el Municipio Santiago de Cuba considerando el peso de las variables determinantes.

El siguiente trabajo que se ha realizado existen las zonas montañosas que son susceptibles a la ocurrencia de los peligros y riesgos asociados deslizamientos en taludes y laderas por lo que esto se debe a las condiciones geológicas que existen en el lugar (relieve, geología, condiciones geotécnicas) y los factores desencadenantes (lluvias intensas, sismicidad, procesos erosivos, acción antrópica) por eso se llega a considerar al territorio como uno de los lugares que tiene mayores potencialidades de fenómenos de deslizamientos.

Según (Galbán, 2016) un deslizamiento de tierra es una masa de rocas de baja consolidación o compactación que se ha movido o mueve cuesta abajo por la vertiente o talud (vertiente artificial) bajo el efecto de la gravedad, presión hidrodinámica (por efecto de sobresaturación), fuerzas sísmicas de diversos orígenes, etc. Estas fuerzas también pueden actuar en los deslizamientos de

forma combinada. Los deslizamientos tienen la propiedad modificar las laderas y los taludes, cambian sus configuraciones y crean un relieve característico, generando morfologías típicas y estructuras internas que resultan de la trituración, flujo, etc., de masa deslizada; por consiguiente cambian el relieve del terreno, la estructura interna del depósito comparado con la roca o suelo previos al deslizamiento, señalando la pérdida de resistencia y estabilidad de las rocas ante la influencia de determinados factores.

La metodología utilizada fue una modelación regional de los deslizamientos de tierra basada en los niveles de importancia de las variables que influyen en la manifestación del fenómeno y se propone una formulación matemática para su determinación con el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), a través de ese sistema para la evaluación del peligro por deslizamientos se pretende la elaboración de mapas que pueden ser un modelo de deslizamiento por lluvias, modelo de deslizamiento por sismos, en los resultados se pretende llegar a la construcción de los mapas completos en su totalidad tomando en cuenta todos los valores de las variables.

Evaluación de amenazas por movimientos en masa causados en Jericó Boyacá (Colombia), durante el período invernal de 2011.

Este artículo es una síntesis del estudio realizado con dos propósitos puntuales. El primero, establecer la amenaza por movimientos en masa presente en las veredas afectadas, por el método heurístico, mediante un SIG en la plataforma ARCGIS. El segundo, verificar las condiciones de estabilidad del terreno en el sector La Estancia, por el método determinístico de Bishop simplificado, definiendo además las acciones necesarias para garantizar la seguridad de los pobladores.

Se estableció para cada zona definida en La Estancia el tratamiento adecuado desde los puntos de vista agroforestal y geotécnico. El estudio recomienda un detallado plan de reforestación, obras de canalización y subdrenaje, en las zonas bajas se considera necesario reconformar el terreno en aquellos sectores donde se produce acumulación de materiales acarreados desde las zonas altas (Nebardo & Abril, 2011).

Identificación de amenaza por deslizamiento de tierra mediante información geo-espacial en el cantón Ibarra-Ecuador

En Ecuador posee constante actividad tectónica y volcánica debido a su ubicación geográfica, el objetivo del presente trabajo fue determinar la amenaza a deslizamientos de tierra en el cantón Ibarra mediante información geo-espacial, aplicando sistemas de información geográfica, partiendo del análisis de los factores condicionantes y detonantes, mediante la metodología de Mora-Vahrson.

En Ecuador la sierra norte por la provincia de Imbabura tiene un grado de amenaza muy alto para deslizamientos de tierra, utilizando información geo-espacial, geomorfológica y de cobertura de la tierra, registros de intensidad de precipitaciones y catálogos de sismicidad; los resultados que obtuvieron fueron la identificación de cuatro niveles de amenaza: alto, medio, bajo y nulo. (Avilés, 2017)

En donde las zonas con grado de amenaza alto ocupa un 17,16% de la superficie total del cantón, asociados a relieves volcánicos montañosos, con pendientes que oscilan entre 40 a 150%, la cobertura vegetal es el bosque húmedo poco alterado, precipitaciones van desde 100 a más de los 250mm y sismos menores a 4,4; las zonas con grado de amenaza medio ocupa el 27,76% ubicadas al norte y sur del área de estudio, está asociada a relieves volcánicos montañosos y relieves colinados muy altos, con pendientes de 40 a 100%, cobertura vegetal es vegetación herbácea seca muy alterada registrando precipitaciones que alcanzan los 200 mm y sismos menores a 4,4; el grado de amenaza bajo ocupa el 37,51% encontrándose disperso por el cantón, asociada a relieves volcánicos altos, con pendientes que oscilan entre 12 a 70%, la cobertura vegetal es bosque húmedo poco alterado y vegetación herbácea muy alterada, precipitaciones inferiores a 150 mm y sismos inferiores a 4.4; el grado de amenaza nulo ocupa 13,91% con pendientes menores al 12% con zonas no aplicables ocupando el 3,67%, llegando a concluir que la pendiente es la variable de mayor influencia dentro de los factores condicionantes y la precipitación dentro de los factores detonantes.

Los trabajos que se realizan dentro del territorio ayudan a conocer los lugares que se encuentran expuestos a las amenazas.

Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero (México)

El territorio tiene problemas de inestabilidad geológica como producto de los deslizamientos en masa, el trabajo se inició realizando el reconocimiento de áreas afectadas por deslizamientos, determinando a través de cartas topográficas las características de paquetes de rocas y deslizamientos por consiguiente realizando un censo que lograron conseguir información acerca de la cantidad de afectaciones, obteniendo como resultados la construcción de mapa geológico y mapa de vulnerabilidad (que describa de una manera cualitativa o cuantitativa el grado de vulnerabilidad), llegando a determinar en el territorio tres zonas con distinto grado de vulnerabilidad: zona de riesgo no mitigable (área con afectaciones mayores de alto riesgo, comprenden un proceso continuo de deslizamiento de material no consolidado hacia zonas topográficamente bajas); zona de riesgo parcialmente mitigable (los inmuebles no sean susceptibles a afectaciones o puedan implementarse medidas que permitan prevenir o remediar daños); zona de bajo riesgo (lugares que determinaron que se puede reubicar a los habitantes) (Pérez, 2007).

Deslizamiento de la ladera de noviembre 2007 y generación de una presa natural en el río Grijalva, Chiapas, México

Un deslizamiento de ladera que llegó a formar una presa natural el mismo que interrumpió el cauce del río más escandaloso de México, llegando a afectar a la población por el movimiento en bloque del terreno ya que al mismo tiempo se produjo una inundación debido al fuerte deslizamiento provocando pérdidas humanas, materiales y ambientales, los métodos implementados en el trabajo fueron las herramientas de sistemas de información geográfica y teledetección, se presenta el deslizamiento y la cuenca del río en contexto del bloqueo de su caudal natural así también las condiciones anómalas de precipitación durante los meses de octubre y noviembre que llegan a ser los más perjudiciales, se muestra una perspectiva antes y después del evento mediante modelos digitales del terreno e imágenes satelitales de alta resolución espacial, el modelo digital del terreno posterior al deslizamiento fue generado a partir de un levantamiento Lidar aerotransportado, con toda la información obtenida llegaron a construir pares estereoscópicos sintéticos previos a los deslizamientos, para la

fotointerpretación de lineamientos, y uno posterior, para la visualización del fenómeno. Se seleccionaron perfiles topográficos a través de los modelos de antes y después del deslizamiento que, graficados uno junto al otro muestran la magnitud de la remoción de masa (Hinojosa & Rodríguez, 2011).

Sistema de alerta temprana por movimientos en masa inducidos por lluvia para el valle de Aburrá, Colombia

El territorio debido a las condiciones físicas y a los altos índices de vulnerabilidad han causado grandes pérdidas humanas y económicas, los fenómenos naturales que han afectado a la población ha sido los movimientos en masa lo que ha sido un gran problema por lo que han tenido que implementar un sistema de alerta temprana por movimientos en masa inducidos por la lluvia soportado en umbrales de lluvia empíricos, estos sistemas proporcionan la rapidez de monitorear y comunicar sobre las amenazas a una comunidad vulnerable son usadas para la protección de las personas señalando con anterioridad la probabilidad de un evento lo que proporciona tiempo para tomar acciones que pueden ayudar a reducir las condiciones de riesgo, este trabajo realizado presenta resultados de la validación de los umbrales que indican que el modelo ajustado predice la ocurrencia de un porcentaje alto de eventos para la ciudad existiendo aun eventos que se presentan en condiciones normales, lo cual indica que se requiere la definición de umbrales que se ajusten a las condiciones locales y reduzcan los niveles de incertidumbre de un modelo estocástico (Aristizabal & Gamboa, 2010).

Evaluación cuantitativa del riesgo por deslizamientos detonados por lluvia en una carretera del noreste de Colombia

El trabajo aplico una metodología que permite estimar cualitativamente el riesgo por deslizamiento de taludes en carreteras de zonas montañosas, la evaluación se realizó en un tramo de la carretera localizada en Colombia, la amenaza se evaluó usando relaciones estadísticas entre la precipitación y la ocurrencia de eventos de inestabilidad obteniendo umbrales de falla que permiten identificar la magnitud y duración de las lluvias que pueden causar los movimientos de masa. Los umbrales de falla se establecieron usando datos de lluvia diaria y registros de deslizamientos, igualmente utilizaron registros estadísticos de muertes

existentes determinando la probabilidad que existe riesgo en la vía y que se puede producir una fatalidad en la vía; la vulnerabilidad se estimó mediante la utilización de una metodología en la cual se asignan peso a una serie de atributos relacionados con la exposición de las personas y vehículos obteniendo un índice de riesgo estimado llegando a los resultados que ayudan a definir los sitios donde es indispensable realizar estudios más detallados y sistemas de mitigación (Hidalgo C. , 2011).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Factores de deslizamientos

Existen diversos factores que intervienen en la generación de los deslizamientos, los sismos y las fuertes precipitaciones, son factores activos. También están los factores pasivos, que ayudan a los activos a producir el deslizamiento, como el tipo de suelo o roca, su contenido de agua, la cantidad de minerales como la arcilla, el relieve del terreno y planos de roca o de suelo inclinados a favor de la pendiente (Peraldo & Rojas, 2012).

2.3.2. Movimientos de masa

Es el producto de las condiciones geológicas, hidrológicas, geomorfológicas y la modificación de estas por procesos geodinámicas externas, actividad humana o antrópica los deslizamientos a su vez son la principal manifestación de los movimientos de masa (Mora, 2004).

Los deslizamientos de masa, como todos los movimientos de masa, involucran el movimiento, pendiente abajo, de los materiales que comprenden la ladera bajo la influencia de la gravedad y pueden ser dispersados por lluvias, sismos o la actividad humana.

2.3.3. Tipos de movimientos de masa

Los movimientos de masa se clasifican según su mecanismo, tipo del material y rotura; Caídas, Basculamientos, Separaciones Laterales, Deslizamientos o Flujos (Mora, 2004).

Rotacional. El terreno en movimiento experimenta un giro a lo largo de la superficie de rotura curvilínea y cóncava, y según un eje situado por encima del centro de gravedad de la masa deslizada.

Traslacionales. - Las masas se desplazan a lo largo de una superficie de rotura plana u ondulada, pudiendo deslizar posteriormente sobre la superficie del terreno original. Los componentes de la masa desplazada se mueven inicialmente con la misma velocidad y trayectorias paralelas, pudiendo fragmentarse o disgregarse si posteriormente aumenta su velocidad, derivando un flujo más que un deslizamiento.

Flujos. - Son movimientos de tipo viscoso, la mayoría de los cuales involucra mezcla de agua y materiales sueltos, los cuales se desplazan de una manera lenta o rápidamente a lo largo de los canales o depresiones naturales o artificiales generalmente angostas, provocando distintos tipos y grados de devastación.

Desprendimiento. - Los desprendimientos o caídas se originan por el despegue de masa o roca de una pared empinada o acantilada y posterior descanso por caída libre y rebote o rodadura final. Esta tiene lugar por deslizamiento o vuelco pequeño cuyo movimiento es muy rápido o extremadamente rápido.

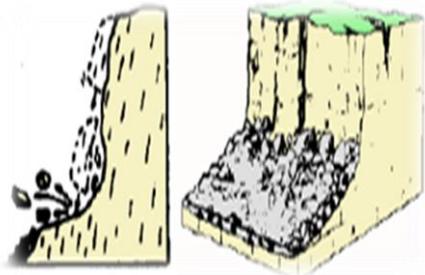
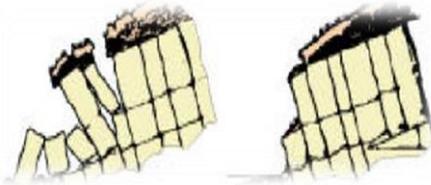
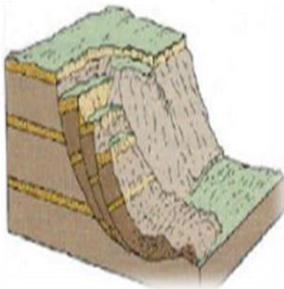
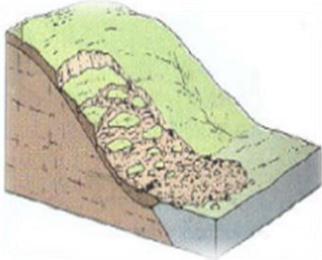
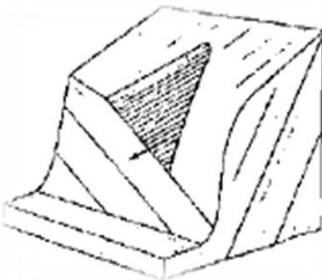
Vuelcos. - Rotación hacia adelante y al exterior de una ladera de masa de suelo o roca alrededor de un eje por debajo de su centro de gravedad. Las fuerzas desestabilizadoras son la gravedad y fuerza ejercida por el terreno adyacente o por fluidos en las grietas.

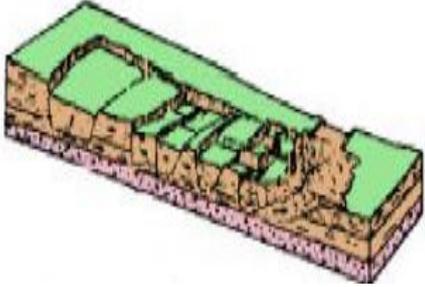
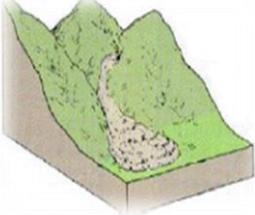
Avalanchas. - Según se ha investigado, la enorme velocidad (250 km/h y más) y el gran volumen de los materiales desplazados se atribuyen a la fluidificación de las masas involucradas en estos procesos, debido a bolsas de aire que quedan atrapadas entre los fragmentos, favoreciendo una acción de dispersión de las partículas más finas entre los bloques mayores, provocan un mecanismo de flotación o empuje de los materiales, que reducen la presión efectiva ejercida por los granos y proporciona al mismo tiempo un colchón de aire hacia la base de la zona en movimiento.

Desplazamiento Lateral. - Los movimientos de extensión lateral acompañado por fracturación cortante o tensional, de bloques rocosos o masas de suelo coherente y cementado sobre material blando y deformable que se desplaza muy lentamente en pendientes bajas debido a la pérdida del material adyacente que se formó por su peso.

2.3.4. Tipos de movimientos de masa

Tabla 2. Tipos de Movimientos de Masa o Ladera

MOVIMIENTOS DE MASA O LADERA		
Mecanismo	División	Gráfico
Desprendimientos, Caídas	Rocas (suelos, detritos)	
Vuelcos	Roca(bloque) Flexural de roca o del macizo rocoso	
Deslizamientos	Rotacionales	
	Traslacionales	
	En cuña	

Deslizamientos Laterales	Lentos Por Licuefacción	
Flujos	Dentritos Lodo	
Reptación	Lentos	
	Extremadamente lentos	

Fuente: (Mora, 2004)

2.3.5. Causas de los movimientos de masa

Para que se produzcan los movimientos de masa de forma violenta y progresiva se deben establecer ciertas condiciones o haber sido influenciadas por fuerzas desestabilizantes que sobrepasan la resistencia del terreno y son arrastrados por corriente adversas (Bonilla & Cunalata, 2018).

Factores inherentes. - Son la causa real de la inestabilidad, pudiendo ser la estructura geológica y patrón del flujo de agua.

Factores externos de tipo natural. - Por la influencia de agentes naturales como la lluvia, humedad del suelo, actividad sísmica por fallas geológicas y la actividad volcánica.

Factores externos de tipo antrópico. - Es por la influencia de la mano del hombre, así por ejemplo la deforestación, mal manejo de los suelos, inadecuado manejo de las vertientes y drenajes, que incluso son considerados como detonantes de la inestabilidad del suelo.

2.4. Definición de deslizamientos de masa

Los deslizamientos son desplazamientos de uno o varios cortes que pueden ser por procesos naturales o desestabilización por la deforestación, rellenos. Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos que afectan a los seres humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades (Suarez, 1998). Los deslizamientos de tierra son un proceso de degradación natural y unos de los factores más importantes de la construcción del paisaje. Se denomina deslizamiento de tierra, al movimiento de suelo, rocas y materiales orgánicos, que ocurre bajo los efectos de la gravedad, en una superficie de ruptura curva de rotación o traslación (Chaverri, 2016).

2.4.1. Tipos de deslizamientos

Para establecer el tipo de deslizamiento se debe tomar en cuenta la influencia que tienen las diferentes condiciones examinadas en un área específica; es decir, las áreas de susceptibilidad determinadas para un sitio de estudio (Suarez, 1998).

Deslizamiento rotacional. - En este tipo el deslizamiento rotacional no es aparentemente circular si no es semi-vertical formado por la superficie que posee varios agrietamientos cóncavos se asemeja a una cuchara, lo cual es común que la superficie original del terreno gire hacia la corona del talud y los otros bloques en dirección opuesta ya que este deslizamiento trata de auto estabilizarse.

Deslizamiento de traslación. - Este tipo de deslizamiento no suelen ser muy profundos, pero pueden ser indefinidamente extenso a lo largo de la ladera hacia abajo o a la superficie plana y ligeramente ondulada y tiene poco movimiento rotación.

2.4.2. Partes de un deslizamiento

Explican las partes que se forman de un deslizamiento de tierra (Mora, 2004).

Cabeza. - Es la parte superior del material que se mueve a lo largo del material de contacto con el escarpe principal.

Corona. - Sector de la ladera que no ha fallado y localizada arriba del deslizamiento. Puede presentar grietas llamadas grietas de corona ladera sector de la ladera que no ha fallado

Tope. - El punto más alto de contacto entre el material desplazado y el escarpe principal.

Cuerpo principal. - La parte del material desplazado que sobre yace de la superficie de la rotura localizada entre el escarpe principal y la punta de la superficie de la rotura.

Flanco. - Lado del deslizamiento o perfil lateral.

Pie. - Es la línea de intercepción del material desplazado que descansa ladera abajo desde la punta de la superficie de rotura.

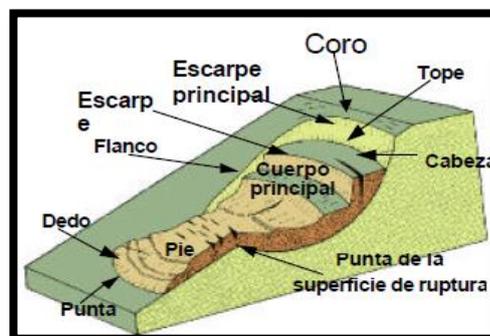
Dedo. - El margen del material desplazado más distante del escarpe principal.

Escarpe principal. - **Superficie de pendiente** muy fuerte localizada en el límite del deslizamiento y originada por el material desplazado de la ladera.

Escarpe secundario o menor. - Superficie de pendiente muy fuerte en el material desplazado y producida por el movimiento diferencial dentro de este material.

Punta de la superficie de rotura. - La interacción (algunas veces cubierta) de la parte baja de la superficie de ruptura y la superficie orinal del terreno.

Gráfico 1. Partes de un Deslizamiento



Fuente: (Mora, 2004)

2.5. Metodología para la evaluación de la amenaza de deslizamientos

Entre las diferentes metodologías para la evaluación de la amenaza de deslizamientos, a continuación, se describe el método Mora – Vahrson que hace referencia al análisis de la susceptibilidad de los terrenos, este método surgió para realizar estudios de casos en taludes identificando zonas que presentan un estado crítico, los mismos que posteriormente implementaron una técnica para

pronosticar sectores que presentan susceptibilidad a deslizamientos debiéndose someter a un análisis más detallado y profundo para lo cual se ven involucrados factores condicionantes y detonantes que constituyen una importante referencia para clasificar la amenaza por deslizamientos.

Sin embargo, este solo va constituir una referencia para los modelos de susceptibilidad de amenaza en una ponderación de valores que proponen, ya que ofrece una calificación de 1 a 5, utilizando calificativos que van desde el nivel de susceptibilidad muy baja, baja, moderada, alta y muy alta, con sus respectivas características (Tabla 3).

Tabla 3. Calificativo de susceptibilidad a deslizamiento

Clasificación	Potencial de deslizamiento	Características
I	Muy baja	Sectores estables, no se requieren medidas correctivas, se debe considerar a los sectores aledaños más vulnerables con un alto índice de susceptibilidad. Sectores aptos para usos de alta densidad para una mejor ubicación de infraestructuras como centros educativos, policía, hospitales, bomberas.
II	Baja	Sectores estables que requieren medidas correctivas, en caso de obras de infraestructura. Se debe considerar a los sectores aledaños más vulnerables con un alto índice de susceptibilidad. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables, los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado.
III	Moderada	No se debe permitir la construcción de infraestructura si no se realizan estudios geocéntricos y se mejora la condición del sitio,

		<p>las mejoras pueden incluir; movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, bioestabilización de terrenos.</p> <p>Los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado, recomendable para usos urbanos de baja densidad.</p>
IV	Alta	<p>Probabilidad de deslizamiento alta (< 50 %) en caso de sismos de magnitud importante y lluvias de intensidad alta, para su utilización se deben realizar estudios estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas que aseguren la estabilidad del sector.</p>
V	Muy Alta	<p>Probabilidad de deslizamiento muy alta (> 50 %) en caso de sismos de magnitud importante y lluvias de intensidad alta, se prohíbe el uso para fines urbanos y se recomienda usuarios como área de protección.</p>

Fuente: (Mora, 2004)

Esta metodología nos ayudó a determinar zonas influyentes, determinando sus características de división por áreas asignándoles valores cuantitativos para este análisis, la utilización de shp obtenidos del MAGAP-SIG TIERRAS, 2012; INAMHI, 2007 Y NEC, 2015; con esta herramienta de trabajo y la metodología aplicada determina índices zonas y niveles más propensas a deslizamientos.

Esta metodología categoriza los sectores que muestran cierto tipo de amenaza a deslizamientos permitiendo un análisis de los factores influyentes en la susceptibilidad. El método de Mora Vahrson permitirá interrelacionar los factores obtenidos, nivel de amenaza como producto de los factores condicionantes y detonantes presentes a lo largo de la microcuenca.

2.6. Factores de susceptibilidad

La susceptibilidad de los deslizamientos, se manifiesta a la capacidad o posible ocurrencia de un determinado fenómeno a causa de los factores condicionantes

o desencadenantes lo cual desestabilizan el terreno, indicando que tan favorables o desfavorables son las condiciones para que ocurra un deslizamiento. Dichos fenómenos se pueden presentar afectando suelos y rocas en diferentes taludes ya sean estos artificiales o naturales sin que se pueda predecir el tiempo y el lugar donde se manifiesta (Suarez, 1998).

Los factores que influyen en la susceptibilidad son condicionantes y desencadenantes, los primeros dependen de la característica intrínsecas de las laderas, los segundos conocidos como factores externos debido a las condiciones climáticas regionales, x los eventos externos y por el grado de impacto o deterioro ocasionado por las actividades del hombre (Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2011).

2.6.1. Factor Condicionante

Los factores condicionantes son aquellos que generan una situación potencialmente inestable. Esto corresponde principalmente a la geomorfología, geología, geotecnia y vegetación, que actúan controlando la susceptibilidad de una zona a generar fenómenos de deslizamientos de masa, donde la susceptibilidad se define como la capacidad o potencialidad de una unidad geológica o geomorfológica que afecte en una zona determina (Lara & Sepúlveda, 2007).

Geología / Litología

La geología y la geotecnia influyen en mayor o menor grado en la generación de diversos eventos de movimientos de masa. Entre los factores de esta categoría se cuenta el tipo de depósito y el material que compone, densidad, plasticidad, humedad, permeabilidad, litología de las rocas, estructura, alteración y meteorización, considerando ciertas características diferentes a su comportamiento y por ende a la susceptibilidad de los deslizamientos.

La litología factor geológico corresponde a la forma interna y externa del suelo o roca sirviendo de gran parte la estabilización de grandes extensiones, su formación y naturaleza de los materiales que lo componen, alteraciones o cambios que ha ido desarrollando desde su origen, ubicación hasta su estado actual, las misma que se han considera como factor de que genera diversos eventos de movimientos de masa (Suarez, 1998).

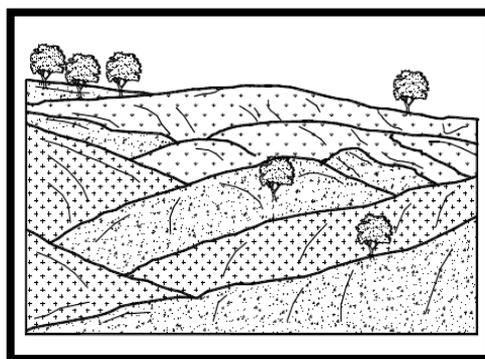
Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos que condicionan estos eventos de movimientos de masa principalmente topografía, pendientes de ladera, cambios fuertes de pendientes de las laderas y la expansión y alturas de laderas. Estas características inciden en la velocidad, energía y volumen de los movimientos que pueden originarse. Así también cualquier modificación de ellos puede transformar una ladera estable a inestable. Por otro lado, influye la forma y superficie de las hoyas hidrográficas orientación de laderas y su consecuente exposición al sol (Lara & Sepúlveda, 2007).

La topografía y ángulos altos de pendientes de laderas es el primer factor a considerar siendo propicios principalmente para la generación de favorecida por la existencia de laderas de topografía abrupta que disminuye la estabilidad de los depósitos flujos, deslizamientos y derrumbes. La generación de flujos se ve favorecida por la existencia de laderas de topografía abrupta que disminuyen la estabilidad de los depósitos, donde el escurrimiento de las aguas superficiales que actúa como agente desestabilizador. Las pendientes tanto de laderas como como de causes (ejes hidráulicos), otorgan una alta capacidad de transporte y energía a fluidos.

La geomorfología es el estudio de las formas del relieve enfocado a su origen y actual comportamiento, relacionado a la evolución del paisaje entre procesos constructivos y destructivos como un resultado de un balance dinámico. Hay que en cuenta los procesos pasados y actuales significaran mucho para predecir posteriormente fenómenos que van a ocurrir (Suarez, 1998).

Gráfico 2. Formas de relieve de la Geomorfología



Fuente: (Suarez, 1998)

Pendiente

La pendiente se define en general como un ángulo de declive del terreno e inclinación con respecto al horizonte de una ladera o talud. Las pendientes mientras más pronunciadas se presentan. Son muy susceptible a la ocurrencia de inclinaciones generalmente aumenta las fuerzas que tratan de desestabilizar las laderas conllevando a la gran capacidad de energía, caídos, transporte de fluidos de residuos disminuyen los factores de seguridad al deslizamiento ya que la curvatura de la superficie también se ve involucrada (Suarez, 1998).

Se genera un deslizamiento en un talud si el ángulo supera los $\geq 15^\circ$ serán susceptibles a generar deslizamientos en suelos de tipo transnacional, si supera un ángulo de $\geq 10^\circ$ generara un deslizamiento rotacional, si supera un ángulo de $\geq 15^\circ$ generara deslizamientos de roca masivos o en bloques y si supera el $\geq 40^\circ$ pueden darse desprendimientos de suelos a partir de rocas poco resistentes y meteorizadas siendo de una material arcilloso (Lara & Sepúlveda, 2007).

Hidrología e Hidrogeología

Dentro de los factores hidrológicos tenemos la red de drenaje, posesión y variedad del nivel freático, caudales, coeficientes de escorrentía, y coeficiente de infiltración, están directamente relacionados a la incorporación del agua en los suelos o masivos rocosos (Lara & Sepúlveda, 2007).

Los flujos en su gran mayoría generan la saturación del material lo cual incrementa la presión de los poros y disminuye su resistencia efectiva. La identificación de zonas húmedas o saturadas es de gran importancia para la identificación de áreas críticas para la generación de estos. La posición del nivel freático y sus variaciones es importante ya que encontrarse a poca profundidad mediante la incorporación de agua ya sea por las lluvias genera la saturación del material superficial.

El agua factor hidrológico que está relacionada con la influencia de la inestabilidad de taludes, laderas encontrando los siguientes elementos; internas (aguas subterráneas), externas (aguas superficiales/precipitaciones), es una agente desestabilizador, la incorporación del agua en los suelos rocosos, conllevan a la desestabilización del suelo que genera los deslizamientos estos pueden ser pequeñas medianas y de grandes magnitudes con diferente intensidad, generalmente eso suelen pasa en épocas de invierno por la filtración de aguas lluvias saturan el suelo y disminuyen la resistencia. La presencia de

aguas subterráneas genera la inestabilidad drenajes inadecuados, posesión y nivel freático, caudales escorrentías (Suarez, 1998).

Uso y Ocupación del Suelo

Este es un factor, principalmente relacionado a las actividades humanas en la estabilización de taludes que se han ido modificando con el pasar de los años y alterando su estabilidad con el único beneficio de satisfacer las necesidades cuyo efecto ha sido desestabilizador llevando a una activación de los deslizamientos, unas de las actividades que involucra a la humanidad es el corte de taludes las mismas que son utilizadas para la construcción de carreteras que es respectivamente para la comunicación entre comunidades, también realizan los cortes de taludes para la construcción de viviendas y obras de infraestructura dejando vulnerables, por la activación de los fenómenos presentes (Suarez, 1998).

La vegetación es un factor condicionante que ayuda a determinar la estabilidad de las laderas con respecto a su clima, topografía y propiedades del suelo la misma que ayuda disminuyendo el efecto erosivo en los suelos, las existencias de los árboles permiten la absorción del agua que contribuye a reducir el nivel de saturación del suelo al igual que sus raíces que tejen una malla interna lo cual soporta la estructura y evita la pérdida de componentes y nutrientes para la misma.

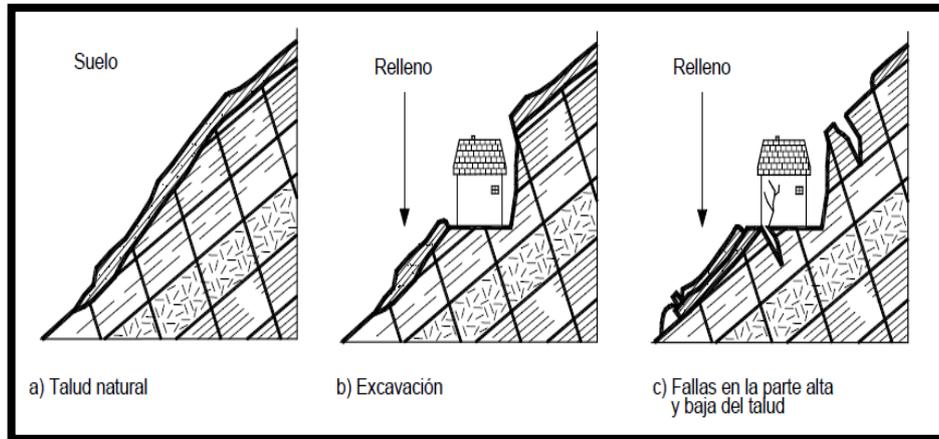
La vegetación es un factor condicionante que contribuye a determinar la susceptibilidad de laderas correspondientes a los bosques con suelos cubiertos de pasto sobre la estabilidad del suelo los cuales tienen un escurrimiento adecuado de evaporación teniendo una saturación y una compactación del suelo más profunda (Lara & Sepúlveda, 2007).

