



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

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

**TEMA:**

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE EL  
RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN LA COMUNIDAD DE EL CASTILLO  
ALTO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VEINTIMILLA CANTÓN  
GUARANDA AÑO 2021

**AUTORES:**

JOSE LUIS NINABANDA CHIMBO  
MANOBANDA CHIMBO MARIO GILBERTO

**DIRECTOR:**

ING. GINO NOBOA FLORES

GUARANDA – ECUADOR

2022

## CERTIFICADO DE TUTORÍA

Guaranda, 27 de Mayo del 2022

**EL SUSCRITO ING. GINO ALONSO NOBOA FLORES, DOCENTE Y DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

### CERTIFICA

Que el Proyecto de Investigación denominado **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN LA COMUNIDAD DE EL CASTILLO ALTO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VEINTIMILLA CANTÓN GUARANDA AÑO 2021”**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, de autoría de **Mario Gilberto Manobanda Chimbo** con C.I. **0202372892** y **José Luis Ninabanda Chimbo** con C.I.**0250066032** ha sido debidamente revisado mediante tutorías continuas y cumple con los requisitos establecidos en el reglamento de la Unidad de Titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, en tal virtud, autorizo la presentación en las instancias respectivas para su evaluación y calificación.

Atentamente,



Ing. Gino Alonso Noboa Flores

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# AUTORÍA



Nosotros, **Manobanda Chimbo Mario Gilberto** y **Ninabanda Chimbo José Luis**, egresado de la carrera Administración Para Desastres y Gestión del Riesgo de la facultad ciencias de la salud y del ser humano de la Universidad Estatal de Bolívar, bajo juramento declaramos en forma libre y voluntaria que el presente proyecto de titulación denominado: **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN LA COMUNIDAD DE EL CASTILLO ALTO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VEINTIMILLA CANTÓN GUARANDA AÑO 2021”** , ha sido ejecutado por nosotros con la orientación del tutor Ing. Gino Alonso Noboa Flores, docente de la carrera de Administración Para Desastres y Gestión del Riesgo, de la Universidad Estatal de Bolívar, siendo de nuestra autoría, debo dejar constancia que las expresiones obtenidas dentro de este análisis hemos realizado basándome en la bibliografía actualizada que se incluyen han sido consultadas con sus respectivos autores.

.....  
**Manobanda Chimbo Mario Gilberto**  
C.I. 0202372892

.....  
**José Luis Ninabanda Chimbo**  
C.I. 0250066032



# CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

**Número único de identificación:** 0202372892

**Nombres del ciudadano:** MANOBANDA CHIMBO MARIO GILBERTO

**Condición del cedulado:** CIUDADANO

**Lugar de nacimiento:** ECUADOR/BOLIVAR/GUARANDA/GUANUJO

**Fecha de nacimiento:** 12 DE JULIO DE 1993

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Sexo:** HOMBRE

**Instrucción:** BACHILLERATO

**Profesión:** ESTUDIANTE

**Estado Civil:** SOLTERO

**Cónyuge:** No Registra

**Fecha de Matrimonio:** No Registra

**Datos del Padre:** MANOBANDA ROCHINA SEGUNDO MELCHOR

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Datos de la Madre:** CHIMBO ROCHINA MARIA MARTINA

**Nacionalidad:** ECuatoguineana

**Fecha de expedición:** 24 DE JULIO DE 2019

**Condición de donante:** SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 27 DE MAYO DE 2022

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

N° de certificado: 222-718-11382



222-718-11382

Ing. Fernando Alvear C.

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







Factura: 001-002-000009962



20220201003P00958

NOTARIO(A) HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ  
NOTARÍA TERCERA DEL CANTON GUARANDA  
EXTRACTO



Escritura N°:	20220201003P00958						
<b>ACTO O CONTRATO:</b>							
DECLARACIÓN JURAMENTADA PERSONA NATURAL							
FECHA DE OTORGAMIENTO:	27 DE MAYO DEL 2022, (10:21)						
<b>OTORGANTES</b>							
<b>OTORGADO POR</b>							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que le representa
Natural	NINABANDA CHIMBO JOSE LUIS	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0250066032	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
Natural	MANOBANDA CHIMBO MARIO GILBERTO	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0202372892	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	
<b>A FAVOR DE</b>							
Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que representa
<b>UBICACIÓN</b>							
Provincia		Cantón		Parroquia			
BOLÍVAR		GUARANDA		GABRIEL I VEINTIMILLA			
DESCRIPCIÓN DOCUMENTO:							
OBJETO/OBSERVACIONES:							
CUANTÍA DEL ACTO O CONTRATO:	INDETERMINADA						

NOTARIO(A) HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ  
NOTARÍA TERCERA DEL CANTÓN GUARANDA

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso de mi vida cuidándome y dando me fortalezas para continuar, a mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en todos los retos que me ha presentado ni un solo momento en mi inteligencia y la capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora este título obtenido con gran esfuerzo para ello para mis padres. Los quiero infinitamente, en todos los retos que me ha presentado ni un solo momento en mi inteligencia y la capacidad.*

**MARIO GILBERTO MANOBANDA CHIMBO**

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo investigativo se lo dedico a Dios, por brindarme primeramente la vida, salud y la sabiduría para llevar acabo la etapa final de mi carrera universitaria, a mis padres Alberto Ninabanda y Susana Chimbo por su amor, cariño, apoyo, por el ejemplo de vida y haberme enseñado el valor de trabajo, humildad, la honestidad, a mi abuelo Manuel Chimbo por haber inculcado el valor de la perseverancia y el apoyo moral para cada logro que tengo, a mi hijo Abdiel Ninabanda por ser el motivo para alcanzar metas, son el pilar fundamental en seguir avanzando y culminar una etapa más en mi vida.*

*JOSE LUIS NINABANDA CHIMBO*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por brindarnos siempre la fuerza necesaria para culminar esta etapa de nuestras vidas a pesar de tantas dificultades que se ha presentado.*

*A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión de Riesgo, porque fue el templo de enseñanza y experiencias inolvidables a los docentes por compartir los conocimientos.*

*Finalmente, de especial agradecimiento a nuestro director de proyecto de investigación. Ing. Gino Noboa Flores, y conjuntamente con el Ing. Luis Villacis y Arq. Cesar Pazmiño por su tiempo de dedicación, guía y su calidad humana que ha sido su apoyo fundamental para llevar el proceso y culminar el presente proyecto.*

*MARIO GILBERTO MANOBANDA CHIMBO,*

*JOSE LUIS NINABANDA CHIMBO*

## **TEMA**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN LA COMUNIDAD DE EL CASTILLO ALTO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VEINTIMILLA CANTO GUARANDA AÑO 2021.**

## Tabla de contenido

DEDICATORIA .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TEMA .....	5
CAPITULO I.....	20
1.1 Planteamiento de problema .....	20
1.2 Formulación del problema.....	22
1.3 Objetivos: .....	23
1.3.1 Objetivo general .....	23
1.3.2 Objetivo específico .....	23
1.4 Justificación de la investigación .....	24
1.5 Limitaciones.....	25
2.1 Antecedentes históricos .....	26
2.2 Características generales de la zona.....	29
2.2.1. Ubicación Geográfica.....	29
2.2.2. Contexto de Castillo Alto .....	29
2.3 Bases Teóricas.....	31
2.3.1. Movimientos en masa.....	32
2.3.1.1. ¿Qué son los movimientos en masa? .....	32
2.3.2. Causas Naturales .....	33
2.3.2.1. Clima.....	33
2.3.2.2. Topografía.....	33
2.3.2.3. Litología.....	34
2.3.2.4. Rocas Blandas.....	34
2.3.2.5. Rocas ígneas.....	34
2.3.2.6. Rocas volcánicas.....	34
2.3.3 Deslizamiento.....	34
2.3.3.1. Desprendimientos.....	34

2.3.3.2. Flujos.....	35
2.3.3.3. Deslizamientos .....	35
2.3.3.4. Reptación.....	35
2.3.3.6. Caída de rocas .....	36
2.3.3.7. Flujos y avalanchas.....	36
2.3.3.8. Suelo.....	37
2.3.3.9. Tipos de suelo.....	37
2.3.3.9. Arenoso .....	38
2.3.3.10. Arenoso franco .....	39
2.3.3.11. Franco limoso .....	39
2.4. Marco conceptual .....	42
2.4.1. Vulnerabilidad.....	42
2.4.2. Vulnerabilidad física estructural.....	42
2.4.3. Desastre .....	42
2.4.4 Remoción en masa.....	43
2.4.5. Amenaza.....	43
2.4.6. Tipos de amenazas.....	43
2.4.6.1. Amenaza geológica .....	43
2.4.6.3. Amenaza natural.....	43
2.4.6.4. Amenaza socio natural .....	44
2.4.6.5. Amenaza sísmica.....	44
2.4.6.6. Amenaza de inundación.....	44
2.4.7. Tipos de inundación .....	44
2.5. MARCO LEGAL .....	45
2.6.1 Gestión de Riesgos .....	45
2.7 Hipótesis.....	52
2.8. Sistematización de variable .....	52
3.1 MARCO METODOLÓGICO .....	55
3.1.1. Niveles de investigación .....	55

3.1.2 Métodos de la investigación .....	56
3.1.2.1 Metodología Objetivo 1.....	56
3.1.2.2 Metodología Objetivo 2.....	59
3.1.2.3. Metodología Objetivo 3.....	64
3.2. Diseño .....	76
3.3. Población y muestra .....	76
3.4. Técnicas o instrumentos de recolección de datos (estadísticos utilizados), para cada uno de los objetivos específicos .....	76
3.5. Técnica de procesamiento de información .....	77
<b>4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....</b>	<b>78</b>
4.2. Resultados del objetivo 2: Análisis de la situación actual de las condiciones vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de remoción en masa. ....	100
Identificar el nivel de vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de remoción en masa en la comunidad de El Castillo Alto Perteneciente A La Parroquia Veintimilla Cantón Guaranda. ....	100
4.3. Resultados del objetivo 3: Realizar una caracterización del tipo de suelo, sus condiciones físicas, geológicas y geomorfológicas. ....	123
Asignación y superficies .....	135
Sismo .....	136
Superficie de deslizamiento circular.....	136
Bibliografía.....	143

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana .....	38
<b>Tabla 2.</b> Guía resumen para la determinación al tacto para diferentes clases texturales.	40
<b>Tabla 3.</b> Variable Independiente: La vulnerabilidad física estructural en las viviendas. .....	53
<b>Tabla 4.</b> Variable dependiente: Riesgos de remoción en masa .....	54
<b>Tabla 8.</b> Análisis De Las Variables Que Intervienen En Mora - Vahrson.....	58
<b>Tabla 5.</b> Criterios de evaluación del primer factor .....	61
<b>Tabla 6.</b> Criterios para estimar la magnitud del daño .....	61
<b>Tabla 7.</b> Rango del índice de daño (ID).....	63
<b>Tabla 15.</b> Sistema unificado de clasificación de suelos.....	64
<b>Tabla 28.</b> Clasificación Geomorfológica por categoría Mora Vahrson.....	78
<b>Tabla 29.</b> Clasificación Geomorfológica Mora Vahrson.....	80
<b>Tabla 30.</b> <i>Clasificación Geológica Mora Vahrson</i> .....	82
<b>Tabla 31.</b> Clasificación Litológica Mora Vahrson .....	83
<b>Tabla 32.</b> Clasificación Cobertura de Suelo Mora Vahrson .....	84
<b>Tabla 33.</b> Clasificación de Pendientes Mora Vahrson.....	85
<b>Tabla 34.</b> Clasificación Precipitación Mora Vahrson.....	87
<b>Tabla 35.</b> Clasificación Sismicidad de Suelo Mora Vahrson .....	93
<b>Tabla 36.</b> Clasificación Sismicidad de Suelo Mora Vahrson, Niveles de ponderación	95
<b>Tabla 37.</b> Ponderación de parámetros.....	97
<b>Tabla 38.</b> Características de Mora-Vahrson en la zona de estudio.....	97
<b>Tabla 39.</b> Grado de susceptibilidad a deslizamiento .....	99
<b>Tabla 16.</b> Rango de pendientes.....	105
<b>Tabla 17.</b> Clasificación de suelos .....	105
<b>Tabla 18.</b> Precipitación .....	105
<b>Tabla 19.</b> Temperatura.....	105
<b>Tabla 20.</b> Clasificación FOPAE .....	106
<b>Tabla 21.</b> Condición de Columnas.....	108
<b>Tabla 22.</b> Muros Portantes.....	109
<b>Tabla 23.</b> Condición del entrepiso .....	109
<b>Tabla 24.</b> Condición de las escaleras .....	110
<b>Tabla 25.</b> Condición de la cubierta .....	111

<b>Tabla 26.</b> Nivel de Vulnerabilidad.....	119
<b>Tabla 27.</b> Matriz de Valoración Nivel de Vulnerabilidad .....	120
<b>Tabla 40.</b> Análisis de tipo de suelo .....	124
<b>Tabla 41.</b> Densidad y grado de acides del suelo comunidad de El Castillo Alto .....	125
<b>Tabla 42.</b> Factor de seguridad, estabilidad de talud.....	131
<b>Tabla 43.</b> Ubicación de los diferentes puntos de coordenadas por los diferentes tipos de suelos encontrados.....	132
<b>Tabla 44.</b> Parámetros del suelo.....	132
<b>Tabla 45.</b> Parámetros de suelo- subpresion .....	133
<b>Tabla 46.</b> Valores específicos del Limo .....	133
<b>Tabla 47.</b> Valores específicos de la Arcilla .....	134
<b>Tabla 48.</b> Valor específico de la arena.....	134
<b>Tabla 49.</b> Asignación de superficies.....	135
<b>Tabla 50.</b> Asignación de los coeficientes sísmicos.....	136
<b>Tabla 51.</b> Datos de la superficie de deslizamiento .....	136
<b>Tabla 52.</b> Verificación estabilidad de taludes (bishop) .....	137
<b>Tabla 53.</b> Datos de los modelamientos matemáticos realizados en el Softwares GEO5 .....	148

### **Índice de Ilustración**

<b>Ilustración 1.</b> Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa en el Ecuador. En base de Demoraes y D'ercole, (2001). .....	27
<b>Ilustración 2.</b> Deslizamientos ocurridos en el Ecuador 1983-1998 D'ercole, (2001). ...	27
<b>Ilustración 3.</b> Deslizamientos a nivel cantonal Ecuador D'ercole, (2001). .....	28
<b>Ilustración 4.</b> Deslizamientos y derrumbes potenciales Ecuador D'ercole, (2001).....	28
<b>Ilustración 5.</b> Delimitación zona de estudio. Google earth .....	30
<b>Ilustración 6.</b> Tipos de movimientos en masa.....	33
<b>Ilustración 7.</b> Deslizamiento .....	35
<b>Ilustración 8.</b> Reptación y sus efectos den la vegetación.....	36
<b>Ilustración 9.</b> Vías del cantón Guaranda .....	36
<b>Ilustración 10.</b> Vista panorámica de los deslizamientos de la ciudad de Guaranda.....	37
<b>Ilustración 11.</b> Suelo arenoso en seco muy suelto, en húmedo se disgrega fácilmente .	39
<b>Ilustración 12.</b> Clasificación granulométrica .....	66