La extensa vegetación nativa en zonas susceptibles a deslizamientos puede presentar una resistencia a los deslizamientos, derrumbos, rupturas o fisuras. De esta manera si esa área es deforestada ya no cumplirían su función por lo tanto favorecería a la presencia de los deslizamientos.

La carencia de cobertura vegetal cambia drásticamente el ecosistema, la cobertura vegetal es una base de protección para reducir la amenaza, el hombre para habitar en dicha área realiza determinados cortes de taludes, dejando al descubierto el suelo o roca a dispersión del ambiente facilitando el proceso de meteorización de sus materiales con el cual su composición es reducida y facilita

la inestabilidad sin medir las consecuencias, por lo tanto con la mayor presencia de vegetación incrementa su mayor grado de estabilidad (Suarez, 1998).

Gráfico 3. Cortes y rellenos de laderas



Fuente: (Suarez, 1998)

2.6.2. Factor Desencadenante

Factor desencadenante o externo genera una respuesta traducida en los movimientos de masa de rápido incremento de esfuerzo o la reducción de la resistencia del material de la ladera (Lara & Sepúlveda, 2007).

Estos factores son más comunes en los movimientos de masa se encuentran principalmente las fuertes precipitaciones, sismos, erupciones volcánicas, intervención antrópica, fusión de nieve, erosión de canales.

Los factores desencadenantes más comunes son los correspondientes son:

Precipitaciones

Sismicidad

Actividad Antrópica

Precipitaciones

La precipitación es el volumen de agua que desciende de la atmósfera lo cual cae sobre la superficie en un tiempo determinado, realizando un contacto directo con el material por ende existe una serie de procesos afectando a la firmeza de la ladera, la infiltración de agua depende de la resistencia de los materiales suelo o rocas para generar la inestabilidad (Suarez, 1998).

Las precipitaciones destacan que las lluvias como factores externos de los movimientos de masa se encuentran relacionados con su intensidad, duración y

distribución. Las precipitaciones de baja intensidad en tiempos prolongados e intensidad de gran magnitud en períodos de corto tiempo los cuales desencadenan una serie de eventos de deslizamientos (Lara & Sepúlveda, 2007).

Sismicidad

Los sismos son factores desencadenantes de los movimientos de masa en diversos campos geológicos y topográficos. La aceleración sísmica produce un cambio en origen natural de una ladera, causando cortes, fisuras y la inestabilidad de la ladera.

Los sismos comúnmente se ven involucrados como factor desencadenante que activa los movimientos de masa en distintas laderas y taludes, según su geología y geomorfología facilitan para poder predecir la estabilidad del talud o ladera.

Las consecuencias sísmicas se ven generadas dentro del cambio del relieve a consecuencia de las fuertes precipitaciones (lluvias) o vientos estos factores someten a la ladera o talud de forma natural o antrópica, el cual no resiste y se presenta el colapso (Lara & Sepúlveda, 2007).

El momento de un sismo es necesario determinar la distancia y la energía a liberar (Suarez, 1998).

Magnitud. - Es una medida cuantitativa que determina la energía liberada, tamaño del fenómeno en la ruptura de la falla brindando información o resultados de la zona, su escala de medición es Richter.

Intensidad. - Es la medida relativa de un punto específico, depende de la magnitud, profundidad, características del suelo, distancias del epicentro. En general el sismo de mayor magnitud incrementa la probabilidad de la desestabilización del talud.

Actividad Antrópica

El factor antrópico hace evidente en su estado natural que encuentran condiciones seguras que hay que ocasionar alteraciones entre la pendiente y la acción de los factores perturbadores y la resistencia de los suelos siendo el agua un factor que influye en la inestabilidad (Cuanalo, Oliva, & Gallardo, 2011).

Los factores que representa esta actividad antrópica se presenta con una igualdad al tiempo y espacio para causa el efecto a la ladera, pero cuando está presente la actividad humana aceleran el proceso de la inestabilidad.

Deforestación

La cobertura vegetal sirve en la zona como sostén de esa manera tener el terreno estable ya que sus raíces de sus extensa vegetación tejen para una mayor resistencia para la estabilización de talud, la carencia de los mismo facilitan a los procesos y formación de los deslizamientos (Bonilla & Cunalata, 2018).

Cortes de Taludes para Construir Carreteras mal Diseñadas

El diseño para la construcción de vías de comunicación era de una manera empírica sus estudios técnicos eran de una manera simple, lo cual provocaban cortes, fisuras en los taludes de las laderas, causando daños y la inestabilidad de la ladera.

Asentamiento Humanos en las Laderas

Las construcciones de vivienda en zonas vulnerables lo realizaban sin medidas de seguridad carencia de valores, recursos. Las construcciones de edificaciones en suelos marginados suelen traer grandes consecuencias para la sociedad y el ecosistema.

Rellenos mal Diseñados

Existe zonas alejadas lo cual se realizan rellenos (escombros, tierra, otro material), donde no existe un compacto adecuado, de esta manera la población va incrementando y se va asentando en zonas inestables.

Deficientes Prácticas Agrícolas y Ganaderas

La evolución de la sociedad por ende existe mayor generación de alimentos los cuales se extiende más las zonas agrícolas (cultivos), también para la alimentación de los animales. De esta manera van destruyendo la cobertura vegetal, y a los suelos se vuelven propensos a la erosión y a un escurrimiento de las fuertes precipitaciones de una forma natural.

2.7. Medidas de reducción de deslizamientos

Son medidas preventivas para la reducir la ocurrencia de un evento adverso, de esa manera reducir la vulnerabilidad y la exposición de los elementos que se encuentran expuesta a riesgo (Protección Civil España, 2011).

2.7.1. Medidas Estructurales

Es en general cualquier tipo de construcción física, para reducir, mitigar los impactos de la amenaza, también se aplican técnicas de la ingeniería para generar mayor resistencia en las construcciones físicas frente a los eventos adversos.

Estructuras de retención/contención

Estructuras de protección

Sistema de drenaje y aliviaderos

Sistema de canalización

Son aquellas obras de protección y control para la prevención y reducción de los riesgos mediante la intervención directa de la amenaza. (Arango, 2006)

Estructuras de retención / contención: Son construidas como propósitos preventivos.

Muros de gravedad: soportan presiones del terreno por su propio peso y requieren un buen piso de fundación, los mismos que pueden ser rígidos o flexibles.

Muros de retención: se utilizan para estabilizar taludes, son muy útiles en zonas montañosas donde se requiere excavar de pobre condición geotécnica.

Muros en tierra reforzada: su estabilidad interna es garantizada por la fricción del suelo, también puede funcionar como un muro de gravedad.

Estructuras de protección:

Sistema de drenaje: tiene como finalidad el manejo de las aguas de escorrentía, evitando la infiltración y en lo posterior su erosión.

Sistema de canalización: se construyen para disminuir la infiltración en el área y poder conducir las hacia afuera de los posibles deslizamientos.

2.7.2. Medidas no Estructurales

En general son medidas que no son relacionadas a las construcciones físicas, en estas medidas se emplea un conocimiento para proyectar estrategias, prácticas, para la reducción del riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes establecidas.

Planificación y Gestión del Riesgo.

Ordenamiento del territorio

Sistemas de información y alarma temprana. Redes de información y monitoreo. Análisis y Predicción /Previsión del Riesgo. Herramienta y metodología para evaluación y análisis de riesgo.

Zonificación de Riesgo. Mapas de riesgo naturales en la ordenación territorial y urbanística.

Educación y comunicación a la población.

Seguros e indemnizaciones.

Comprenden aquellas acciones no físicas orientadas a educar, prevenir, mitigar y atender riesgos.

Toda la microcuenca debe tener conocimientos de los riesgos de origen natural o antrópico e incorporar la prevención de los mismos (García & Restrepo, 2016).

Las medidas no estructurales también pueden ser activas o pasivas:

Medidas activas. - Se refiere a la interacción directa con las personas:

La organización para la atención de emergencias

El desarrollo, fortalecimiento institucional y capacitación

La participación comunitaria

La gestión a nivel local

Medidas pasivas. – Son aquellas relacionadas con la legislación y la política:

Códigos y normas de construcción

Reglamentación de uso del suelo y ordenamiento territorial.

2.8. Definición de Términos (Glosario)

Amenazas._ Es la probabilidad de ocurrencia de un evento (sismos, deslizamientos, inundaciones, huracanes, tsunamis, erupciones volcánicas), potencialmente dañino, caracterizado por una cierta magnitud e intensidad dentro de un tiempo y espacio determinado (García, 2005).

Amenaza Natural._ Es de origen propia de la naturaleza sin la intervención de la mano del hombre esta están relacionadas a la Geología, Hidrometeorología ya que son características propias de la ladera (Bonilla & Cunalata, 2018).

Amenaza Antrópica._ Son originas por la actividad humana como son la deforestación, cortes, etc. (Bonilla & Cunalata, 2018).

Deslizamiento._ Son movimientos en masa involucran el movimiento, pendiente abajo, de los materiales componen la ladera bajo la influencia de la

gravedad y pueden ser disparados por lluvias, sismos y actividad humana (Mora, 2004).

Derrumbes._ Son movimientos de masa con materiales más finas, arenosas, son más propensas a generar en laderas no consolidadas en donde no existe ninguna clase de cobertura vegetal (Lara & Sepúlveda, 2007).

Factor Condicionante. - Los factores condicionantes son aquellos que generan una situación potencialmente inestable. Esto corresponde principalmente a la geomorfología, geología, geotecnia y vegetación, que actúan controlando la susceptibilidad de una zona a generar fenómenos de deslizamientos de masa, donde la susceptibilidad se define como la capacidad o potencialidad de una unidad geológica o geomorfológica que afecte en una zona determina (Lara & Sepúlveda, 2007).

Factor Detonante. - El factor desencadenante o externo genera una respuesta traducida en los movimientos de masa de rápido incremento de esfuerzo o la reducción de la resistencia del material de la ladera (Lara & Sepúlveda, 2007).

Geología._ factor geológico corresponde a la forma interna y externa del suelo o roca sirviendo de gran parte la estabilización de grandes extensiones, su formación y naturaleza de los materiales que lo componen, alteraciones o cambios que ha ido desarrollando desde su origen, ubicación hasta su estado actual, las mismas que se han considera como factor de que genera diversos eventos de movimientos de masa (Lara & Sepúlveda, 2007).

Geomorfología. - Los rasgos geomorfológicos que condicionan estos eventos de movimientos de masa principalmente topografía, pendientes de ladera, cambios fuertes de pendientes de las laderas y la expansión y alturas de laderas (Lara & Sepúlveda, 2007).

Pendiente._ La pendiente se define en general como un ángulo de declive del terreno e inclinación con respecto al horizonte de una ladera o talud (Suarez, 1998).

Vulnerabilidades._ Sistema de condiciones y procesos con un resultado de los factores físicos, sociales, económicos, culturales y ambientales, que incrementan o reducen la susceptibilidad de una comunidad o infraestructura al impacto de las amenazas (García, 2005).

Sismicidad._ Trata de un estudio del origen de los sismos que ocurre en todas partes ya sea de baja o alta magnitud e intensidad (Suarez, 1998).

Riesgo. - Es la probabilidad de que se produzca pérdidas económicas, humanas en un determinado tiempo y espacio lo cual determina la causa de la amenaza. Esto se obtiene con la relación de la amenaza con la vulnerabilidad de los materiales expuestos (García, 2005).

Tobas: Piedra caliza muy porosa y ligera que se forma por precipitación de cal disuelta en agua o por acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Hialoclastitas: La hialoclastita es una roca de origen volcánico de tipo fragmentario (similar a una brecha) vítreo (similar a una obsidiana, pero sin tanto brillo) que se forma en erupciones bajo el agua. Está formada por fragmentos vítreos embebidos en una matriz del mismo origen y del mismo material, pero de tamaño más fino (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Limolitas: La limolita es una roca sedimentaria que tiene un tamaño de grano en el rango de limo más fino que la arenisca y más grueso que arcillas (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Diabasas: La diabasa o dolerita, comúnmente conocida como «granito negro» es una roca ígnea intrusiva de granulado fino a medio, con muchos cristales de color gris oscuro o negro. Su composición mineralógica es casi idéntica a la del gabro, pero que han superado una situación filoniana o subvolcánica (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Basaltos: Roca volcánica de color negro o gris oscuro, de grano fino, muy dura y compuesta principalmente de feldespato y piroxeno (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Lavas en almohadillas: Lavas que adquieren una estructura de formas redondeadas que se generan por el contacto brusco de una colada fluida con el agua del océano. Las almohadillas siguen formándose, una a continuación de otra, en el frente de la colada, mientras se mantengan los aportes de lava fundida que se sumerge en el agua (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Conglomerado: material en depósito resultante de flujo rápido de escombros (Abraham & Salomón, 2007).

Arcilla limosa: La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. ... La tierra fina es una mezcla de arena, limo y arcilla. Para realizar los ensayos de campo siguientes asegúrese de utilizar sólo tierra fina (Abraham & Salomón, 2007).

Grano diorita: La granodiorita (de «grano» y de «diorita») es una roca ígnea plutónica con textura fanerítica parecida al granito. Está principalmente constituida por cuarzo (>20%) y feldespatos, pero contrariamente al granito, contiene más plagioclasas que ortosa (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Limos: Barro o légamo, en especial el mezclado con restos orgánicos (Abraham & Salomón, 2007).

Arcillas: Tierra constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados; es de color blanco en estado puro, y mezclada con el agua forma una materia muy plástica que se endurece al cocinarla (Abraham & Salomón, 2007).

Arenas: Metal o mineral reducido natural o artificialmente a partículas muy pequeñas (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Gravas: Conjunto de piedras pequeñas que proceden de la fragmentación y disgregación de rocas (Abraham & Salomón, 2007).

Bloques: Trozo grande y sin labrar de un material compacto y duro, en especial piedra (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Arboricultura: La definición de arboricultura como un *conjunto* de conocimientos, habilidades y procedimientos que se emplea en el cultivo o siembra de árboles y así mismo de la enseñanza relacionado al modo de sembrar y de cultivar (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Bosque natural: El bosque natural es un área forestal que cuenta con muchas de las principales características y elementos clave de los ecosistemas nativos, como su complejidad, estructura y diversidad biológica, incluyendo las características edáficas, florísticas y faunísticas, en la que todos o casi todos los árboles son especies (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Bosque natural intervenidos: Corresponde a un ecosistema nativo u autóctono, intervenido o no, regenerado por sucesión natural u otras técnicas forestales, que ocupa una superficie de dos hectáreas hasta trescientas hectáreas anuales, caracterizada por la presencia de árboles maduros de diferentes edades, especies y porte variado, con uno o más (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Cultivos de ciclo corto: Son aquellos cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un (1) año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, y que se debe volver a sembrar cada vez que se cosecha (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Paramo: Son las tierras altas del callejón interandino cubiertas por vegetación típica de los páramos andinos (paja de páramo) que suele usarse para pastoreo extensivo (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Vegetación arbustiva: Se le llama arbusto a la planta leñosa de cierto porte cuando, a diferencia de los árboles, no se yergue sobre un solo tronco o fuste, sino que se ramifica desde la misma base. Los arbustos pueden tener varios metros de altura. Al bioma o ecosistema con predominio de arbustos se le denomina matorral (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Barranco: Precipicio lleno de tierra y piedras en el que hay peligro de desprendimientos (Abraham & Salomón, 2007).

Relieve montañoso: Las regiones con relieve montañoso, por lo tanto, se componen de elevaciones naturales de altura considerable. Pueden contar con cordilleras, sierras, volcanes u otros tipos de elevaciones (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Terraza media: Superficie plana limitada por un escarpe, ubicada por encima de la terraza baja; corresponde a un antiguo nivel de sedimentación del río. Presenta pendientes bajas debido a que ha sido ya modelado por los agentes erosivos (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Valle fluvial: Forma de relieve alargada con pendiente, relativamente plana y de sección transversal estrecha en algunos casos, intercalada entre áreas de relieve más alto y que tiene como eje a un río que fluye generalmente en forma sinuosa. Suele ser inundable en época de invierno (Geología y Amenazas Geológicas, 2012).

Coluvio: consiste en fragmentos angulares mal clasificados de diversos tamaños, desde sedimentos hasta restos de roca, y algunas veces losas de roca madre, mirando hacia arriba de la pendiente (Abraham & Salomón, 2007).

Deyección: Conjunto de materiales arrojados por un volcán durante su erupción (Abraham & Salomón, 2007).

2.9. Sistema de Hipótesis

La evaluación de los factores condicionantes y detonantes determinan la amenaza de deslizamientos para el establecimiento de estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar.

2.10. Sistema de Variables

Variable Independiente:

Factores de deslizamiento

Variable Dependiente:

Estrategias de reducción

2.11. Sistema de Variables

2.11.1. Variable Independiente: Factores de Deslizamientos

Tabla 4. Variable Independiente, Factores de Deslizamiento

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala cualitativa	Instrumento de medición
Factores de Deslizamientos	Los factores condicionantes y detonantes son mecanismos que contribuyen a la inestabilidad de una ladera, generando los deslizamientos, están siempre conectados directamente con la naturaleza,	Condicionante (Depende de las características de las laderas)	Litología	arenas, limos, arcillas y conglomerados	Visitas de campo
				areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos, lavas en almohadillas	
				Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	
				Cuerpo intrusivo ígneo de ácido a intermedio	
				Grano diorita	Fichas de campo
				Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	
				Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	
				Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	
				Secuencia de lavas andesitas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	

formas geológica propia de la ladera, también se ve afectada por la actividad humana o antrópica.		Uso de Suelo	Arboricultura-Pastos plantados	Ortofotos	
			Bosque natural		
			Bosque natural intervenidos		
			Cultivos de ciclo corto		Curvas de Nivel
			Cultivos de ciclo corto – Pastos plantados		
			Pastos plantados		
			Páramo		
			Páramo intervenido		
			Vegetación arbustiva – Arboricultura		shp (MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012; INAMHI, 2007; NEC,2015)
			Vegetación arbustiva – Cultivos de ciclo corto		
			Vegetación arbustiva – Pastos plantados		
		Geomorfología	Barranco		
			Coluvio aluvial antiguo		
			Coluvio antiguo		
			Interfluvio de cimas estrechas		
			Relieve colinado medio		
			Relieve montañoso		
Relieve volcánico montañoso					

				Superficie de cono de deyección		Software ArcGis
				Superficie volcánica ondulada		
				Terraza media		
				Valle fluvial		
				Vertiente abrupta		
				Vertiente abrupta con fuerte disección		
				Vertiente heterogénea		
				Vertiente rectilínea		
				Vertiente rectilínea con fuerte disección		
		Pendiente	débil, plano o casi plano	0 – 5%		
			irregular, ondulación moderada	12 – 25%		
			fuertes, colinado	25 – 50%		
			muy fuertes, escarpado	50 – 70%		
			abrupta, montañoso	>70%		
		Detonante (Responsables de la inestabilidad)	Precipitación	1600-1700 mm		Ortofotos Curvas de Nivel
1700-1800 mm						
1800-1900 mm						
1900-2000 mm						
2000-2100 mm						

				2100-2200 mm	shp (MAGAP- SIG- TIERRAS, 2012; INAMHI, 2007; NEC,2015)
				2200-2300 mm	
				2300-2400 mm	
		Zonas de Sismicidad: Aceleración en roca en gals (g) (Normas NEC)	Zona I	0.15 g	
			Zona II	0.25 g	
			Zona III	0.30 g	
			Zona IV	0.35 g	
			Zona V	0.40 g	
			Zona VI	≥ 0.50 g	
		Actividad Humana	Deforestación		
			Cortes de taludes para construir carreteras mal diseñadas		
			Asentamiento humano en las laderas		
			Rellenos mal diseñados		
			Deficientes prácticas agrícolas y ganaderas inadecuadas		
					Software ArcGis

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

2.11.2. Variable Dependiente: Estrategias de reducción de deslizamientos

Tabla 5. Variable Dependiente, Estrategias y/o medidas de reducción de deslizamientos

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala Cualitativa	Instrumento de medición
Estrategias de reducción de deslizamientos	En general es un proceso en el cual busca disminuir el riesgo presente y prevenir otro a futuro de esta manera tomando en cuenta las medidas de mitigación y prevención, de esa manera ir reduciendo la amenaza y por ende reduciendo la vulnerabilidad de las personas, medios, bienes, infraestructura, reduciendo los daños y pérdidas.	Medidas de reducción	Medidas Estructurales	Estructuras de retención/contención	Encuestas
				Estructuras de protección	
				Sistema de drenaje y aliviaderos	
				Sistema de canalización	
			Medidas no Estructurales	Planificación y Gestión del Riesgo.	Visitas de campo
				Ordenamiento del territorio	
				Sistemas de información y Alerta temprana. Redes de información y monitoreo.	
				Análisis y Predicción /Previsión del Riesgo. Herramienta y metodología para evaluación y análisis de riesgo.	
				Zonificación de Riesgo. Mapas de riesgo naturales en la ordenación territorial y urbanística	
				Educación y comunicación a la población.	
				Seguros e indemnizaciones.	

Elaborado por Hurtado: & Núñez, 2019

CAPÍTULO III:

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

El siguiente trabajo investigativo en la microcuenca del río Chazo Juan, posee un nivel o alcance descriptivo y correlacional.

Es descriptivo, ya que se describe cada uno de los factores condicionantes (litología, geomorfología, pendiente, uso de suelo y cobertura vegetal) y detonantes (sismicidad y precipitación) que inciden en la amenaza de deslizamiento en el área de estudio.

Es correlacional, ya que se los factores condicionantes y detonantes ponderados se correlacionan para establecer los índices (de 1 a 100), niveles y zonas (alta, media y baja) de amenaza de deslizamientos en la zona de intervención del trabajo de investigación.

Para alcanzar los objetivos específicos del presente trabajo de investigación se aplicó la siguiente metodología:

Para el objetivo 1, se describió y se ponderó los factores condicionantes y detonantes, basados en las metodologías de Mora – Vahrson y de la Secretaría de Gestión de Riesgos, modificadas al alcance y necesidad de nuestro trabajo investigativo.

En el objetivo 2, se aplicó el método estadístico para determinar los valores cualitativos y cuantitativos y correlacionar las variables (factores condicionantes y detonantes) que generan la amenaza de deslizamientos; así como el método heurístico, con base a criterios de expertos para establecer valores y pesos de ponderación que permitieron establecer los índices y niveles; además, se utilizó la metodología de álgebra de mapas con el fin de procesar la información en SIG para generar mapas con niveles y zonas de amenaza, tomando en cuenta también la percepción de la gente de las comunidades.

Para el objetivo 3, se aplicó la metodología de observación a través de fichas de campo (Anexo 1) que fueron aplicadas a cada evento de deslizamiento localizadas en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán considerada como muestra piloto para determinar los factores que incidieron en estos eventos.

En el objetivo 4, se empleó el método descriptivo para determinar las estrategias de reducción de la amenaza de deslizamiento para el área de estudio.

3.2. Diseño

En el presente trabajo investigativo se aplicó el diseño no experimental, trata de un estudio empírico y sistemático, se realiza sin manipular deliberadamente las variables. En este caso, se observó y describió en su entorno natural o situación actual los factores condicionantes y detonantes que inciden en la amenaza de deslizamientos, para posteriormente correlacionar y analizar a través de índices, niveles y zonas de la amenaza en el área de estudio microcuenca río Chazo Juan.

3.3. Población y muestra

Población o universo

En desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en toda el área de la microcuenca del río Chazo Juan que comprende 14.786,52 ha.

Además, para conocer la percepción de la población sobre las causas, efectos y medidas de reducción ante la amenaza de deslizamientos, el universo constituyó el total de 366 familias que habitan en las cuatro comunidades localizadas en la microcuenca.

Muestra

Una vez realizado el modelamiento de la amenaza de deslizamiento a partir de los factores condicionantes y detonantes en toda el área de estudio (microcuenca Chazo Juan), se seleccionó como muestra el tramo de la vía Chazo Juan – Mulidiahuán, que presentaba mayor presencia de eventos de deslizamientos, por lo que se aplicó una ficha de campo (anexo 1) en siete sitios de afectación (ver figura 1 en capítulo de resultados) para determinar los factores causales de estos eventos.

Adicionalmente, para aplicar la encuesta de percepción a los jefes de familia se estableció el tamaño de la muestra, a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{[e^2 * (N-1)] + 1}$$

Dónde: n = Tamaño de la muestra; N= Población total por familias = 366;

e = Error de Muestreo = 5% = 0,05

$$n = \frac{366}{[(0,05)^2 * (366-1)] + 1}$$

$$n = \frac{366}{[0,9125] + 1}$$

$$n = \frac{366}{1,9125}$$

$$n = 191$$

Para distribuir el tamaño de la muestra en forma proporcional para las cuatro comunidades localizadas en la microcuenca del río Chazo Juan, se aplicó la siguiente fórmula:

$$f = \frac{n}{N}$$

Dónde f= Frecuencia de distribución a la muestra; n = Tamaño de la muestra = 191; N= Población total por familias = 366

$$f = \frac{191}{366}$$

$$f = 0,5218$$

A continuación, en la tabla 6, se presenta por comunidades el total de familias y habitantes, el factor de distribución y el tamaño de la muestra.

Tabla 6. Población por comunidad de la Microcuenca del Río Chazo Juan

Comunidades	Familias	Habitantes	Factor de distribución de la muestra	Tamaño de la muestra
Chazo Juan	120	480	(120*0,52)	63
Mulidiahuán	60	240	(60*0,52)	31
San José de Camarón	88	352	(88*0,52)	46
La Palma incluido Los Arrayanes	98	392	(98*0,52)	51
TOTAL	366	1464		191

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Para la aplicación del instrumento de recolección de información (encuesta-anexo 2) se utilizó la técnica de muestreo aleatorio simple al azar.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el presente trabajo investigativo, se recolecto información de fuentes secundarias existente de las instituciones, tales como: GAD Echeandia, GAD parroquial Salinas, Secretaria Gestión Riesgo (SGR-Guaranda), llegando a obtener datos estadísticos de las amenazas existentes en años anteriores, que nos facilitó la información de la microcuenca Chazo Juan, las cuales están integradas cuatro comunidades como son: La Palma, Chazo Juan, Mulidiahúan y San José de Camarón.

En las fuentes primarias, se aplicó las siguientes técnicas e instrumentos:

Observación Directa: se utilizó en el trabajo investigativo la técnica de observación directa mediante el instrumento de ficha de campo, con la que llegamos a verificar de la realidad que presenta una parte de la microcuenca del río Chazo Juan, de esa manera se analizó las causas de los problemas que ocasionan los deslizamientos, esto ha permitido involucrarse con la población.

Encuesta: se empleó la técnica de la encuesta a través del instrumento de formulario de preguntas que fueron aplicados a los jefes de familia de las cuatro comunidades localizadas en la microcuenca del río Chazo Juan, que permitió obtener información acerca de la causa de los deslizamientos y las afectaciones que ocasionan los mismos.

3.5. Técnicas de Procedimientos y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos

Para el cumplimiento de los objetivos se utilizó el sistema de información geográfica (SIG), con los shp obtenidos del MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012; INAMHI, 2007 Y NORMAS NEC, 2015 se fue editando para poder elaborar los mapas de susceptibilidad a deslizamientos y los elementos que se encuentran expuestos en el área de estudio.

La herramienta Excel permitió la ponderación de cada uno de los factores, se les asignó valores cualitativos para obtener resultados e identificar cual es el área de mayor influencia ante deslizamientos.

El software ArcGis a través del método de álgebra de mapas nos facilitó la elaboración y ponderación de los mapas bases (factores condicionantes y detonantes), para posteriormente correlacionar los factores y establecer los índices, niveles y zonas de la amenaza de deslizamientos.

3.5.1. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 1:

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó una adaptación de las metodologías referentes a trabajos de movimientos en masa, para la ponderación y modelamiento de la amenaza de deslizamientos que a continuación se describe brevemente y se resume en la tabla 7.

La metodología de Mora-Vahrson, 1993 describe los factores de susceptibilidad; condicionantes: (relieve relativo, litología y humedad del suelo), detonantes: (precipitación y sismicidad), para determinar la inestabilidad de la ladera. (ANEXO 1)

La metodología del **PROYECTO: “GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL, ESCALA 1: 25 000” ANÁLISIS DE AMENAZA POR TIPO DE MOVIMIENTO EN MASA**, modificados por; **INIGEMM-INAMHI-CLIRSEN-MAGAP-SEMPLEDES, 2012** describe un modelamiento para determinar el análisis de los movimientos de masa en el Ecuador, estableciendo valores cuantitativos a los factores: condicionantes (morfometría, cobertura vegetal, macizo rocosa y depósitos superficiales) y detonantes (intensidad sísmica e intensidad de precipitaciones) (Anexo 1).

La Secretaria Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR, 2013), establece valores a los indicadores de cada uno de los factores condicionantes (pendiente, litología, geomorfología y uso de suelo), para determinar el índice y nivel de la amenaza de deslizamientos (Anexo 1).

Metodologías para el análisis de riesgo (sísmico, deslizamientos e inundaciones) de la ciudad de Guaranda (UEB, 2014); Modelo para la articulación de la gestión del riesgo en el proceso de ordenamiento territorial de la ciudad de Guaranda / Ecuador (Paucar, 2016), realizó trabajos de ponderación y modelamiento de las amenazas, determinando a los factores condicionantes (geología/litología, geomorfología, geotecnia, pendiente y uso de suelo/cobertura vegetal) y detonantes (sismicidad y precipitación), estableciendo valores al indicador, peso de ponderación y valor máximo para determinar el índice y nivel de la amenaza (Anexo 1).

Las diferentes metodologías relacionadas al análisis de movimientos de masa, las cuales han sido modificadas para establecerlas en nuestro trabajo de investigación, siendo así que cada metodología no cuenta con todos los factores, hemos tomado como referencia para adaptarlas al trabajo, se toma de la metodología de Mora-Vahrson la valoración de los factores litología y precipitación; tablas de valoración de la Secretaría Nacional de

Gestión de Riesgos se toma la geología/ litología, pendiente, cobertura vegetal e Isoyetas (precipitación); de la metodología de INIGEMM-INAMHI-CLIRSEN-MAGAP-SEMPLADES, 2012 los factores de pendiente y cobertura vegetal y finalmente de la metodología de la UEB,2014-Paucar,2016 se toma la valoración del factor de sismicidad determinadas por zonas, que están dadas una calificación según la aceleración en roca (gals), a través de estos valores tomados de cada una de las metodologías se prosigue a dar un valor al indicador y pesos de ponderación a cada variable.