<b>Ilustración 13.</b> Clases texturales de suelo .....	66
<b>Ilustración 14.</b> Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Está basado en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg. ....	68
<b>Ilustración 15.</b> Clasificación de suelo, curva granulométrica .....	69
<b>Ilustración 18.</b> Mapa de pendiente Comunidad de El Castillo Alto.....	86
<b>Ilustración 19.</b> Mapa de ponderación pendiente Comunidad de El Castillo Alto.....	86
<b>Ilustración 20.</b> Grado de inclinación máxima Comunidad de El Catillo Alto .....	87
<b>Ilustración 21.</b> Mapa de precipitación de la Comunidad de El Catillo Alto .....	93
<b>Ilustración 22.</b> Mapa sísmico Comunidad de El Castillo Alto.....	94
<b>Ilustración 23.</b> Mapa de vulnerabilidad de remoción en masa.....	99
Ilustración 17 .....	100
<b>Ilustración 16.</b> Precipitación y Temperatura de la ciudad de Guaranda. ....	105
Ilustración 17 .....	121
<b>Ilustración 24.</b> Triangulo de clasificación de textura del suelo.....	123
<b>Ilustración 25.</b> Mapa de tipo de suelo .....	124
<b>Ilustración 26.</b> Mapa de erosión comunidad de El Castillo Alto .....	126
<b>Ilustración 27.</b> Mapa geológico.....	127
<b>Ilustración 28.</b> Mapa de geomorfologico .....	128
<b>Ilustración 29.</b> Mapa Geomorfológico .....	129
<b>Ilustración 30.</b> Mapa de Evaluación de susceptibilidad de remoción en masa .....	130
<b>Ilustración 31.</b> Mapa de Evaluación de vulnerabilidad de remoción en masa.....	130
<b>Ilustración 32.</b> Superficie de deslizamiento después de la optimización.....	137

### **Índice de Figura**

<b>Figura 3.</b> Resultado Clasificación FOPAE.....	107
<b>Figura 4.</b> Condición Físico estructural en Mampostería confinada.....	112
<b>Figura 5.</b> Nivel Físico estructural en Mampostería confinada .....	113
<b>Figura 6.</b> Condición Físico estructural en Mampostería no reforzada .....	114
<b>Figura 7.</b> Nivel Físico estructural en Mampostería no reforzada .....	114
<b>Figura 8.</b> Condición Físico estructural en Materiales Provisionales .....	115
<b>Figura 9.</b> Nivel Físico estructural en Materiales provisionales .....	116
<b>Figura 10.</b> Condición Físico estructural de Pórticos en concreto reforzado.....	117
<b>Figura 11.</b> Nivel Físico estructural en Pórticos en concreto reforzado .....	118

## **Índice de anexos**

<b>Anexo 1</b> .Memorias Fotográficas .....	146
---------------------------------------------	-----

## **Índice de Fotografías**

<b>Fotografía 1</b> .Realizacion de la evaluación estructural .....	146
---------------------------------------------------------------------	-----

<b>Fotografía 2</b> .Capacitación previo al uso del programa GEO5 .....	147
-------------------------------------------------------------------------	-----

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

Guaranda, 16 de marzo de 2022

El suscrito Ingeniero Civil Gino Alonso Noboa Flores, director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en la calidad de Docente Tutor.

**CERTIFICA**

Que el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN LA COMUNIDAD DE EL CASTILLO ALTO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VEINTIMILLA CANTO GUARANDA AÑO 2021.**, realizado por los señores **MARIO GILBERTO MANOBANDA CHIMBO y JOSE LUIS NINABANDA CHIMBO**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, cumple con los lineamientos de la Facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, mismo que ha sido debidamente revisado y se han incorporado las recomendaciones emitidas en la asesoría. En tal virtud autorizo el trámite legal respectivo para la evaluación y calificación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

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

  
**Ing. Civ. Gino Noboa Flores**  
**Director del proyecto**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de investigación estuvo dirigido a la evaluación de la vulnerabilidad físico estructural de las viviendas ante el riesgo de remoción en masa en la comunidad de El Castillo Alto perteneciente al cantón Guaranda, los cuales se presentan por factores hidrológicos, geológicos, geodinámicos, físicos, geotérmicos y procesos mecánicos del suelo de la zona de estudio.

Para esto se llevó a cabo la delimitación de la zona de El Castillo Alto, el levantamiento topográfico del sector, y la georreferenciación de las viviendas como base inicial, posteriormente, para el cumplimiento de cada uno de los objetivos se trabajó con metodologías específicas para cada uno de ellos.

La identificación del nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la zona de estudio se trabajó en base a la metodología para el monitoreo estructural y patológico de viviendas afectadas por deslizamiento, el cual clasifica las viviendas en 6 grupos y se determina el índice de vulnerabilidad de cada una de las viviendas arrojando resultados de un nivel medio de vulnerabilidad.

En el análisis de la situación actual de las condiciones de la vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de riesgo de remoción en masa se trabajó con los resultados del objetivo 1 y los criterios establecidos de Mora Varhrson, teniendo en cuenta los factores condicionantes y detonantes donde se obtuvieron resultados, los cuales se expresaron en mapas elaborados en el software Arcgis para la visualización específica de las zonas de afectación.

Para la caracterización del suelo y las condiciones físicas, geológicas, geomorfológicas se procedió a realizar la clasificación del suelo con la metodología de SUCS (Unified Soil Classification System), para conocer la textura, el tamaño de granulométrico y los límites

de atterberg en cuanto al suelo, los datos geológicos y geomorfológicos se trabajaron con los datos facilitados por el Servicio Nacional Geológico (INGEPN), Instituto Nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), Sistema Nacional de tierras rurales e infraestructura tecnología (SIGTIERRAS).

El modelamiento se realizó en el Software Geo 5 de Fine software para lo cual se utilizaron todos los datos ya mencionados anteriormente, la información fue cargada en la herramienta Taludes la misma que utiliza la metodología de Bishop ( Método de Dovelas ) para el cálculo de la estabilidad de taludes tomando en cuenta los criterios de pendiente, los tipos de suelo con sus equivalencias y datos sísmicos tanto horizontal como vertical, donde considera el tipo de falla tomando en cuenta las fuerzas actuantes ( estabilizadoras y desestabilizadoras) buscando obtener parámetros de aceptabilidad del talud, encontrando que para El Castillo Alto el talud es inestable, por lo cual se deberían tomar medidas de reducción en base a la presente investigación.

**Palabras claves:** Deslizamiento, Detonantes, Condicionante, Talud, Dovelas.

## **ABSTRACT**

The present research work was aimed at the evaluation of the physical structural vulnerability of the houses to the risk of mass removal in the community of El Castillo Alto belonging to the Guaranda canton, which are presented by hydrological, geological, geodynamic, physical, geothermal factors and mechanical processes of the soil of the study area.

For this, the delimitation of the area of El Castillo Alto was carried out, the topographic survey of the sector, and the georeferencing of the houses as an initial base, later, for the fulfillment of each of the objectives, we worked with specific methodologies for each of them.

The identification of the level of vulnerability of the dwellings in the study area was worked on based on the methodology for the structural and pathological monitoring of dwellings affected by landslide, which classifies the dwellings into 6 groups and determines the vulnerability index of each of the dwellings yielding results of an average level of vulnerability.

In the analysis of the current situation of the conditions of the structural physical vulnerability to the presence of risk of mass removal, we worked with the results of objective 1 and the established criteria of Mora Varhrson, taking into account the conditioning and triggering factors where results were obtained, which were expressed in maps developed in the Arcgis software for the specific visualization of the areas of affectation.

For the characterization of the soil and the physical, geological, geomorphological conditions, the soil classification was carried out with the methodology of SUCS (Unified Soil Classification System), to know the texture, the size of the granulometric and the

limits of atterberg in terms of the soil, the geological and geomorphological data were worked with the data provided by the National Geological Survey (INGEPN), National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), National System of Rural Lands and Infra structure technology (SIGTIERRAS).

The modeling was carried out in the Geo 5 Software of Fine software for which all the data already mentioned above were used, the information was loaded in the Taludes tool the same one that uses the Bishop methodology (Dovelas Method) for the calculation of the stability of slopes taking into account the slope criteria, the types of soil with their equivalences and seismic data both horizontal and vertical, where it considers the type of fault taking into account the acting forces (stabilizing and destabilizing) seeking to obtain parameters of acceptability of the slope, finding that for El Castillo Alto the slope is unstable, so reduction measures should be taken based on the present research.

**Keywords:** Sliding, Detonators, Conditioning, Slope, Voussoirs.

## INTRODUCCIÓN

Los fenómenos de remoción en masa son procesos geológicos, geomorfológicos, hidrológicas destructivos que afectan a un territorio determinado, causando daños estructurales, económicos y pérdidas humanas. La presencia de este evento adverso es un fenómeno sujeto a muchos grados de incertidumbre debido a que estos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modo de fallas materiales restricciones geológicas.

A nivel mundial se han destinado recursos para la investigación de este fenómeno con el objetivo de encontrar patrones que permitan comprender su comportamiento a profundidad y establecer medidas de mitigación y monitoreo para la gestión integral de riesgos, ordenamiento territorial y la adecuada planificación ya sea rural o urbanística.

De esta manera es indispensable lograr evaluar aspectos que componen el riesgo, como la evaluación de vulnerabilidad, la estimación de susceptibilidad de la zona de estudio.

Debido a la ubicación geográfica del Ecuador se encuentra expuesto a varias amenazas de tipo natural como movimientos en masa por las características topográficas del relieve, la actividad sísmica por el cinturón del fuego del pacifico, la degradación del suelo por causas hidrológicas.

En el cantón Guaranda se han presentado múltiples fenómenos de origen natural como deslizamientos, inundaciones, sequias, caída de ceniza, heladas, precipitaciones, fenómenos de remoción en masa la cual afectan al desarrollo local, generado costes significativos a la población en casos extremos irrecuperables por la detención del comercio.

La comunidad de El Castillo Alto por encontrarse con una topografía irregular también presenta niveles de vulnerabilidad por la presencia de las amenazas de origen natural.

Por esta razón el proyecto investigación tiene con finalidad realizar la **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN LA COMUNIDAD DE EL CASTILLO ALTO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VEINTIMILLA CANTÓN GUARANDA**, por su ubicación geográfica las altas pendientes la gradientes topográfico, la sismicidad causan daños importantes, los factores detonantes para su ocurrencia como la presencia de los fenómenos hidrológicos y la deforestación son factores agravantes, por lo tanto se trabajará con los objetivos establecidos para poder llegar a los resultados esperados y de esta manera se puedan tomar medidas preventivas en lo posible evitar pérdidas económicas, materiales y humanas.

Para alcanzar los resultados esperados se pondrá en práctica el conocimiento teórico, técnico, que nos llevará a identificar la necesidad imperante de investigar aquellas amenazas que ponen en peligro la vida de los seres humanos, los ecosistemas y los medios de vida y las demás situaciones de desarrollo local, de la comunidad de El Castillo Alto.

# CAPITULO I

## 1. EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento de problema

Los procesos de remoción en masa constituyen una amenaza importante puesto que estos en combinación con la vulnerabilidad determinan el nivel riesgo al que la población está expuesta , a lo largo de la historia se han presentado numerosos desastres en el cantón a causa de la geología y los factores hidrometeorológicos, de igual forma por la topografía irregular las altas pendientes, las laderas han sido afectadas por proceso de remoción en masa las cuales han estado asociado a la dinámica intrínseca desde antes de la aparición de los seres humanos.

(Poma Tasris , 2017) En la comunidad El Castillo Alto este fenómeno se produce por la desagregación de los suelos que han venido llamando la atención de los habitantes, además que con el pasar del tiempo se han incrementado los movimientos en masa por las intervenciones antrópicas, así como por los fenómenos hidrológicos, geodinámicos, entre otros.

Adicionalmente se han venido conociendo los efectos de la remoción en masa en varias zonas que han afectado el área causando daños a las viviendas y habitantes de este lugar ocasionados graves pérdidas económicas de la misma forma este problema de inestabilidad se han presentado en ciertas áreas aledañas a la zona de estudio debido principalmente por el uso inadecuado del suelo, el sobre pastoreo la deforestación la ampliación de la frontera agrícola han generado deslizamiento ocasionado en la temporada invernal y de ventiscas.

Debido al incremento de forma desmedida la construcción de las viviendas altamente vulnerables en terrenos ubicados en zonas altas del sector, también la construcción si el adecuado planeamiento urbanístico, la deficiencia en el uso de la norma

ecuatoriana de la construcción y la no existencia de las redes de servicio de conducción de los desechos entre otros factores han generados situaciones de alto riesgo.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Qué elementos influyen para que se origine la vulnerabilidad físico estructural de las edificaciones ante la presencia del riesgo de remoción en masa en La Comunidad de El Castillo Alto Perteneciente A La Parroquia Veintimilla Cantón Guaranda Año 2021?

### **1.3 Objetivos:**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Evaluar la vulnerabilidad físico estructural ante el riesgo de remoción en masa en la comunidad de El Castillo Alto Perteneciente a La Parroquia Veintimilla Cantón Guaranda Año 2021.

#### ***1.3.2 Objetivo específico***

- ❖ Analizar la situación actual de las condiciones de vulnerabilidad físico estructural ante el riesgo de remoción en masa
- ❖ Identificar el nivel de vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de remoción en masa en la comunidad de El Castillo Alto Perteneciente A La Parroquia Veintimilla Cantón Guaranda
- ❖ Realizar una caracterización del tipo de suelo, sus condiciones físicas, geológicas y geomorfológicas.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

Los procesos de remoción en masa son característicos a nivel mundial los mismos que se han incrementado donde el ser humano ha intervenido, la densidad de la población y el desarrollo urbano y rural ha ido creciendo traspasando los límites constructivos y sobre ello sin una norma regulatoria que asegure la prevalecía de las estructuras.

El desordenado crecimiento urbanístico ha llevado a las personas a construir sus viviendas en laderas o suelos propensos a ocurrir un fracturamiento, estudios anteriores realizados por estudiantes de la universidad central del Ecuador señalan que los suelos donde están asentados las comunidades pertenecientes a la organización CODICIV de la Parroquia Veintimilla donde las características geomorfológicas están marcadas por cerros de alta y mediana pendiente y el relieve en su mayor parte es irregular los cuales presentan una mecánica de inestabilidad en gran parte de los suelos son poco consolidados.

La ampliación de los de las fronteras agrícolas y la deforestación es un factor que han favorecido a la ocurrencia del riesgo de remoción en masa este fenómeno se presenta especialmente en periodos de alta precipitación donde han provocado diferentes eventos como los deslizamientos e inundaciones.

Con los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación que se lleva realizando en la comunidad de El Castillo alto se dará a conocer cuáles son los sectores que presentan mayor riesgo a ocurrencia de remoción en masa y conocer las infraestructuras que presenta mayor vulnerabilidad, esta información ayudará a las autoridades de turno a tomar decisiones los cuales ayuden a la población a mejorar su calidad de vida y tener una planificación urbanística adecuada para el desarrollo comunitario.

## 1.5 Limitaciones

En el desarrollo de la investigación se pudo encontrar diferentes limitaciones, por ejemplo.

- ❖ Inexistencia de información acerca del tema de estudio.
- ❖ Escaso conocimiento sobre el tema de deslizamientos
- ❖ Lugares con poca accesibilidad a las viviendas ya que se accedía por senderos improvisados.
- ❖ Desconocimiento en el manejo del software para el modelamiento de taludes, correspondía a un programa que no se adquirió conocimiento dentro de la carrera.
- ❖ No contar con el software GEO 5 para el modelamiento de taludes en los laboratorios de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes históricos

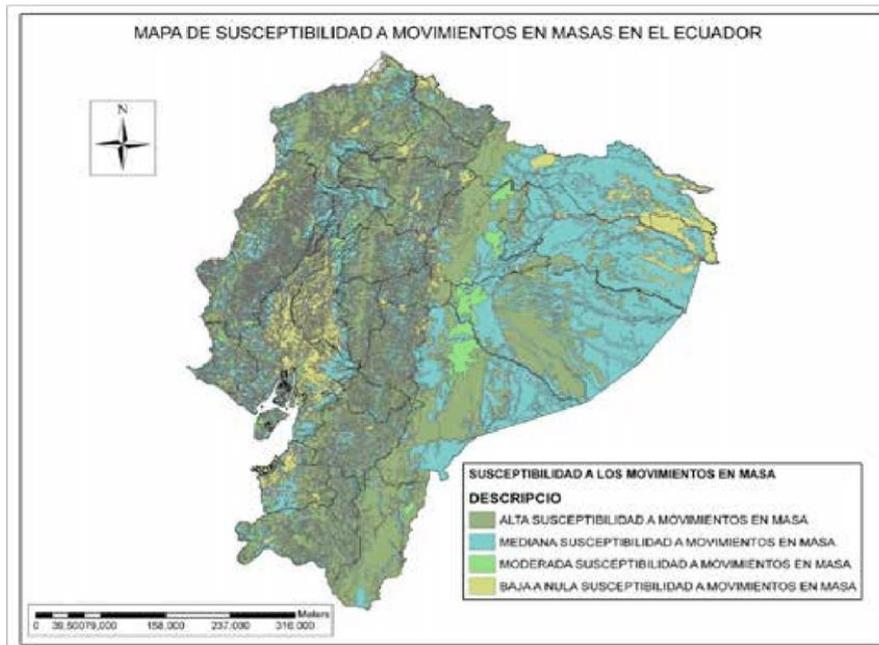
La reducción de riesgos de desastres para el desarrollo sostenible del territorio ha representado uno de los accionares transversales con prioridad en la vulnerabilidad, el cantón Guaranda por encontrarse ubicado en las estribaciones de la cordillera occidental en una zona de transición entre el sector de la Costa y Sierra ecuatoriana presenta una diversidad de pisos climáticos, su relieve es muy irregular sus características geológicas ,estructurales, el tipo de suelo de origen volcánico entre otros factores que hacen que el territorio este expuesto a varios tipos de eventos adversos como los hidrometeoro lógicos (movimientos en masa, inundación), geológicos (sismos, erupciones volcánicas), climatológicos (heladas, defisis hídricos, vientos fuertes), antrópicas (deforestación, incendios forestales), las cuales han ocasionado que el desarrollo económico, social no mantenga el flujo adecuado. (PDOT, 2015)

La comunidad del Castillo Alto por encontrarse en un área topográfica de alto relieve las cuales presentan una geomorfología de cerros de alta y mediana altura, el relieve irregular en la mayor parte del territorio con fuertes pendientes que representan un 70%, los aspectos geológicos la mayor parte de la zona corresponde a la formación del Macuchi, volcánica como las del Pisayambo y Chimborazo, que corresponde al periodo del cuaternario, representa una mecánica de inestabilidad.

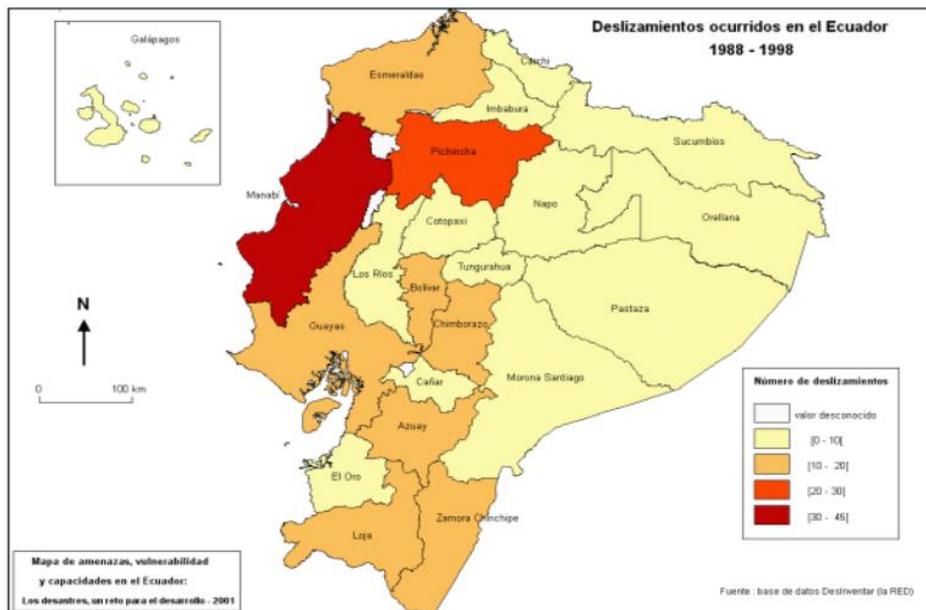
Por el origen volcánico los suelos son poco consolidados este factor se combina con los procesos humanos de erosión y deforestación por ello la mayor parte de la zona de estudio representa una alta y media susceptibilidad a los fenómenos de remisión en masa.

Se estima que la mayor parte del territorio tiene una susceptibilidad de ocurrencia del 72% a los eventos de remoción en masa principalmente en la zonas altas y medias, solo una mínima parte del territorio tiene una susceptibilidad de ocurrencia al evento adverso.

**Ilustración 1.** Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa en el Ecuador. En base de Demoraes y D'ercole, (2001).



**Ilustración 2.** Deslizamientos ocurridos en el Ecuador 1983-1998 D'ercole, (2001).





Los mapas del fenómeno de deslizamiento que, por condiciones como la pendiente, la extensión de las vertientes, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones, los movimientos sísmicos y el uso antrópico de los suelos, se han presentado en las provincias del centro y sur de la región sierra donde prácticamente se vincula la provincia Bolívar.

## **2.2 Características generales de la zona**

### **2.2.1. Ubicación Geográfica**

En la ciudad de Guaranda se encuentra con diferentes tipos de suelo el cual es más propenso a sufrir las edificaciones diferentes daños ya sea por, sismos, inundaciones o deslizamientos. Afectado de manera directa a las viviendas y familias que viven en laderas o quebradas. En años anteriores se ha visto que los movimientos en masa son más frecuentes en la época de lluvia, haciendo que el suelo y topografía del lugar sea más frágil para la ocurrencia de desastres naturales y antrópicos. (PDOT, 2015)

### **2.2.2. Contexto de Castillo Alto**

El Castillo es una comunidad perteneciente a la provincia Bolívar, Cantón Guaranda entre sus límites se encuentran al:

**Norte:** Paltabamba el Erazo

**Sur:** Paltabamba de Quillimisha

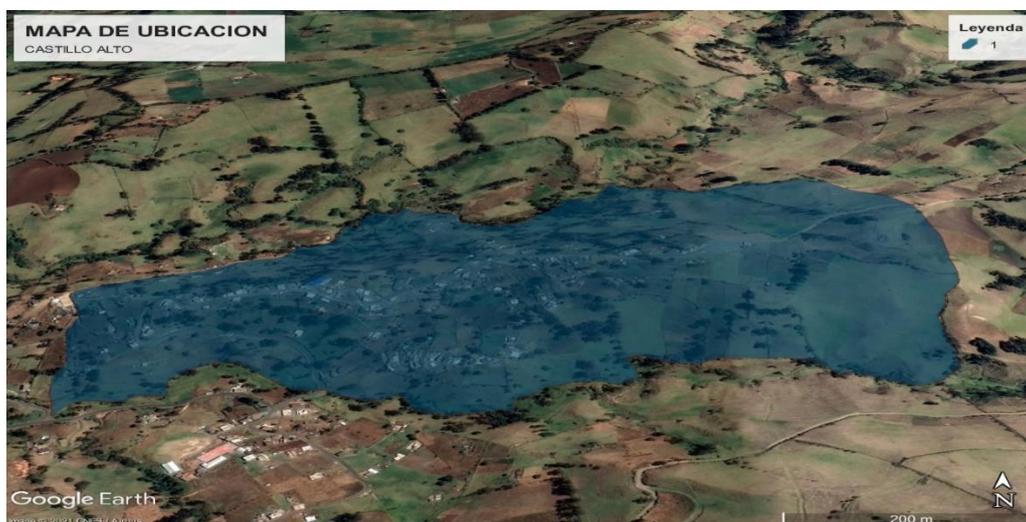
**Este:** Montaña Yanahurco

**Oeste:** Rio Guaranda

En 1967 la comunidad del Castillo comenzó a ser poblada con diferentes familias que llegaron de diferentes lugares no hay una definición exacta del porque a la comunidad le determinaron con este nombre, muchos comentan que es por que vivía Wasipungo de apellido Catillo y al morir en su honor la comunidad adquirió el nombre del Catillo,

jurídicamente se fundó un 28 de agosto del 2005 con el nombre de Corporación de Desarrollo Comunitario El Castillo.

***Ilustración 5. Delimitación zona de estudio. Google earth***



***Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J.***

***Fuente: Google Earht***

Fue poblada en 1967 Con alrededor de 5 viviendas dando un total de 25 personas, las edificaciones son de ladrillo y de bloque. En la actualidad se registran más de 420 persona y 84 familias. Hay viviendas abandonadas ya que los dueños son de la 3ra edad por lo tanto los hijos son quienes los recogen en la ciudad. Mientras que los demás han fallecido y las casas se encuentran en malas condiciones.

La construcción de las viviendas no se encuentra con nomas de construcción INEC es por ello que se encuentran vulnerables a los fenómenos naturales.

## 2.3 Bases Teóricas

### Glosario

**Amenaza:** Es un proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, interrupciones sociales y económicas o daños ambientales. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2017)

**Desastre:** Es una interrupción grave en el funcionamiento de la comunidad en alguna escala, debido a la interacción de eventos peligrosos con las condiciones de exposición y vulnerabilidad que conlleven a pérdidas o impactos de alguno de los siguientes tipos: humanos, materiales, económicos o ambientales que requiere atención del Estado central. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2017)

**Deslizamiento:** Los deslizamientos o movimientos de masa son denominados a todos aquellos detritos de tierra, o masas de roca que debido al efecto de la gravedad corren colina abajo. (Donoso Saca, 2017)

**Evaluación de amenazas:** Es el proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno físico se manifieste con un determinado grado de severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2017).

**Precipitación:** La precipitación es cualquier forma de agua sólida o líquida que cae de la atmósfera a la superficie terrestre. La lluvia, la llovizna, el granizo y la nieve son ejemplos de precipitación. (TAPIA SISALIMA, 2016).

**Riesgo de desastres:** Es la probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2017).

**Remoción en masa:** La remoción en masa comprende procesos dinámicos tales como derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos complejos que involucran el movimiento descendente bajo la influencia de la gravedad. Estos procesos generan pérdidas de vidas y bienes en todo el mundo. (Gutiérrez, Márquez García, & Torres Rodríguez, 2019).

**Taludes:** Es la inclinación de un terreno con respecto a la vertical. También se puede definir como la pendiente de un terreno estable. (Anónimo, 2016)

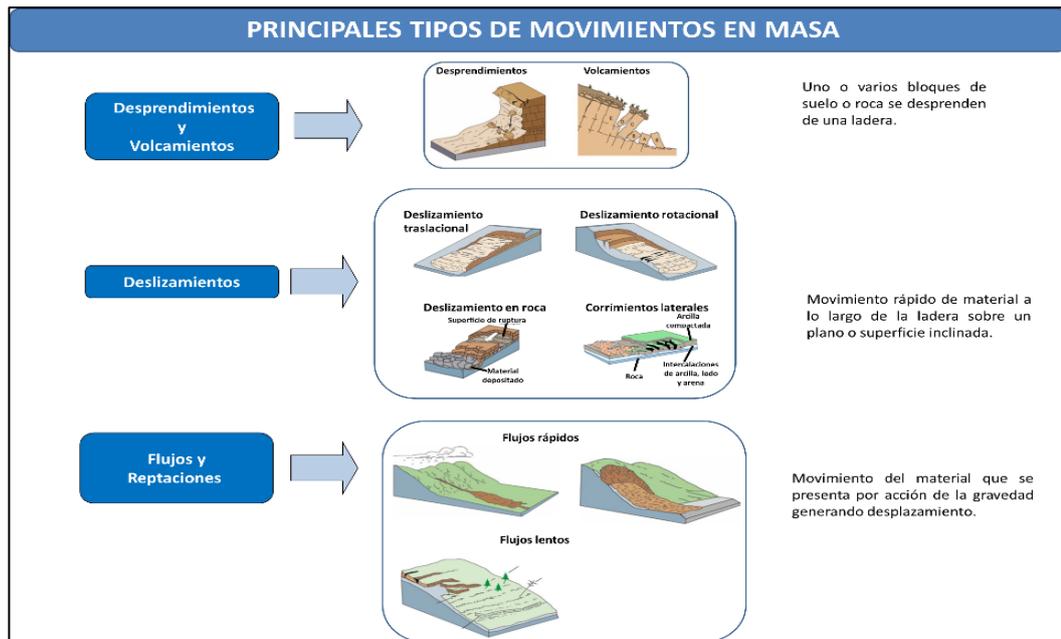
**Vulnerabilidad:** Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2017)

### **2.3.1. Movimientos en masa**

#### **2.3.1.1. ¿Qué son los movimientos en masa?**

Son el proceso por el cual el material que se encuentra constituido por rocas, tierras, detritos y escombros, puede desplazarse hacia abajo por la gravedad. Las condiciones son deslizamientos, procesos de remoción en masa, derrumbes, fallas de taludes y laderas. (Instituto Distrital de Riesgos y Cambio Climático, 2021).

## Ilustración 6. Tipos de movimientos en masa



*Fuente: Adaptado USGS (2008), GEMMA: PMA - GCA (2007)*

### 2.3.2. Causas Naturales

#### 2.3.2.1. Clima

Es una de las causas más conocidas que normalmente están relacionados los fenómenos. El estar en una zona ecuatorial que pasa por periodos muy fuertes de sol y lluvia es la principal causa.

Es el estado promedio del tiempo atmosférico en un periodo largo de tiempo. Para determinar el clima se utilizan datos de precipitación, temperatura y otras magnitudes (viento, presión atmosférica, etc.) de al menos 30 años 59. (Viguera, Martínez, & Alpizar, 2017).

#### 2.3.2.2. Topografía.

Las zonas altas suelen tener pendientes muy fuertes, que en lo general puede presentar elevados flujos de agua, se las denomina correntias, provocando que bajen por los macizos rocosos llevando todo el material que se encuentra a su paso.

### **2.3.2.3. Litología.**

Son donde las rocas no tienen la misma forma o en otras palabras no son iguales.

### **2.3.2.4. Rocas Blandas.**

Son sedimentarias, no son fuertes en los procesos eruptivos, con cualquier golpe o movimiento tectónico se pueda fracturar y desintegrarse más rápidamente, convirtiéndoles en materiales sensibles.