Tabla 7. Metodologías aplicadas al trabajo de investigación

Mora-Vahrson, 1993		INIGEMM-INAMHI-CLIRSEN-MAGAP-SEMPLEDES, 2012			SNGR, 2013		UEB,2014 - PAUCAR,2016	
Factor	Indicador	Factor	Indicador		Factor	Indicador	Factor	Indicador
Factor Condicionante	Relieve Relativo	Factor Condicionante	Morfometría	Pendiente / longitud de vertiente	Factor Condicionante	Pendiente	Factor Condicionante	Geología/Litología
	Litología		Cobertura Vegetal	Cobertura Vegetal		Litología		Geomorfología
	Humedad del Suelo		Macizo Rocosos	Tipo de roca		Geomorfología		Geotecnia
Factor detonante	Sismicidad		Depósitos Superficiales	Tipo de material		Uso de suelo		Pendiente
	Precipitación	Factor Detonante	Intensidad Sísmica	Registro de sismos	Uso de suelo y cobertura vegetal			
			Intensidad de Precipitaciones	Intensidad máxima			Factor Detonante	Sismicidad
								Precipitación

METODOLOGÍA APLICADA	
Factor	Indicador
Factor Condicionante	Geología/Litología
	Geomorfología
	Pendiente
	Uso de Suelo y Cobertura Vegetal
Factor Detonante	Sismicidad (aceleración en roca en gals (g), normas NEC)
	Precipitación

A partir de la definición de los factores condicionantes y detonantes que intervienen en los procesos de la amenaza de deslizamientos para el área de estudio, seguidamente se describe cada uno de los factores aplicados en el presente trabajo.

Cabe mencionar, para cada uno de los factores condicionantes se utilizó y editó los shp de MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012, escala 1:25000 del año 2012; para el factor detonante de precipitación, se empleó y editó el shp de Isoyetas con las zonas de precipitación del INAMHI del año 2007, mientras que para el factor de sismicidad se utilizó y editó el mapa de zonas de peligro sísmico en base a la aceleración en roca de la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC, 2015.

Factores Condicionantes

Geología –Litología

En este factor Geológico - Litológico se determinó mediante los shp (MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012), con el software ArcGis 10.3.1 se realizó el mapa y se determinó los factores que influyen en la amenaza de deslizamientos, lo cual procedió a dar valores a los indicadores según la tabla de valoración de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR, 2013), se detalla en la (Tabla 8).

Tabla 8. Valoración de Geología/Litología

Descripción	Valor Indicador
arenas, limos, arcillas y conglomerados	5
areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-dibasas, basaltos, lavas en almohadillas	5
Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	5
Cuerpo intrusivo ígneo de ácido a intermedio	1
Grano diorita	5
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	10
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	10
Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	5
Secuencia de lavas andesitas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	1

**Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Geomorfología

En este factor de geomorfología se determinó mediante los shp (MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012), con el software ArcGis, determinamos la descripción del factor geomorfológico y procedimos a dar los valores a los indicadores según la tabla de valoración de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR, 2013), se detalla en la (Tabla 9).

Tabla 9. Valoración Geomorfológica

Descripción	Valor Indicador
Barranco	10
Coluvio aluvial antiguo	10
Coluvio antiguo	10
Interfluvio de cimas estrechas	5
Relieve colinado medio	5
Relieve montañoso	7
Relieve volcánico montañoso	3
Superficie de cono de deyección	3
Superficie volcánica ondulada	3
Terraza media	1
Valle fluvial	5
Vertiente abrupta	7
Vertiente abrupta con fuerte disección	10
Vertiente heterogénea	5
Vertiente rectilínea	5
Vertiente rectilínea con fuerte disección	7

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Uso de suelo

Dentro de este factor de susceptibilidad se encuentra los factores de cobertura vegetal y usos de suelo, se determinó mediante los shp (MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012), el software ArcGis y con las visitas de campo (fichas de campo), se determinó que este factor influye en la amenaza de deslizamientos (Tabla 10).

Tabla 10. Valoración de uso de suelo/cobertura vegetal

Descripción	Valor Indicador
Arboricultura-Pastos plantados	5
Bosque natural	1
Bosque natural intervenidos	1
Cultivos de ciclo corto	10
Cultivos de ciclo corto – Pastos plantados	5
Pastos plantados	5
Paramo	5
Paramo intervenido	5
Vegetación arbustiva – Arboricultura	5
Vegetación arbustiva – Cultivos de ciclo corto	5
Vegetación arbustiva – Pastos plantados	1

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Pendiente

El factor pendiente se determinó mediante los shp (MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012), el software ArcGis, se logró identificar los rangos con su respectiva descripción para establecer valores a los indicadores según la tabla de valoración de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR, 2013), se detalla en la (Tabla 11).

Tabla 11. Valoración de pendiente

Descripción	Rango	Valor Indicador
débil, plano o casi plano	0 – 5%	1
irregular, ondulación moderada	12 - 25%	3
fuertes, colinado	25 – 50%	5
muy fuertes, escarpado	50 – 70%	7
abrupta, montañoso	>70%	10

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Factores Detonantes

Precipitación

El factor de precipitación se determinó mediante los shp de Isoyetas (INAMHI, 2007), el software ArcGis, que nos ayuda a determinar la cantidad de lluvia en mm anualmente, de esa manera procedemos a dar un valor a los indicadores (Tabla 12).

Tabla 12. Valoración de precipitación

Descripción	Valor Indicador
1600-1700mm	1
1700-1800mm	3
1800-1900mm	3
1900-2000mm	5
2000-2100mm	5
2100-2200mm	7
2200-2300mm	7
2300-2400mm	10

Fuente: INAMHI, 2007

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Sismicidad

Dentro de este factor sísmico se puede determinar que el Ecuador es uno de los países que se encuentra ubicado a lo largo del cinturón de fuego del Pacífico, lo cual se determinó que es un factor que incide en la amenaza de deslizamientos, mediante los shp (NEC, 2015), el software ArcGis, la microcuenca se encuentra en la zona III a escala de sismicidad del Ecuador, de esa manera procedemos a dar un valor a los indicadores según la tabla de valoración de la Norma Ecuatoriana de Construcciones (NEC, 2015), se detalla en la (Tabla 13).

Tabla 13. Tabla de valoración de sismicidad

Descripción	Aceleración en roca	Valor Indicador
Zona I: Intermedia	0.15g	1
Zona II: Alta	0.20g	5
Zona III: Alta	0.25g	7

Zona IV:	Alta	0.30g	7
Zona V:	Alta	0.35g	10
Zona VI:	Muy Alta	$\geq 0.50g$	10

Fuente: NEC, 2015
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

3.5.2. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 2:

Los factores condicionantes y detonantes descritos en el objetivo 1, influyen en la amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan, para correlacionar estos factores se utilizó y adaptó las formulas modificada de la metodología de Mora-Vahrson y determinar el índice y nivel de la amenaza de deslizamientos.

Fórmulas Modificadas de la Metodología de Mora-Vahrson

$$S=EP*D$$

Donde:

S: Grado de susceptibilidad

EP: Producto de la suma de los elementos condicionantes

D: Valor se la suma de los factores detonantes

$$EP= S_l + S_g + S_p + S_v + S_u$$

Donde:

Sl: Valor del parámetro de litología

Sg: Valor del parámetro de geomorfología

Sp: Valor del parámetro de pendiente

Sv: Valor del parámetro de cobertura vegetal

Su: Valor del parámetro de uso del suelo

$$D=D_s + D_p$$

Donde:

Ds: Valor del parámetro de sismicidad

Dp: Valor del parámetro de precipitación

Ecuación final aplicada en el presente trabajo de investigación:

$$H = (S_I + S_g + S_p + S_v + S_u) * (D_s + D_p)$$

Dónde: H: representa el índice de amenaza de deslizamiento

Los factores condicionantes (geología - litología, geomorfología, usos de suelos-cobertura vegetal, pendiente) y los factores detonantes (sismicidad, precipitación), nos permitió determinar el índice y el nivel de la amenaza de deslizamiento.

Para la asignación de los pesos de ponderación de cada uno de los factores condicionantes y detonantes se empleó el método de criterio de expertos, que se basa en consultar a un conjunto de expertos en base a sus conocimientos, investigaciones y experiencias para resolver un problema, en este caso para la ponderación y modelación de la amenaza de deslizamientos, se consultó trabajos realizados en la temática explicados anteriormente, así como el criterio de docentes de la Universidad Estatal de Bolívar expertos en el área de geología, meteorología, gestión de riesgos y medio ambiente que intervienen en el proyecto de investigación “Variabilidad Climática e incidencia en las amenazas socio naturales de la microcuenca Chazo Juan - Ecuador” del cual forma parte el presente trabajo.

Además, se tomó en cuenta la percepción de la gente de las comunidades a través de la realización de la encuesta.

En la tabla 14 se resume el proceso de ponderación de la amenaza de deslizamiento en la que constan los factores, variables, descripción y valores de los indicadores, peso de ponderación y valor máximo.

Tabla 14. Ponderación de amenaza de deslizamientos

Factor	Variable	Indicador Descripción	Valor Indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo
Condicionante	Geología Litología	arenas, limos, arcillas y conglomerados	5	3	30
		areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas,	5		

		basaltos, lavas en almohadillas			
		Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	5		
		Cuerpo intrusivo ígneo de ácido a intermedio	1		
		Grano diorita	5		
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	10		
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	10		
		Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	5		
		Secuencia de lavas andesitas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	1		
	Geomorfología	Barranco	10	1	10
		Coluvio aluvial antiguo	10		
		Coluvio antiguo	10		
		Interfluvio de cimas estrechas	5		
		Relieve colinado medio	5		
		Relieve montañoso	7		
		Relieve volcánico montañoso	3		
		Superficie de cono de deyección	3		

		Superficie volcánica ondulada	3		
		Terraza media	1		
		Valle fluvial	5		
		Vertiente abrupta	7		
		Vertiente abrupta con fuerte disección	10		
		Vertiente heterogénea	5		
		Vertiente rectilínea	5		
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	7		
	Usos de Suelo y Cobertura Vegetal	Arboricultura-Pastos plantados	5	3	30
		Bosque natural	1		
		Bosque natural intervenidos	1		
		Cultivos de ciclo corto	10		
		Cultivos de ciclo corto – Pastos plantados	5		
		Pastos plantados	5		
		Paramo	5		
		Paramo intervenido	5		
		Vegetación arbustiva – Arboricultura	5		
		Vegetación arbustiva – Cultivos de ciclo corto	5		
		Vegetación arbustiva – Pastos plantados	1		
		Pendiente	débil, plano o casi plano		
	irregular, ondulación moderada		3		
	fuertes, colinado		5		
	muy fuertes, escarpado		7		
	abrupta, montañoso		10		
	Precipitación	1600 – 1700 mm	1	0,5	5
		1700 – 1800 mm	1		

Detonantes		1800 – 1900 mm	3			
		1900 – 2000 mmm	5			
		2000 – 2100 mm	5			
		2100 – 2200 mm	7			
		2200 – 2300 mm	10			
		2300 – 2400 mm	10			
	Sismicidad: Aceleración en roca en gals (g) (Normas NEC)	Zona I	0.15 g	1	0,5	5
		Zona II	0.25 g	5		
		Zona III	0.30 g	7		
		Zona IV	0.35 g	7		
		Zona V	0.40 g	10		
	Zona I	0.15 g	10			
TOTAL				10	100	

**Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012; SNGR, 2013; INAMHI, 2007; NEC,2015
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

La sumatoria de los valores máximos de los factores (condicionantes y detonantes) que se explican en la (Tabla 14) permiten obtener como resultado el índice de amenaza, el mismo que determina el nivel y representación del color de la amenaza a través de los rangos que se establecen en la (Tabla 15), cuyos criterios fueron adaptados de la metodología de la SNGR ,2013.

Tabla 15. Rangos de niveles de susceptibilidad

Clase	Rango de índice de amenaza	Clasificación (nivel de amenaza)
I	0 – 33	Bajo
II	34 – 66	Medio
III	67 – 100	Alto

Fuente: SNGR, 2013

Los índices y niveles son representados (zonificación) en el mapa de amenaza de deslizamiento de la microcuenca del río Chazo Juan que fue procesada en el software ArcGis.

3.5.3. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 3:

Se realizó la observación de las zonas de mayor afectación a la amenaza de deslizamientos en el tramo de la vía Chazo Juan – Mulidiahuán, se aplicó la ficha de campo (Anexo 1), para determinar los factores que inciden en la formación de este evento.

3.5.4. Metodología para procesamiento de la información del objetivo 4:

Una vez identificados las zonas con niveles de amenaza de deslizamientos descritos en el objetivo 2, mediante el método descriptivo, así como mediante la revisión bibliográfica y de otras experiencias se estableció estrategias de reducción considerando las medidas estructurales y no estructurales para la zona de estudio.

En el (Anexo 4) se incluye los mapas bases y temáticos en formato A3 como evidencia del trabajo de campo, en el (Anexo 5) se incluye las memorias fotográficas y en el (Anexo 6) los aspectos administrativos del trabajo de investigación.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Determinación de los factores (condicionantes y detonantes) que inciden en los procesos de amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.

Para determinar los factores de susceptibilidad se utilizó la herramienta software ArcGis 10.3.1, en el cual se editó los shp de cada uno de los factores de susceptibilidad (condicionante y detonante), utilizando la metodología de Mora-Vahrson, Tablas de valoración de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, INAMHI y las normas NEC, se realizó la ponderación adecuada asignándoles valores cuantitativos a los indicadores.

4.1.1. Factores Condicionantes

Geología –Litología

La Geología – Litología la información obtenida del Sistema de Información Geográfica MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012; también con las salidas de campo, observación directa, las fichas de campo, se editó los shp generando un mapa base para identificar la descripción de la Geología/Litología, presentando composiciones de suelo de tipo arenosas, limos, arcilla, conglomerados, mezclas heterogéneas.

En la Geología – Litología de la microcuenca del río Chazo Juan presenta la formación Macuchi, que predomina un área mayor de terreno presentando una composición de areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos, lavas en almohadillas, con un área de 11303,13 ha (Tabla 16).

Tabla 16. Descripción Litológica

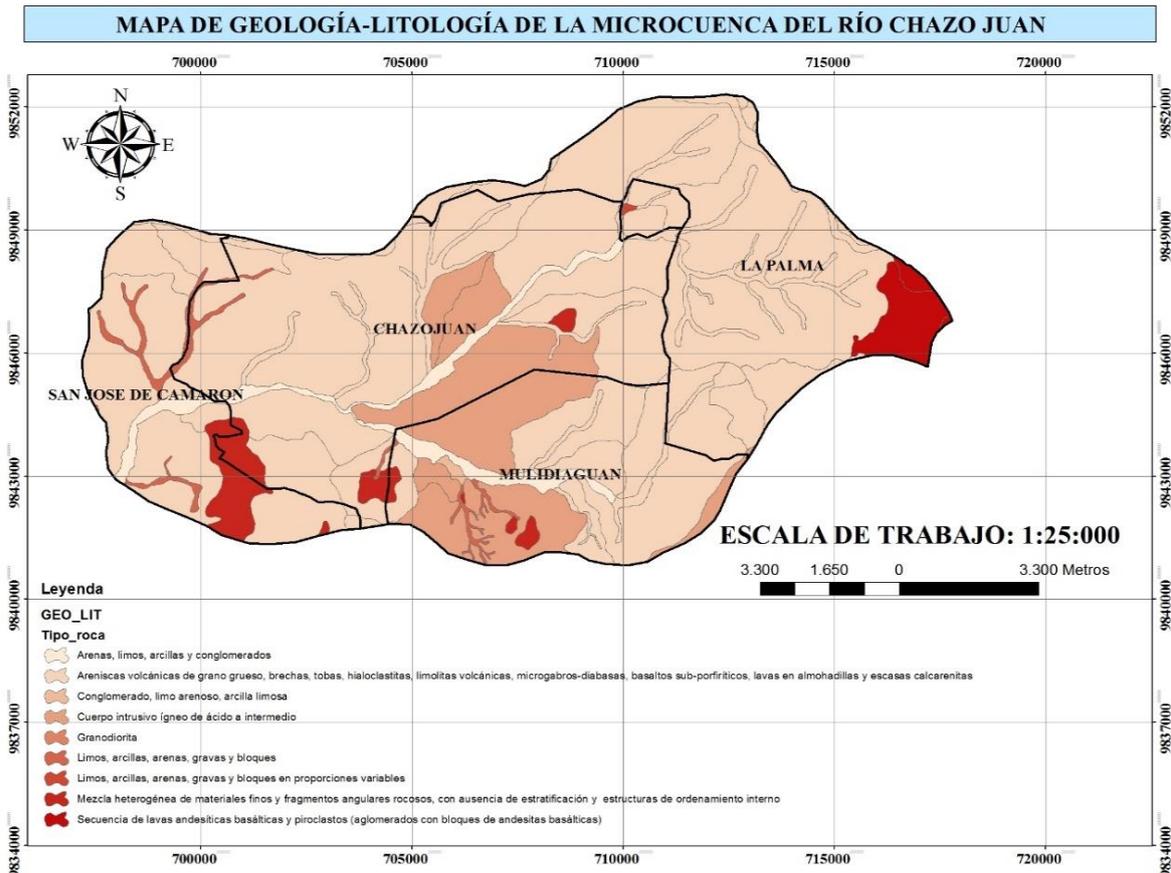
Composición Geológica	Descripción Litología	Área(ha)	%	Valor indicador	Ponderación	Valor Máximo
Depósitos Aluviales	arenas, limos, arcillas y conglomerados	464,59	3,14	5	3	15

Formación Macuchi	areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos, lavas en almohadillas	11303,13	76,44	5		15
Depósitos Aluviales (Terrazas)	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	19,52	0,13	5		15
Otros	Cuerpo intrusivo ígneo de ácido a intermedio	2015,90	13,63	1		3
Otros	Grano diorita	0,60	0,004	5		15
Depósitos Coluvio Aluviales	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	225,54	1,53	10		30
Depósitos Coluvio Aluviales	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	6,32	0,04	10		30
Depósitos Coluviales	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	423,80	2,87	5		15
Formación Pisayambo	Secuencia de lavas andesitas basálticas y piroclastos	327,12	2,21	1		3

	(aglomerados con bloques de andesitas basálticas)					
	TOTAL	14786,52	100,00			

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
 Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 2. Mapa de Geología/Litología de la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
 Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Geomorfología

Se logró obtener información de cartografía digital a través de MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012; desempeñando trabajo de campo con fichas de campo y observación directa llegando así a describir las formaciones que tienen el terreno de estudio formadas por: barrancos, coluvios aluviales, interfluvios de cimas antiguas, relieves colinados, valles fluviales, vertientes abruptas.

Dentro de la geomorfología de la microcuenca del río Chazo Juan presenta formaciones de terreno de tipo poligénicas con una composición de vertientes abruptas, predominando así un área de 5278,22 ha (Tabla 17).

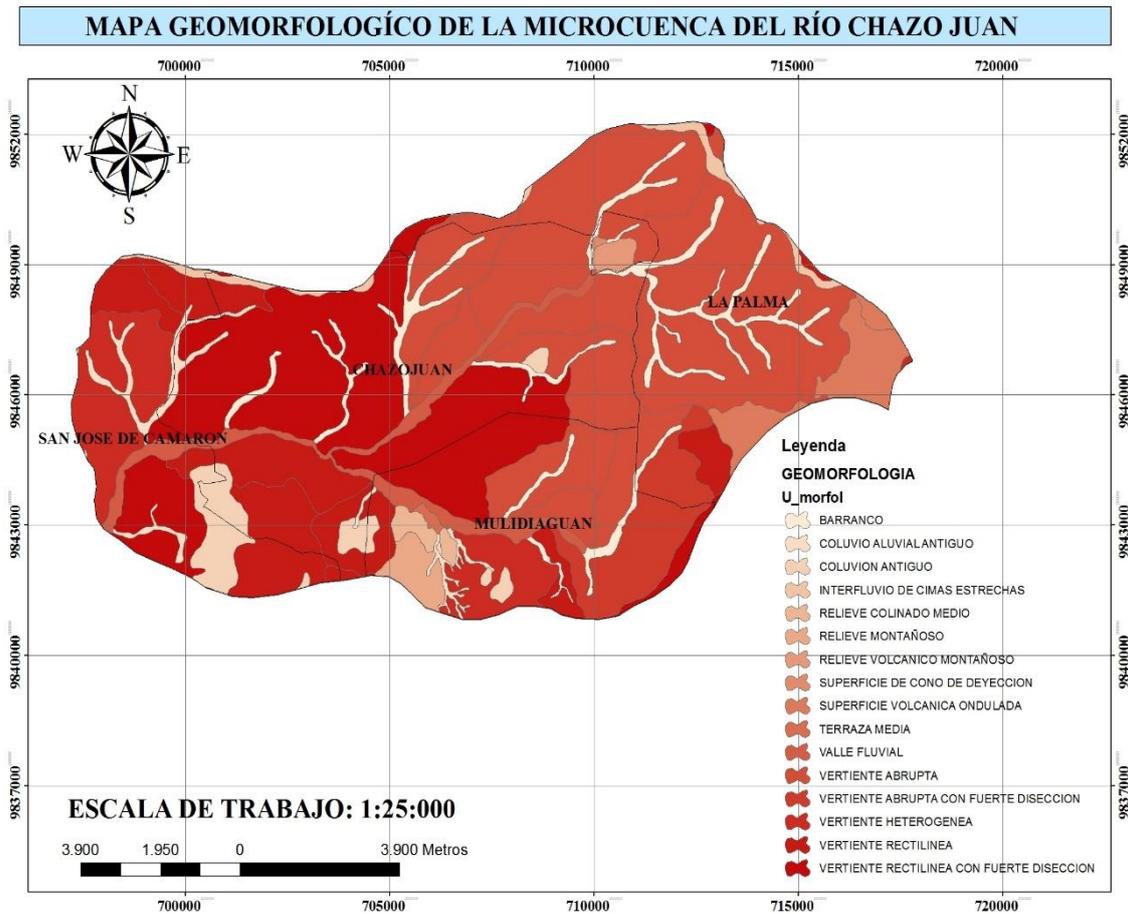
Tabla 17. Descripción Geomorfológica

Composición Geomorfológica	Descripción	Área (ha)	%	Valor Indicador	Ponderación	Valor Máximo
Erosión Fluvial	Barranco	640,70	4,48	10	1	10
Poligénicas	Coluvio aluvial antiguo	176,05	1,23	10		10
Gravedad y Movimiento de Masa	Coluvio antiguo	381,23	2,66	10		10
Poligénicas	Interfluvio de cimas estrechas	156,79	1,10	5		5
Tectónico Erosivo	Relieve colinado medio	89,37	0,62	5		5
Tectónico Erosivo	Relieve montañoso	160,90	1,12	7		7
Volcánico	Relieve volcánico montañoso	65,12	0,46	3		3
Deposicional	Superficie de cono de deyección	6,32	0,04	3		3
Volcánico	Superficie volcánica ondulada	471,18	3,29	3		3
Fluvial	Terraza media	19,52	0,14	1		1
Fluvial	Valle fluvial	464,81	3,25	5		5
Poligénicas	Vertiente abrupta	5278,22	36,88	7		7

Erosivo	Vertiente abrupta con fuerte disección	698,34	4,88	10		10
Erosivo	Vertiente heterogénea	683,06	4,77	5		5
Erosivo	Vertiente rectilínea	1744,15	12,19	5		5
Erosivo	Vertiente rectilínea con fuerte disección	3275,49	22,89	7		7
	TOTAL	14311,24	100,00			

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 3. Mapa Geomorfológico de la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Uso de suelo/Cobertura Vegetal

Procedimos a editar los shp que se ha logrado obtener de MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 y el trabajo de campo realizado en la microcuenca, hemos podido observar la utilización del suelo llegando así a identificar pastos plantados, bosques naturales, cultivos de ciclo corto, paramo, vegetación arbustiva.

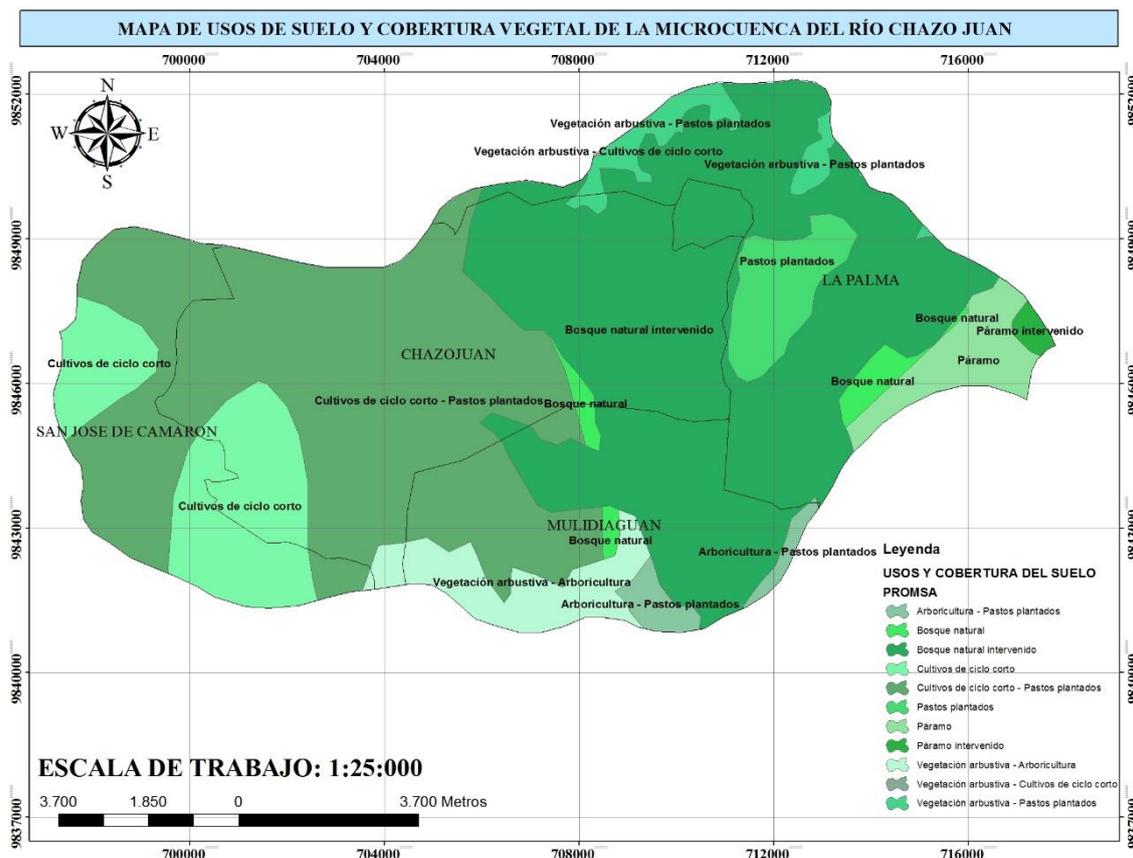
Dentro del uso de suelo que tiene la microcuenca del río Chazo Juan, el área de terreno que predomina es el bosque natural intervenido con 5854,84 ha. y los cultivos de ciclo corto-pastos plantados con 5108,07 ha (Tabla 18).

Tabla 18. Descripción de uso de suelo/Cobertura Vegetal

Descripción	Área (ha)	%	Valor Indicador	Ponderación	Valor Máximo
Arboricultura-Pastos plantados	197,31	1,34	5	3	15
Bosque natural	218,50	1,48	1		3
Bosque natural intervenidos	5854,84	39,67	1		3
Cultivos de ciclo corto	1451,96	9,84	10		30
Cultivos de ciclo corto – Pastos plantados	5108,07	34,61	5		15
Pastos plantados	459,68	3,11	5		15
Paramo	55,44	0,38	5		15
Paramo intervenido	494,40	3,35	5		15
Vegetación arbustiva – Arboricultura	609,22	4,13	5		15
Vegetación arbustiva – Cultivos de ciclo corto	0,87	0,01	5		15
Vegetación arbustiva – Pastos plantados	308,82	2,09	1		3
TOTAL	14759,12	100,00			

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 4. Mapa de uso de suelo/cobertura vegetal de la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Pendiente

Con la información de los shp obtenidos de MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 los cuales procedimos a editarlos y las visitas de campo ayudó a obtener los niveles de pendiente que presenta la microcuenca del río Chazo Juan, a los que hemos podido dar un nivel de ponderación de acuerdo a la tabla de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y el proyecto de análisis de amenaza por tipo de movimiento en masa.

En la microcuenca del río Chazo Juan la pendiente que predomina el terreno en estudio es abrupta montañosa con un área de 10553,14 ha. y un rango mayor a 70° del grado de inclinación, lo que da a conocer que la zona posee pendientes de gran susceptibilidad a deslizamientos (Tabla 19).

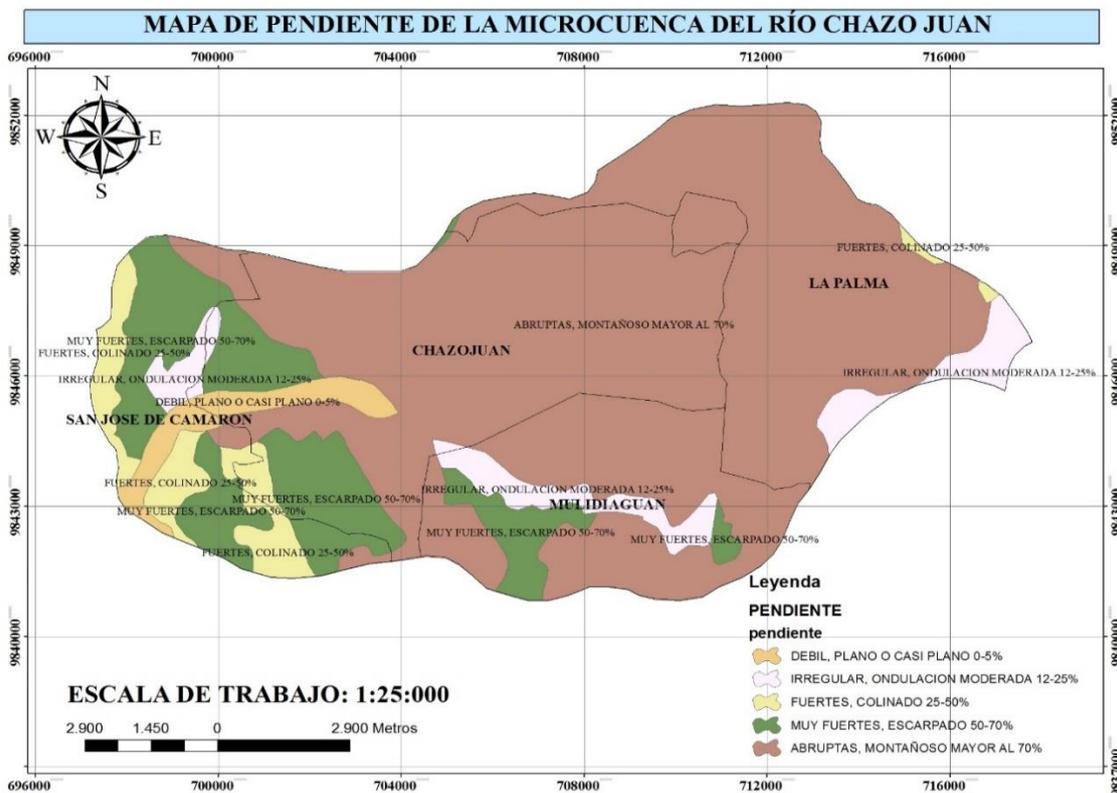
Tabla 19. Descripción de pendiente

Descripción	Rango	Área (ha)	%	Valor Indicador	Ponderación	Valor Máximo
débil, plano o casi plano	0 – 5%	415,74	2,79	1	2	2
irregular, ondulación moderada	12 - 25%	863,08	5,79	3		6
fuertes, colinado	25 – 50%	863,08	5,79	5		10
muy fuertes, escarpado	50 – 70%	2212,43	14,84	7		14
abrupta, montañoso	>70%	10553,14	70,79	10		20
TOTAL		14907,49	100,00			

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 5. Mapa de pendiente de la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

4.1.2. Factores Detonantes

Precipitación

Se procedió a editar los shp de Isoyetas que se ha logrado obtener del INAMHI, 2007 y salidas de campo que nos han ayudado a interactuar con la población de la microcuenca llegando así a percibir que las mayores precipitaciones ayudan a que se desarrollen los deslizamientos.