### **2.3.2.5. Rocas ígneas.**

Son todas aquellas que se han formado por solidificación de un de material rocoso, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

### **2.3.2.6. Rocas volcánicas.**

Son un tipo de roca formada cuando la lava o el magma se enfrían. Este enfriamiento rápido provoca que en la roca se formen cristales pequeños (los llamados microcristales), lo que da un aspecto similar al del cristal, como podemos observar en la obsidiana. Esto puede formar rocas volcánicas con una composición total o parcial de vidrio. (Ingeoexpert, 2018)

## **2.3.3 Deslizamiento**

Es un movimiento de masa, sea esta masa suelo, roca sólida o combinaciones. Los movimientos de masa se dividen en tres tipos fundamentales: desprendimientos, deslizamientos y flujos. (RSN URC-ISE , 2014)

### **2.3.3.1. Desprendimientos.**

El desprendimiento es cuando el movimiento implica la caída libre de fragmentos sueltos de cualquier tamaño y es común en pendientes muy empinadas donde el material suelto no puede mantenerse adherido a la superficie. (RSN URC-ISE , 2014)

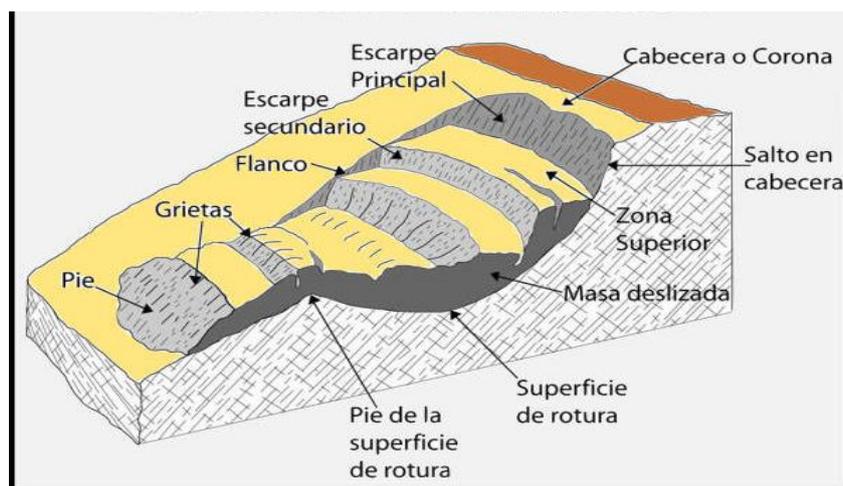
### 2.3.3.2. Flujos.

Son producidos cuando los materiales se encuentran con saturación de agua, realizando un desplazamiento ha bajo en forma de fluido viscoso.

### 2.3.3.3. Deslizamientos

En las zonas altas y medias de las parroquias, se suelen presentar deslizamientos de tipo rotacional y traslacional.

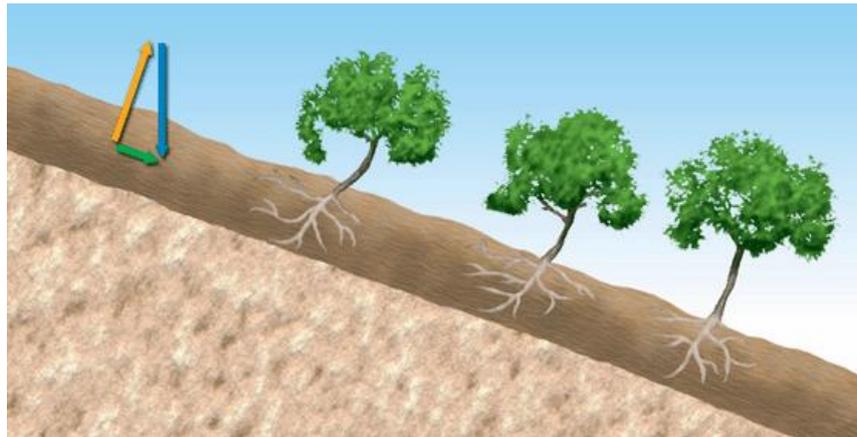
*Ilustración 7. Deslizamiento*



### 2.3.3.4. Reptación

Es el movimiento superficial de suelos, lento y continuo, de materiales de baja cohesión, favorecido por el agua, presentan velocidades de deslizamiento muy lentas, movilizan suelo, roca. (Ibañez, 2008).

***Ilustración 8. Reptación y sus efectos den la vegetación***



***Fuente: Kalipedia***

**2.3.3.6. Caída de rocas**

Es aquella que se presentan debido a las fracturas de la masa rocosa paralelas al talud y debido a procesos de erosión; esto se presenta principalmente en las vías del cantón.

***Ilustración 9. Vías del cantón Guaranda***



***Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)***

***Fuente: Comunidad de El Castillo***

**2.3.3.7. Flujos y avalanchas.**

Producidas generalmente luego del colapso del pie y cuerpo de un deslizamiento por influencia del agua, se presentan especialmente en las zonas montañosas.

***Ilustración 10. Vista panorámica de los deslizamientos de la ciudad de Guaranda.***



***Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)***

***Fuente: Comunidad de El Castillo***

#### **2.3.3.8. Suelo**

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo (FAO, s.f.).

#### **2.3.3.9. Tipos de suelo**

Con fines prácticos los suelos se clasifican como familia de texturas que se denominan pesados (de textura fina), medios (de texturas intermedias) y livianos (de textura gruesa). Dentro de los suelos de textura gruesa, se presentan además los denominados esquelético-arenosos con gran contenido de gravas y gravillas en el perfil. Estos suelos son de baja retención de humedad y pobres en nutrientes y se consideraron marginales (Ciancaglini, 2017).

**Tabla 1.** Tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana

Tipos de suelo	Textura	Relación	
		arena-limo-arcilla (%)	Símbolo
Livianos	Arenoso	90-5-5	A
	Arenoso franco	80-15-5	aF
Medios	Franco arenoso	65-25-10	Fa
	Franco	40-40-20	F
	Franco limoso	20-65-15	FL
	Franco arcilloso arenoso	35-35-30	FAa
Pesados	Franco arcilloso	35-30-35	FA
	Franco arcillo limoso	10-35-55	FAL
	Limoso	10-85-5	L
	Arcillo arenoso	55-5-40	Aa
	Arcillo limoso	5-50-45	AL
	Arcilloso	10-20-60	A

*Fuente:* (Ciancaglini, 2017).

### 2.3.3.9. Arenoso

Es quizás la textura más sencilla de identificar. Al frotarla entre los dedos la percepción es áspera y no se observan presencia de partículas finas (limo y arcilla). Respecto a color las arenas en la región de Cuyo son más bien grises y más oscuras que otro tipo de suelo. Si se agrega agua hasta formar una pasta consistente (ni muy húmeda ni muy seca) y al tratar de formar una bola se disgrega fácilmente. Al frotar entre los dedos se continúa percibiendo áspero La estructura es de grano simple y consistencia suelta.

**Ilustración 11.** Suelo arenoso en seco muy suelto, en húmedo se disgrega fácilmente



**Fuente:** (Ciancaglini, 2017).

#### **2.3.3.10. Arenoso franco**

En seco al frotarla entre los dedos la percepción es áspera, pero a la vista se perciben partículas más finas en muy baja proporción (limo y arcilla). Si se deja caer se dispersan partículas finas que las vuelan la brisa o el viento. Generalmente de color gris y más oscura que otros que otro tipo de suelo

Si se agrega agua hasta formar una pasta consistente (ni muy húmeda ni muy seca) y al tratar de formar una cinta, no se puede hacer (se agrieta). Al frotar entre los dedos se continúa percibiendo áspero con la sensación de arena mezclada con otras partículas más finas. La estructura es de grano simple y consistencia suelta a blanda. La semejanza es a los suelos que se encuentran en dunas y médanos (Ciancaglini, 2017).

#### **2.3.3.11. Franco limoso**

Cuando se pulveriza entre los dedos se disgrega totalmente se percibe suave semejante a la harina. Es identificable por un color beige y en terrenos incultos la estructura es por lo general laminar de consistencia ligeramente dura. En húmedo al

formar una cinta de 2,5 cm y al frotar entre los dedos se percibe levemente la arena, pero no se tiene la sensación de áspero. Al secarse entre los dedos el color es beige o blanquecino (Ciancaglini, 2017).

**Tabla 2.** Guía resumen para la determinación al tacto para diferentes clases texturales.

<b>Apariencia y sensación</b>		
<b>Textura</b>	<b>Suelo seco</b>	<b>Suelo húmedo</b>
<b>Arenosa</b>	Suelta granos simples que se sienten ásperos. Cuando se aprieta el suelo entre los dedos, la masa se desintegra.	No se puede formar una bola (se disgrega). No forma cinta cuando se pasa entre el dedo pulgar e índice. Sensación al tacto: Muy áspera
	Semejanza: Arena de construcción	
<b>Arenosa franca</b>	Al tacto es áspero, pero con la sensación de presencia de partículas más finas. Si se deja caer se dispersan partículas muy finas que las vuela la brisa o el viento.	Forma una bola que se disgrega cuando se toca. No forma cinta cuando se pasa entre el dedo pulgar e índice. Al tacto es áspero. Al secarse el suelo en los dedos se observa un color beige o blanquecino.
	Semejanza: Suelos típicos en médanos y dunas	
<b>Franco arenosa</b>	Se rompe fácilmente. Al principio la textura aparece suave, pero a medida que se frota, empieza a dominar una sensación arenosa.	Forma una bola que permite una manipulación cuidadosa sin romperse. Forma una cinta de hasta 3 cm de largo. Cuando se frota entre los dedos pulgar e índice es suave al principio, pero al frotar domina una sensación más áspera
	Semejanza: Material de bordos de canales (por efecto de la monda)	

<b>Franca</b>	<p>Los agregados se rompen bajo presión moderada. Los terrones pueden ser firmes. Cuando se pulveriza, la sensación al tacto noes ni suave ni áspera que se torna arenosa a medida que se frota.</p>	<p>Forma una bola que puede ser manipulada suavemente sin que se desintegre. Forma una cinta de hasta 3 cm de largo. Al tacto nose percibe ni suave ni áspero.</p>
<b>Franco limosa</b>	<p>Los agregados son muy firmes, pero se pueden romper bajo presión moderada. Los terrones son de firmes a duros. Cuando el suelo es pulverizado, la sensación al tacto es suave similar al talco o la harina.</p>	<p>Forma una bola que puede ser manipulada sin que se rompa. Forma una cinta de hasta3 cm de largo. Cuando se frota entre el pulgar y el índice la sensación es suave.</p>
<b>Franco arcillosa</b>	<p>Agregados muy firmes y duros, resistentes a dejarse romper con lamano. Cuando se pulveriza, el suelo presenta una sensación áspera al tacto, debido a los pequeños agregados que persisten.</p>	<p>Un molde de este suelo es muy maleable. Sepuede formar una cinta de hasta 5 cm de largo Cuando se frota entre el pulgar y el índice, forma una cinta que no se siente ni suave ni áspero.</p>

---

**Fuente:** (Ciancaglini, 2017).

## **2.4. Marco conceptual**

Para comprender y analizar el tema EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICO ESTRUCTURAL ANTE EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA es necesario describir los términos y los conceptos que están planteados para el presente proyecto de investigación

### **2.4.1. Vulnerabilidad**

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

Un estudio de vulnerabilidad tiene el fin de poder observar en qué estado se encuentran las diferentes edificaciones de un lugar y basados en estos resultados, tomar decisiones pertinentes que ayuden a conservar recursos del estado y más importante aún vidas humanas (UNISDR, 2016)

### **2.4.2. Vulnerabilidad física estructural**

Está directamente relacionada con la capacidad que tiene la estructura para soportar las sollicitaciones a las que está sometida en el momento de un sismo, es decir, la forma con la cual responde ante los desplazamientos y los esfuerzos producidos por las fuerzas inerciales durante toda la vida útil de la edificación. (Anonimo, 2018).

### **2.4.3. Desastre**

Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos. (UNISDR, 2016).

#### **2.4.4 Remoción en masa**

Es también conocido como movimiento de inclinación, desplazamiento de más o movimientos de masa es el proceso geomorfológico por lo cual el suelo, regolito y la también se mueve por la fuerza de la gravedad.

#### **2.4.5. Amenaza**

Es un fenómeno o proceso natural o causado por el ser humano que puede poner en peligro a un grupo de personas, sus cosas y su ambiente, cuando no son precavidos a pérdida de medios de sustento y de servicio trastornos sociales y económicos y daños ambientales. (SECRETARIA DE GESTIÓN DE RIESGOS, 2018).

#### **2.4.6. Tipos de amenazas**

Se mencionará la clasificación de las amenazas lo más importantes para el estudio:

##### **2.4.6.1. Amenaza geológica**

Procesos o fenómenos naturales que puedan causar perdida de vida o daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), 2018).

##### **2.4.6.2. Amenaza hidrometeorológica**

Procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico, que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), 2018).

##### **2.4.6.3. Amenaza natural**

Procesos o fenómenos naturales que tienen lugar en la biosfera que pueden resultar en un evento perjudicial y causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), 2018).

#### **2.4.6.4. Amenaza socio natural**

Fenómeno de una mayor ocurrencia de eventos relativos a ciertas amenazas geofísicas e hidrometeorológicas, tales como aludes, inundaciones, subsidencia de la tierra y sequías, que surgen de la interacción de las amenazas naturales con el suelo y los recursos ambientales (UNISDR, 2016).

#### **2.4.6.5. Amenaza sísmica**

Es la cuantificación de las acciones sísmicas o de los fenómenos físicos ocasionados con un sismo que puede producir efectos adversos al hombre y sus actividades, parámetro que cuantifica la ocurrencia de futuros sísmico y las acciones sísmicas asociados (IG-EPN, 2021).

#### **2.4.6.6. Amenaza de inundación**

Las inundaciones son más comunes de desastres en todo el mundo que es el aumento anormal en el nivel de las aguas o sumersión en aguas de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentra secas por efectos del ascenso temporal de ríos, lagos, represas

#### **2.4.7. Tipos de inundación**

**2.4.7.1. Inundaciones repentinas:** es conocida como flash food su origen suele ser consecuencia de episodios muy intensos de lluvias.

**2.4.7. 2 inundaciones fluviales:** en su mayoría estacionales se producen por las aguas de escorrentía superficial ríos, arroyos y torrentes.

**2.4.7.3. Inundaciones costeras:** con agua procedente del mar, provocadas por maremotos, tsunamis o grandes mareas.

## **2.5. MARCO LEGAL**

El siguiente proyecto de investigación se encuentra sustentado en:

### **2.6.1 Gestión de Riesgos**

**Art.389.-** El estado protegerá a las, personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad ( CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008).

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgos de todas las instituciones pública y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El estado ejercerá la rectoría a través de los organismos técnicos establecidos en la ley, tendrán como funciones principales, otras:

- Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afectan al territorio ecuatoriano.
- Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
- Asegurar que todas las instituciones publica y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
- Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.

- Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastres.
- Realizar y coordinar las acciones efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
- Garantizar el financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del sistema y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

**Art. 390.-** Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brinda el apoyo necesario con respecto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos a sus responsabilidades (Asamblea Nacional, 2011).

## **Capítulo Segundo**

### **Ambiente y naturaleza (Bioseguridad y recursos naturales)**

**Art. 395.-** La constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

El estado garantizara un modelo sustentable de desarrollo, ambiental equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras ( CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2008).

Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

El estado garantizara la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en las planificaciones, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia de ambiente, estas se publicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

**Art, 296.-** El estado adoptara las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño, en caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el estado adoptara medidas protectoras eficaces y oportunas.

**Art. 307.-** En caso de daño ambiental el estado actuara de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca, la responsabilidad también recaerá sobre las servidoras y servidores responsables de realizar el control ambiental para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, el estado se compromete a:

Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo. Para obtener de ellos la tutela efectiva en material ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

Regular la producción, importación, disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para personas

### **Marco de Sendai para la reducción del Riesgo 2015 - 2020**

En este acápite basa su investigación

Prioridad 3: Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.

Art. 57.- Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos (Asamblea, 2008).

Mantener, desarrollar y fortalecer libremente su identidad, sentido de pertenencia, tradiciones ancestrales y formas de organización social.

No ser objeto de racismo y de ninguna forma de discriminación fundada en su origen, identidad étnica o cultural.

El reconocimiento, reparación y resarcimiento a las colectividades afectadas por racismo, xenofobia y otras formas conexas de intolerancia y discriminación.

Mantener, recuperar, proteger, desarrollar y preservar su patrimonio cultural e histórico como parte indivisible del patrimonio del Ecuador. El Estado proveerá los recursos para el efecto (Asamblea, 2008).

### **Constitución De la República Del Ecuador**

#### **Sección novena: Gestión del riesgo**

Art. 389.- “El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la

prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras

- Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
- Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo
- Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
- Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
- Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
- Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.

- Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo”.

**Art. 390.-** “Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad”.

**Ley de Seguridad Pública y del Estado. Artículo No. 11, Literal d) De la Gestión de Riesgos.** - La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (Asamblea, 2009).

**Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía Descentralización (COOTAD).**

### **Capítulo III de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales**

**Art. 54.-** Funciones Literal o) Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres.

**Artículo 140.-** Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la

Constitución y la ley. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza (COOTAD, 2010)

2010).

#### **Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.-**

**En el Objetivo 1:** Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas.

**Política 1.10.** Impulsar una cultura de gestión integral de riesgos que disminuya la vulnerabilidad y garantice a la ciudadanía la respuesta y la atención a todo tipo de emergencias y desastres originados por causas naturales o antrópicas(Desarrollo, 2017).

## **2.7 Hipótesis**

En la comunidad El Castillo los elementos que influyen en vulnerabilidad físico estructural de las viviendas incrementan el nivel de riesgo ante los eventos adversos de remoción en masa

## **2.8. Sistematización de variable**

### **Variable independiente**

- La vulnerabilidad física estructural en las viviendas.

### **Variable dependiente**

- Riesgos de remoción en masa.

**Tabla 3.** Variable Independiente: La vulnerabilidad física estructural en las viviendas.

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento
<b>Físico estructural</b>	Capacidad que tiene la estructura para soportar las fuerzas a las que está sometida en el momento de un evento adverso, es decir, la forma con la cual responde ante los desplazamientos y los esfuerzos producidos por las fuerzas inerciales durante toda la vida útil de la edificación.	Factores condicionantes	Sistema estructural Tipo de cimentación Topografía Grado de exposición en FRM	Característica Grados Características	Ficha Técnica de evaluación estructural
		<b>Factores detonantes</b>	Localización a ladera Implantación en laderas.		

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Tabla 4.** Variable dependiente: Riesgos de remoción en masa

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento
<b>Remoción en masa</b>	Es también conocido como movimiento de inclinación, desplazamiento de más o movimientos de masa es el proceso geomorfológico por lo cual el suelo, regolito y la también se mueve por la fuerza de la gravedad.	Factores condicionantes	Litología	Característica	Software Geo 5
			Pendientes		Mora vahrson
			Geomorfológicas	Grados	
			Pendientes	Características	
			Talud		
			Factores detonantes	Hidrológica	
			Deforestación		

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

## CAPITULO III

### 3.1 MARCO METODOLÓGICO

#### *3.1.1. Niveles de investigación*

El presente trabajo de investigación responde a la metodología de carácter cualitativo y cuantitativo, enfocado a responder cada uno de los objetivos específicos para el análisis técnico en la comunidad de El Catillo Alto, por un lado, está enfocado en evaluar el nivel de vulnerabilidad que presenta las infra estructuras a los cuales se asignara valores numéricos para su ponderación, cualitativo desde muy alta, alta, media y baja.

Además de mencionar que corresponde a un estudio de diseño transversal en un tiempo determinado tomando en cuenta la información secundaria recolectada.

**Investigación descriptiva:** se analizó las características esenciales de la zona de estudio donde se clasifico las viviendas por su tipo de construcción, y uso, y se pudo definir el nivel de vulnerabilidad mediante la medida de posición en cuanto a la ponderación de cada una de las variables.

#### **Diseño transversal**

El presente trabajo de investigación es de carácter transversal ya que se analizó los datos de las variables recopiladas en un tiempo determinado en la zona de estudio.

### **3.1.2 Métodos de la investigación**

#### **3.1.2.1 Metodología Objetivo 1**

Para realizar la identificación del nivel de vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de remoción en masa se utilizó el aplicativo de Gps Test para la georeferenciación de las viviendas de la zona de estudio, con Google Earth, delimitar la zona de trabajo con la realización de un polígono el cual nos permitirá avanzar con la investigación.

##### **3.1.2.2.1 Método de evaluación Mora Vahrson**

Mora-Vahrson es un método para clasificar la amenaza por deslizamientos en áreas tropicales con alta sismicidad (Mora, S. & Vahrson, W.G, 1991) (Barrantes Castillo, Barrantes Sotela, & Núñez Roman, 2011).

La metodología puede resumirse de la siguiente forma: se aplica mediante la combinación de parámetros, los cuales se obtienen de la observación y medición de indicadores morfodinámicos y su distribución espacial. Dichos parámetros reflejan los factores que conducen a la inestabilidad de la ladera, tales como litología, el contenido de humedad del suelo y el grado de pendiente de la ladera; con estos parámetros se determina un grado de susceptibilidad por elementos pasivos (Padilla Almeida , Cruz D'howitt, & Jaramillo Castelo , 2014).

A partir de estas condiciones, factores morfodinámicos desestabilizan las laderas que presentan cierto grado de susceptibilidad por factores pasivos, en esta metodología se utiliza la sismicidad y las lluvias intensas como elementos activos o factores de disparo que perturban el equilibrio de los materiales de la ladera.

El grado de susceptibilidad al deslizamiento es el producto de los elementos pasivos y de la acción de los factores de disparo: (ecuación 1)

$$S = P * D [1]$$

**Dónde:**

S: grado de susceptibilidad a deslizamientos

P: valor producto de la combinación de los parámetros pasivos

D: valor del factor de disparo de los parámetros activos

Los elementos pasivos se componen de los siguientes parámetros (ecuación 2):

$$P = P_l * P_h * P_p [2]$$

**Dónde:**

P<sub>l</sub>: valor del parámetro de susceptibilidad litológica

P<sub>h</sub>: valor del parámetro de humedad del terreno

P<sub>p</sub>: valor del parámetro pendiente

El factor de disparo se compone de los siguientes parámetros (ecuación 3):

$$D = D_s + D_{ll} [3]$$

Dónde:

D<sub>s</sub>: valor del parámetro de disparo por sismicidad

D<sub>ll</sub>: valor del parámetro de disparo por lluvia

Sustituyendo los parámetros, la ecuación completa se expresa como sigue (ecuación 4):

$$S = (P_l * P_h * P_p) * (D_s + D_{ll}) [4]$$

El resultado de la combinación de todos los factores (acorde con la fórmula 4) no se establece en una escala única de valores del indicador, pues éstos deben ajustarse a las condiciones del área en estudio.

El calificativo de susceptibilidad (S) es una representación cualitativa de los diferentes niveles de amenaza y no una amenaza propiamente dicha (Padilla Almeida , Cruz D'howitt, & Jaramillo Castelo , 2014).

Con estos resultados se obtendrá cartografía temática con ayuda de herramientas geo informáticas.

### 3.1.2.2.2. Análisis de las variables que intervienen en Mora – Vahrson

*Tabla 5. Análisis De Las Variables Que Intervienen En Mora - Vahrson*

---

<b>VARIABLE</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>
PENDIENTE	FACTOR PASIVO
HUMEDAD DEL SUELO	FACTOR PASIVO
LITOLOGÍA	FACTOR PASIVO
INTENSIDAD DE LLUVIA	FACTOR DE DISPARO
SISMOLOGÍA	FACTOR DE DISPARO

---

**Elaborado por:** Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)

### 3.1.2.2 Metodología Objetivo 2

Para el análisis de la situación actual y conocer las condiciones de vulnerabilidad físico estructural se utilizará la Metodología para el monitoreo estructural y patológico de viviendas afectadas por deslizamientos.

#### Caracterización de viviendas

Con el fin de facilitar la clasificación de las viviendas presentes en la zona de estudio, se recopiló la siguiente información:

Información general de la construcción: dirección y localización, el código CHIP y algunos datos de los residentes.

Características de la edificación, de acuerdo con las siguientes variables:

#### **Sistema estructural**

Sistema de pórticos.

Mampostería estructural.

Mampostería confinada.

Mampostería no reforzada.

Prefabricado.

**Materiales no convencionales:** cualquier tipo de sistema que emplee materiales y configuraciones que no se encuentre dentro de los anteriores.

**Calidad de la construcción:** se refiere al nivel de cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas de construcción: buena, regular, mala. Altura de la edificación: número de niveles presentes (Valbuena Porras, García Ubaque, & Granados Soler, 2017).

Las viviendas fueron clasificadas en seis grupos, según los siguientes parámetros: grupo A: viviendas con mampostería confinada, grupo B: viviendas con mampostería estructural, grupo C: viviendas con mampostería no reforzada (simple), grupo D:

materiales provisionales, grupo E: pórticos en concreto reforzado y grupo F: viviendas prefabricadas.

### **Evaluación del índice de daño (ID)**

Las viviendas seleccionadas fueron inspeccionadas visualmente en campo. Para facilitar la recolección y el registro de los datos obtenidos, se estructuró el “Formato de evaluación del índice de daño de viviendas” (figura 1), el cual se utilizó para evaluar de forma rutinaria y progresiva el estado en que se encontraban las viviendas mediante la observación detallada, con prolongaciones de tiempo mensuales durante un periodo de cuatro meses.

Este formato incluye tres bloques de información:

1. Identificación de la vivienda y generalidades: información necesaria para identificar a qué vivienda pertenece el formato y facilitar su búsqueda.

2. Índice de daño de la vivienda: para el cálculo del índice de daño se recurre al método heurístico, que permite combinar lo cualitativo con lo cuantitativo. De este modo, se definieron las siguientes variables para calcular la vulnerabilidad estructural de las viviendas:

- a. **Condición o estado de la edificación:** en la inspección visual se califica de manera cualitativa la condición en la que se encuentran cuatro elementos de las edificaciones: la cimentación, los muros, el entrepiso y la cubierta. Esta calificación se debe hacer según los criterios presentados en la tabla 1, en una escala de bueno, regular y malo. (Valbuena Porras, García Ubaque, & Granados Soler, 2017). A esta apreciación se le asigna un valor numérico definido según su incidencia en la edificación.

**Tabla 6.** Criterios de evaluación del primer factor

Condición Inicial	Primer factor (F1)
BUENA	1
REGULAR	1,05
MALA	1,1

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

En caso de que el elemento no pueda ser evaluado, se califica como N/A (no aplica) y como valor de ponderación de 1,1.

#### **b. Daño estructural**

Se califica el daño presente en los elementos estructurales evaluados anteriormente, utilizando igualmente una calificación cualitativa, asociada a un criterio y a una ponderación, como se presenta en la tabla 2.

**Tabla 7.** Criterios para estimar la magnitud del daño

Magnitud del daño	Magnitud del daño (D)
Si no existe daño	1
Si el daño es leve	2
Si el daño es moderado	3
Si el daño es fuerte	4
Si el daño es severo	6

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

Como elementos de control y medición se realizó la colocación de testigos (portaobjetos) en las grietas de alguna de las viviendas, con el fin de medir el avance de estas, y la dirección de movimiento en términos de agrietamiento e incrementos, y dirección de estos.

3. Registro fotográfico: con el fin de llevar un registro visual del estado de las viviendas, se llevó un recuento fotográfico detallado y concordante de cada una durante las cuatro visitas.

### **Calculó del índice de daño (ID)**

El ID se obtiene a partir de los de los ponderados de las calificaciones de los daños, afectados por el factor de mayoración de la condición de cada elemento, mediante el siguiente procedimiento:

1. Se define un primer factor (F1), que es igual al valor numérico asociado a la evaluación de la condición de cada elemento estructural (tabla 1).
2. Se calcula un segundo factor para la cimentación (Fc2), los muros (Fm2), el entepiso (Fe2), la cubierta (Fcu2) (ecuación (1)).

$$\mathbf{F2} = F1 \times D$$

3. Se calcula un tercer factor (F3), de acuerdo con la cantidad de pisos que tiene la vivienda
  - a. Si el número de pisos es mayor que 1 (ecuación (2)).

$$\mathbf{F3} = (0,6 \times Fe2) + (0,4 \times Fcu). \quad (2)$$

- b. Si el número de pisos es 1 (ecuación (3)).

$$\mathbf{F3} = (Fcu2). \quad (3)$$

- c. Se calcula el ID que presenta la vivienda usando la siguiente fórmula (ecuación (4)).

$$\mathbf{ID} = (0,1 \times Fc2) + (0,5 \times FN2) + (0,4 \times F3) \quad (4)$$

Por último, se determina dentro de cuál de los siguientes rangos de la tabla 3 se encuentra el ID y obtener un valor cualitativo de la vulnerabilidad de cada vivienda.

**Tabla 8. Rango del índice de daño (ID)**

<b>Rango del índice de daño (ID)</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
$ID < 1$	Muy baja
$1 \geq ID < 2$	Baja
$2 \geq ID < 3$	Media
$3 \geq ID < 4$	Alta
$4 \geq ID < 5$	Muy alta

**Elaborado por:** Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)

### 3.1.2.3. Metodología Objetivo 3

Para conocer el tipo de suelo las condiciones físicas, geológicas y geomorfológicas se realizará un modelamiento utilizando el software Geo 5 – la herramienta de taludes para conocer las zonas con mayor índice de ocurrencia de la remoción en masa, utilizando la metodología de Bishop.

#### **Sistema unificado de clasificación de suelos**

El sistema de clasificación de suelos – SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo, este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de materiales sin consolidación, el cual se representa mediante símbolos de dos letras, para realizar la clasificación se debe realizar previamente una medición granulométrica.

*Tabla 9. Sistema unificado de clasificación de suelos.*

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>PREFIJO</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>SUFIJO</b>
<b>GRAVA</b>	G	Bien graduado	W
<b>ARENA</b>	S	Pobrementemente graduado	P
<b>LIMO</b>	M	Limoso	M
<b>ARCILLA</b>	C	Arcilloso	C
<b>ORGÁNICO</b>	O	Baja plasticidad	L
		Alta plasticidad	H

*Fuente:* (Rodríguez Cerín, 2017).