En la microcuenca del río Chazo Juan la precipitación anual que se registra con mayor frecuencia es de (2200 mm a 2300 mm), contribuyendo a los procesos de formación de deslizamientos (Tabla 20).

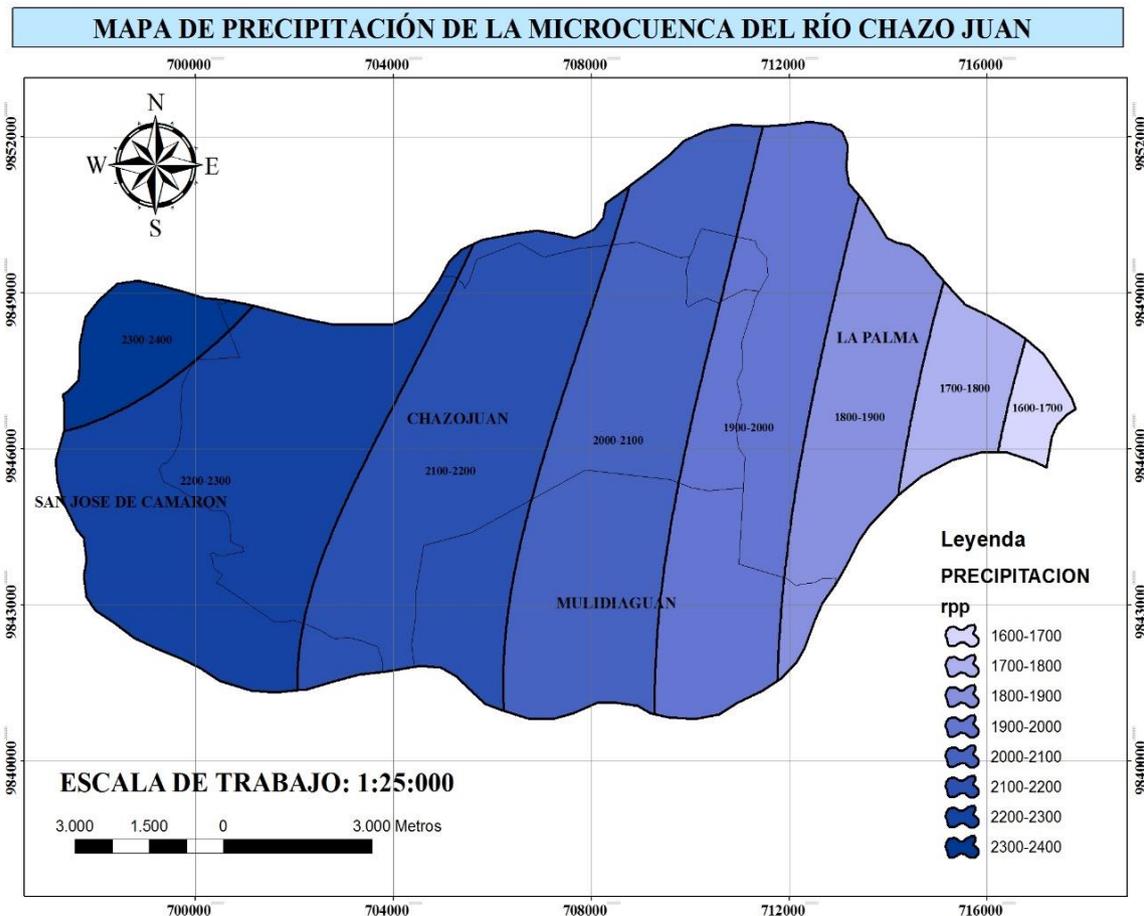
Tabla 20. Descripción de Precipitación

Descripción	Área (ha)	%	Valor Indicador	Ponderación	Valor Máximo
1600-1700mm	2099,72	1,42	1	0,5	0,5
1700-1800mm	5645,10	3,82	1		0,5
1800-1900mm	13914,17	9,41	5		2,5
1900-2000mm	25894,30	17,51	5		2,5
2000-2100mm	30195,33	20,42	7		3,5
2100-2200mm	30618,73	20,71	7		3,5
2200-2300mm	33686,22	22,78	10		5
2300-2400mm	5811,63	3,93	10		5
TOTAL	147865,20	100,00			

Fuente: INAMHI, 2007

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 6. Mapa de precipitación de la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: INAMHI, 2007
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Sismicidad

La investigación realizada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica ha registrado la siguiente información.

La provincia Bolívar, aun cuando no ha sido escenario de epicentros de los grandes terremotos, se ha visto seriamente afectada por sismos que se originaron en provincias vecinas e incluso en la costa del Ecuador (Rivadeneira, 2007).

Entre los sismos identificados dentro de la región Sierra fue el terremoto de Riobamba en febrero de 1797, que tuvo una intensidad máxima de XI provocando grandes daños dentro del territorio y llegando así a afectar a las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha y Bolívar, el terremoto de Ambato – Pelileo en agosto de 1949 se produjo un sismo con intensidad máxima de X siendo uno de los más desastrosos del Ecuador afectando de igual manera a las provincias de Bolívar, Pichincha, Cotopaxi, Pastaza.

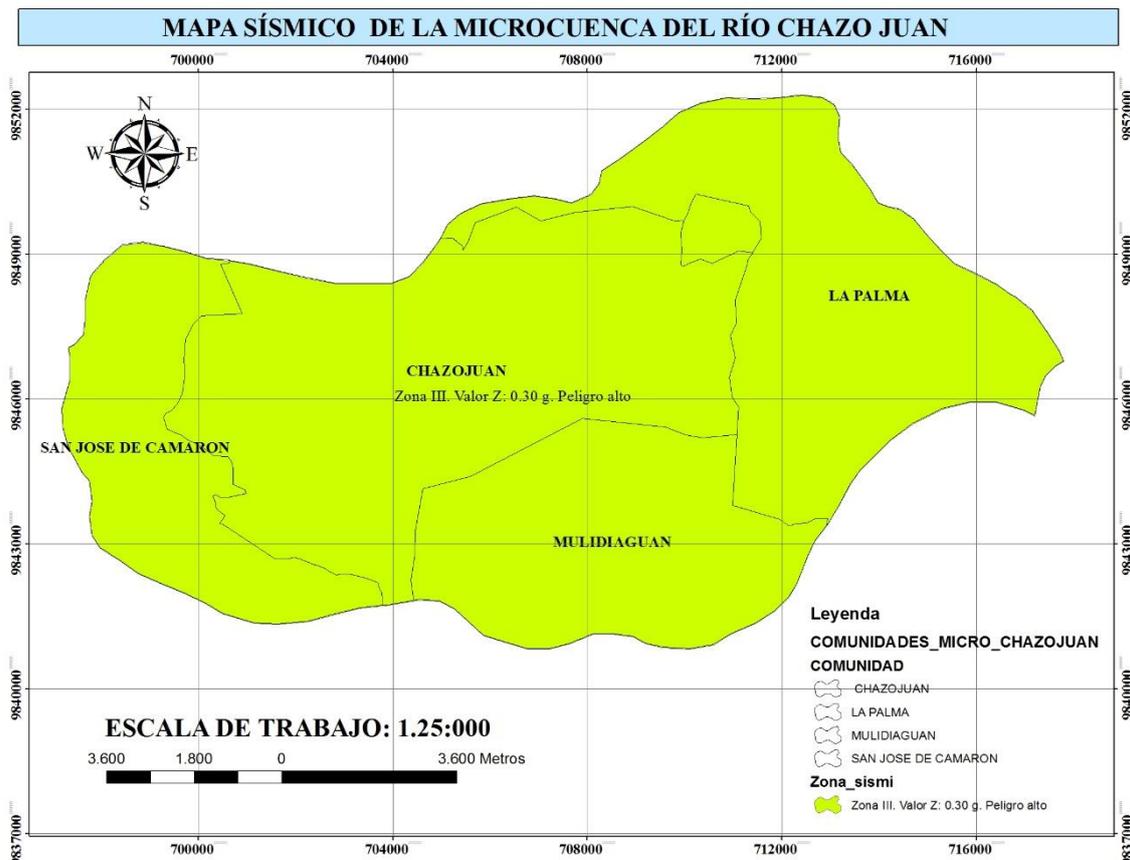
Los eventos suscitados tienen como origen una ruptura de la falla de Pallatanga. Dentro de la microcuenca la sismicidad está representada en un total de 14786.52 ha, según las normas NEC, 2015 se establece la ubicación dentro de la Zona III que corresponde a 0.30 gals, con un nivel de peligro sísmico alto (Tabla 21).

Tabla 21. Descripción sísmica

Descripción	Área (ha)	%	Valor Indicador	Ponderación	Valor Máximo
Zona III	14786,52	100,00	7	0,5	3,5
TOTAL	14786,52	100,00			

Fuente: NEC, 2015
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 7. Mapa sísmico de la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: NEC, 2015
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

4.2. Identificación de índices, niveles, zonas de la amenaza y la percepción de las comunidades, sobre los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan

En el presente apartado se presenta los siguientes resultados:

El índice, niveles y mapa (zonas) de amenaza de deslizamientos de la zona de estudio.

El análisis e interpretación de resultados de las encuestas a los jefes de familia de las comunidades localizadas en la microcuenca.

4.2.1. Índices, niveles y mapa (zonas) de amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan

Para identificar los índices, niveles y zonas de la amenaza de deslizamientos, se desarrolló mediante el siguiente proceso:

A partir de la descripción y ponderación de los factores condicionantes (geología-litología, geomorfología, pendiente, uso de suelo y cobertura vegetal) y detonantes (sismicidad y precipitación) explicados en los resultados del objetivo 1, se realizó la correlación de los factores antes citados representados en mapas, mediante el método de álgebra de mapas en el software ArcGis 10.3.1, se obtuvo el mapa resultante de amenaza con los valores máximos de cada uno de los factores, cuya sumatoria da como resultado el índice que a su vez permite determinar el nivel de amenaza de deslizamientos en el área de estudio. El proceso metodológico y los criterios se explicaron en el apartado 3.5.2 y las tablas 14 y 15.

Las zonas con los niveles de amenaza fueron representadas en el mapa 8 de amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.

En la tabla 22 y el mapa 8 de amenaza de deslizamientos se muestra que la mayor parte del área de estudio registra niveles medios, seguida del nivel alto y bajo de la amenaza de deslizamiento.

En la zona de niveles altos de amenaza son: en la comunidad de Chazo Juan con un área de 1028.34 ha., en la comunidad de Mulidiahúan con un área de 58.12 ha, en la comunidad de San José de Camarón con un área de 1482.29 ha, debido a que la topografía del terreno presenta gran porcentaje de pendientes pronunciadas, aguas superficiales y vertientes, presentando así mayor incidencia dentro de la geomorfología predominan las vertientes, barrancos, valle fluvial, relieve montañoso y coluviones antiguos dentro de la cobertura vegetal y uso de suelo los cultivos de ciclo corto, pastos plantados y vegetación arbustiva;

en la pendiente muy fuertes 50-70% y en la geología presenta formación Macuchi, depósitos aluviales y coluviales.

En la zona de nivel medio de amenaza en las comunidades de La Palma con un área de 7310.63 ha., Chazo Juan con un área de 8994.48 ha., en la comunidad de Mulidiahúan con un área de 4652.91 ha, en la comunidad de San José de Camarón con un área de 2513.82 ha, debido a que no existe gran cobertura vegetal al igual que son pendientes pronunciadas, siendo así que la incidencia predomina dentro de la geología como es la formación Macuchi y depósitos aluviales; dentro de la cobertura vegetal y uso de suelo predomina los pastos plantados, bosque natural intervenido, bosque natural, cultivos de ciclo corto, páramo, vegetación arbustiva; las pendientes predominan en irregular, ondulación moderada 12 – 25%, fuertes, colinado 25 – 50%, muy fuertes, escarpado 50 – 70%, abrupta, montañoso >70%; dentro de la geomorfología predominan las vertientes, barrancos, valle fluvial, relieve montañoso y coluviones antiguos.

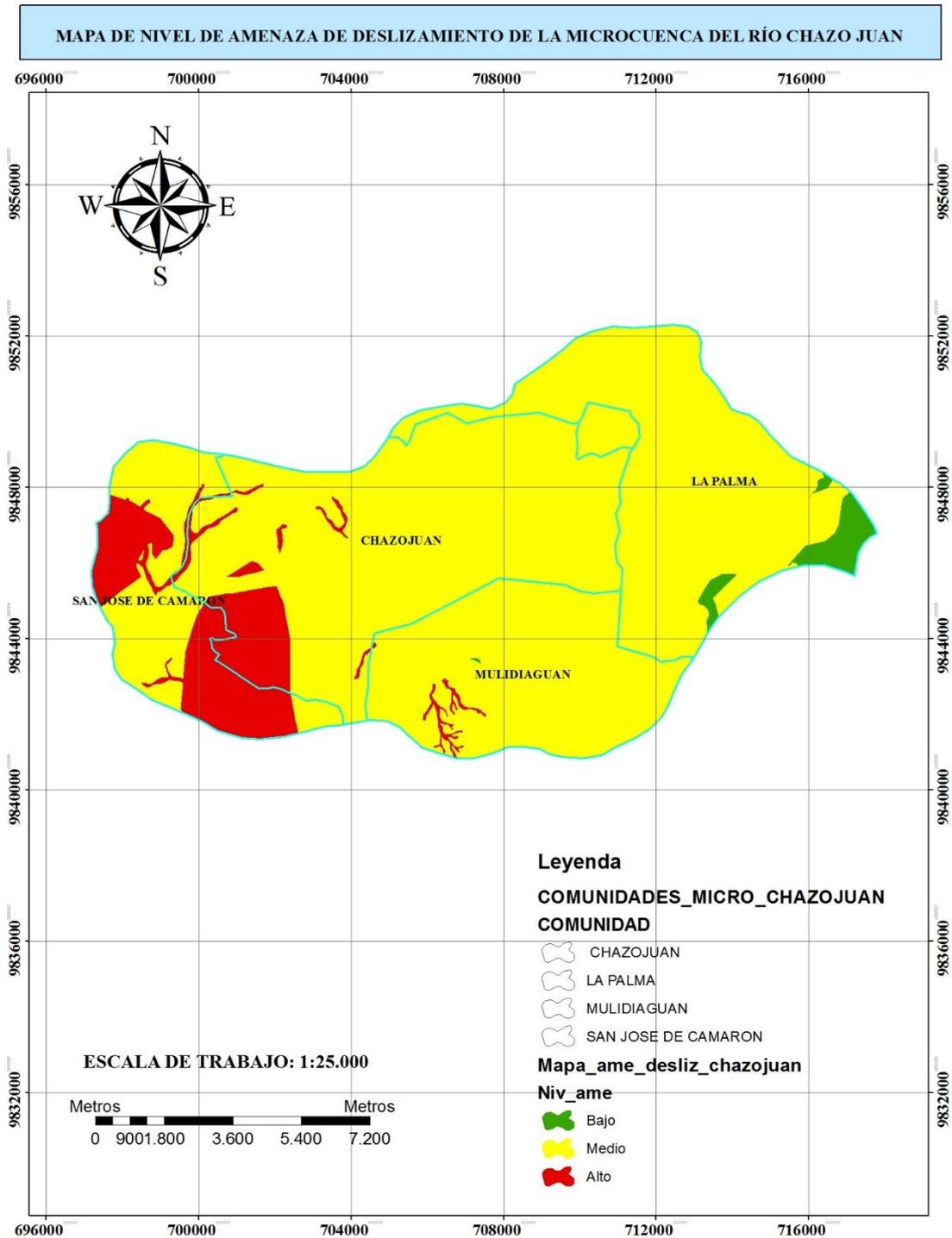
Finalmente, en la zona de nivel bajo en la comunidad de La Palma con un área de 263.31 ha., Mulidiahúan 1.74 ha., debido a que hay cultivos de pasto y presencia de bosques húmedos, presentando así mayor incidencia dentro de la geomorfología dentro de la cobertura vegetal y uso de suelo el bosque natural intervenido y los páramos; en la pendiente predominan en ser irregular, ondulación moderada 12 – 25% y abrupta, montañoso >70%; dentro de la geología presenta formación Macuchi y Pisayambo y dentro de la geomorfología presenta superficies volcánicas y vertientes.

Tabla 22. Calificación de la amenaza con sus respectivas zonas, índices y niveles de amenaza a deslizamiento

Nivel de amenaza	Comunidad La Palma		Comunidad de Chazo Juan		Comunidad Mulidiahuán		Comunidad San José de Camarón		Total	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Bajo	263,31	3,48	0	0	1,74	0,04	0	0	265,05	1,01
Medio	7310,63	96,52	8994,48	89,74	4652,91	98,73	2513,82	62,91	23471,84	89,23
Alto	0	0	1028,34	10,26	58,12	1,23	1482,29	37,09	2568,75	9,77
Total	7573,94	100,00	10022,82	100,00	4712,76	100,00	3996,12	100,00	26305,64	100,00

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
 Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 8. Mapa de identificación de zonas, índices y niveles de la amenaza de deslizamiento en la microcuenca del Río Chazo Juan.



**Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012 & SNGR, 2013
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

4.2.2. Análisis e interpretación de resultados de las encuestas aplicadas a jefes de familia de las comunidades localizadas en la microcuenca del río Chazo Juan

¿Considera que los deslizamientos han ocasionado cada vez más pérdidas en los últimos 5 años?

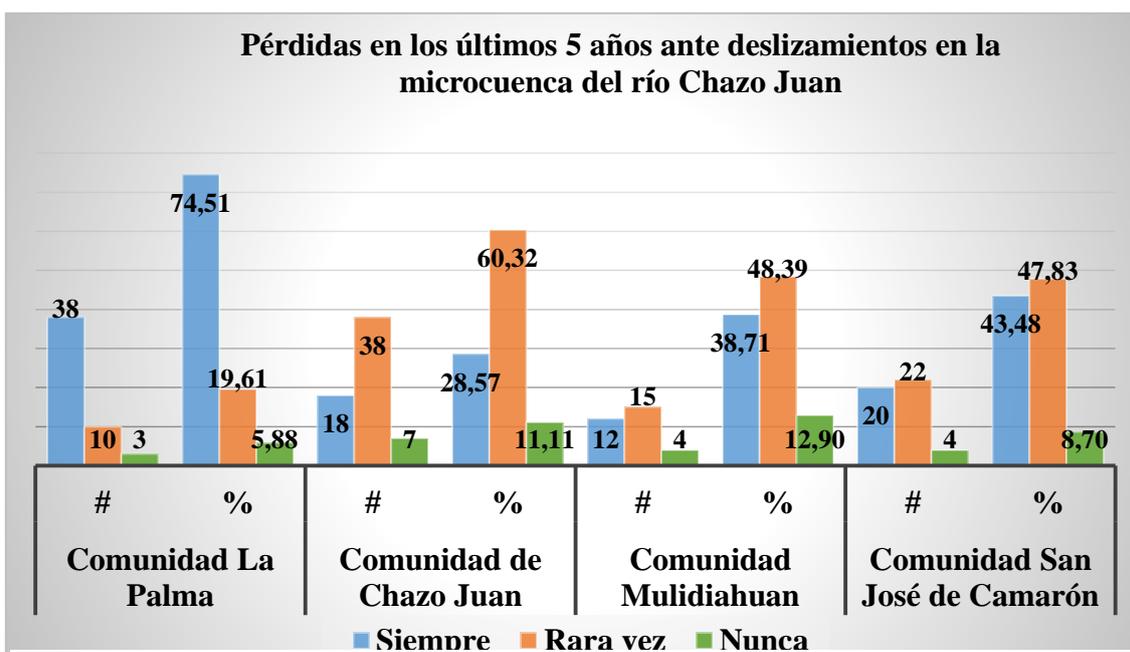
Según las encuestas obtenidas a la población de las comunidades de la microcuenca del río Chazo Juan, representan un porcentaje de 46,07%, siendo así las pérdidas económicas en el comercio debido a los daños en la vía, posteriormente 9,42% con pocas afectaciones (Tabla 23).

Tabla 23. Pérdidas que han ocasionado los deslizamientos en los últimos 5 años

Nivel de amenaza	Comunidad La Palma		Comunidad de Chazo Juan		Comunidad Mulidiahúan		Comunidad San José de Camarón		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Siempre	38	74,51	18	28,57	12	38,71	20	43,48	88	46,07
Rara vez	10	19,61	38	60,32	15	48,39	22	47,83	85	44,50
Nunca	3	5,88	7	11,11	4	12,90	4	8,70	18	9,42
Total	51	100	63	100	31	100	46	100	191	100

Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Gráfico 4. Pérdidas que han ocasionado los deslizamientos en los últimos 5 años



Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

¿Cuáles son las causas que provocan los deslizamientos?

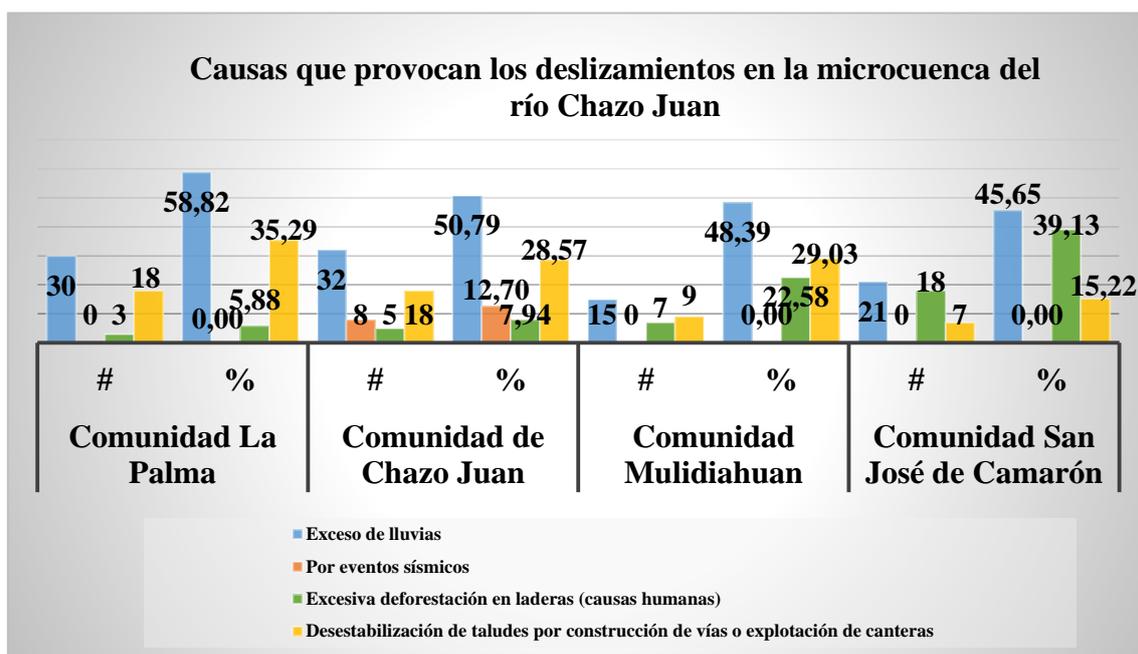
Las encuestas realizadas a la población de las comunidades de la microcuenca del río Chazo Juan, de acuerdo a la percepción de la gente se llegó a determinar que las causas que provocan deslizamientos son: el exceso de lluvias con precipitaciones muy altas representando un porcentaje de 51,31%, ocasionando la desestabilización de taludes por construcción de vías o explotaciones de canteras mal diseñadas debido a que no presentan estudios técnicos, posteriormente expresan que la excesiva deforestación en laderas a causa de la tala de bosques nativos en la zona con un porcentaje de 17,28% (Tabla 24).

Tabla 24. Causas que provocan los deslizamientos

Nivel de amenaza	La Palma		Chazo Juan		Mulidiahúan		San José de Camarón		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Exceso de lluvias	30	58,82	32	50,79	15	48,39	21	45,65	98	51,31
Por eventos sísmicos	0	0,00	8	12,70	0	0,00	0	0,00	8	4,19
Excesiva deforestación en laderas (causas humanas)	3	5,88	5	7,94	7	22,58	18	39,13	33	17,28
Desestabilización de taludes por construcción de vías o explotación de canteras	18	35,29	18	28,57	9	29,03	7	15,22	52	27,23
Total	51	100	63	100	31	100	46	100	191	100

Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Gráfico 5. Causas que provocan los deslizamientos



**Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

¿Qué tipo de afectaciones provocan los deslizamientos en su comunidad?

Según las encuestas obtenidas a la población de las comunidades de la microcuenca del río Chazo Juan se llegó a determinar que los deslizamientos provocan mayores afectaciones a las personas (salud) en un porcentaje de 30,37% debido a que los desprendimientos de material y roca puede ocasionarles heridas, además de esto causando afectación a las edificaciones por la construcción en pendientes pronunciadas debido a los suelos húmedos y a la acumulación de agua, posteriormente afectando a la economía con un 15,18% por la pérdida de cultivos que son producto influenciado por la topografía del suelo y los efectos de la variabilidad climática, daños en la infraestructura vial que les ocasiona pérdida en el comercio (Tabla 25).

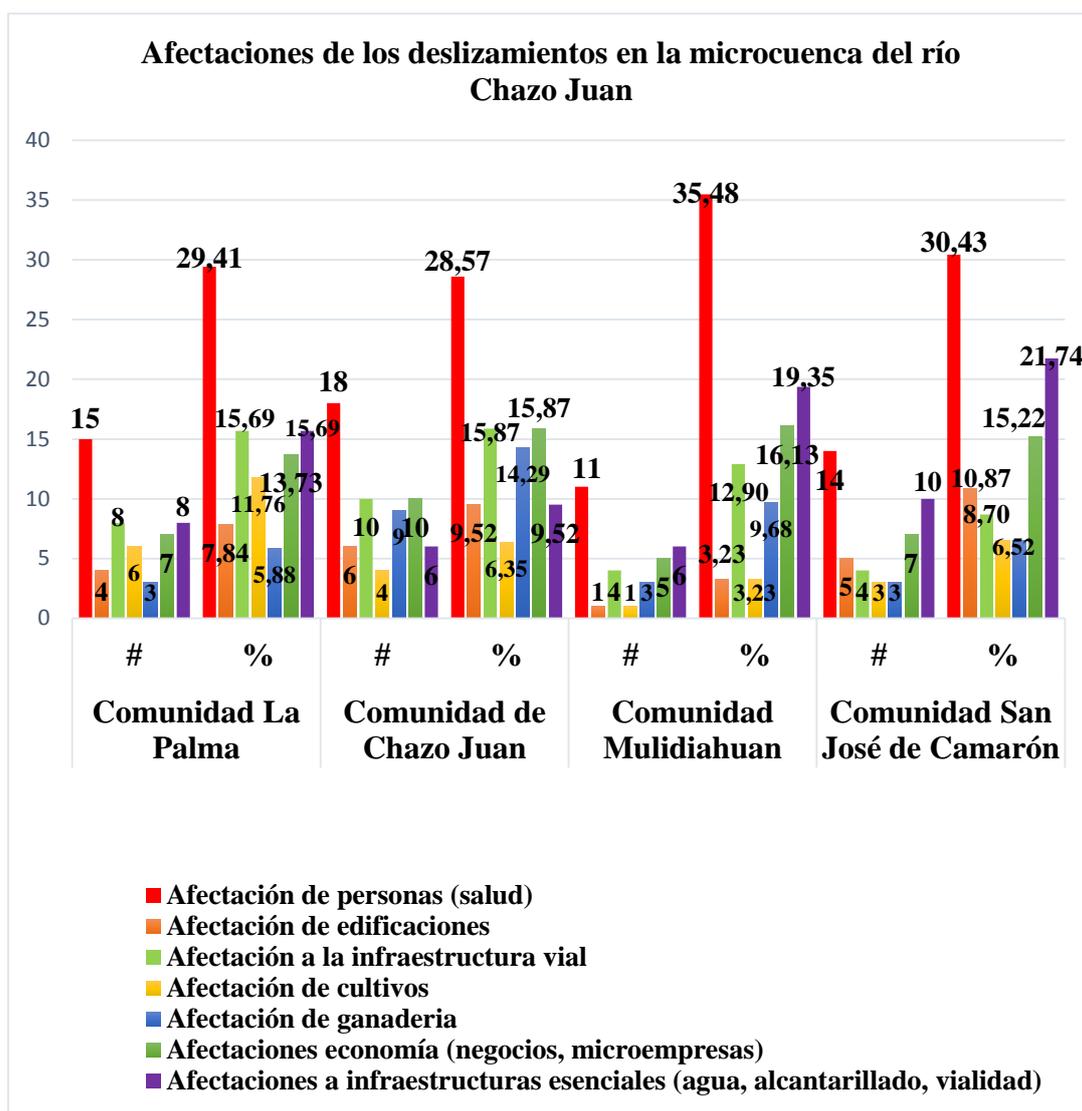
Tabla 25. Tipos de afectaciones que provocan los deslizamientos

Nivel de amenaza	La Palma		Chazo Juan		Mulidiahuan		San José de Camarón		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Afectación de personas (salud)	15	29,41	18	28,57	11	35,48	14	30,43	58	30,37

Afectación de edificaciones	4	7,84	6	9,52	1	3,23	5	10,87	16	8,38
Afectación a la infraestructura vial	8	15,69	10	15,87	4	12,90	4	8,70	26	13,61
Afectación de cultivos	6	11,76	4	6,35	1	3,23	3	6,52	14	7,33
Afectación de ganadería	3	5,88	9	14,29	3	9,68	3	6,52	18	9,42
gAfectaciones economía (negocios, microempresas)	7	13,73	10	15,87	5	16,13	7	15,22	29	15,18
Afectaciones a infraestructuras esenciales (agua, alcantarillado, vialidad)	8	15,69	6	9,52	6	19,35	10	21,74	30	15,71
Total	51	100	63	100	31	100	46	100	191	100

Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Gráfico 6. Tipo de afectaciones que provocan los deslizamientos



Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

¿Qué acciones o medidas aplica y con qué frecuencia en su comunidad para la reducción de la amenaza de deslizamientos?

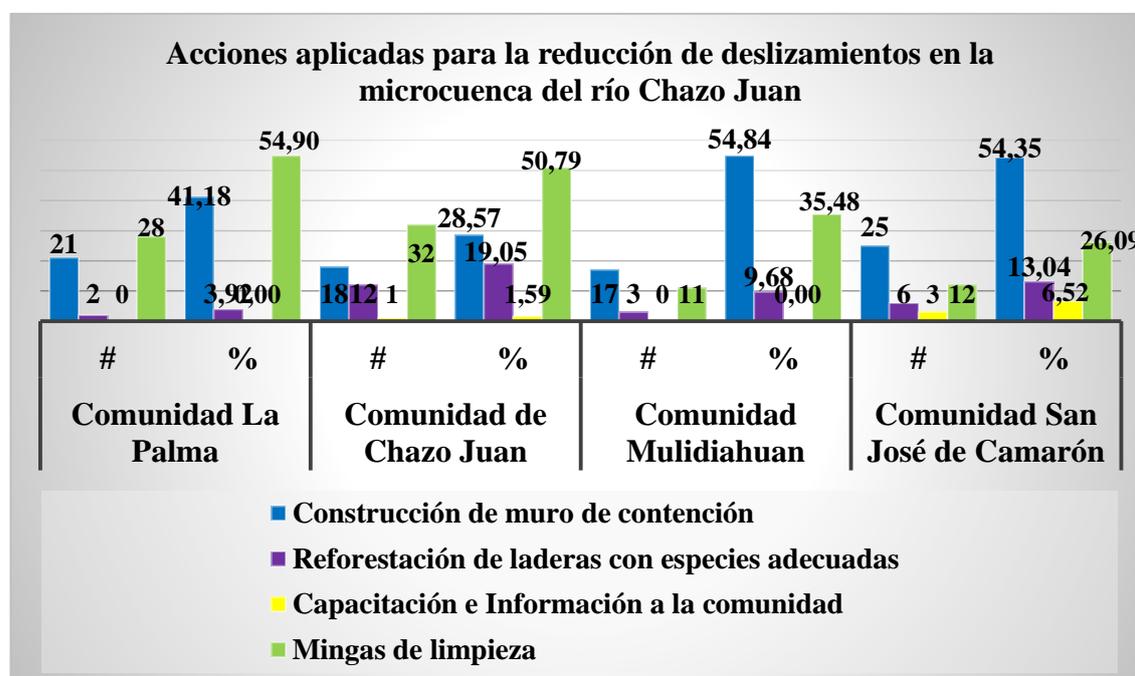
Según las encuestas realizadas a los pobladores de la microcuenca en mayores porcentajes representa que las acciones y medidas que se aplican para minimizar los efectos que ocasionan los deslizamientos son las mingas de limpieza con un porcentaje de 43,46% por la organización comunitaria existente, la construcción de muros de contención con un porcentaje de 42,41% teniendo apoyo de los directivos y el GAD Provincial para ejecutar la obra (Tabla 26).

Tabla 26. Acciones aplicadas para la reducción de deslizamientos

Nivel de amenaza	La Palma		Chazo Juan		Mulidiahuán		San José de Camarón		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Construcción de muro de contención	21	41,18	18	28,57	17	54,84	25	54,35	81	42,41
Reforestación de laderas con especies adecuadas	2	3,92	12	19,05	3	9,68	6	13,04	23	12,04
Capacitación e Información a la comunidad	0	0,00	1	1,59	0	0,00	3	6,52	4	2,09
Mingas de limpieza	28	54,90	32	50,79	11	35,48	12	26,09	83	43,46
Total	51	100	63	100	31	100	46	100	191	100

Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
 Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Gráfico 7. Acciones aplicadas para la reducción de deslizamientos



Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018
 Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

¿Ha recibido capacitación e información (charlas, talleres, curso,) sobre deslizamientos? Marque una opción con una X

Los pobladores de las comunidades de la microcuenca no reciben capacitaciones ante amenazas de deslizamientos mostrando un porcentaje de 96,86% con conocimientos nulos acerca de los riesgos, no poseen capacidad de respuesta debido a que no existe coordinación con cada una de las instituciones (Tabla 27).

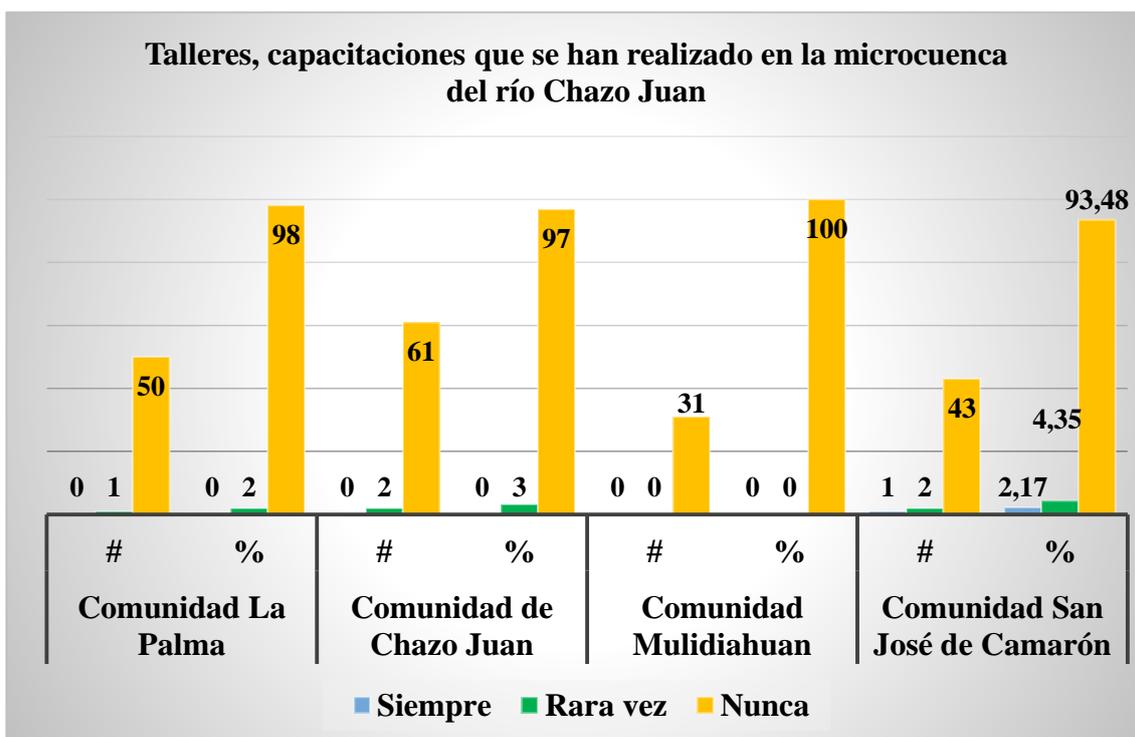
Tabla 27. Ha recibido capacitaciones ante amenazas

Nivel de amenaza	La Palma		Chazo Juan		Mulidiahuán		San José de Camarón		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Siempre	0	0	0	0	0	0	1	2,17	1	0,52
Rara vez	1	2	2	3	0	0	2	4,35	5	2,62
Nunca	50	98	61	97	31	100	43	93,48	185	96,86
Total	51	100	63	100	31	100	46	100	191	100

Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Gráfico 8. Ha recibido capacitaciones ante amenaza



Fuente: Encuestas realizadas a jefes de familia, 2018

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

4.3. Relación de los factores, índices y niveles de los eventos de deslizamientos en un área piloto comprendida en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán de la microcuenca del río Chazo Juan

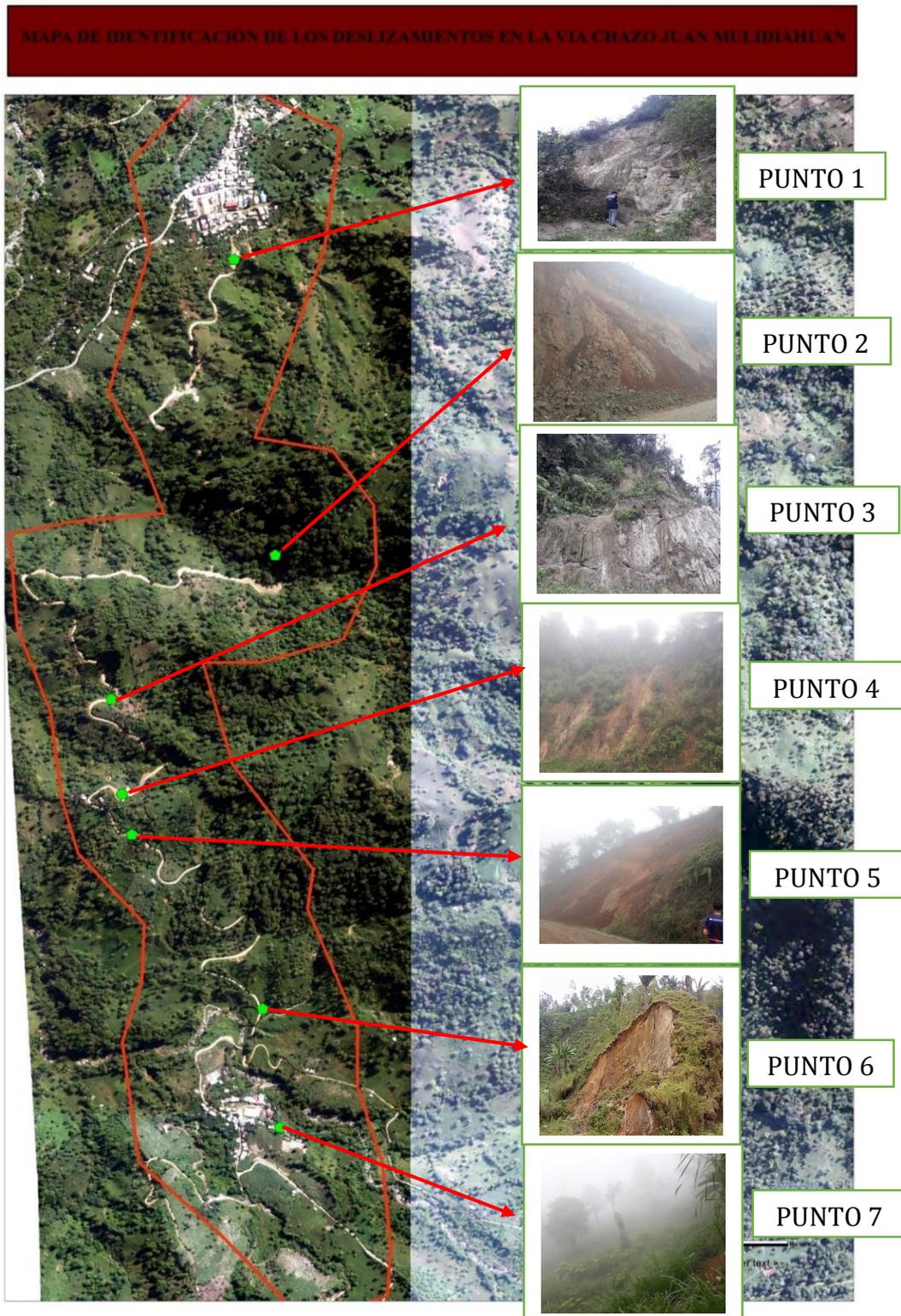
4.3.1. Resultados de la observación de sitios de afectación de deslizamientos en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

La microcuenca del río Chazo Juan es una zona montañosa con diversas pendientes, escorrentías superficiales, bosques húmedos las mismas que son causantes de que se produzcan eventos de deslizamientos, principalmente en épocas lluviosas con afectación del tramo de la vía Chazo Juan – Mulidiahuán.

Se realizó observación para la aplicación de la ficha de campo (Anexo 1) en los siete puntos de eventos de deslizamientos para determinar los factores que incidieron en la presencia de estos eventos.

En la (Figura 1) se representan los siete eventos de deslizamientos identificados en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán que presenta mayor incidencia de amenaza de deslizamientos.

Figura 1. Resultados de la observación a través de una ficha de campo



**Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Seguidamente, se describe los resultados de cada uno de los eventos (puntos) de deslizamientos observados en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán, en la que consta un breve análisis, la tabla de localización y descripción, así como una fotografía de representación del sitio.

Punto 1

En la vía que conduce a las comunidades de Chazo Juan – Mulidiahuán se observó un deslizamiento latente de mediana magnitud, con una área aproximada 103 m² causado por los diferentes factores condicionantes: Geología/Litología (Arena, limos, arcilla y conglomerado); Geomorfología (Relieve colinado medio); Pendiente (Montañoso mayor 70%, Abrupta); Usos de suelo y Cobertura vegetal (Bosque Natural Intervenido) y detonantes: Precipitación (2100-2200 mm³); Sismicidad (Zona III norma NEC) que predominan en la zona, influyendo notoriamente en la formación de la amenaza afectando a la infraestructura vial y causando daños ambientales (Tabla 28).

Tabla 28. Características del Punto 1 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

TABLA DE COORDENADAS UTM- WGS_1984		
X: 705874	Y: 9845491	Z: 939msnm
Sector de referencia: Vía Chazo Juan – Mulidiahuán		
Aspectos observados	Descripción	Observación
Estado	Latente	-Afectación directa a la infraestructura vial. -Daños ambientales
Magnitud	Mediana	
Factores condicionantes	Geología/Litología	Arena, limos, arcilla y conglomerado
	Geomorfología	Relieve colinado medio
	Pendiente	Montañoso mayor 70%, Abrupta
	Usos de suelo y Cobertura vegetal	Bosque Natural Intervenido
Factores detonantes	Precipitación	2100-2200 mm ³
	Sismicidad	Zona III norma NEC

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

**Fotografía 1. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan –
Mulidiahuán**



**Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Punto 2

En la vía que conduce a las comunidades de Chazo Juan – Mulidiahuán se observó un deslizamiento latente de gran magnitud, con una área aproximada 573m² causado por los diferentes factores condicionantes: Geología/Litología (Limos, arcilla, arena, gravas y bloques en proporciones variables); Geomorfología (Relieve montañoso); Pendiente (Escarpado 50 -70%, Muy fuerte); Usos de suelo y Cobertura vegetal (Bosque Natural Intervenido) y detonantes: Precipitación (2100-2200 mm³); Sismicidad (Zona III norma NEC) que predominan en la zona, influyendo notoriamente en la formación de la amenaza afectando a la infraestructura vial y causando daños ambientales (Tabla 29).

Tabla 29. Características del Punto 2 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

TABLA DE COORDENADAS UTM- WGS_1984		
X: 705373	Y: 9844743	Z: 993msnm
Sector de referencia: Vía Chazo Juan – Mulidiahuán		
Aspectos observados	Descripción	Observación
Estado	Latente	

Magnitud	Grande	-Afectación directa a la infraestructura vial. -Daños ambientales
Factores condicionantes	Geología/Litología	Limos, arcilla, arena, gravas y bloques en proporciones variables
	Geomorfología	Relieve montañoso
	Pendiente	Escarpado 50 -70%, Muy fuerte
	Usos de suelo y Cobertura vegetal	Bosque Natural Intervenido
Factores detonantes	Precipitación	2100-2200 mm ³
	Sismicidad	Zona III norma NEC

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Fotografía 2. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán



**Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Punto 3

En la vía que conduce a las comunidades de Chazo Juan – Mulidiahuán se observó un deslizamiento latente de gran magnitud, con una área aproximada 399m² causado por los diferentes factores condicionantes: Geología/Litología (Limos, arcilla, arena, gravas y bloques); Geomorfología (Relieve montañoso); Pendiente (Montañoso mayor 70%, Abrupta); Usos de suelo y Cobertura vegetal (Bosque Natural Intervenido) y detonantes: Precipitación (2100-2200 mm³); Sismicidad (Zona III norma NEC) que predominan en la zona, influyendo notoriamente en la formación de la amenaza afectando a la infraestructura vial y causando daños ambientales (Tabla 30).

Tabla 30. Características del Punto 3 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

TABLA DE COORDENADAS UTM- WGS_1984		
X: 705581	Y: 9844379	Z: 1063msnm
Sector de referencia: Vía Chazo Juan – Mulidiahuán		
Aspectos observados	Descripción	Observación
Estado	Latente	-Afectación directa a la infraestructura vial. -Daños ambientales
Magnitud	Grande	
Factores condicionantes	Geología/Litología	Limos, arcilla, arena, gravas y bloques
	Geomorfología	Relieve montañoso
	Pendiente	Montañoso mayor 70%, Abrupta
	Usos de suelo y Cobertura vegetal	Bosque Natural Intervenido
Factores detonantes	Precipitación	2100-2200 mm ³
	Sismicidad	Zona III norma NEC

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

**Fotografía 3. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan –
Mulidiahuán**



**Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Punto 4

En la vía que conduce a las comunidades de Chazo Juan – Mulidiahuán se observó un deslizamiento latente de gran magnitud, con una área aproximada 140m² causado por los diferentes factores condicionantes: Geología/Litología (Arena, limos, arcilla y conglomerado); Geomorfología (Barranco); Pendiente (Escarpado 50 -70%, Muy fuerte); Usos de suelo y Cobertura vegetal (Bosque Natural Intervenido) y detonantes: Precipitación (2100-2200 mm³); Sismicidad (Zona III norma NEC) que predominan en la zona, influyendo notoriamente en la formación de la amenaza afectando a la infraestructura vial y causando daños ambientales (Tabla 31).

Tabla 31. Características del Punto 4 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

TABLA DE COORDENADAS UTM- WGS_1984		
X: 705606	Y: 9844140	Z: 1069msnm
Sector de referencia: Vía Chazo Juan – Mulidiahuán		
Aspectos observados	Descripción	Observación
Estado	Latente	-Afectación directa a la infraestructura vial. -Daños ambientales
Magnitud	Grande	

Factores condicionantes	Geología/Litología	Arena, limos, arcilla y conglomerado
	Geomorfología	Barranco
	Pendiente	Escarpado 50 -70%, Muy fuerte
	Usos de suelo y Cobertura vegetal	Bosque Natural Intervenido
Factores detonantes	Precipitación	2100-2200 mm ³
	Sismicidad	Zona III norma NEC

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Fotografía 4. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán



**Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Punto 5

En la vía que conduce a las comunidades de Chazo Juan – Mulidiahuán se observó un deslizamiento latente de gran magnitud, con una área aproximada 531 m² causado por los diferentes factores condicionantes: Geología/Litología (Arena, limos, arcilla y conglomerado); Geomorfología (Barranco); Pendiente (Colinado 25-50%, Fuerte); Usos de suelo y Cobertura vegetal (Bosque Natural Intervenido) y detonantes: Precipitación (2100-2200 mm³); Sismicidad (Zona III norma NEC) que predominan en la zona, influyendo notoriamente en la formación de la amenaza afectando a la infraestructura vial y causando daños ambientales (Tabla 32).

Tabla 32. Características del Punto 5 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

TABLA DE COORDENADAS UTM- WGS_1984		
X: 705630	Y: 9844038	Z: 1067msnm
Sector de referencia: Vía Chazo Juan – Mulidiahuán		
Aspectos observados	Descripción	Observación
Estado	Latente	-Afectación directa a la infraestructura vial. -Daños ambientales
Magnitud	Grande	
Factores condicionantes	Geología/Litología	Arena, limos, arcilla y conglomerado
	Geomorfología	Barranco
	Pendiente	Colinado 25-50%, Fuerte
	Usos de suelo y Cobertura vegetal	Bosque Natural Intervenido
Factores detonantes	Precipitación	2100-2200 mm ³
	Sismicidad	Zona III norma NEC

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

**Fotografía 5. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan –
Mulidiahuán**



**Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Punto 6

En la vía que conduce a las comunidades de Chazo Juan – Mulidiahuán se observó un deslizamiento latente de mediana magnitud, con una área aproximada 190m² causado por los diferentes factores condicionantes: Geología/Litología (Conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa); Geomorfología (Relieve colinado medio); Pendiente (Escarpado 50 - 70%, Muy fuerte); Usos de suelo y Cobertura vegetal (Bosque Natural Intervenido) y detonantes: Precipitación (2100-2200 mm³); Sismicidad (Zona III norma NEC) que predominan en la zona, influyendo notoriamente en la formación de la amenaza afectando a la infraestructura vial y causando daños ambientales (Tabla 33).

Tabla 33. Características del Punto 6 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

TABLA DE COORDENADAS UTM- WGS_1984		
X: 705943	Y: 9843597	Z: 1011msnm
Sector de referencia: Vía Chazo Juan – Mulidiahuán		
Aspectos observados	Descripción	Observación
Estado	Latente	

Magnitud	Mediana	-Afectación directa a la infraestructura vial. -Daños ambientales
Factores condicionantes	Geología/Litología	Conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa
	Geomorfología	Relieve colinado medio
	Pendiente	Escarpado 50 -70%, Muy fuerte
	Usos de suelo y Cobertura vegetal	Bosque Natural Intervenido
Factores detonantes	Precipitación	2100-2200 mm ³
	Sismicidad	Zona III norma NEC

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Fotografía 6. Zona de deslizamiento en la vía de la comunidad Chazo Juan – Mulidiahuán



**Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Punto 7

En la comunidad de Mulidiahuán se observó un asentamiento de masa latente de gran magnitud, con una área aproximada 608m² causado por los diferentes factores condicionantes: Geología/Litología (Conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa); Geomorfología (Relieve colinado medio); Pendiente (Ondulación moderada 12-25%, Irregular); Usos de suelo y Cobertura vegetal (Bosque Natural Intervenido) y detonantes: Precipitación (2100-2200 mm³); Sismicidad (Zona III norma NEC) que predominan en la zona, influyendo notoriamente en la formación de la amenaza afectando a la infraestructura vial y causando daños ambientales (Tabla 34).

Tabla 34. Características del Punto 4 de deslizamiento ubicado en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán

TABLA DE COORDENADAS UTM- WGS_1984		
X: 705984	Y: 9843298	Z: 939msnm
Sector de referencia: Vía Chazo Juan – Mulidiahuán		
Aspectos observados	Descripción	Observación
Estado	Latente	-Afectación directa a la infraestructura vial y viviendas. -Daños ambientales
Magnitud	Grande	
Factores condicionantes	Geología/Litología	Conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa
	Geomorfología	Relieve colinado medio
	Pendiente	Ondulación moderada 12-25%, Irregular
	Usos de suelo y Cobertura vegetal	Bosque Natural Intervenido
Factores detonantes	Precipitación	2100-2200 mm ³
	Sismicidad	Zona III norma NEC

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Fotografía 7. Asentamiento de masa en la comunidad de Mulidiahuán



**Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

Después de describir los siete puntos predominantes de deslizamientos en la vía Chazo Juan – Mulidiahuán, que provocan afectaciones a la infraestructura vial, daños ambientales, además, pueden ocasionar pérdidas económicas en los pobladores ya que al producirse un evento las vías de comunicación permanecerían inhabilitadas.

4.3.2. Matriz de resultados

A partir de la descripción de las características de cada punto de deslizamientos que se presentaron en la vía Chazo Juan – Mulidiahúan determinando sus factores condicionantes y detonantes que inciden en la amenaza, aplicando sus respectivos valores a los indicadores, peso de ponderación y valores máximos, para determinar el índice y el nivel de amenaza de cada uno de los deslizamientos observados (Tabla 35).

En la tabla 35 se presenta los resultados de ponderación de la amenaza de los siete eventos en la zona comprendida de la vía entre Chazo Juan – Mulidiahúan, identificando los factores que inciden en la formación de la amenaza de deslizamientos, en los cuales cuatro eventos presentan un nivel de amenaza medio en donde predomina dentro de la geología las arenas, limos, arcilla, conglomerados; en la geomorfología posee relieves montañosos y en otros posee características de barrancos, siendo así que dentro de la microcuenca la mayoría del suelo está caracterizado por poseer bosques naturales intervenidos, de la misma manera posee precipitaciones anuales de 2100 – 2200 mm y encontrándose en la zona III (aceleración en roca 0,30 g) según las normas NEC, sin embargo el trabajo observado también nos da como resultado dos eventos con un nivel de amenaza alto en donde predomina dentro de la geología limos, arenas, arcillas y conglomerados, de la misma forma dentro de la geomorfología presenta relieves montañosos y barrancos, pendientes mayores a 70%, llegando a influenciar la precipitación de 2100 – 2200 mm anualmente, encontrándose ubicada en la zona III.

Tabla 35. Matriz de resultados

MATRIZ DE RESULTADOS																													
FACTORES		PUNTO 1				PUNTO 2				PUNTO 3				PUNTO 4				PUNTO 5				PUNTO 6				PUNTO 7			
		Condiciones Observadas	Valor indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo	Condiciones Observadas	Valor indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo	Condiciones Observadas	Valor indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo	Condiciones Observadas	Valor indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo	Condiciones Observadas	Valor indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo	Condiciones Observadas	Valor indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo	Condiciones Observadas	Valor indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo
FACTOR CONDICIONATE	GEOLÓGIA/LITOLOGÍA	Arena, limos, arcilla y conglomerado	5	3	15	Limos, arcilla, arena, gravas y bloques en proporciones variables	10	3	30	Limos, arcilla, arena, gravas y bloques	10	3	30	Arena, limos, arcilla y conglomerado	5	3	15	Arena, limos, arcilla y conglomerado	5	3	15	Conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa	5	3	15	Conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa	5	3	15
	GEOMORFOLOGÍA	Relieve colinado medio	5	1	5	Relieve montañoso	7	1	7	Relieve montañoso	7	1	7	Barranco	10	1	10	Barranco	10	1	10	Relieve colinado medio	5	1	5	Relieve colinado medio	5	1	5
	PENDIENTE	Montañoso mayor 70%, Abrupta	10	3	30	Escarpado 50-70%, Muy fuerte	7	3	21	Montañoso mayor 70%, Abrupta	10	3	30	Escarpado 50-70%, Muy fuerte	7	3	21	Colinado 25-50%, Fuerte	5	3	15	Escarpado 50-70%, Muy fuerte	7	3	21	Ondulación moderada 12-25%, Irregular	3	3	9
	USO DE SUELO Y COBERTURA VEGETAL	Bosque Natural Intervenido	1	2	2	Bosque Natural Intervenido	1	2	2	Bosque Natural Intervenido	1	2	2	Bosque Natural Intervenido	1	2	2	Bosque Natural Intervenido	1	2	2	Bosque Natural Intervenido	1	2	2	Bosque Natural Intervenido	1	2	2
FACTOR DETONATE	PRECIPITACIÓN	2100-2200 mm	7	0,5	3,5	2100-2200 mm	7	0,5	3,5	2100-2200 mm	7	0,5	3,5	2100-2200 mm	7	0,5	3,5	2100-2200 mm	7	0,5	3,5	2100-2200 mm	7	0,5	3,5	2100-2200 mm	7	0,5	3,5
	SISMICIDAD	Zona III norma NEC	7	0,5	3,5	Zona III norma NEC	7	0,5	3,5	Zona III norma NEC	7	0,5	3,5	Zona III norma NEC	7	0,5	3,5	Zona III norma NEC	7	0,5	3,5	Zona III norma NEC	7	0,5	3,5	Zona III norma NEC	7	0,5	3,5
TOTAL				10	59			10	67			10	76			10	55			10	49			10	50			10	38
NIVEL AMENAZA				Medio				Alto				Alto				Medio				Medio			Medio					Medio	

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

4.4. Establecimiento de estrategias de reducción de los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan

Se incorpora las medidas estructurales que están encaminadas a la reducción de la amenaza, mientras que las medidas no estructurales complementan a la prevención y mitigación de la amenaza, principalmente, a través de la educación, capacitación, organización comunitaria, entre otras.

4.4.1. Título: Estrategias de reducción de los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan

4.4.2. Justificación

El presente trabajo investigativo genera una propuesta del cual trata de establecer estrategias adecuadas para la reducción de la amenaza de deslizamientos, una vez que se analizó la influencia de los factores de susceptibilidad (condicionantes y detonantes).

La microcuenca del río Chazo Juan es muy susceptible a deslizamientos va desde una zona montañosa hasta un relieve plano, existiendo un gran cambio de temperatura desde lo más frío a lo subtropical.

Las zonas montañosas son muy susceptibles a deslizamientos debido a los procesos gravitacionales tales como son la topografía, sismicidad, meteorización y precipitación, estos factores se unen y generan la amenaza en zonas altas. (Suarez, 1998)

Existen diferentes técnicas para poder reducir los niveles de amenaza de deslizamientos, pudiendo obtener beneficios significativos, aunque no se podrían eliminar todos los problemas, por lo que desde el punto de vista de reducción de amenazas se propone establecer estrategias de reducción ante deslizamientos implementando así medidas estructurales y no estructurales, necesitando recursos alcanzables y de bajo costo para la construcción de estas medidas.

Tomando en cuenta que las zonas que presentan mayor afectación con los deslizamientos son el tramo de la vía La Palma con un área de 7573.94 ha., la vía de la comunidad de Chazo Juan con un área de 10022.82 ha., la vía que comprende a la comunidad de Mulidiahúan con un área de 4712.76 ha y la comunidad de San José de Camarón con un área de 3996.12 ha.

4.4.3. Objetivos

Objetivos General

Establecer estrategias de reducción de los deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.

Objetivos Específicos

- Establecer lineamientos y acciones para la reducción de la amenaza de deslizamiento en la zona de estudio.
- Determinar un plan de acción asignando responsabilidades a las instituciones.

4.4.4. Estrategias y acciones

Fortalecer las capacidades de respuesta de las instituciones ante una amenaza deslizamiento.

Las capacidades de respuesta son acciones para reducir la amenaza de deslizamientos en la microcuenca del río Chazo Juan.

Es de suma importancia que los habitantes de cada una de las comunidades que comprende la microcuenca, conozca la amenaza a la que están expuestos, de esta manera los habitantes sepan cómo enfrentar a la misma, para evitar pérdidas humanas, económicas, ambientales e infraestructura.

Instituciones con la que cuenta la microcuenca del río Chazo Juan:

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial-Bolívar

Gobierno Autónomo Descentralizado Cantón-Echeandía

Gobierno Autónomo Descentralizado Cantón-Guaranda

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial-Salinas-Guaranda

Estas instituciones deben coordinar con cada una de las comunidades de la microcuenca, para determinar los recursos, capacidades existentes o elementos de respuesta con las que cuenta y con las que cada una de las instituciones los pueda ayudar al fortalecimiento más relevante de una respuesta inmediata.

Plan de Acción con el establecimiento de estrategias de reducción a deslizamientos enfocándose a las medidas estructurales y no estructurales.

Las líneas estratégicas de reducción de la probabilidad de que se produzca un evento, ponen en relación las actividades de prevención, mitigación y preparación para así enfrentar los impactos negativos que se derivan de la amenaza.

Al centrar atención en estas actividades se logra un mejor resguardo de vidas humanas, bienes materiales, económicos, estructuras, a medida que se genera una cultura preventiva y una conciencia de acciones que ayudan a cada una de las fases, esto nos permitirá crear una comunidad organizada y protegida, posteriormente se detalla un plan de acción que debería implementarse y llevar a cabo en las comunidades de la microcuenca del río Chazo Juan.