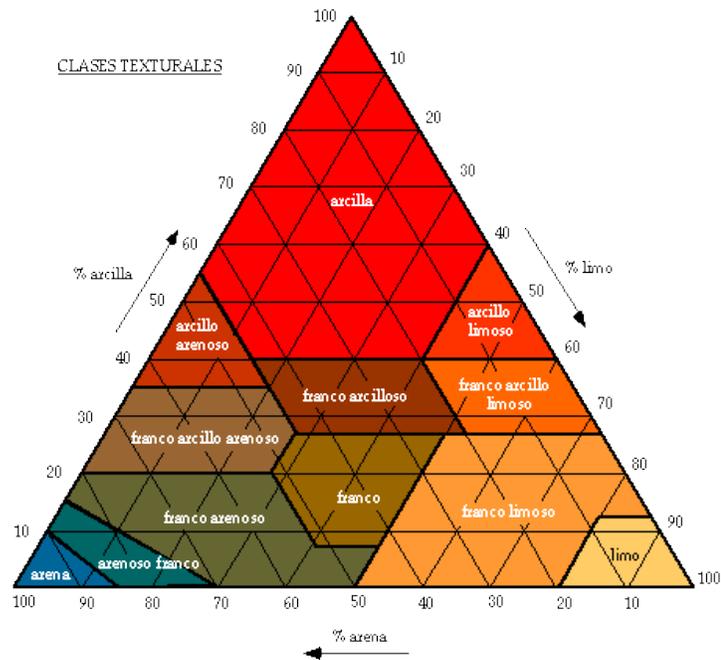
Si el suelo tiene entre un 5-12% de finos, pasantes del tamiz #200 se considera que ambas distribuciones de granos tienen un efecto significativo para las propiedades ingenieriles del material.

Estaríamos hablando por ejemplo de gravas bien graduadas, pero con limos. En esos casos se recomienda usar doble notación, por ejemplo: GW-GM correspondiente a "grava bien graduada" y "grava con limo".

Si el suelo tiene más del 15% del peso retenido por el tamiz #4 ( $R_{\#4} > 15\%$ ), hay una cantidad significativa de grava, y al sufijo "con grava" se le puede añadir el nombre del grupo, pero el símbolo del grupo no cambia. Por ejemplo, SP-SM con grava se refiere a "Arena pobremente graduada con limo y grava" Si el suelo tiene entre un 5-12% de finos, pasantes del tamiz #200 se considera que ambas distribuciones de granos tienen un efecto significativo para las propiedades ingenieriles del material.

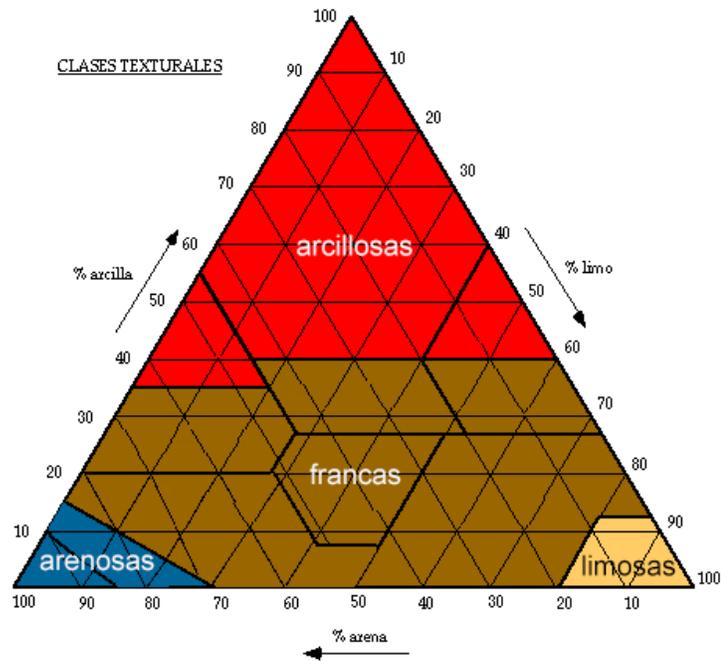
Estaríamos hablando por ejemplo de gravas bien graduadas, pero con limos. En esos casos se recomienda usar doble notación, por ejemplo: GW-GM correspondiente a "grava bien graduada" y "grava con limo". Si el suelo tiene más del 15% del peso retenido por el tamiz #4 ( $R_{\#4} > 15\%$ ), hay una cantidad significativa de grava, y al sufijo "con grava" se le puede añadir el nombre del grupo, pero el símbolo del grupo no cambia. Por ejemplo, SP-SM con grava se refiere a "Arena pobremente graduada con limo y grava" El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla No 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas. Se describirán a continuación los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

**Ilustración 12. Clasificación granulométrica**



*Fuente: (Edafología, 1989)*

**Ilustración 13. Clases texturales de suelo**



*Fuente: (Edafología, 1989)*

### **Límites de atterberg: límites de retracción (Ws)**

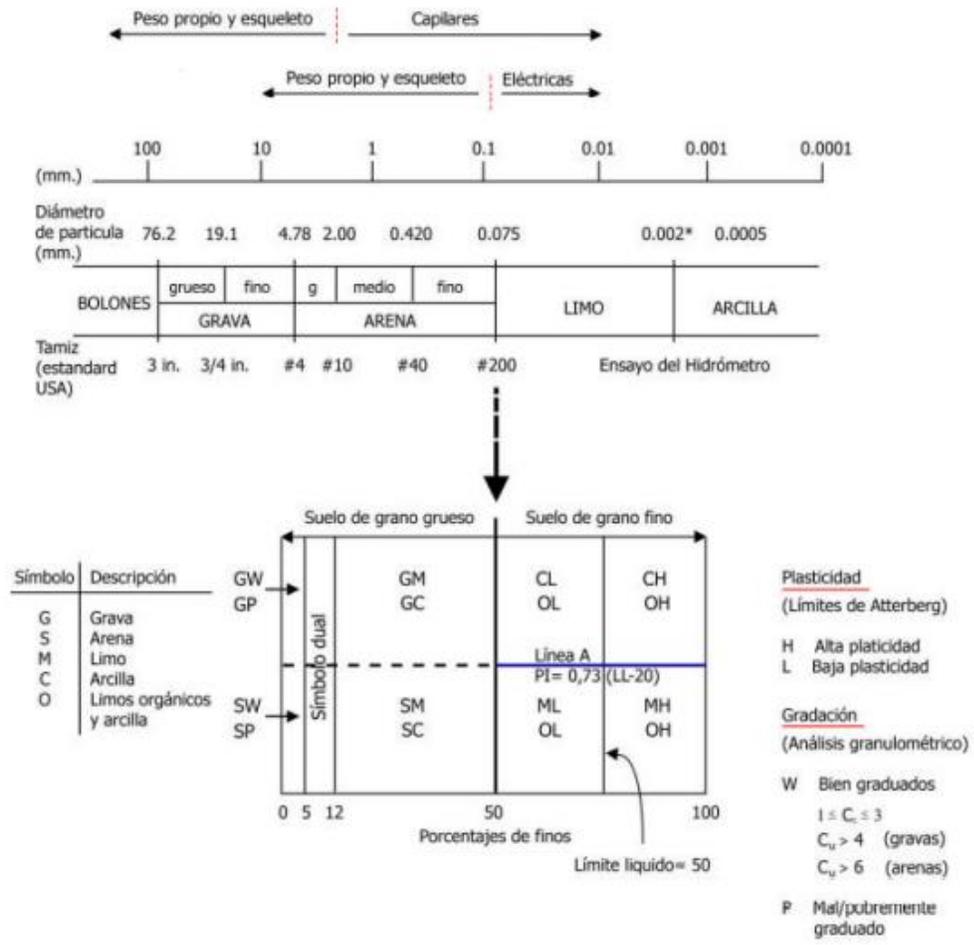
Se define como aquella humedad en la que una mayor pérdida de agua no provoca disminución alguna del volumen del suelo, es decir, la humedad exacta que se requiere para llenar los huecos de una muestra que ha sido desecada. También se puede definir como la humedad de un suelo cuando está saturado con volumen mínimo (OCW).

Se determina mediante las normas UNE 103108:1996 y/o ASTM D427-04, tal como se muestra en el video. No obstante, apenas se obtiene porque no es necesario para identificar y clasificar suelos.

### **Limite plástico (Wp)**

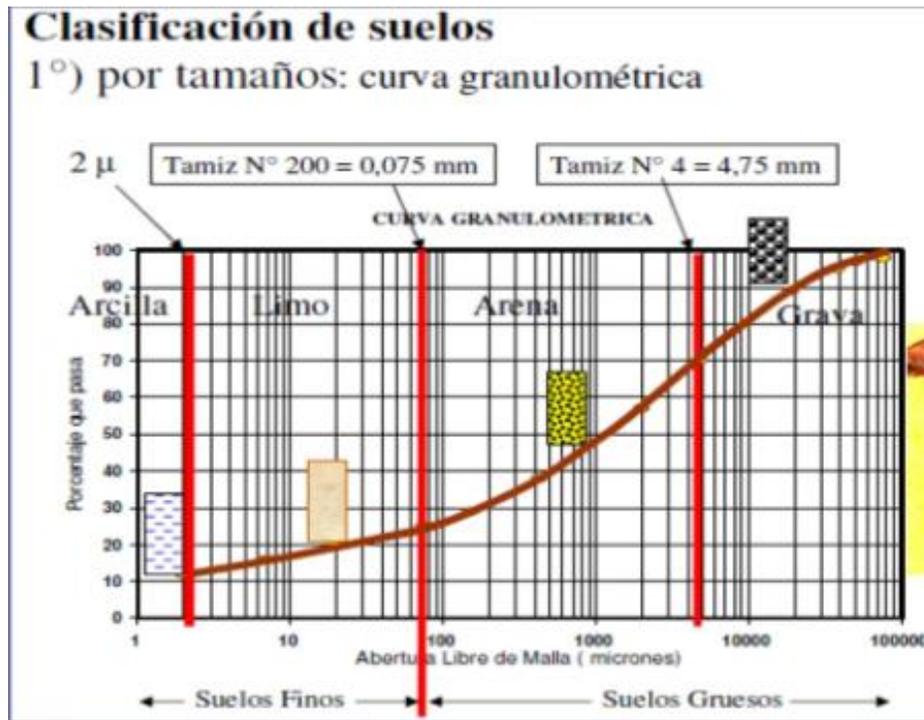
Es el mínimo contenido en agua con el que el suelo permanece en estado plástico, es decir, en el momento en el que se va a producir el cambio del estado plástico a un estado semisólido desmenuzable, se determina mediante las normas UNE 103104:1993 y/o ASTM D4318- 00 (OCW).

**Ilustración 14.** Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Está basado en el análisis granulométrico y los límites de Atterberg.



**Fuente:** (Santamarina & Narsilio )

*Ilustración 15. Clasificación de suelo, curva granulométrica*



*Fuente: (Ortiz, 2015)*

### Software Geo 5

GEO5 es un conjunto de soluciones de software de gran alcance para resolver problemas geotécnicos por métodos analíticos tradicionales y por el método de elementos finitos (MEF).

Este programa es utilizado para el análisis de estabilidad de taludes (terraplenes, cortes de tierra, estructuras de contención ancladas). La superficie de deslizamiento se considera circular para la cual el software utiliza el Método Bishop/ Peterson

Los distintos programas verifican estructuras específicas, manteniéndolos intuitivos y fáciles de usar (Fines Software, s.f.).

## **Métodos de análisis de estabilidad de taludes**

Los análisis de estabilidad en el caso de las laderas naturales tienen por objetivo estimar su nivel de seguridad y, según el resultado obtenido, implementar medidas correctivas o de estabilización adecuadas para evitar nuevos movimientos de masas (Rodríguez Cifuentes, 2013).

Cuando se han producido movimientos que tienden a la falla, los análisis a posteriori (back-analysis) cobran importancia, puesto que se conoce el mecanismo, modelo y geometría de la inestabilidad. Es un análisis muy útil para la caracterización geomecánica de los materiales involucrados, para el estudio de los factores influyentes en la rotura y para conocer el comportamiento mecánico de los materiales del talud; los resultados obtenidos pueden ser extrapolados a otros taludes de similares características. Estos análisis consisten en determinar, a partir de los datos de terreno necesarios (geometría, tipos de materiales, modelo de rotura y presiones hidrostáticas, entre otros), los parámetros resistentes del terreno, generalmente pares de valores  $c$  y  $\phi$ , que cumplan con la condición de equilibrio estricto del talud ( $FS = 1$ ) a lo largo de la superficie de rotura, para las condiciones reales en que esta tuvo lugar (Rodríguez Cifuentes, 2013).

Los métodos de análisis de estabilidad se basan en un planteamiento físico-matemático en el que intervienen las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras, que actúan sobre el talud y que determinan su comportamiento y condiciones de estabilidad. Se pueden agrupar en dos: métodos determinísticos, dentro de los cuales están los métodos de equilibrio límite y los tenso-deformaciones; y los métodos probabilísticos (Rodríguez Cerín, 2017).

Los más utilizados son los métodos de equilibrio límite, los cuales analizan el equilibrio de una masa potencialmente inestable, y consisten en comparar las fuerzas tendentes al movimiento con las fuerzas resistentes que se oponen al mismo a lo largo de una determinada superficie de rotura. Se basan en la selección de una superficie teórica de rotura en el talud; el criterio de rotura de Mohr-Coulomb; y la definición de un factor de seguridad (Rodríguez Cifuentes, 2013).

Existe una subdivisión para los métodos de equilibrio límite en función de la exactitud de los resultados, donde es posible encontrar el grupo de los *métodos exactos* y el de los *no exactos*. En el primer caso, las leyes de la estática entregan una solución exacta dada la geometría sencilla que tiene la masa de suelo que falla, por lo que allí se encuadran los cálculos realizados para roturas del tipo plano y las por cuñas. Por otro lado, en el segundo grupo, las soluciones de la estática no son suficientes y el problema se vuelve hiperestático, debiendo recurrir entonces a una hipótesis inicial o a alguna simplificación para resolverlo. En este tipo de casos se incluyen las roturas circulares que corresponden a las consideradas en la presente investigación (Rodríguez Cifuentes, 2013).

Dentro de los métodos no exactos se encuentran aquellos que consideran completa la masa de suelo que desliza, como un todo, y son conocidos como métodos de estabilidad global de la masa de terreno; y, aquellos que dividen la masa deslizante en fracciones más pequeñas para simplificar el análisis, los cuales se denominan métodos de las dovelas (Rodríguez Cifuentes, 2013).

El método de las dovelas se clasifica en *métodos precisos* (teorías de Morgenstern - Price, Spencer y Bishop Riguroso) y en *métodos aproximados* (Janbú, Fellenius y Bishop Simplificado). Para la presente investigación, se utilizó el método de las dovelas,

considerando las hipótesis de Janbú, Fellenius y Bishop Simplificado (Rodríguez Cifuentes, 2013).

### **Teorías de equilibrio límite: método de las dovelas**

Los problemas de estabilidad de taludes son estáticamente indeterminados, y para su resolución es preciso considerar una serie de hipótesis de partida diferentes según los métodos. Con dichas condiciones, se establecen las ecuaciones de equilibrio entre las fuerzas que inducen el deslizamiento y las resistentes. Los análisis proporcionan el valor del FS del talud para la superficie analizada, referido al equilibrio estricto o límite entre las fuerzas que actúan (Rodríguez Cifuentes, 2013).

Una vez evaluado el FS de la superficie supuesta, es necesario analizar otras superficies de rotura, cinemáticamente posibles, hasta encontrar aquella que tenga el menor FS, la cual se admite como SPF del talud y dicho FS como el correspondiente al talud en cuestión (Rodríguez Cifuentes, 2013).

En general, este tipo de método considera las siguientes hipótesis:

- El FS asociado a un determinado talud, es constante para toda la superficie de falla,
- La resistencia al corte del suelo estudiado satisface el criterio de Mohr – Coulomb.
- Al momento de la falla la resistencia al corte del suelo se desarrolla con una magnitud constante en toda la superficie de rotura.

En cuanto a los Métodos de las Dovelas, estos son usados en aquellos casos en que la superficie de rotura del terreno es del tipo circular. De esta manera, el problema se aborda bidimensionalmente, tomando una sección transversal representativa del talud y dividiéndola

en franjas del mismo tamaño. A cada dovela se le analiza su nivel de estabilidad, lo que permite concluir acerca de la seguridad global del talud (Rodríguez Cifuentes, 2013).

### **Bishop**

El método de simplificación Bishop, asume que no hay ninguna fuerza  $X_i$  entre bloques. El método se basa en satisfacer la ecuación del momento de equilibrio y la ecuación de equilibrio de fuerzas verticales (Finesoftware, 2022).

El factor de seguridad  $SF$  se encuentra entre la iteración sucesiva de la siguiente expresión:

$$FS = \frac{1}{\sum_i W_i \cdot \sin \alpha_i} \cdot \sum_i \frac{c_i \cdot b_i + (W_i - u_i \cdot b_i) \cdot \tan \varphi_i}{\cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi_i \cdot \sin \alpha_i}{FS}}$$

### **Donde:**

$u_i$  - Presión de poros entre bloques

$c_i, \varphi_i$  - Valores efectivos de parámetros de suelos

$W_i$  - Peso del bloque

$\alpha_i$  - Inclinación del segmento de la superficie de deslizamiento

$l_i$  - Longitud horizontal del bloque

### **Spencer**

Este método asume que ninguna fuerza entre bloques es igual a cero. El resultado de la fuerza de corte y la fuerza normal que actúa entre bloques tienen constantes de inclinación. El método de Spencer es riguroso en el sentido que satisface todas las ecuaciones de equilibrio. Las ecuaciones de fuerzas de equilibrio en direcciones horizontales y verticales y la ecuación de momento de equilibrio. El factor de seguridad  $SF$  se encuentra entre la

iteración de inclinación de las fuerzas actuando entre bloques y el factor de seguridad  $SF$ . Se pueden encontrar más detalles en la sección que describe el análisis de superficie de deslizamiento poligonal (Fines Software, s.f.).

### **Janbu**

El método Janbu asume valores distintos a cero entre bloques. El método satisface las ecuaciones de fuerzas de equilibrio en la dirección horizontal y vertical para todos los bloques y la ecuación de momento de equilibrio para todos menos para el último bloque superior. Los supuestos para este método es la elección de las posiciones de las fuerzas actuando entre los bloques. El factor de seguridad  $SF$  se encuentra a través de la iteración de las fuerzas actuando entre bloques y luego se calculan las inclinaciones de estas fuerzas. Se puede encontrar más detalles en la sección que describe el análisis de la superficie de deslizamiento poligonal (Finesoftware, 2022).

### **Optimización de la superficie de deslizamiento circular**

El objetivo del proceso de optimización es ubicar la superficie de deslizamiento con el menor factor de estabilidad de talud  $SF$  posible. La superficie de deslizamiento circular se especifica en término de 3 puntos: Dos puntos en la superficie terrestre y uno en la dentro del cuerpo del suelo. Cada punto en la superficie tiene un grado de libertad, mientras que el punto interno tiene dos grados de libertad. La superficie de deslizamiento se define en términos de cuatro parámetros independientes. En busca de este conjunto de parámetros que rinde el más crítico de los resultados requiere un análisis sensible resultante de una matriz de cambio de parámetros que permite una rápida y fiable optimización del proceso. La superficie de deslizamiento que dé como resultado el menor factor de estabilidad de talud, se toma como la superficie crítica. Los parámetros de superficies de deslizamientos individuales y los

resultados de ejecución de optimización, se pueden mostrar en el documento de salida (Finesoftware, 2022).

Este enfoque normalmente tiene éxito encontrando la superficie de deslizamiento crítica sin el problema de caer en el mínimo local durante la iteración. Por lo tanto, éste aparece como un posible punto de inicio cuando optimizamos la superficie de deslizamiento general como una superficie de deslizamiento poligonal (Finesoftware, 2022).

El proceso de optimización puede ser restringido por varias variables. Esto se convierte en una ventaja especialmente si se desea encontrar un deslizamiento a través de una determinada región o si se desea pasar por alto esta región (Fines Software, s.f.).

La restricción del proceso de optimización se puede llevar a cabo de dos formas distintas:

1. Las restricciones de optimización se especifican como un conjunto de segmentos en el cuerpo del suelo. La superficie de deslizamiento optimizada es entonces forzada a pasar por alto esos segmentos durante la optimización.
2. La otra forma de restringir el proceso de optimización es arreglar la ubicación del punto final izquierdo o derecho de la superficie de deslizamiento optimizada.

Para el método ITF, la fuerza de deslizamiento excedente se puede usar como criterio de optimización. En ese caso, el proceso de optimización busca en la superficie de deslizamiento el valor máximo de la fuerza de deslizamiento excedente  $F_n$  en lugar del factor de estabilidad mínimo  $FS$ . Este criterio de optimización se puede aplicar cuando la superficie de deslizamiento real no es aceptable. Para una superficie de deslizamiento aceptable, el proceso de optimización utiliza solo el factor de estabilidad  $FS$  (Fines Software, s.f.).

### **3.2. Diseño**

**No experimental:** este tipo de investigación se basa fundamentalmente en la observación directa.

**De campo:** movilizar a la zona de estudio, comunidad de El Castillo Alto Cantón Guaranda, para el análisis visual y fotografías respectivas, caracterización del entorno natural, factores condicionantes.

**Deductivo:** se realizó estudios de la realidad de la zona de trabajo, implementado estrategia para llegar al hecho concreto frente al riesgo de remoción en masa.

### **3.3. Población y muestra**

De acuerdo con el área de estudio el fragmento de la población total que se encuentra en ella la cual se considera que proporcionan información de carácter significativa al total de población en estudio, existen muestras aleatorias, muestras estratificadas, muestras no aleatorias y más utilizadas en la investigación cualitativa, muestras intencionales o a conveniencia.

Para el desarrollo de la presente investigación no aplica el cálculo de muestra ya que la información recolectada corresponde a información de carácter secundario.

### **3.4. Técnicas o instrumentos de recolección de datos (estadísticos utilizados), para cada uno de los objetivos específicos**

Para la recolección de datos para nuestras variables de interés son:

#### **Investigación de campo**

Mediante el acercamiento directo a la zona de estudio se pudo identificar las áreas y familias que se verían afectadas por evento de remoción en masa el cual generara vulnerabilidad a la infra estructura donde habitan.

## **Investigación Bibliográfico**

Para la recolección de datos se la realizo a través de una búsqueda de información secundaria, para el análisis de la metodología de Mora Varhson se utilizará los shapés obtenidos en los diferentes portales públicos como el Instituto Geográfico Militar, Sistema de Información Agropecuario del Ecuador, además se utilizó información sobre la geología de los suelos todos los datos fueron calculados con el software GEO 5.

### **3.5. Técnica de procesamiento de información**

Para el procesamiento de la información recolectada se utilizó el software libre QGIS, GEO 5, para la obtención del modelamiento del riesgo de remoción en masa a través de geo procesos se utilizó el software **GEO 5**.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

#### 4. 1. Resultados del objetivo 1:

De acuerdo con la metodología establecida para la obtención del resultado se recolectaron datos, se trabajó con parámetros establecidos de Mora Vahrson en los cuales se consideraron los criterios para la obtención de los datos y para el respectivo análisis.

*Tabla 10. Clasificación Geomorfológica por categoría Mora Vahrson*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Bosques, permanentes, manglares	CultivosBosque: Ecosistema Arbóreo, Primario o secundario, Regenerado por sucesión natural, que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.  Cultivos: Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícola  cuyo ciclo vegetativo es mayor a tres años y ofrece durante este periodo varias cosechas.

Vegetación arbustiva, **Vegetación arbustiva:** Áreas con un componente sustancial de especies leñosas nativas cuya estructura no cumple con la definición de bosque. **Vegetación Herbácea:** Vegetación dominante constituida por herbácea, cultivos especies herbáceas nativas con crecimiento espontáneo, que no recibe cuidados especiales utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección.

**Cultivo semipermanente:** Comprende aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo dura entre uno y tres años

**Cultivo Anual:** Comprende aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo es estacional, **Agropecuario mixto:** comprende las tierras usadas para diferente clase de cultivos donde su uso está caracterizado por variedad de productos.

Sin cobertura, Zonas **Áreas con poca o ninguna cobertura vegetal.** Incluye playas, Erosionadas, desiertos, gravas, salina industrial, salina natural, afloramientos rocosos y áreas erosionadas por procesos naturales o de origen antrópico

Infraestructura Establecimiento de un grupo de personas en un área determinada, incluyendo la estructura civil que lo complementa.

---

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 2004)*

*Tabla 11. Clasificación Geomorfológica Mora Vahrson*

<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
Abruptos de Cono deyección	4
Bancos y diques aluviales	1
Barreras de escalonamiento	2
Camaroneras	1
Causes Abandonados	1
Chevrones	5
Colinas Altas	4
Colinas Bajas	3
Colinas Medias	3
Conos de Deyección Disectados	4
Conos de Deyección muy disectados	4
Conos de Deyección y esparcimiento	3
Cordones Litorales	3
Cuerpos de Agua	1
Cuestas	3
Cuestas muy disectadas	4
Gargantas de valles encañonados	4
Glacis	5
Horts	5
Laderas Coluviales	5
Llanuras Aluviales de depositario	1
Manglar	1

Mesas	3
Mesas Disectadas	3
Mesas Marinas	2
Mesas muy disectadas	3
Nieve	4
Nivel aluvial alto	1
Nivel aluvial bajo	1
Pantanos	1
Piedemonte Coluvial	4
Planicies costaneras	1
Playas	1
Playas emergidas antiguas	1
Relieve escarpado	4
Relieve Montañoso	4
Salitrales y zonas salinas	1
Superficies de aplanamiento	3

---

***Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)***

***Fuente: (Mora, R., 2004)***

**Tabla 12. Clasificación Geológica Mora Vahrson**

<b>Denominación</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción del depósito superficial y rocoso</b>
<b>Geológica</b>		
Formación San Tadeo	Qs	Piroclásticos, Conglomerado Volcánico, material laharítico y corriente de lodo, Formando Sabanas o Terrazas, Los Piroclástos se han convertido a caolín.
Formación Balzar	PLQB	Capas de conglomerado, Areniscas, Arcillas, Láminas con moluscos, Mantos de arena y Toba.
Formación Cangagua	Qc	Toba volcánica, Andesíticas, consolidada del color café claro.
Formación Borbón	Pliobh	Areniscas de grano grueso en bancos compactos con mega-fósiles.
Volcánicos Sicalpa	Pls	Tobas de grano fino con presencia de clastos y aglomerados.
Grupo Saraguro	Eoc-Mios	Volcánicas sub-aéreas, calco-alcalinas, intermedias a ácidas. Predominan composiciones andesíticas adecíticas.
Formación Apagua	Pal-EocAp	Lutitas y limolitas en capas finas a medias con areniscas de grado grueso feldespáticas, contienen algo de moscovita.
Unidad Macuchi	PalEocM	Areniscas volcánicas de grado grueso, brechas, tobas, limolitas volcánicas, micro-gabros, Diabasas, Basaltos.
Formación Yunguilla	KPcy	Limolitas masivas Lutitas físoles.
Rocas Graníticas	Gd	Granitos, granodioritas.

Depósitos Aluviales	Qa	Arcillas, limos y arenas de grado fino a medio.
Depósitos Coluviales	Qc	Grabas o bloques.
Depósitos Coluviales Aluviales	Qca	Limos, arenas de grano fino a grueso.

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Fuente:** (Mora, R., 2004)

**Litología:** Caracterización del suelo, composición textura tipo de rocas, como parte de la geología, estudio de sus características físicas químicas.

*Tabla 13. Clasificación Litológica Mora Vahrson*

<b>Litología</b>	<b>Peso</b>
Abanico Aluvial	5
Andesita Anfibólica, Riodasita	1
Andesita, 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, Dimolitas, Areniscas	5

Arcillas, Lutitas, Tobaceas, Yeso	5
Arcilla, Lutitas Tobaceas, Yeso, Areniscas Finas	5
Arcillolitas Roja, Limonita, Arenisca	5
Arcilocita Roja, Limonita, Arenisacas	5
Arcillolitas, Limolitas, Areniscas, Conglomerados	5
Arenas de erosión Glaciar	5
Arenisca, Arcilla Roja	5
Arenisca, Arenisca Conglomeratica, Conglomerado	4

---

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 2004).*

**Cobertura vegetal/ usos del suelo:** se considera la capa de vegetación natural que cubre la superficie del área en estudio, lo que involucra a las características fisonómicas y ambientales. Además, se toma en cuenta las coberturas vegetales que resulten de la intervención humana, tales como, las áreas de cultivos.

**Tabla 14.** *Clasificación Cobertura de Suelo Mora Vahrson*

<b>Clase</b>	<b>Peso</b>
Bosque nativo, páramo	1
Área Urbana	
Cuerpo de Agua	
Bosque intervenido	2
Matorral	
Pasto natural o plantados	3

Cultivos de ciclo corto	4
Suelo desnudo	5

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 2004).*

**Pendiente:** Grado de inclinación respecto al horizonte determinado en porcentajes en aspectos importantes para el análisis de los movimientos en masa.