ZONA CRÍTICA	PROBLEMAS IDENTIFICADOS	MEDIDAS ESTRUCTURALES	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES	RESPONSABLES/ COLABORADORES	COSTO ESTIMADO
LA PALMA	Tramos en la vía con daños ante deslizamientos comprendiendo áreas de terreno a nivel bajo (263.31 ha.), nivel medio (7310.63 ha.), nivel alto (0 ha.).	Estudios para diseños de proyectos de estabilización de taludes en la vía del tramo la Palma - Chazo Juan. Muros de contención, muro de gaviones en zonas de alto riesgo con afectación a la infraestructura vial. Escalonamiento de talud para retener el material constituido por diferente textura, debe disponer de gradas para controlar el agua lluvia o las escorrentías superficiales.	Realizar actividades de conservación ambiental a través de la forestación y reforestación. Informar a la población las zonas y puntos estratégicos que son de mayor susceptibilidad ante deslizamientos.	Responsables: GAD Provincial GAD Parroquial Salinas Colaboradores: GAD Municipal Guaranda GAD Municipal Echeandia	10.000 USD

		Redes de alta resistencia de forma hexagonal para la protección de caída de roca.			
MULIDIAH UAN	Tramos en la vía con daños ante deslizamientos comprendiendo áreas de terreno a nivel bajo (1.74 ha.), nivel medio (4652.91 ha.), nivel alto (58.12 ha.). Construcción de infraestructuras en laderas propensas a deslizamientos.	Obras de canalización de aguas superficiales en pendientes inestables. Escalonamiento de talud para retener el material constituido por diferente textura, debe disponer de gradas para controlar el agua lluvia o las escorrentías superficiales. Drenajes Longitudinales de Zanja con material filtrante cuya profundidad oscila entre 1 y 1.50 m.	Cumplimiento de normas sismo resistentes para la construcción de edificaciones. Organización en cada comunidad para poder evitar las pérdidas económicas, ambientales, materiales que se pueden presentar dentro del área de estudio.	Responsables: GAD Provincial GAD Parroquial Salinas Colaboradores: GAD Municipal Guaranda GAD Municipal Echeandia	10.000 USD

		<p>Tubos perforados en el fondo para la recolección de agua lluvia y aguas superficiales.</p> <p>Redes de alta resistencia de forma hexagonal para la protección de caída de roca.</p> <p>Biomantas para el aumento de vegetación.</p>	<p>Informar a la población las zonas y puntos estratégicos que son de mayor susceptibilidad ante deslizamientos.</p> <p>Realizar actividades de conservación ambiental a través de la forestación y reforestación.</p>		
CHAZO JUAN	Tramos en la vía con daños ante deslizamientos	Barreras vivas para disminuir la velocidad de escorrentía de las laderas.	Cumplimiento de normas sismo resistentes para la construcción de edificaciones.	Responsables: GAD Provincial GAD Parroquial Salinas	10.000 USD

	<p>comprendiendo áreas de terreno a nivel bajo (0 ha.), nivel medio (8994.48 ha.), nivel alto (1028.34 ha.).</p>	<p>Muros de concreto para soportar grandes flexiones.</p> <p>Biomantas para el aumento de vegetación.</p>	<p>Organización en cada comunidad para poder evitar las pérdidas económicas, ambientales, materiales que se pueden presentar dentro del área de estudio.</p> <p>Informar a la población las zonas y puntos estratégicos que son de mayor susceptibilidad ante deslizamientos.</p> <p>Realizar actividades de conservación</p>	<p>Colaboradores:</p> <p>GAD Municipal Guaranda</p> <p>GAD Municipal Echeandia</p>	
--	--	---	---	--	--

			ambiental a través de la forestación y reforestación.		
SAN JOSÉ DE CAMARÓN	Tramos en la vía con daños ante deslizamientos comprendiendo áreas de terreno a nivel bajo (0 ha.), nivel medio (2513.82 ha.), nivel alto (1482.29 ha.).	Muro de gavión, muros de contención Muros de concreto para soportar grandes flexiones.	Realizar actividades de conservación ambiental a través de la forestación y reforestación. Cumplimiento de normas sismo resistentes para la construcción de edificaciones.	Responsables: GAD Provincial GAD Parroquial Salinas Colaboradores: GAD Municipal Guaranda GAD Municipal Echeandia	10.000 USD
TOTAL					40.000 USD

**Tabla 36. Plan de acción con estrategias de reducción ante deslizamientos
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019**

4.4.5. Viabilidad

La viabilidad en nuestro trabajo investigativo hace referencia a la factibilidad de los recursos.

Tabla 37. Viabilidad de la propuesta a ser implementada

Política	Existe el interés de las autoridades, directivos de las comunidades para trabajar en las estrategias de reducción ante la amenaza de deslizamientos.
Técnica	Capacidad técnica a nivel provincial con ejemplo de estudiantes, docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, la parte más interesada para el proyecto de variabilidad climática, técnicos en Gestión de Riesgos de los GADs parroquiales, locales, cantonales, la Secretaria de Gestión de Riesgos, contribuir con las estrategias para desarrollar la propuesta.
Social	En base a las encuestas que se realizó a los pobladores, después de conocer las amenazas que existen en el área de estudio, mostraron interés para la implementación de medidas de reducción para minimizar el nivel de la amenaza.
Económica	Las autoridades y directivos de cada comunidad pueden gestionar ayuda ante gobiernos locales, nacionales, provinciales, organizaciones con instituciones de cooperación a nivel nacional, provincial, local, organizaciones no gubernamentales, que se han interesado en el tema de proyecto de variabilidad climática, para ejecutar la siguiente propuesta.
Ambiental	Contribuye a la conservación de los recursos naturales por lo que la propuesta tiene viabilidad ya que pretende contribuir al equilibrio entre el ser humano y el ambiente, a través de estrategias de mitigación y adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el área de estudio.

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Con respecto a los factores condicionantes y detonantes, se concluye que las características que predominan dentro de la zona en los factores condicionantes son: geología (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclasticas, limolitas volcánicas, micrograbos diabastas basaltos, lavas en almohadilla), geomorfología (vertientes abruptas), pendiente (abrupta, montañoso), uso de suelo y cobertura vegetal (bosque natural intervenido), en los factores detonantes; precipitación (2200 – 2300 mm) y sismicidad (zona II nivel sísmico alto, norma NEC, 2015) que comprende las comunidades de la microcuenca del río Chazo Juan; factores que inciden en la amenaza de deslizamientos.
- Con base a los resultados de las encuestas de percepción a los jefes de familia, la mayor parte de la población tiene conocimiento acerca de las amenazas y sus consecuencias, pero no cuenta con la capacidad suficiente para prevenir el peligro, además, mencionan el poco o escaso apoyo instituciones y autoridades.
- En relación a los índices, niveles y zonas de amenaza de deslizamientos, al correlacionar los factores condicionantes y detonantes se estableció que en el área de estudio predomina en nivel medio (89,23%), seguida del nivel alto (9,77%), finalmente, el nivel bajo (1,01%).
- Con referencia a los sitios de eventos de deslizamientos, las áreas donde se evidenció mayor afectación son las vías de comunicación, es por ello que en la observación de la vía Chazo Juan – Mulidiahuán se identificaron siete eventos, que su mayor parte se presentaron debido a su composición geológica que son arcilla y suelo limoso, pendientes pronunciadas y la presencia de aguas superficiales, que pese a que en su mayoría presentan un nivel medio y alto de amenaza, sin embargo, principalmente en períodos lluviosos y por la construcción de la vía que desestabilizo el talud han generado en ciertos tramos los eventos deslizamientos.
- En referencia a las estrategias de reducción, en la zona de estudio no se evidencia ninguna medida de reducción ante la amenaza; por ello se implementan las estrategias de reducción constituidas por las medidas estructurales y no

estructurales para minimizar el impacto negativo en las comunidades más propensas a deslizamientos. Por lo que la propuesta elaborada se consideraría que es viable ya que hay interés de las autoridades, directivos y pobladores para trabajar en temas de reducción ante la amenaza como parte de la adaptación a la variabilidad climática.

5.2. Recomendaciones

Al ser este trabajo el primero que se realizó en la zona de estudio y teniendo en cuenta que la información que se obtuvo no fue la suficiente, los resultados obtenidos deben considerarse de gran utilidad, por lo que sería necesario complementar la información con estudios a mayor detalle. Por lo tanto, se recomienda:

- Socializar los resultados del presente estudio en la que incluye el mapa de índice y nivel de amenaza con la población involucrada para dar a conocer las áreas de mayor grado de susceptibilidad de deslizamientos.
- Para reducir los niveles de amenaza en la microcuenca, con respecto a la infraestructura de la red vial y los elementos de mayor susceptibilidad, debe realizarse estudios técnicos a detalle (geotécnicos) y a gran responsabilidad con apoyo de las instituciones provinciales, locales y parroquiales.
- Para mitigar los deslizamientos encontrados en la vía Chazo Juan – Mulidiahúan se debería implementar prácticas de conservación del suelo y reforestar las zonas de mayor afectación a sufrir deslizamientos. Además, se recomienda realizar la observación de campo en toda el área de la microcuenca, principalmente en las zonas de alta amenaza, para identificar posibles sitios de eventos de deslizamientos u otros eventos antiguos.
- Sería recomendable se socialice y valide la propuesta para aplicar las estrategias de reducción elaborada en el presente trabajo de investigación, para lo cual se requiere que las poblaciones en conjunto con los directivos de las comunidades e instituciones involucradas deben implementar planes de mantenimiento y limpieza de cunetas al borde de la vía con el fin de controlar las aguas lluvia y escorrentías superficiales, así como gestionar recursos para el diseño e implementación de medidas estructurales y no estructurales.

- Continuar trabajando con la información más actualizada a fin de proporcionar resultados actuales, para mejorar el desarrollo de las comunidades, que contribuya a la reducción de posibles desastres por deslizamientos.

- Galbán. (2016). Modelación del peligro a deslizamientos en el Municipio Santiago de Cuba considerando el peso de las variables determinantes. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*.
- García. (2005). Inestabilidad de Laderas.
- García, N., & Restrepo, A. (Agosto de 2016). Prevención, Atención y Reducción de Desastres. Obtenido de *La integración de las medidas estructurales y no estructurales para la gestión del riesgo de desastres por deslizamientos en Colombia*.
- Geología y Amenazas Geológicas. (2012). Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1: 25 000. Quito.
- Hidalgo, A., & Vega, J. (2014). Estimación de la Amenaza por Deslizamiento detonados por sismos y lluvias. *EIA*, 15.
- Hidalgo, C. (2011). Evaluación cuantitativa del riesgo por deslizamientos detonados por lluvia en una carretera del noreste de Colombia. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/294874522_EVALUACION_CUANTITATIVA_DEL_RIESGO_POR_DESLIZAMIENTOS_DETONADOS_POR_LLUVIA_EN_UNA_CARRETERA_DEL_NOROESTE_DE_COLOMBIA
- Hinojosa, A., & Rodríguez, V. (2011). El deslizamiento de ladera de noviembre 2007 y generación de una presa natural en el río Grijalva, Chiapas, México. *SCIELO*.
- Lara, M., & Sepúlveda, S. (2007). Metodología para la evaluación y zonificación de peligro y remociones en masa con aplicación en quebrada San Ramón. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/lara_mc/pdf/lara_mc.pdf
- Mora. (2004). Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento, por medio de la metodología Mora-Vahrson, en la microcuenca del Río Macho, San José, Costa Rica.
- Mora, R. (2004). Fundamentos sobre deslizamientos. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/conf15.pdf>
- Nebardo, A., & Abril, E. (2011). Evaluación de amenazas por movimientos en masa causados en Jericó Boyacá, durante el periodo invernal de 2011. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 13.
- Peraldo, G., & Rojas, E. (2012). *Nova*.
- Pérez. (2007). Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa. Obtenido de *Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa*: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5902/%283%29Perez.pdf>

- Protección Civil España. (2011). Prevención y Planificación en Riesgos Naturales.
- Rivadeneira. (2007). Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. Quito: Corporación Editora Nacional.
- SGR. (MAYO de 2014). Amenaza Movimientos de Masa. Obtenido de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Escenarios_ABRIL_Movimientosmasa_AC T1.pdf
- SGR. (Junio de 2014). Programa de Prevención y Mitigación para educir el Riesgo por dieferentes amenazas. Obtenido de Programa de Prevención y Mitigación para educir el Riesgo por dieferentes amenazas: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/05/ProyectoPrevencion.pdf>
- Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiIn6Ctlu7hAhUttlKkHYkfDnkQFjABegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.erosion.com.co%2Fpresentaciones%2Fcategory%2F14-libro-deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tr>
- Zúñiga, M., & Cuevas, A. (Mayo,Abril de 2015). Ciencias Exactas e Ingeniería. Obtenido de Ciencias Exactas e Ingeniería: <http://www.fesgro.mx/journal/articulos/034%20Mart%C3%ADn%20Z%C3%BA%C3%Bliga%20Gutierrez%20n.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Metodología ponderación de rangos de Mora Vahrson

	Valor de pendiente (m/km ²)	Equivalente en grados	Calificación	Factor de susceptibilidad
Pendiente	0-75	0 – 4.29	Muy baja	0
	76 – 175	4.30 – 9.93	Baja	1
	176 – 300	9.94 – 16.70	Moderada	2
	301 – 500	16.71 – 26.57	Media	3
	501 – 800	26.58 – 38.66	Alta	4
	>800	>38.66	Muy alta	5
	Litología	Indicador		Valor del indicador
Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo		1	Bajo	
Calizas duras permeables				
Rocas intrusivas, poco fisuradas, bajo nivel freático				
Basaltos, andesitas, ignimbritas				
Características físicas mecánicas: materiales sano con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevada, fisuras sanas, sin relleno				
Rocas sedimentarias no o muy poco alteradas, poco fisuradas,		2	Moderado	
Rocas intrusivas, calizas duras				
Características físico mecánicas: resistencia al corte media a elevada				

	Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, rocas metamórficas mediana a fuertemente alteradas, niveles freáticos relativamente altos	3	Medio	
	Aluviones fluvio lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas	4	Alto	
	Materiales aluviales, coluviales de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre.	5	Muy Alto	
Humedad del suelo	Valor acumulado de índices de precipitación	Calificación	Factor de susceptibilidad	
	0 – 4	Muy bajo	1	
	5 – 9	Bajo	2	
	10 – 14	Medio	3	
	15 – 19	Alto	4	
	20- 24	Muy alto	5	
Sismicidad	Intensidad	Aceleración	Valor del indicador	Calificación
	III	0,098 – 1,226	1	Leve
	IV	1,227 – 2,011	2	Muy Bajo
	V	2,012 – 2,894	3	Bajo
	VI	2,895 – 3,679	4	Moderado
	VII	3,680 – 4,365	5	Medio
	VIII	4,366 – 5,445	6	Elevado
	IX	5,446 – 6,426	7	Fuerte
	X	6,427 – 7,210	8	Bastante Fuerte
	XI	7,211 – 8,388	9	Muy Fuerte

	Precipitación máxima mm	Valor indicador	Calificación
Precipitación	< 100	1	Muy bajo
	101 – 200	2	Bajo
	201 – 300	3	Medio
	301 – 400	4	Alto
	>400	5	Muy alto

Metodología de INIGEMM-INAMHI-CLIRSEN-MAGAP-SENPLADES, 2012

	Rango (%)	Clase	Descripción
Pendiente	0 – 12; NA	1	Corresponde a relieves completamente planos, casi planos y ligeramente ondulados. Además de todas las áreas que no son suelo como: centros poblados, ríos dobles o con características similares a estas al representarlas o cartografiarlas.
	>12 – 25	2	Corresponde a relieves medianamente ondulados a moderadamente disectados.
	> 25 – 40	3	Corresponden principalmente a relieves fuertemente disectados.
	> 40 – 70	4	Corresponden principalmente a relieves fuertemente disectados.
	> 70 - 100	5	Corresponden principalmente a relieves muy fuertemente disectados
	> 100 - 150	6	Corresponden principalmente a relieves escarpados.

	> 150 - 200	7	Corresponden principalmente a relieves muy escarpados.
	> 200	8	Corresponde a las zonas reconocidas como mayores a 200% en el mapa de pendientes.
Longitud de vertientes	Longitud (m)		Calificativo
	< a 15 m		Muy corta
	16 a50 m		Corta
	51 a250 m		Media
	251 a500 m		Larga
	> a 501 m		Muy larga
Sismicidad	Intensidad Mercalli Modificada	Magnitud Richter (estimada)	Calificativo
	III	3,5	Leve
	IV		Muy Bajo
	V		Bajo
	VI	4,5	Moderado
	VII		Medio
	VIII	6,0	Elevado
	IX		Fuerte
	X	7,0	Bastante Fuerte
	XI	8,0	Muy Fuerte
	XII		Extremadamente Fuerte

Precipitación	Precipitaciones media mensual anual (mm), N ≥ 10 años, promedio*.	Calificativo
	< 20	Muy bajo
	< 20 – 50	Bajo
	< 50 – 70	Mediano
	< 70	Alto

Metodología de la Secretaría de Gestión de Riesgos

Tabla de rangos de la Secretaría de Gestión de Riesgos

Isoyetas	
Rango (mm)	Valor
1250	1
1750	2
2250	3
2750	4
3500	5
Geología/ Litología	
Descripción	Peso
Abanico Aluvial	5
Andesita Anfibolica, Riodacita	1
Bandesita, Brecha, Aglomerado	3
Andesita, Piroxenica, Piroclastos	3
Andesitas, Piroxenicas, Basalto	1
Andesitas, Piroxenicas, Basalto-Brecha Lahar	3
Arcilla Roja, Arenisca Fina	5
Arcillas	5
Arcillas, Abigarradas, Lutitas	5
Arcillas Abigarradas, Areniscas Arcillosas	5
Arcillas, Limolitas, Areniscas	5

Areniscas Cuarzosas De Grano Fino Amedio	1
Areniscas Cuarzosas De Grano Fino Amedio, Lutitas	1
Areniscas Fina, Conglomerados, Arcillas, Lignitas	3
Areniscas Tobaceas, Areniscas Conglomeraticas, Conglomerados	4
Areniscas Conglomerados, Horizontes de Guijarros De Arcillas, Arcillas Bentoniticas, Areniscas Toba	4
Areniscas Conglomerados, Horizontes de Guijarros De Arcillas, Arcillas Bentoniticas, Areniscas Toba, Lutita	4
Areniscas, Lignitas	1
Conglomerados Gruesos, Tobas, Arenas, Arcillas	5
Conglomerados, Areniscas	4
Conglomerado, Areniscas Volcanoclasticas	4
Conglomerados , Areniscas, Lutitas	4
Conglomerados, Tobas, Brechas, Basaltos, Lutitas, Areniscas	4
Conglomerados, areniscas, (Terrazas Disectadas)	3
Cono de Deyección	5
Cuarcita, Filita, Esquistos, Grafita, Metavolcanica	1
Cuarcitas, Pizarras, Filitas, Esquistos	2
Depósito Aluvial	5
Depósito Coluvial	5
Depósito Coluvial (Primero-Cuarto)	5
Depósito De Terrazas	4
Depósito Fluvio-Glaciario	5
Depósito Lagunar	5
Depósito Laharítico	5
Depósitos Clásticos De Grano Medio a Grueso, Arenas, Arcillas	5
Depósitos Fluvio-Galciarios, Piroclastos	5
Depósitos Galciarios	5
Depósitos Galciarios, Morrenas	5
Derrumbe	5
Esquistos Verdes, Anfibolitas, Cuarcitas	3
Esquistos Verdes, Esquistos Muscovíticos, Cuarzo	3
Esquistos Gneis	3

Granito	2	
Granito Rosado, Grano Diorita, Diques	2	
Lahares	5	
Lahares, Arcillas, Limo Aglomerados	5	
Lava Andesítica, Basalto	1	
Lava Basáltica	1	
Lava Piroclásticos	2	
Lavas Basálticas, Lahar, Piroclastos	3	
Lavas, Brecha, Dacita, Toba	3	
Limolita, Arenisca, Conglomerados Cuarzosos	4	
Limolita, Arenisca, Arenisca Conglomerados Cuarzosos	4	
Limolita, Arenisca, Arenisca, Conglomerado	4	
Lutita Negra, Chert, Caliza Negra, Caliza Fosilífera, Arenisca Bituminosa, Arenisca Calcarea	4	
Lutita Arenisca, Cuarzosa, Pizarra Grafítica, Arenisca, Limonita	3	
Lutita, Arenisca Cuarzosa	3	
Lutitas Abigarradas, Limo Yeso, Areniscas	4	
Lutitas Abigarradas, Yeso, Limo Areniscas	4	
Lutitas Carbonosas, Areniscas Arcillosas, Areniscas Cuarcíferas	4	
Lutitas Negras, Calizas Negras, Chert Negro, Arenisca Calcarea	2	
Piroclastos	3	
Piroclastos, Lavas	2	
Piroclastos, Andesita	2	
Piroclastos, Andesita, Aglomerado, Lavas	2	
Porfíricos Y Extrusivos Indiferenciados	1	
Geomorfología		
Descripción	Peso_mm	Peso_Inund
Abruptos de Conos de Deyección	4	1
Bancos Y Diques Aluviales	1	4
Barreras De Escalonamiento	2	3
Camaroneras	1	5
Causes Abandonados	1	5
Chevrones	5	1

Colinas Altas	4	1
Colinas Bajas	3	3
Colinas Medianas	3	2
Conos de Deyección Disectados	4	2
Conos De Deyección Muy Disectados	4	2
Conos De Deyección Y Esparcimiento	3	1
Cordones Litorales	3	1
Cuerpos De Agua	1	5
Cuestas	3	1
Cuestas Muy Disectadas	4	1
Laderas Coluviales	5	1
Llanuras Aluviales de Depositacion	1	5
Manglar	1	5
Mesas	3	2
Mesas Disectadas	3	1
Mesas Marinas	2	3
Mesas Muy Disectadas	3	1
Nieve	4	1
Nivel Aluvial Alto	1	4
Nivel Aluvial Bajo	1	4
Pantanos	1	5
Piedemonte Coluvial	4	1
Planicies Costaneras	1	5
Playas	1	2
Playas Emergidas Antiguas	1	2
Relieve Escarpado	4	1
Relieve Montañoso	4	1
Salitrales Y Zonas Salinas	1	4
Superficies De Aplanamiento	3	1
Talud De Derrubios	5	1
Terraza Alta	2	3
Terraza Aluvial	1	4
Terraza Baja	1	5

Terraza Colgada	3	2
Terraza Indiferenciada	3	3
Terraza Muy Alta	2	3
Valles Interandinos	3	1
Valles Encañonados	4	1
Valles Glaciáricos	3	1
Valles y Llanuras Fluvio-Marinas	2	3
Vertientes Convexas	3	1
Vertientes Cóncavas	4	1
Vertientes Irregulares	4	1
Vertientes Regulares	3	1
Zonas Urbanas	1	3
Zonas Deprimidas	3	1
Pendiente		
Clase	Rango	Ponderación
Muy Baja	0 – 15	1
Baja	15 – 30	2
Media	30 – 50	3
Alta	50 – 70	4
Muy Alta	>70	5
Cobertura vegetal/uso de suelo		
Descripción	Peso	Ponderación
Área urbana	1	Muy baja
Bosque intervenido	2	Baja
Cuerpos de agua	1	Muy baja
Cultivos de maíz suave	4	Alto
Suelo desnudo	5	Muy alto
Vegetación arbustiva	3	Medio
Vegetación herbácea	3	Medio

Metodología UEB, 2014-PAUCAR, 2015

Variable	Indicador	Escala del Indicador	Valor del Indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo
Factor Condicionante	Geológico – Litológico (gl)	Afloramiento rocoso: Formación de Volcánicos Guaranda, la mayoría de estos suelos se desarrollan en zonas de morfología irregular está formado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las mismas que son impermeables y duras	0,1	0,2	0,2
		Areno limo arcillosos: Depósitos Superficiales, a medida que aumente la pendiente, los suelos aflorantes son del tipo cangahua de composición intermedia, marrón amarillenta, en las partes altas de las cordilleras afloran materiales tipo lapilli con fragmento de pómez grueso (arenoso grueso)	0,5		
		Tobas, andesitas: Formación de Volcánicos Guaranda, con formación de material piroclásticos, como pómez, lapilli y tobas finas de las ultimas erupciones del volcán Chimborazo	0,5		
		producto de deslizamiento antiguo de tobas con fragmento de pómez grueso (arenoso grueso), partes bajas de las quebradas se observan rocas andesitas fuertemente diaclasadas	0,1		
		Depósito aluvial: Depósitos superficiales localizado en la cuenca y márgenes del río Guaranda	0,1		
	Geomorfológico (gm)	Mesetas	0,1	0,1	0,1
		Lomas	0,5		
		Colinas	1,0		
	Pendiente (en %) (pd)	0-5%: Zonas planas sin influencia para susceptibilidad a deslizamientos a causa de sismo	0,0	0,1	0,1
		6-12%: Zonas con muy baja influencia para susceptibilidad a deslizamientos	0,0		
		13-25%: Consideradas de nivel bajo para efectos sísmicos	0,1		
		26-40%: Consideradas de nivel medio para efectos sísmicos	0,5		
		41-70%: Consideradas de nivel alto para efectos sísmicos	1,0		
		>70%: Consideradas de nivel muy alto para efectos sísmicos y deslizamientos, por fuertes pendientes	1,0		
	Geotecnia (gr)	SG1: Suelos Limos inorgánicos con alta plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua (toba) cohesión 0,5 a 1 kg/cm ²	0,1	0,2	0,2
		SG2: Suelos limos-arcillosos inorgánicos de baja plasticidad cohesión 0,5 a 1 kg/cm ²	0,1		
		SG3: Suelos areno-limosos-arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas (toba), cohesión >2 kg/cm ²	0,5		
		SG4: Suelos areno-limosos-arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas (toba), cohesión >2 kg/cm ²	0,5		
		SG5: Suelos limos-arcillosos inorgánicos de baja plasticidad, derivado de la meteorización de cenizas volcánicas tipo cangahuas (toba), cohesión 1 a 2 kg/cm ²	0,5		
		SG6: Suelos arenas-limosas-arcillosas de baja plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua (toba), con cohesiones bajas cohesión < 2 kg/cm ²	1,0		
	Uso de suelo y cobertura vegetal (cv)	Cm: Cultivos de maíz	1,0	0,2	0,2
		U: Urbano	0,1		
		Cm/Pc: Cultivos de maíz con pasto cultivado	1,0		
Bp/Cm: Bosque plantado con cultivos de maíz		0,5			
Bp: Bosque plantado (en laderas de colinas)		0,1			
Factor Detonante	Precipitación promedio anual (p)	< 200 mm	0,1	0,1	0,1
		201-300 mm	0,5		
		> 301 mm	1,0		
	Sismicidad: Intensidad sísmica (s)	I – V	0,1	0,1	0,1
		VI – VII	0,5		
		≥ VIII	1,0		
Total				1,0	1,0

Metodología aplicada al trabajo investigativo

Factor	Variable	Indicador Descripción	Valor Indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo
Condicionante	Geología Litología	arenas, limos, arcillas y conglomerados	5	3	30
		areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos, lavas en almohadillas	5		
		Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	5		
		Cuerpo intrusivo ígneo de ácido a intermedio	1		
		Grano diorita	5		
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	10		
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	10		
		Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	5		
		Secuencia de lavas andesitas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	1		
	Geomorfología	Barranco	10	1	10
		Coluvio aluvial antiguo	10		
		Coluvio antiguo	10		
		Interfluvio de cimas estrechas	5		
		Relieve colinado medio	5		
		Relieve montañoso	7		
		Relieve volcánico montañoso	3		
		Superficie de cono de deyección	3		
		Superficie volcánica ondulada	3		
		Terraza media	1		

		Valle fluvial	5			
		Vertiente abrupta	7			
		Vertiente abrupta con fuerte disección	10			
		Vertiente heterogénea	5			
		Vertiente rectilínea	5			
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	7			
	Usos de Suelo y Cobertura Vegetal	Arboricultura-Pastos plantados	5	3	30	
		Bosque natural	1			
		Bosque natural intervenidos	1			
		Cultivos de ciclo corto	10			
		Cultivos de ciclo corto – Pastos plantados	5			
		Pastos plantados	5			
		Paramo	5			
		Paramo intervenido	5			
		Vegetación arbustiva – Arboricultura	5			
		Vegetación arbustiva – Cultivos de ciclo corto	5			
		Vegetación arbustiva – Pastos plantados	1			
	Pendiente	débil, plano o casi plano	1	2	20	
		irregular, ondulación moderada	3			
fuertes, colinado		5				
muy fuertes, escarpado		7				
abrupta, montañoso		10				
Detonantes	Precipitación	1600 – 1700 mm	1	0,5	5	
		1700 – 1800 mm	1			
		1800 – 1900 mm	3			
		1900 – 2000 mmm	5			
		2000 – 2100 mm	5			
		2100 – 2200 mm	7			
		2200 – 2300 mm	10			
		2300 – 2400 mm	10			
		Zona I	0.15 g	1	0,5	5
		Zona II	0.25 g	5		

	Sismicidad:	Zona III	0.30 g	7		
	Aceleración en	Zona IV	0.35 g	7		
	roca en gals (g)	Zona V	0.40 g	10		
	(Normas NEC)	Zona I	0.15 g	10		
TOTAL					10	100

ANEXO 2. FICHA DE CAMPO



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y
GESTIÓN DEL RIESGO

VERIFICACION DE MOVIMIENTOS DE MASA

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO

- Deslizamiento
- Caida**
- Flujo
- Reptación
- Otro _____

3.2 ESTADO

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Activo |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Latente |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Estabilizado |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Relicto |

3.3 MAGNITUD

- Grande
- Mediano
- Pequeño

3.4 CONTROL Existen medidas de control?

- Sí No

Tipos de medidas de control

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPOSITO

4.1. MATERIAL

- Roca
- Geología/Litología

4.2. COMPOSICIÓN

- Bloques
- Grava
- Arena
- Limo
- Arcilla
- Tobas
- Conglomerados

4.3 DEFORMACIÓN DEL TERRENO

- | Modo | Severidad |
|---|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ondulación | <input type="checkbox"/> Leve |
| <input type="checkbox"/> Escalonamiento | <input type="checkbox"/> Medía |
| | <input type="checkbox"/> Severa |

1. UBICACION

1.1. DIMENSIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

- PROVINCIA:
- CANTÓN:
- PARROQUIA:
- SECTOR:

1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S) m

- COORD. X: m
- COORD. Y: m
- ALTITUD: msnm

5. GEOMORFOLOGIA

5.1. USOSOCIALES

- Entisol
- Inceptisol
- Inceptisol-Alfisol
- Inceptisol-Entisol
- Melisol

5.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA

- Balamco
- Colación aluvial antigua
- Colación antigua
- Interfluvio de cimas
- Relieve colinado medio
- Relieve montañoso
- Relieve volcánico montañoso
- Superficie de cono de deyección
- Superficie volcánica ondulada
- Terza media
- Valle fluvial
- Vertiente abrupta
- Vertiente heterogénea
- Vertiente rectilínea

5.3. PENDIENTE

- Débil: 0 - 5 %
- Inequil: 12 - 25 %
- Fuerte: 25 - 50 %
- Muy Fuerte: 50 - 70 %
- Abrupta >70 %

5.4. COBERTURA VEGETAL

- Pastos plantados
- Bosque natural
- Bosque natural intervenido
- Cultivos de ciclo corto
- Paramo
- Vegetación arbustiva - Arboricultura
- Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto
- Vegetación arbustiva - Pastos plantados

6. OBSERVACIONES DEL DEPOSITO SUPERFICIAL

7. CAUSAS / DETONANTE / DANOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS

- Morfología
- Pendiente favorable
- Longitud de la vertiente
- Composición del depósito superficial
- Material fallado/ fisurado / agrietado
- Material meteorizado
- Material no consolidado
- Deforestación o ausencia de vegetación

OTRAS (7.1.)

- Material plástico débil
- Material colapsante
- Contraste de permeabilidad de materiales
- Contraste de rigidez de materiales
- Agua subterránea

7.2. DETONANTE

- Sismo
- Lluvias
- OTRAS
- Erupción volcánica
- Erosión/socavación del pie de talud
- Actividades antrópicas

7.3. Daños

- Centros poblados
- Líneas de conducción
- Vías de comunicación
- Ambientales
- Actividad económica (ganadera, agrícola)
- Pérdida de vidas
- Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD

- I 0,15g
- II 0,20g
- III 0,25g
- IV 0,30g
- V 0,35g
- VI 0,50g

5.6. PRECIPITACIÓN

- < 1600 mm
- 1601 - 2300 mm
- >2301 - 2300mm

8. DEFINICION DE LA AMENAZA

8.1. GRADO

- Alto
- Medio
- Bajo



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA

9. NOTAS Y APRECIACIÓN DE LA AMENAZA

10. ESQUEMA DEL MOVIMIENTO

PLANTA	CORTE



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA

1

1. UBICACIÓN

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

PROVINCIA: Bolívar
CANTÓN: Guaranda
PARROQUIA: Salinas
SECTOR: Nalidihudín

1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)

COORD. X: 705874 m
COORD. Y: 9845491 m
ALTITUD: 939 msnm

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CÓDIGO:
2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN: 23 / 11 / 2018
2.3. GRUPO:
2.4. POSICIÓN OBSERVADOR: Ladera
2.5. FOTOS:

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO

Deslizamiento
 Caída
 Flujo
 Reptación
 Otro _____

3.2. ESTADO

Activo
 Latente
 Estabilizado
 Relicto

3.3. MAGNITUD

Grande
 Mediano
 Pequeño

3.4. CONTROL Existen medidas de control?

Sí No

Tipos de medidas de control: _____

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

4.1. MATERIAL: Roca Geología/Litología
4.2. COMPOSICIÓN: Grava Arena Limo Arcilla Tobas Conglomerados

4.3. DEFORMACIÓN DEL TERRENO

Modo: Ondulación Escalonamiento
Severidad: Leve Media Severa

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. USO DE SUELO: Ertilsol Inceptisol Inceptisol+Alfisol Inceptisol+Entisol Mollisol
 Barranco Coluvio aluvial antiguo Coluvio antiguo Interfluvio de cimas estrechas Relieve colinado medio Relieve montañoso
5.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA: Relieve volcánico montañoso Superficie de cono de deyección Superficie volcánica ondulada Terraza media Valle fluvial Vertiente abrupta Vertiente heterogénea Vertiente rectilínea
5.3. PENDIENTE: Fuerte > 12 - 25% Media > 2 - 5% Media Fuerte > 25 - 40% Muy Fuerte > 40 - 70% Muy Suave > 5 - 12% Suave > 70 - 100%
5.4. COBERTURA VEGETAL: Pastos plantados Bosque natural Bosque natural intervesado Cultivos de ciclo corto Paramo Vegetación arbustiva - Arboricultura Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto Vegetación arbustiva - Pastos plantados

6. OBSERVACIONES DEL DEPÓSITO SUPERFICIAL

7. CAUSAS / DETONANTE / DAÑOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS: Morfología Pendiente favorable Longitud de la vertiente Composición del depósito superficial Material fallado / fisurado / agrietado Material meteorizado Material no consolidado Deforestación o ausencia de vegetación

OTRAS (7.1.): Material plástico débil Material colapsible Contraste de permeabilidad de materiales Contraste de rigidez de materiales Agua subterránea

7.2. DETONANTE: Sismo Lluvias ERUPCIÓN VOLCÁNICA Erosión/socavación del pie de talud Actividades antrópicas

7.3. DAÑOS: Centros poblados Líneas de conducción Vías de comunicación Ambientales Actividad económica (ganadera, agrícola) Pérdida de vidas Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD

I - V
 VI - VII
 ≥ - VIII

5.6. PRECIPITACIÓN

< 1600 mm
 1601 - 2200 mm
 > 2201 - 2300mm

8. DEFINICIÓN DE LA AMENAZA

8.1. GRADO

Alto
 Medio
 Bajo



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA

#2

1. UBICACIÓN

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

PROVINCIA:

CANTÓN:

PARROQUIA:

SECTOR:

1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)

COORD. X: m

COORD. Y: m

ALTITUD: msnm

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CÓDIGO:

2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN:

2.3. GRUPO:

2.4. POSICIÓN OBSERVADOR (cima, ladera, etc):

2.5. FOTOS:

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO

Deslizamiento

Caída

Flujo

Reptación

Otro _____

3.2. ESTADO

Activo

Latente

Estabilizado

Relicto

3.3. MAGNITUD

Grande

Mediano

Pequeño

3.4. CONTROL

Existen medidas de control? Sí No

Tipos de medidas de control:

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

4.1. MATERIAL

Roca

Geología/Litología

Bloques

4.2. COMPOSICIÓN

Grava

Arena

Limo

Arcilla

Tobas

Conglomerados

4.3. DEFORMACIÓN DEL TERRENO

Modo	Severidad
<input type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve
<input checked="" type="checkbox"/> Escalonamiento	<input type="checkbox"/> Medie
	<input checked="" type="checkbox"/> Severa

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. USOS DE SUELO

Entisol

Inceptisol

Inceptisol + Alfisol

Inceptisol + Entisol

Mollisol

5.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA

Barranco

Cohnio aluvial antiguo

Cohnio antiguo

Interfluvio de cimas estrechas

Relieve colinado medio

Relieve montañoso

Relieve volcánico montañoso

Superficie de cono de deyección

Superficie volcánica ondulada

Terraza moña

Valle fluvial

Vertiente abrupta

Vertiente heterogénea

Vertiente rectilínea

5.3. PENDIENTE

Fuerte > 12 - 25%

Media > 2 - 5%

Media Fuerte > 25 - 40%

Muy Fuerte > 40 - 70%

Muy Suave > 5 - 12%

Suave > 70 - 100%

5.4. COBERTURA VEGETAL

Pastos plantados

Bosque natural

Bosque natural intervenido

Cultivos de ciclo corto

Paramo

Vegetación arbustiva - Arboricultura

Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto

Vegetación arbustiva - Pastos plantados

6. OBSERVACIONES DEL DEPÓSITO SUPERFICIAL

7. CAUSAS / DETONANTE / DAÑOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS

Morfología

Pendiente favorable

Longitud de la vertiente

Composición del depósito superficial

Material fallado/ fisurado / agrietado

Material meteorizado

Material no consolidado

Deforestación o ausencia de vegetación

OTRAS (7.1.)

Material plástico débil

Material colapsible

Contraste de permeabilidad de materiales

Contraste de rigidez de materiales

Agua subterránea

7.2. DETONANTE

Sismo

Lluvias

OTRAS

Erupción volcánica

Erosión/socavación del pie de talud

Actividades antrópicas

7.3. DAÑOS

Centros poblados

Líneas de conducción

Vías de comunicación

Ambientales

Actividad económica (ganadera, agrícola)

Pérdida de vidas

Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD

I - V

VI - VII

≥ - VIII

5.6. PRECIPITACIÓN

< 1600 mm

1601 - 2300 mm

> 2301 - 2300mm

8. DEFINICIÓN DE LA AMENAZA

8.1. GRADO

Alto

Medio

Bajo



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA

3

1. UBICACIÓN

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

PROVINCIA: Bolívar
CANTÓN: Guaranda
PARROQUIA: Salinas
SECTOR: Muñidichurín

1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)

COORD. X: 705581 m
COORD. Y: 9844379 m
ALTITUD: 1063 msnm

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CÓDIGO:
2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN: 23/11/2018
2.3. GRUPO:
2.4. POSICIÓN OBSERVADOR: Ladeco (cima, ladera, etc)
2.5. FOTOS:

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO

Deslizamiento
 Caída
 Flujo
 Reptación
 Otro _____

3.2. ESTADO

Inactivo
 Activo
 Latente
 Estabilizado
 Relicto

3.3. MAGNITUD

Grande
 Mediano
 Pequeño

3.4 CONTROL Existen medidas de control?

Sí No

Tipos de medidas de control

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

4.1. MATERIAL: Roca Geología/Litología
4.2. COMPOSICIÓN: Bloques Grava Arena Limo Arcilla Tobas Conglomerados
4.3. DEFORMACIÓN DEL TERRENO:
Modo: Ondulación Escalonamiento
Severidad: Leve Media Severa

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. USOS DE SUELO

Entisol
 Inceptisol
 Inceptisol+Alfisol
 Inceptisol+Entisol
 Mollisol

Barranco
 Coluvio aluvial antiguo
 Coluvio antiguo
 Interfluvio de cimas estrechas
 Relieve colinado medio
 Relieve montañoso

Relieve volcánico montañoso
 Superficie de cono de deyección
 Superficie volcánica ondulada
 Terraza media
 Valle fluvial
 Vertiente abrupta
 Vertiente heterogénea
 Vertiente rectilínea

5.3. PENDIENTE

Fuerte > 12 - 25%
 Media > 2 - 5%
 Media Fuerte > 25 - 40%
 Muy Fuerte > 40 - 70%
 Muy Suave > 5 - 12%
 Suave > 70 - 100%

5.4. COBERTURA VEGETAL

Pastos plantados
 Bosque natural
 Bosque natural intervenido
 Cultivos de ciclo corto
 Paramo
 Vegetación arbustiva - Arboricultura
 Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto
 Vegetación arbustiva - Pastos plantados

6. OBSERVACIONES DEL DEPÓSITO SUPERFICIAL

7. CAUSAS / DETONANTE / DAÑOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS

Morfología
 Pendiente favorable
 Longitud de la vertiente
 Composición del depósito superficial
 Material fallado / fisurado / agrietado
 Material meteorizado
 Material no consolidado
 Deforestación o ausencia de vegetación

OTRAS (7.1.)

Material plástico débil
 Material colapsible
 Contraste de permeabilidad de materiales
 Contraste de rigidez de materiales
 Agua subterránea

7.2. DETONANTE

Sismo
 Lluvias
 OTRAS
 Erupción volcánica
 Erosión/socavación del pie de talud
 Actividades antrópicas

7.3. DAÑOS

Centros poblados
 Líneas de conducción
 Vías de comunicación
 Ambientales
 Actividad económica (ganadera, agrícola)
 Pérdida de vidas
 Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD

I - V
 VI - VII
 ≥ - VIII

5.6. PRECIPITACIÓN

< 1600 mm
 1601 - 2200 mm
 > 2201 - 2300mm

8. DEFINICIÓN DE LA AMENAZA

8.1. GRADO

Alto
 Medio
 Bajo



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA

4

1. UBICACIÓN

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA		1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)	
PROVINCIA	Bolívar	COORD. X:	705606 m
CANTÓN	Guaranda	COORD. Y:	9844140 m
PARROQUIA	Salinas	ALTITUD	1069 msnm
SECTOR	Mulidahuín		

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CÓDIGO:		2.3. GRUPO:	
2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN:	23/11/2018	2.4. POSICIÓN OBSERVADOR:	Ladero
2.5. FOTOS			

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO	3.2. ESTADO	3.3. MAGNITUD	3.4. CONTROL												
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento <input type="checkbox"/> Caída <input type="checkbox"/> Flujo <input type="checkbox"/> Reptación <input type="checkbox"/> Otro _____	<table border="1"> <tr><td></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Activo</td></tr> <tr><td></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Latente</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Estabilizado</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Relicto</td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Activo		<input checked="" type="checkbox"/>	Latente			Estabilizado			Relicto	<input checked="" type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Pequeño	Existen medidas de control? <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
	<input checked="" type="checkbox"/>	Activo													
	<input checked="" type="checkbox"/>	Latente													
		Estabilizado													
		Relicto													
Tipos de medidas de control															

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

4.1. MATERIAL	<input type="checkbox"/> Roca <input checked="" type="checkbox"/> Geología/Litología								
4.2. COMPOSICIÓN	<input type="checkbox"/> Bloques <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Tobas <input type="checkbox"/> Conglomerados								
4.3. DEFORMACIÓN DEL TERRENO	<table border="1"> <tr> <td>Modo</td> <td>Severidad</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Ondulación</td> <td><input type="checkbox"/> Leve</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Escalonamiento</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Media</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Severa</td> </tr> </table>	Modo	Severidad	<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve	<input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Media		<input type="checkbox"/> Severa
Modo	Severidad								
<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve								
<input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Media								
	<input type="checkbox"/> Severa								

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. USOS DE SUELO	5.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
<input type="checkbox"/> Entisol <input type="checkbox"/> Inceptisol <input type="checkbox"/> Inceptisol+Alfisol <input type="checkbox"/> Inceptisol+Entisol <input type="checkbox"/> Mollisol	<input checked="" type="checkbox"/> Barranco <input type="checkbox"/> Coluvio aluvial antiguo <input type="checkbox"/> Coluvio antiguo <input type="checkbox"/> Interfluvio de cimas estrechas <input type="checkbox"/> Relieve colinado medio <input type="checkbox"/> Relieve montañoso <input type="checkbox"/> Relieve volcánico montañoso <input type="checkbox"/> Superficie de cono de deyección <input type="checkbox"/> Superficie volcánica ondulada <input type="checkbox"/> Terraza media <input type="checkbox"/> Valle fluvial <input type="checkbox"/> Vertiente abrupta <input type="checkbox"/> Vertiente heterogénea <input type="checkbox"/> Vertiente rectilínea
5.3. PENDIENTE	5.4. COBERTURA VEGETAL
<input type="checkbox"/> Fuerte > 12 - 25% <input type="checkbox"/> Media > 2 - 5% <input type="checkbox"/> Media Fuerte > 25 - 40% <input checked="" type="checkbox"/> Muy Fuerte > 40 - 70% <input type="checkbox"/> Muy Suave > 5 - 12% <input type="checkbox"/> Suave > 70 - 100%	<input type="checkbox"/> Pastos plantados <input type="checkbox"/> Bosque natural <input type="checkbox"/> Bosque natural intervenido <input type="checkbox"/> Cultivos de ciclo corto <input type="checkbox"/> Paramo <input checked="" type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Arboricultura <input type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto <input type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Pastos plantados

6. OBSERVACIONES DEL DEPÓSITO SUPERFICIAL

7. CAUSAS / DETONANTE / DAÑOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS	OTRAS (7.1.)	7.2. DETONANTE	7.3. DAÑOS
<input type="checkbox"/> Morfología <input type="checkbox"/> Pendiente favorable <input type="checkbox"/> Longitud de la vertiente <input type="checkbox"/> Composición del depósito superficial <input type="checkbox"/> Material fallado / fisurado / agrietado <input type="checkbox"/> Material meteorizado <input checked="" type="checkbox"/> Material no consolidado <input type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/> Material plástico débil <input type="checkbox"/> Material colapsible <input type="checkbox"/> Contraste de permeabilidad de materiales <input type="checkbox"/> Contraste de rigidez de materiales <input type="checkbox"/> Agua subterránea	<input type="checkbox"/> Sismo <input checked="" type="checkbox"/> Lluvias <input type="checkbox"/> OTRAS <input type="checkbox"/> Erupción volcánica <input type="checkbox"/> Erosión/socavación del pie de talud <input type="checkbox"/> Actividades antrópicas	<input type="checkbox"/> Centros poblados <input type="checkbox"/> Líneas de conducción <input checked="" type="checkbox"/> Vías de comunicación <input type="checkbox"/> Ambientales <input type="checkbox"/> Actividad económica (ganadera, agrícola) <input type="checkbox"/> Pérdida de vidas <input type="checkbox"/> Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD	5.6. PRECIPITACIÓN
<input checked="" type="checkbox"/> I - V <input type="checkbox"/> VI - VII <input type="checkbox"/> ≥ - VIII	<input type="checkbox"/> < 1600 mm <input checked="" type="checkbox"/> 1601 - 2200 mm <input type="checkbox"/> > 2201 - 2300mm

8. DEFINICIÓN DE LA AMENAZA

8.1. GRADO
<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA # 5

1. UBICACIÓN

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA		1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)	
PROVINCIA	Bolívar	COORD. X:	705630 m
CANTÓN	Guaranda	COORD. Y:	9844033 m
PARROQUIA	Salinas	ALTITUD	1664 msnm
SECTOR	Holidiahúan		

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CÓDIGO:		2.3. GRUPO:	
2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN:	23/11/2018	2.4. POSICIÓN OBSERVADOR	Ladera
2.5. FOTOS			

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO	3.2. ESTADO	3.3. MAGNITUD	3.4 CONTROL Existen medidas de control?
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Activo	<input checked="" type="checkbox"/> Grande	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Caída	<input checked="" type="checkbox"/> Latente	<input type="checkbox"/> Mediano	
<input type="checkbox"/> Flujo	<input type="checkbox"/> Estabilizado	<input type="checkbox"/> Pequeño	
<input type="checkbox"/> Reptación	<input type="checkbox"/> Relicto		
<input type="checkbox"/> Otro _____	Tipos de medidas de control		

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

4.1. MATERIAL	Roca <input type="checkbox"/> Geología/Litología <input checked="" type="checkbox"/>
4.2. COMPOSICIÓN	Bloques <input type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input checked="" type="checkbox"/> Tobas <input type="checkbox"/> Conglomerados <input type="checkbox"/>
4.3 DEFORMACIÓN DEL TERRENO	Modo <input checked="" type="checkbox"/> Ondulación <input type="checkbox"/> Escalonamiento <input type="checkbox"/> Severidad <input type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Severa <input type="checkbox"/>

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. USOS DE SUELO	5.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
<input type="checkbox"/> Entisol <input type="checkbox"/> Inceptisol <input type="checkbox"/> Inceptisol+Alfisol <input type="checkbox"/> Inceptisol+Entisol <input type="checkbox"/> Mollisol	<input checked="" type="checkbox"/> Barranco <input type="checkbox"/> Coluvio aluvial antiguo <input type="checkbox"/> Coluvio antiguo <input type="checkbox"/> Interfluvio de cimas estrechas <input type="checkbox"/> Relieve colinado medio <input type="checkbox"/> Relieve montañoso <input type="checkbox"/> Relieve volcánico montañoso <input type="checkbox"/> Superficie de cono de deyección <input type="checkbox"/> Superficie volcánica ondulada <input type="checkbox"/> Terraza media <input type="checkbox"/> Vallo fluvial <input type="checkbox"/> Vertiente abrupta <input type="checkbox"/> Vertiente heterogénea <input type="checkbox"/> Vertiente rectilínea
5.3. PENDIENTE	5.4. COBERTURA VEGETAL
<input type="checkbox"/> Fuerte > 12 - 25% <input type="checkbox"/> Media > 2 - 5% <input type="checkbox"/> Media Fuerte > 25 - 40% <input checked="" type="checkbox"/> Muy Fuerte > 40 - 70% <input type="checkbox"/> Muy Suave > 5 - 12% <input type="checkbox"/> Suave > 70 - 100%	<input type="checkbox"/> Pastos plantados <input type="checkbox"/> Bosque natural <input type="checkbox"/> Bosque natural intervenido <input type="checkbox"/> Cultivos de ciclo corto <input type="checkbox"/> Paramo <input checked="" type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Arboricultura <input type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto <input type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Pastos plantados

6. OBSERVACIONES DEL DEPÓSITO SUPERFICIAL

Observaciones del depósito superficial:

7. CAUSAS / DETONANTE / DAÑOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS	OTRAS (7.1.)	7.2. DETONANTE	7.3. DAÑOS
<input type="checkbox"/> Morfología <input type="checkbox"/> Pendiente favorable <input type="checkbox"/> Longitud de la vertiente <input type="checkbox"/> Composición del depósito superficial <input type="checkbox"/> Material fallado/ fisurado / agrietado <input type="checkbox"/> Material meteorizado <input checked="" type="checkbox"/> Material no consolidado <input type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/> Material plástico débil <input type="checkbox"/> Material colapsible <input type="checkbox"/> Contraste de permeabilidad de materiales <input type="checkbox"/> Contraste de rigidez de materiales <input type="checkbox"/> Agua subterránea	<input type="checkbox"/> Sismo <input checked="" type="checkbox"/> Lluvias OTRAS <input type="checkbox"/> Erupción volcánica <input type="checkbox"/> Erosión/socavación del pie de talud <input type="checkbox"/> Actividades antrópicas	<input type="checkbox"/> Centros poblados <input type="checkbox"/> Líneas de conducción <input checked="" type="checkbox"/> Vías de comunicación Ambientales <input type="checkbox"/> Actividad económica (ganadera, agrícola) <input type="checkbox"/> Pérdida de vidas <input type="checkbox"/> Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD	5.6. PRECIPITACIÓN
<input checked="" type="checkbox"/> I - V <input type="checkbox"/> VI - VII <input type="checkbox"/> ≥ - VIII	<input type="checkbox"/> < 1600 mm <input checked="" type="checkbox"/> 1601 - 2200 mm <input type="checkbox"/> > 2201 - 2300mm

8. DEFINICIÓN DE LA AMENAZA

8.1. GRADO
<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA # 6

1. UBICACIÓN

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA		1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)	
PROVINCIA	Bolívar	COORD. X:	705943 m
CANTÓN	Guaranda	COORD. Y:	9843597 m
PARROQUIA	Salinas	ALTITUD	1011 msnm
SECTOR	Mulidichuán		

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CÓDIGO:		2.3. GRUPO:	
2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN:	23/11/2018	2.4. POSICIÓN OBSERVADOR:	Ladera
2.5. FOTOS			

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO	3.2. ESTADO	3.3. MAGNITUD	3.4. CONTROL												
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento <input type="checkbox"/> Caída <input type="checkbox"/> Flujo <input type="checkbox"/> Reptación <input type="checkbox"/> Otro _____	<table border="1"> <tr><td></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Activo</td></tr> <tr><td></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Latente</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Estabilizado</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Relicto</td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Activo		<input checked="" type="checkbox"/>	Latente			Estabilizado			Relicto	<input type="checkbox"/> Grande <input checked="" type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Pequeño	Existen medidas de control? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No
	<input checked="" type="checkbox"/>	Activo													
	<input checked="" type="checkbox"/>	Latente													
		Estabilizado													
		Relicto													
Tipos de medidas de control															

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

4.1. MATERIAL	<input type="checkbox"/> Roca <input checked="" type="checkbox"/> Geología/Litología								
4.2. COMPOSICIÓN	<input type="checkbox"/> Bloques <input checked="" type="checkbox"/> Grava <input checked="" type="checkbox"/> Arena <input checked="" type="checkbox"/> Limo <input checked="" type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> Tobas <input type="checkbox"/> Conglomerados								
4.3. DEFORMACIÓN DEL TERRENO	<table border="1"> <tr> <th>Modo</th> <th>Severidad</th> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Ondulación</td> <td><input type="checkbox"/> Leve</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Escalonamiento</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Media</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Severa</td> </tr> </table>	Modo	Severidad	<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve	<input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Media		<input type="checkbox"/> Severa
Modo	Severidad								
<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve								
<input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Media								
	<input type="checkbox"/> Severa								

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. USOS DE SUELO	5.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
<input type="checkbox"/> Entisol <input type="checkbox"/> Inceptisol <input type="checkbox"/> Inceptisol+Alfisol <input type="checkbox"/> Inceptisol+Entisol <input type="checkbox"/> Mollisol	<input type="checkbox"/> Barranco <input type="checkbox"/> Coluvio aluvial antiguo <input type="checkbox"/> Coluvio antiguo <input type="checkbox"/> Interfluvio de cimas <input type="checkbox"/> estrechadas <input type="checkbox"/> Relieve colinado medio <input checked="" type="checkbox"/> Relieve montañoso
5.3. PENDIENTE	5.4. COBERTURA VEGETAL
<input type="checkbox"/> Fuerte > 12 - 25% <input type="checkbox"/> Media > 2 - 5% <input checked="" type="checkbox"/> Media Fuerte > 25 - 40% <input type="checkbox"/> Muy Fuerte > 40 - 70% <input type="checkbox"/> Muy Suave > 5 - 12% <input type="checkbox"/> Suave > 70 - 100%	<input type="checkbox"/> Pastos plantados <input type="checkbox"/> Bosque natural <input type="checkbox"/> Bosque natural intervenido <input type="checkbox"/> Cultivos de ciclo corto <input type="checkbox"/> Paramo <input type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Arboricultura <input type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto <input checked="" type="checkbox"/> Vegetación arbustiva - Pastos plantados

6. OBSERVACIONES DEL DEPÓSITO SUPERFICIAL

Observaciones del depósito superficial:

7. CAUSAS / DETONANTE / DAÑOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS	OTRAS (7.1.)	7.2. DETONANTE	7.3. DAÑOS
<input type="checkbox"/> Morfología <input type="checkbox"/> Pendiente favorable <input type="checkbox"/> Longitud de la vertiente <input type="checkbox"/> Composición del depósito superficial <input type="checkbox"/> Material fallado/ fisurado / agrietado <input type="checkbox"/> Material meteorizado <input checked="" type="checkbox"/> Material no consolidado <input type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/> Material plástico débil <input type="checkbox"/> Material colapsible <input type="checkbox"/> Contraste de permeabilidad de materiales <input type="checkbox"/> Contraste de rigidez de materiales <input type="checkbox"/> Agua subterránea	<input type="checkbox"/> Sismo <input type="checkbox"/> Lluvias <input type="checkbox"/> OTRAS <input type="checkbox"/> Erupción volcánica <input type="checkbox"/> Erosión/socavación del pie de talud <input type="checkbox"/> Actividades antrópicas	<input type="checkbox"/> Centros poblados <input type="checkbox"/> Líneas de conducción <input type="checkbox"/> Vías de comunicación <input checked="" type="checkbox"/> Ambientales <input type="checkbox"/> Actividad económica (ganadera, agrícola) <input type="checkbox"/> Pérdida de vidas <input type="checkbox"/> Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD

<input checked="" type="checkbox"/> I - V <input type="checkbox"/> VI - VII <input type="checkbox"/> ≥ - VIII	5.6. PRECIPITACIÓN
	<input type="checkbox"/> < 1600 mm <input checked="" type="checkbox"/> 1601 - 2200 mm <input type="checkbox"/> > 2201 - 2300mm

8. DEFINICIÓN DE LA AMENAZA

8.1. GRADO
<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo



VERIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA # 7

1. UBICACIÓN

1.1. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

PROVINCIA
CANTÓN
PARROQUIA
SECTOR

1.2. LOCALIZACIÓN (UTM, WGS84 Zona 17S)

COORD. X: m
COORD. Y: m
ALTITUD msnm

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

2.1. CÓDIGO:
2.2. FECHA DE DESCRIPCIÓN:
2.3. GRUPO:
2.4. POSICIÓN OBSERVADOR:
(cima, ladera, etc)

2.5. FOTOS

3. CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO EXISTENTE

3.1. TIPO DE MOVIMIENTO

Deslizamiento
 Caída
 Flujo
 Reptación
 Otro _____

3.2. ESTADO

<input checked="" type="checkbox"/>	Activo
<input checked="" type="checkbox"/>	Latente
<input type="checkbox"/>	Estabilizado
<input type="checkbox"/>	Relicto

3.3. MAGNITUD

Grande
 Mediano
 Pequeño

3.4. CONTROL

Existen medidas de control?
 Sí No

Tipos de medidas de control

4. CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

4.1. MATERIAL

Roca
 Geología/Litología

4.2. COMPOSICIÓN

Bloques
 Grava
 Arena
 Limo
 Arcilla
 Tobas
 Conglomerados

4.3. DEFORMACIÓN DEL TERRENO

Modo	Severidad
<input checked="" type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve
<input type="checkbox"/> Escalonamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Media
	<input type="checkbox"/> Severa

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. USOS DE SUELO

Entisol
 Inceptisol
 Inceptisol+Alfisol
 Inceptisol+Entisol
 Mollisol

Barranco
 Coluvio aluvial antiguo
 Coluvio antiguo
 Interfluvio de cimas estrechas
 Relieve colinado medio
 Relieve montañoso

Relieve volcánico montañoso
 Superficie de cono de deyección
 Superficie volcánica ondulada
 Terraza media
 Valle fluvial
 Vertiente abrupta
 Vertiente heterogénea
 Vertiente rectilínea

5.2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA

Fuerte > 12 - 25%
 Media > 2 - 5%
 Media Fuerte > 25 - 40%
 Muy Fuerte > 40 - 70%
 Muy Suave > 5 - 12%
 Suave > 70 - 100%

5.3. PENDIENTE

Pastos plantados
 Bosque natural
 Bosque natural intervenido
 Cultivos de ciclo corto
 Paramo
 Vegetación arbustiva - Arboricultura
 Vegetación arbustiva - Cultivos de ciclo corto
 Vegetación arbustiva - Pastos plantados

5.4. COBERTURA VEGETAL

6. OBSERVACIONES DEL DEPÓSITO SUPERFICIAL

7. CAUSAS / DETONANTE / DAÑOS (Numerar de acuerdo a su importancia)

7.1. CAUSAS

Morfología
 Pendiente favorable
 Longitud de la vertiente
 Composición del depósito superficial
 Material fallado / fisurado / agrietado
 Material meteorizado
 Material no consolidado
 Deforestación o ausencia de vegetación

OTRAS (7.1.)

Material plástico débil
 Material colapsible
 Contraste de permeabilidad de materiales
 Contraste de rigidez de materiales
 Agua subterránea

7.2. DETONANTE

Sismo
 Lluvias
 OTRAS
 Erupción volcánica
 Erosión/socavación del pie de talud
 Actividades antrópicas

7.3. DAÑOS

Centros poblados
 Líneas de conducción
 Vías de comunicación
 Ambientales
 Actividad económica (ganadera, agrícola)
 Pérdida de vidas
 Infraestructura crítica (hospitales, escuelas)

5.5. SISMICIDAD

I - V
 VI - VII
 ≥ - VIII

5.6. PRECIPITACIÓN

< 1600 mm
 1601 - 2200 mm
 > 2201 - 2300mm

8. DEFINICIÓN DE LA AMENAZA

8.1. GRADO

Alto
 Medio
 Bajo

ANEXO 3. ENCUESTA REALIZADA A LA POBLACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN

Amenaza de Deslizamiento

V1= Considera que los deslizamientos han ocasionado cada vez más pérdidas en los últimos 5 años

No.	Pérdidas por deslizamientos	Señal con X	Si la respuesta es positiva. ¿Indique por qué?
1	Si		
2	No		

V2= Cuáles son las causas que provoca los deslizamientos:

No.	Causas de inundaciones	Señale con X
1	Exceso de lluvias	
2	Por eventos sísmicos	
3	Pendientes muy fuertes	
4	Excesiva deforestación en laderas (causas humanas)	
5	Excesiva erosión en laderas (causas humanas)	
	Desestabilización de taludes por construcción de vías o explotación de canteras	
6	Castigo de Dios	
7	Otros	
8	Ninguna	

V3= Qué tipo de afectaciones provocan los deslizamientos en su comunidad?

No.	Tipo de afectaciones por inundaciones	Señale con X			Costo aproximado de la pérdida en dólares
		Más afectado	Poco afectado	Sin afectación	
1	Afectación de personas (salud)				
2	Afectación de edificaciones				

3	Afectación a la infraestructura vial				
4	Afectación de cultivos				
5	Afectación a la ganadería				
6	Afectaciones economía (negocios, microempresas)				
7	Afectaciones a infraestructuras esenciales (agua, alcantarillado, vialidad)				
8	Contaminación de agua				
10	Afectación a plantas nativas				
9	Afectación especies (animales – nativos)				
11	Otros				
12	Ninguno				

V4= Qué acciones o medidas aplica y con qué frecuencia en su comunidad para la reducción de la amenaza de deslizamientos?

No.	Medidas reducción a deslizamientos	Señale con X	Tipo de institución y/o responsable	Señale con x la frecuencia		
				Siempre	Rara vez	Nunca
1	Construcción de muro de contención					
2	Reforestación de laderas con especies adecuadas					

3	Capacitación e Información a la comunidad					
4	Ordenamiento territorial (prohibición de ocupar zonas o laderas susceptibles a deslizamientos)					
5	Sistema de Alerta Temprana					
6	Conocimiento de ordenanzas o normativas para deslizamientos					
7	Mingas de limpieza					
8	Seguros contra deslizamiento (recuperación)					
9	Otras. Cuál:					
10	Ninguna					

V5= Ha recibido capacitación e información (charlas, talleres, curso,) sobre deslizamientos. Marque una opción con una X

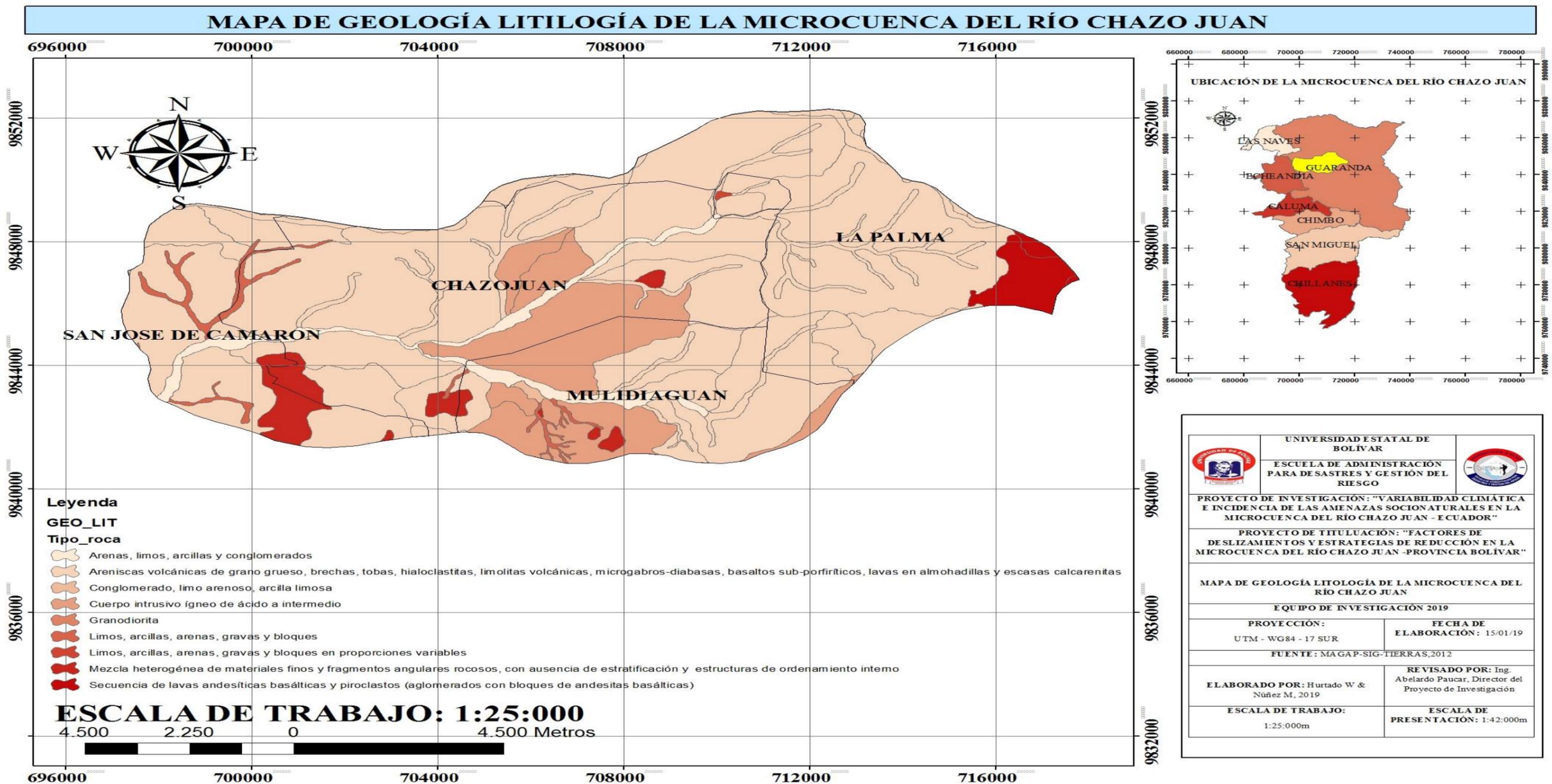
No.	Descripción	Frecuencia			Cuantas veces en el último año	Institución que le capacitó
		Siempre	Rara vez	Nunca		

1	Capacitación en deslizamientos					
2	Campañas de prevención de deslizamientos					

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

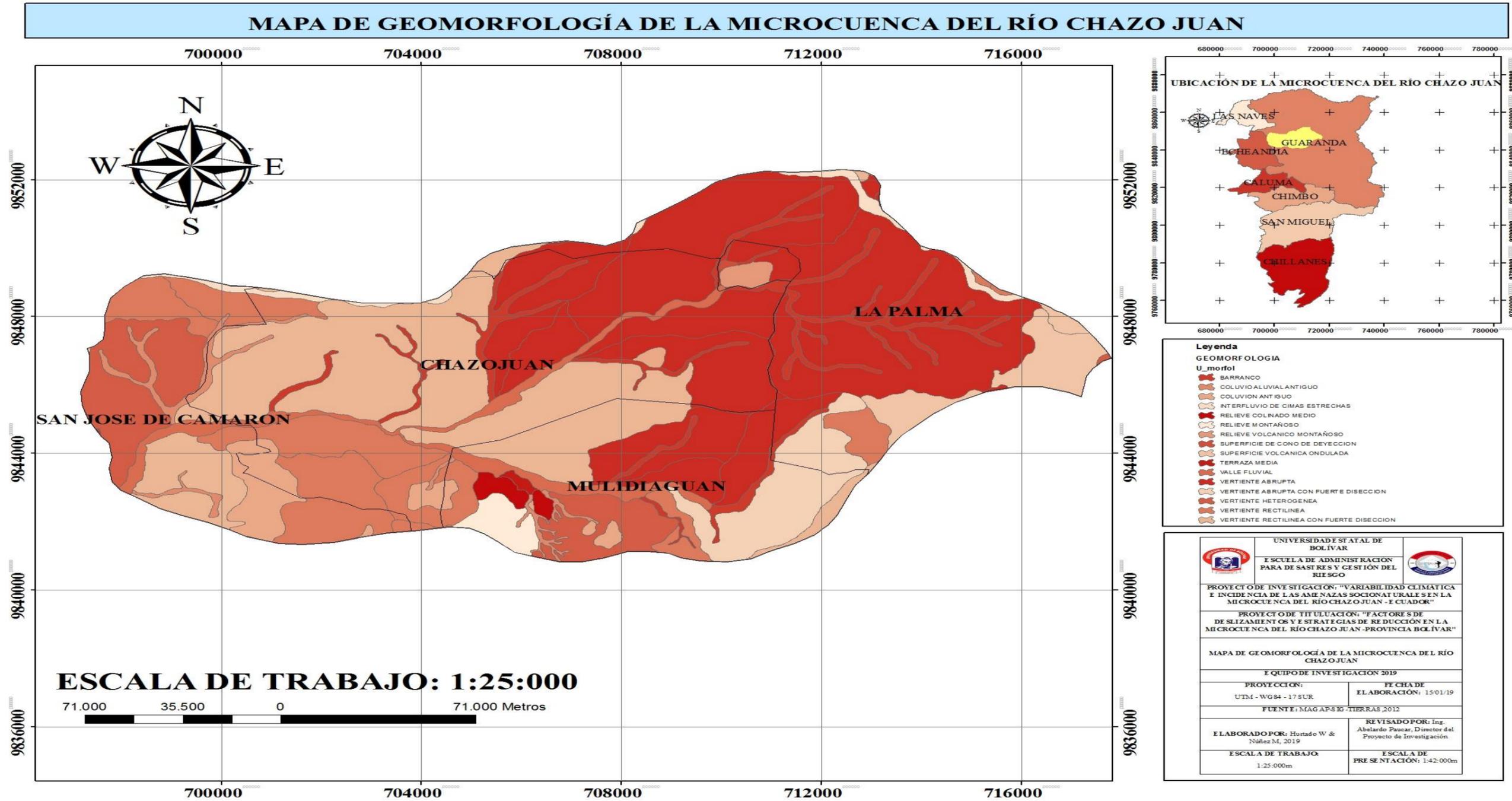
Encuesta realizada a los jefes de familia de la microcuenca del río Chazo Juan representando los resultados en tablas y barras. Pág. 74,80

ANEXO 4. MAPAS BASE Y TEMÁTICOS



Mapa 9. Mapa de Geología / Litología de la microcuenca del río Chazo Juan

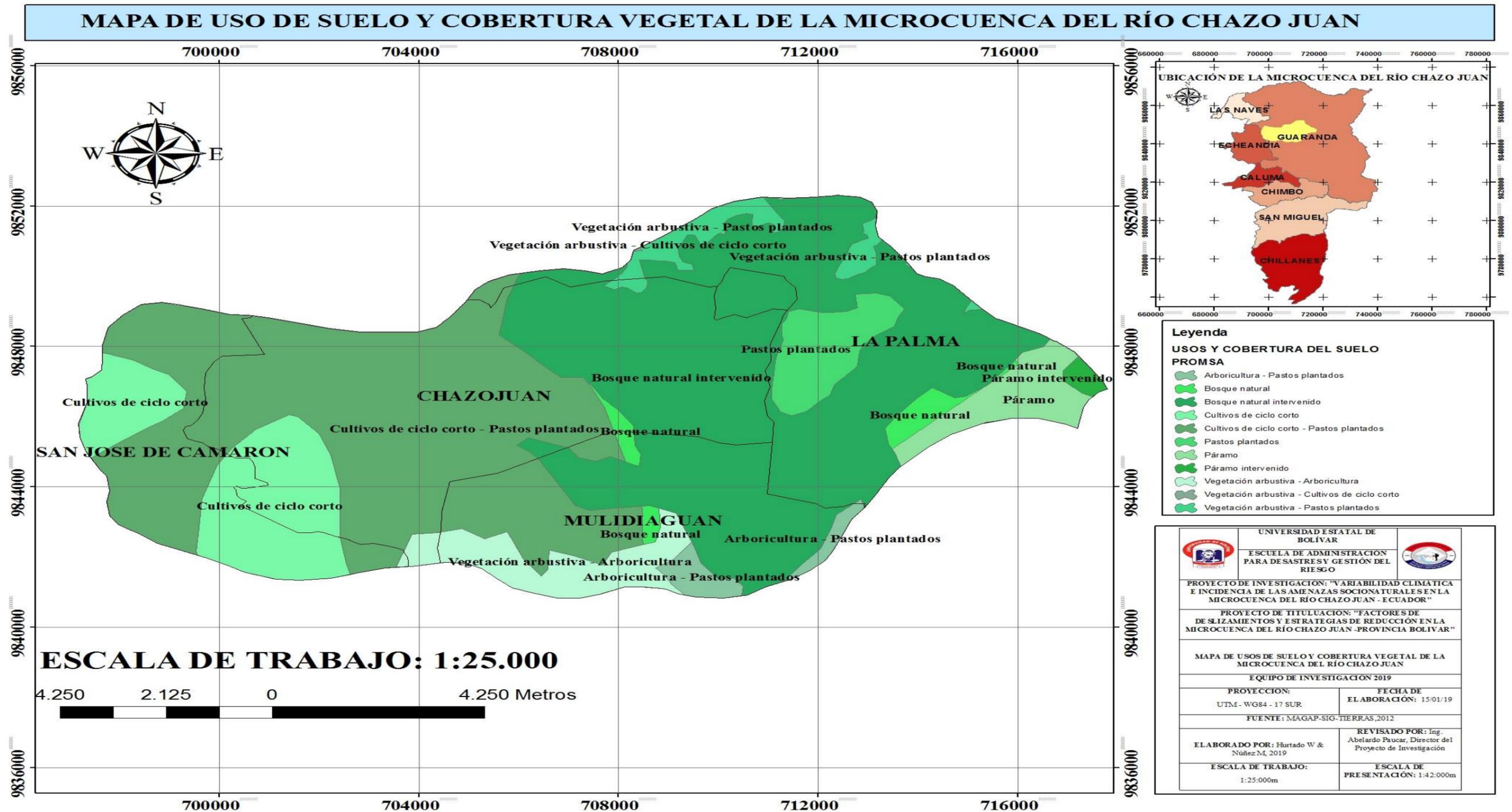
Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019



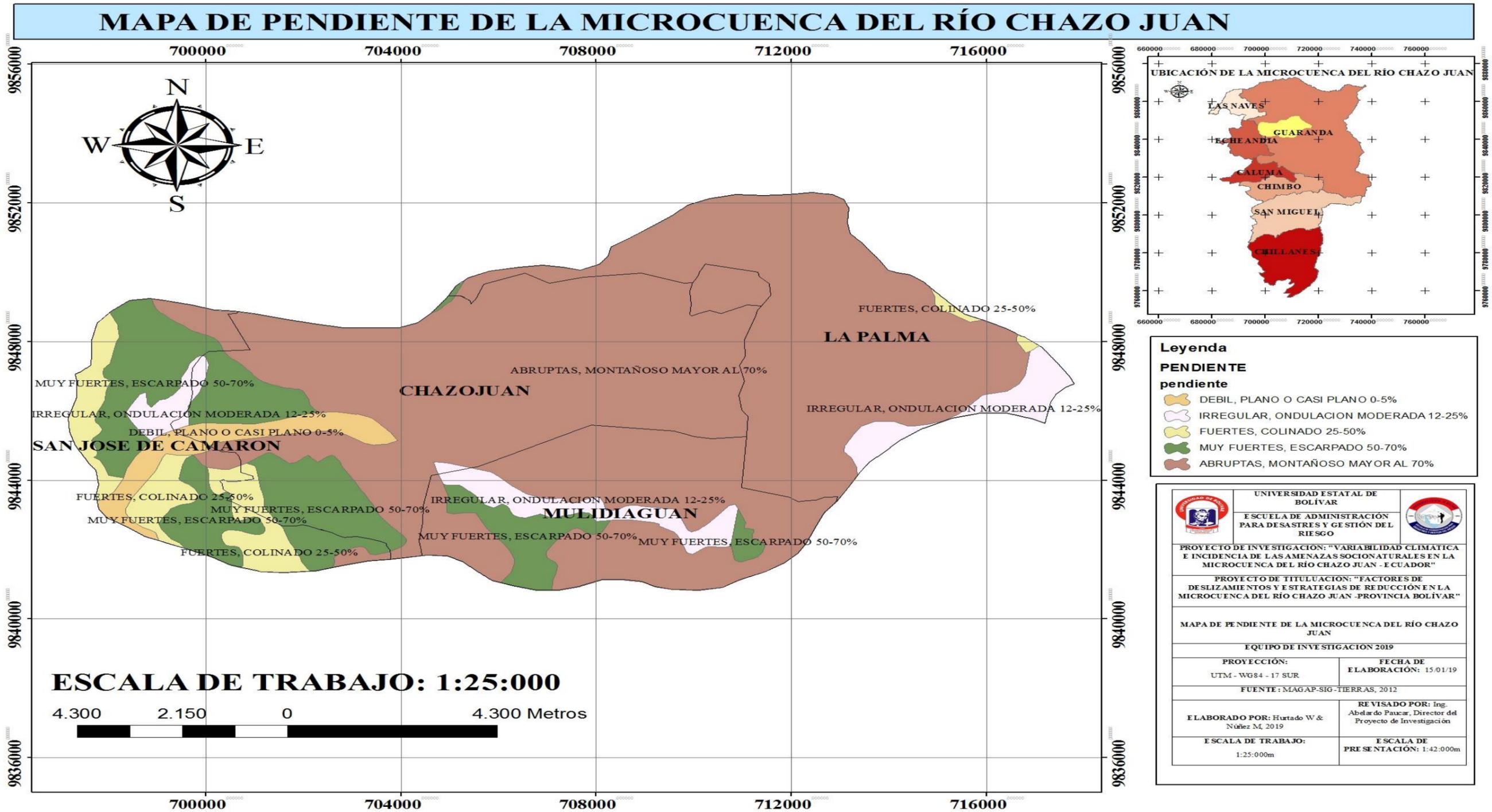
Mapa 10. Mapa de Geomorfología de la microcuenca del río Chazo Juan

Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

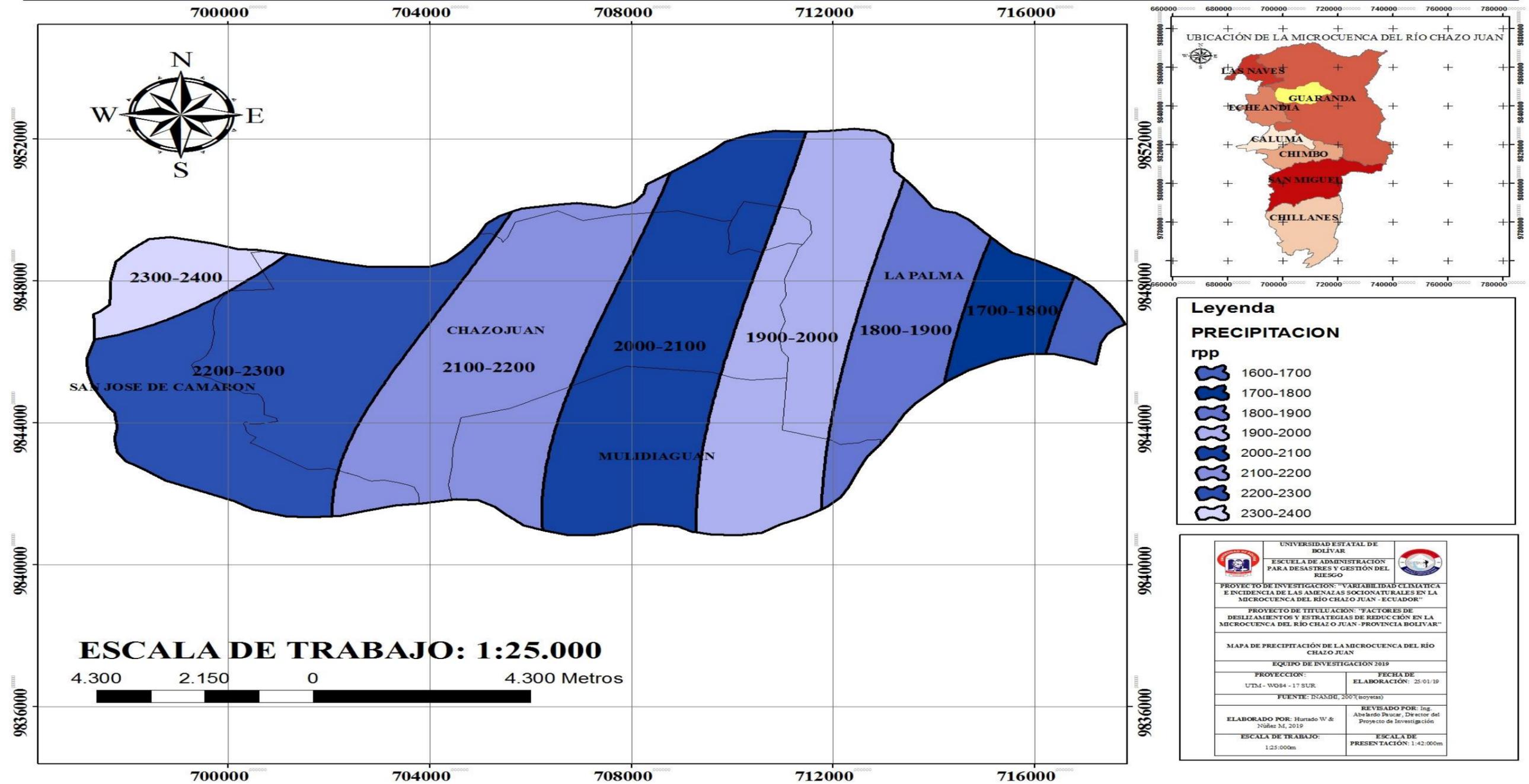


Mapa 11. Mapa de Uso de suelo / Cobertura vegetal de la microcuenca del río Chazo Juan
Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019



Mapa 12. Mapa de pendiente de la microcuenca del río Chazo Juan
Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

MAPA DE PRECIPITACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN

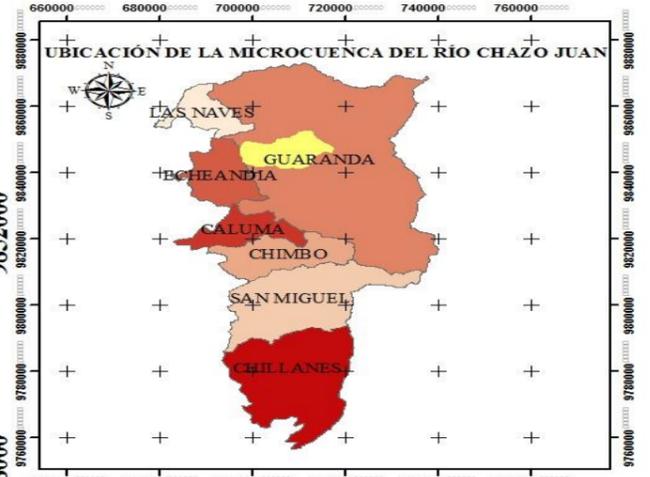
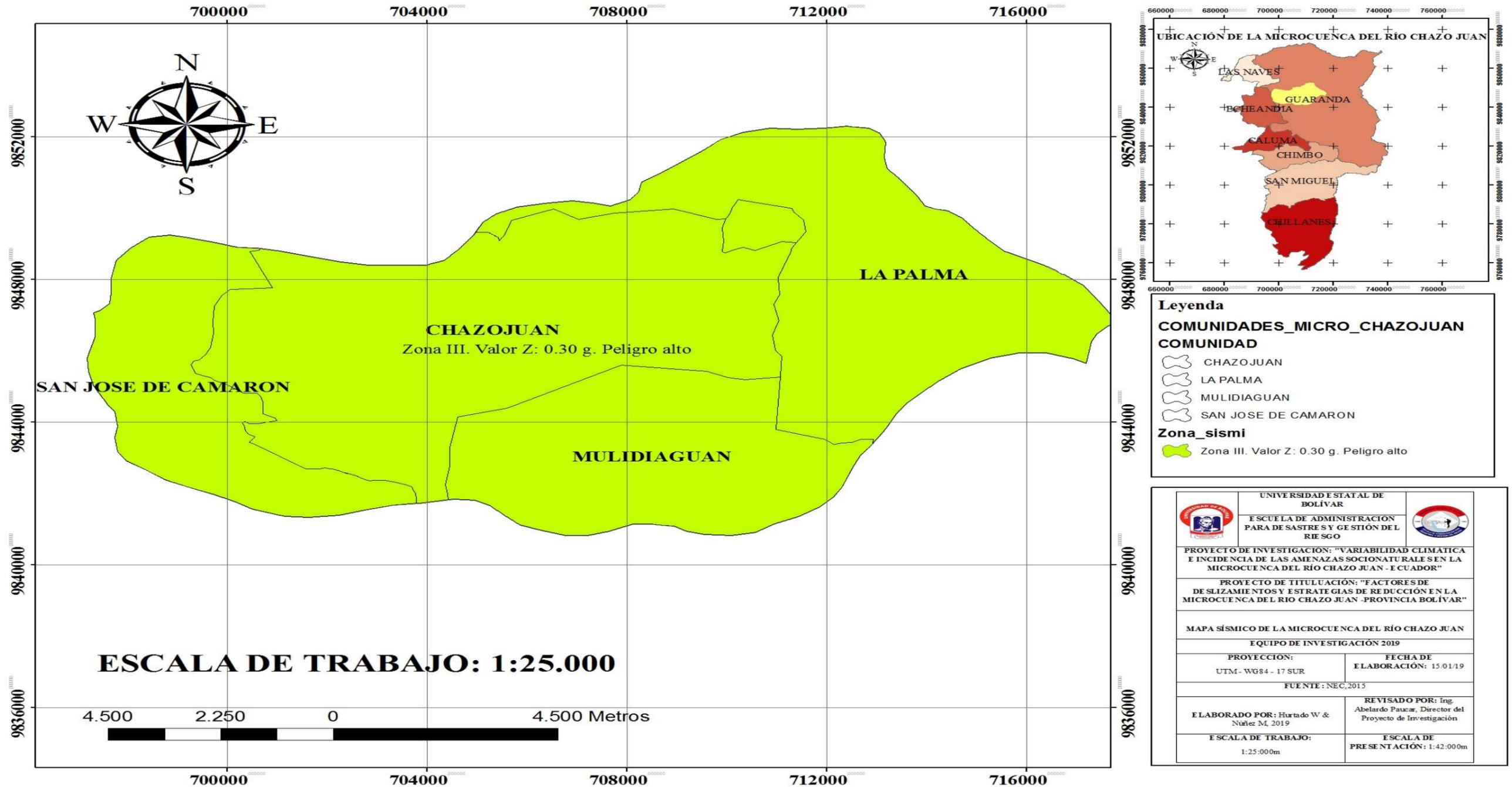


Mapa 13. Mapa de precipitación de la microcuenca del río Chazo Juan

Fuente: INAMHI, 2007

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

MAPA SÍSMICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN



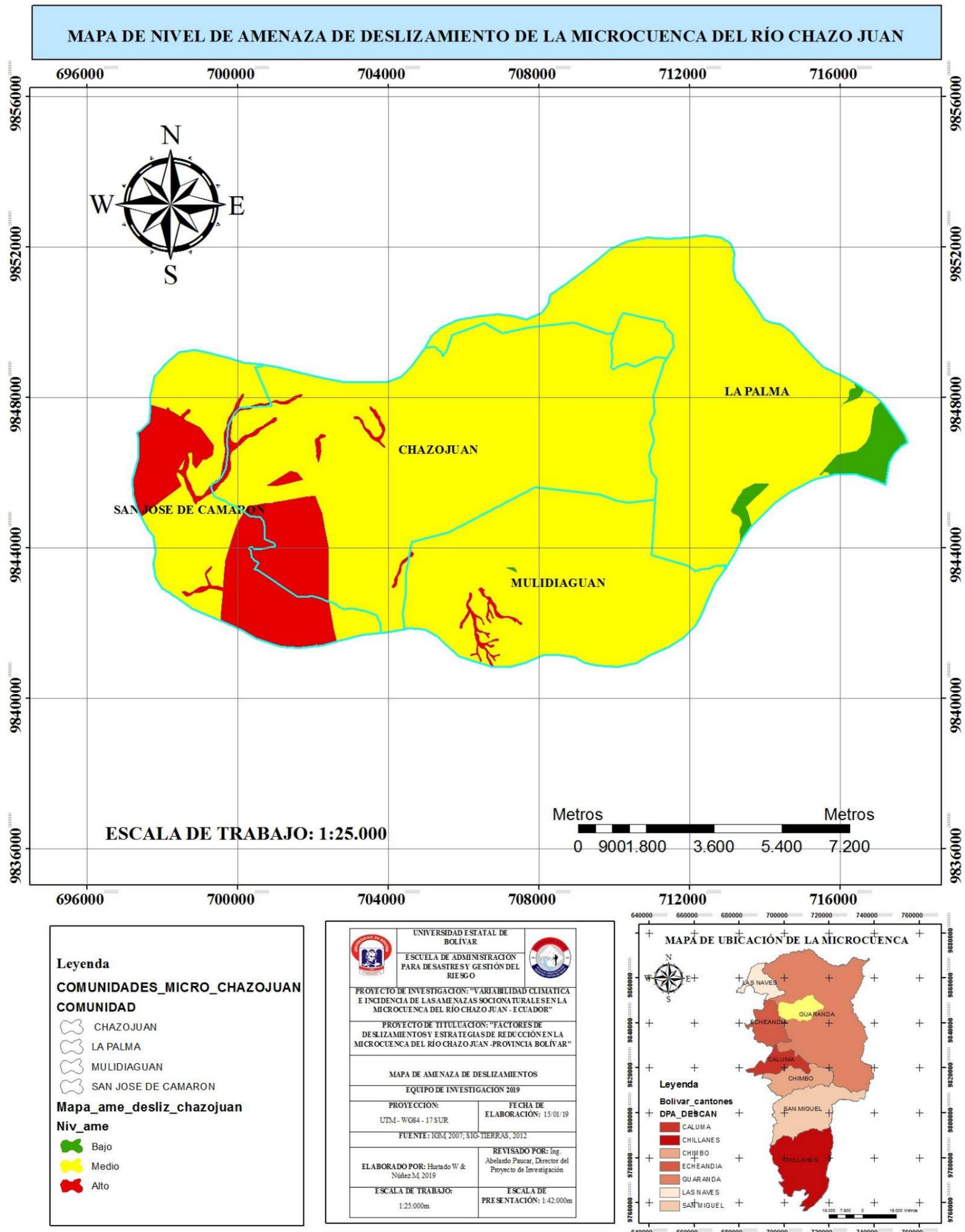
 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DE SASTRE Y GESTIÓN DEL RIESGO		
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "VARIABILIDAD CLIMÁTICA E INCIDENCIA DE LAS AMENAZAS SOCIONATURALES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN - ECUADOR"		
PROYECTO DE TITULACIÓN: "FACTORES DE DESLIZAMIENTOS Y ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN - PROVINCIA BOLÍVAR"		
MAPA SÍSMICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHAZO JUAN EQUIPO DE INVESTIGACIÓN 2019		
PROYECCIÓN: UTM - WGS4 - 17 SUR	FECHA DE ELABORACIÓN: 15/01/19	
FUENTE: NEC, 2015		
ELABORADO POR: Hurtado W & Núñez M, 2019	REVISADO POR: Ing. Abelardo Paucar, Director del Proyecto de Investigación	
ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000m	ESCALA DE PRESENTACIÓN: 1:42.000m	

Mapa 14. Mapa sísmico de la microcuenca del río Chazo Juan

Fuente: NEC, 2015

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Mapa 15. Mapa de nivel de amenaza de deslizamiento en la microcuenca del río Chazo Juan



Fuente: MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012; INAMHI, 2007; NEC, 2015
 Elaborado por: Hurtado & Nuñez, 2019

ANEXO 5. MEMORIAS FOTOGRÁFICAS



Fotografía N° 1: Aplicación de encuestas a los jefes de familia de la Microcuenca Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 2: Aplicación de encuestas a los jefes de familia de la Microcuenca Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 3: Toma de muestras para determinar la composición del suelo
Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 4: Toma de muestras para determinar la composición del suelo
Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 5: Zona de Deslizamiento en el tramo de la vía La Palma - Chazo Juan
Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 6: Zona de Deslizamiento en el tramo de la vía Mulidiahúan - Chazo Juan
Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 7: Zona de Deslizamiento en el tramo de la vía Mulidiahuán - Chazo Juan
Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 8: Zona de Deslizamiento en el tramo de la vía Mulidiahuán - Chazo Juan
Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018



Fotografía N° 10: Zona de Deslizamiento en Mulidiahúan, vivienda de alta susceptibilidad
Factores de Deslizamientos y Estrategias de Reducción en la Microcuenca del Río Chazo Juan
Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2018

ANEXO 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Presupuesto De Trabajo

BIENES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Computadoras	2	\$ 500	\$ 1000
GPS	1	\$ 500	\$ 500
Libreta de Apuntes	2	\$ 1	\$ 2
Memoria USB	1	\$10	\$ 10
Resma de Papel	1	\$ 4	\$ 4
Impresiones	3	\$ 20	\$ 60
SERVICIOS			
Internet		\$ 20	\$ 20
Transporte	5	\$ 10	\$ 50
TOTAL			\$ 1646

Elaborado por: Hurtado & Núñez, 2019

Cronograma De Desarrollo De Trabajo

ACTIVIDADES DE TRABAJO	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				RESPONSABLE
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Selección del tema																									Sr. Wilson Hurtado Srta. Mayra Núñez
Planteamiento te problema																									Sr. Wilson Hurtado Srta. Mayra Núñez
Objetivos																									Sr. Wilson Hurtado Srta. Mayra Núñez
Justificación																									Sr. Wilson Hurtado Srta. Mayra Núñez
Marco Teórico																									Sr. Wilson Hurtado Srta. Mayra Núñez
Metodología																									Sr. Wilson Hurtado Srta. Mayra Núñez
Aspectos Administrativos																									Sr. Wilson Hurtado Srta. Mayra Núñez
Cronograma y recursos																									Sr. Wilson Hurtado