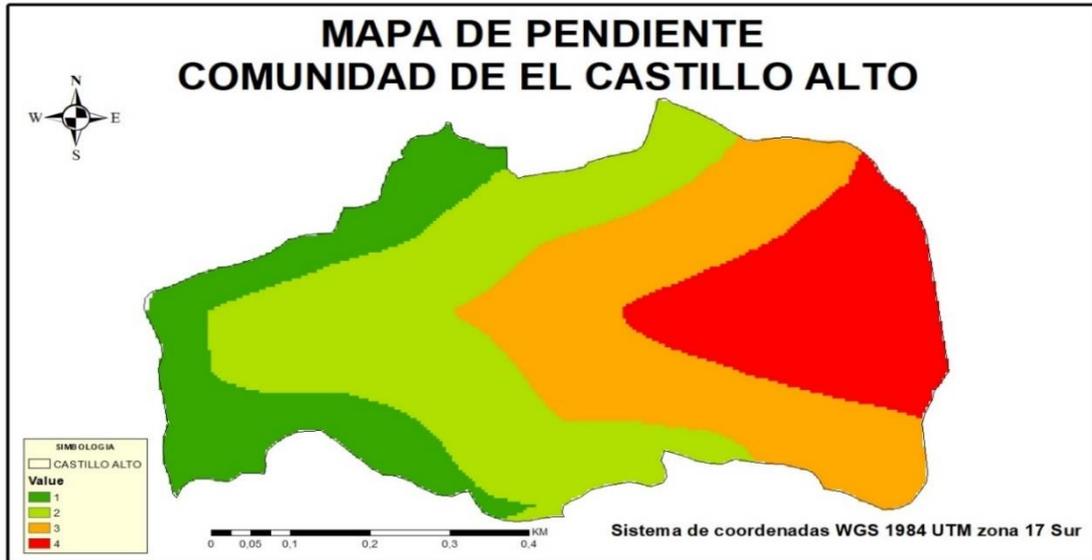
*Tabla 15. Clasificación de Pendientes Mora Vahrson*

Clase	Rango	Valor	Descripción
Muy Baja	0-15	1	Niveles completamente planos o casi planos ligeramente ondulados.
Baja	15-30	2	Corresponden a relieves medianamente ondulados a moderadamente disectados-
Mediana	30-50	3	Relieves mediana a fuertemente disectados
Alta	50-70	4	Relieves fuertemente disectados
Muy Alta	>70	5	Muy fuertemente disectados

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

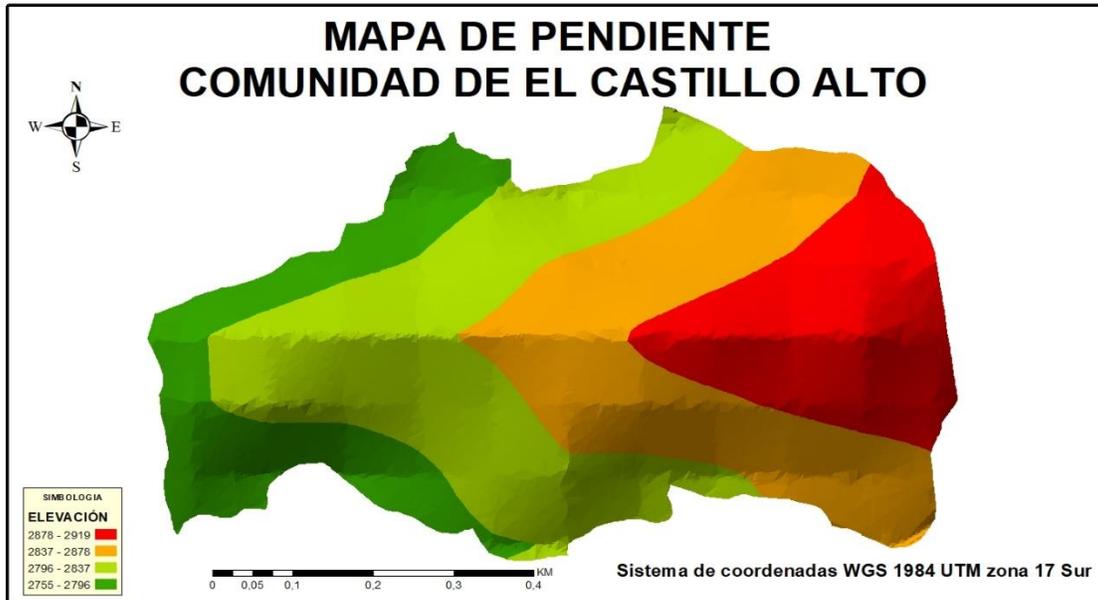
*Fuente: (Mora, R., 2004)*

*Ilustración 16. Mapa de pendiente Comunidad de El Castillo Alto*



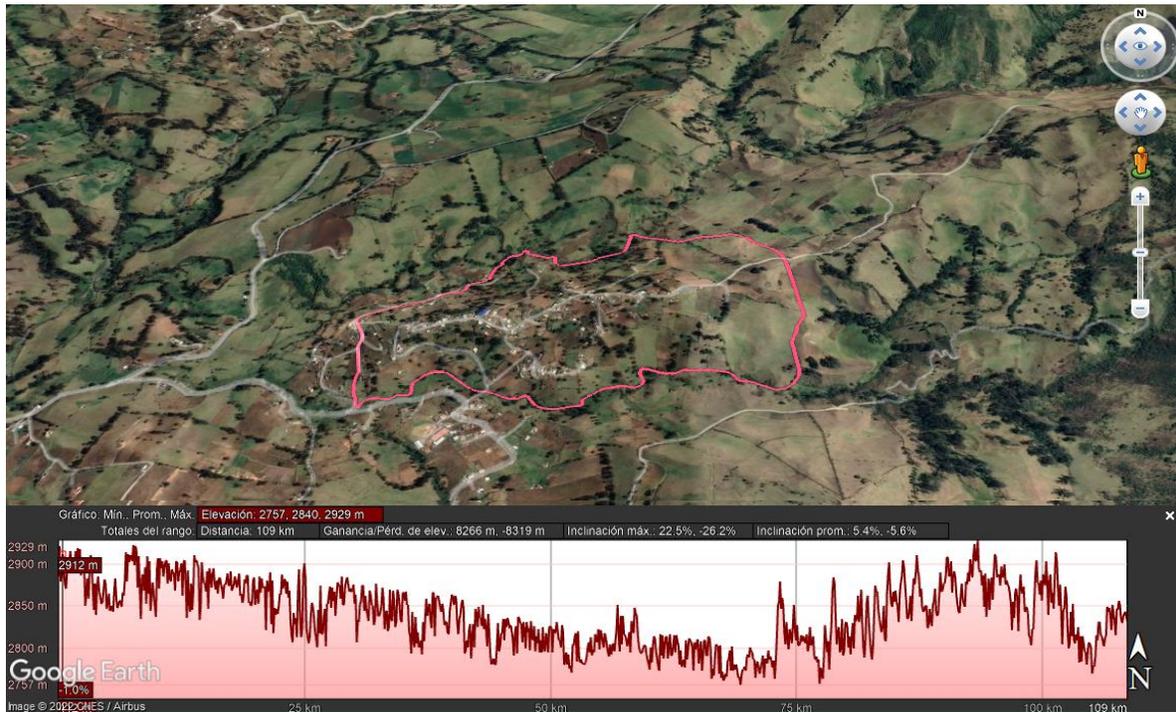
*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Ilustración 17. Mapa de ponderación pendiente Comunidad de El Castillo Alto*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Ilustración 18.** Grado de inclinación máxima Comunidad de El Catillo Alto



**Elaborado por:** Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)

**Fuente:** (Pro, 2022)

**Precipitación:** se pueden trabajar con datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, los datos son diarios se adopta información de evapotranspiración, humedad del suelo recomendable hacer uso de los valores máximos del periodo evaluado y analizar por escenario de humedad.

**Tabla 16.** Clasificación Precipitación Mora Vahrson

**Precipitación**

Rango (mm)	Valor
1250	1
1750	2
2250	3

2750 4

3500 5

---

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 2004)*

#### **4.1.1.6. Precipitación**

En cuanto a los datos de precipitación en la zona, los mismos se obtuvieron de la estación Meteorológica Digital Guaranda, como se muestra a continuación:

*Tabla 17. Precipitación*

---

<b>Clima actual en Guaranda, Bolívar</b>	
<b>Temperatura</b>	11.7°C
<b>Humedad</b>	60 %
<b>Punto Rocío</b>	4.2°C
<b>Viento</b>	OSO a 0.0 km/h
<b>Barómetro</b>	1026.3 mb – Estable
<b>Lluvia hoy</b>	0.0 mm
<b>Lluvia anual</b>	465.8 mm
<b>Sensación Térmica</b>	11.7°C
<b>Índice THV</b>	11.1°C
<b>Índice de Calor</b>	11.1°C

---

*Elaborado por: Manobanda .M y Ninabanda. J (2021)*

Como se observa en la figura 2, el cantón Guaranda presenta una precipitación promedio de 459,4 mm, teniendo en cuenta que la precipitación promedio en Ecuador es de 2274 mm por año, este valor es un factor que aumenta el riesgo de remoción en masa de la zona en estudio.

#### 4.1.1.7. Temperatura

Al igual que la información antes señalada, los valores de este parámetro se obtuvieron de la mencionada Estación.

*Tabla 18. Temperatura*

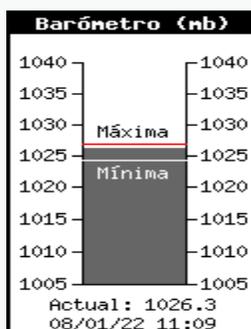
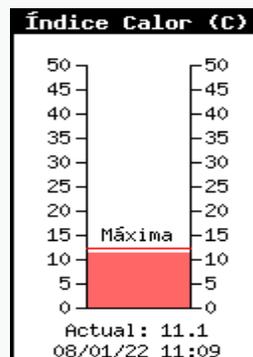
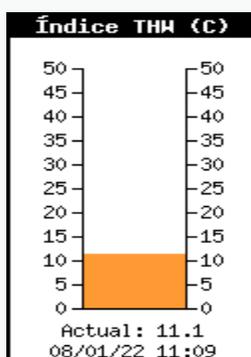
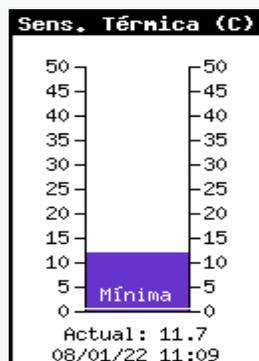
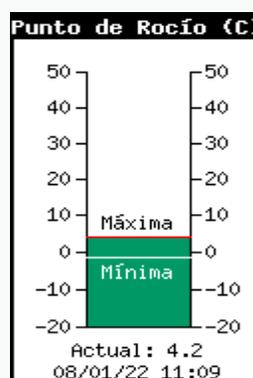
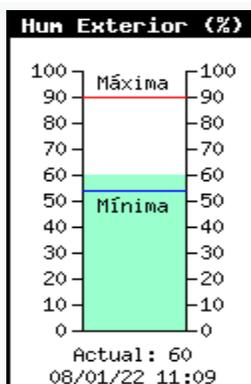
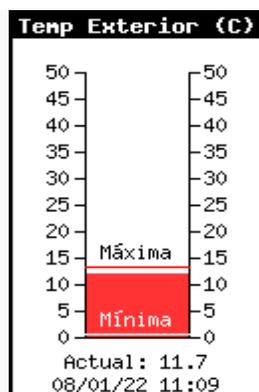
---

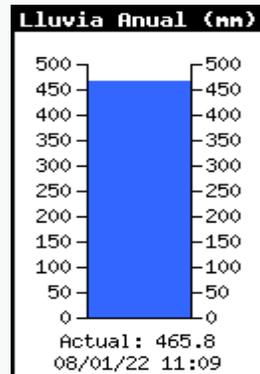
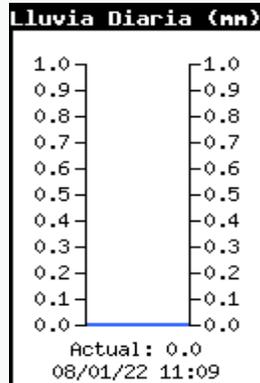
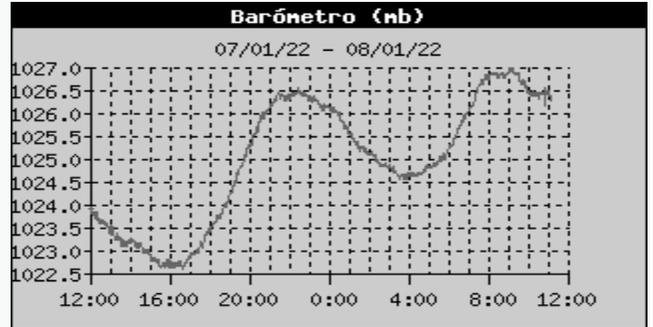
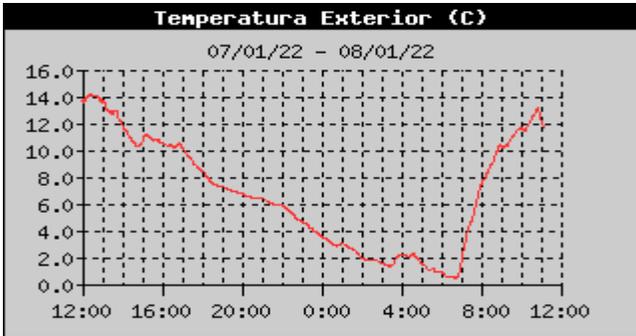
<b>ALTAS Y BAJAS</b>	
<b>Temperatura Alta</b>	13.2°C a las 10:47
<b>Temperatura Baja</b>	0.5°C a las 6:37
<b>Humedad Alta</b>	90 a las 0:00
<b>Humedad Baja</b>	54% a las 9:25
<b>Punto de Rocío Alto</b>	4.4°C a las 10:37
<b>Punto de Rocío Bajo</b>	-1.1°C a las 5:38
<b>Velocidad Alta del Viento</b>	12.9km/ha las 10:50
<b>Viento frío más Bajo</b>	0.6°C a las 6:05
<b>Índice Alto de Calor</b>	12.2°C a las 10:39

---

*Elaborado por: Manobanda .M y Ninabanda. J (2021)*

*Ilustración 19. Precipitación y Temperatura de la ciudad de Guaranda.*





*Elaborado por: Manobanda .M y Ninabanda. J (2021)*

*Ilustración 20. Mapa de precipitación de la Comunidad de El Castillo Alto*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Sismicidad:** Los niveles de ponderación se caracterizan por la escala de Richter según los efectos a nivel terrestre de la carga sísmica.

*Tabla 19. Clasificación Sismicidad de Suelo Mora Vahrson*

<b>Intensidad Mercalli modificada</b>	<b>Calificativo</b>	<b>Magnitud Richter</b>
III	Leve	3.5
IV	Muy Bajo	
V	Bajo	
VI	Moderado	4.5

VII	Medio	
VIII	Elevado	6.0
IX	Fuerte	
X	Bastante Fuerte	7.0
XI	Muy Fuerte	8.0
XII	Extremadamente Fuerte	

---

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 2004)*

*Ilustración 21. Mapa sísmico Comunidad de El Castillo Alto*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

Los niveles de ponderación se caracterizan por la escala de Richter según los efectos a nivel terrestre de la carga sísmica.

**Tabla 20.** Clasificación Sismicidad de Suelo Mora Vahrson, Niveles de ponderación

Magnitud	Ponderación
3,5- 4,5	1
>4,5- 5,5	3
>5,5- 6,0	5
>6,0	

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 2004)*

Utilizando la clasificación indicada en la metodología utilizada, se procedió a identificar los factores de riesgo en remoción en masa, como se presenta a continuación:

Con la finalidad de conocer el grado de susceptibilidad a deslizamientos, se aplicaron las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 1**

$$S = P * D$$

**Dónde:**

**S:** grado de susceptibilidad a deslizamientos

**P:** valor producto de la combinación de los parámetros pasivos (Factores condicionantes)

**D:** valor del factor de disparo de los parámetros activos (Factores desencadenantes)

Los Factores condicionantes se componen de los siguientes parámetros (**Ecuación 2**):

$$P = Pl * Ph * Pcve * Pp$$

**Dónde:**

**Pl:** valor del parámetro de susceptibilidad litológica

**Ph:** valor del parámetro geomorfología

**Pcve:** valor del parámetro cobertura vegetal

**Pp:** valor del parámetro pendiente

Una vez identificados los factores condicionantes, se estableció una ponderación de los mismos en base a la bibliografía consultada sobre la zona en estudio, tal como se muestra a continuación:

$$P = (Pl*0.3) + (Ph*0.2) + (Pcve*0.2) + (Pp*0.3)$$

El factor detonante se compone de los siguientes parámetros (**Ecuación 3**):

$$D = Ds + Dll$$

**Dónde:**

**Ds:** valor del parámetro de disparo por sismicidad

**Dll:** valor del parámetro de disparo por lluvia.

Igualmente, se estableció una ponderación en los parámetros del factor de disparo, tal como sigue:

$$D = (Ds*0.3) + (Dll*0.7)$$

Sustituyendo los parámetros, la ecuación completa se expresa de la manera siguiente:

$$S = [(Pl*0.3) + (Ph*0.2) + (Pcve*0.2) + (Pp*0.3)] * [(Ds*0.3) + (Dll*0.7)]$$

**Tabla 21. Ponderación de parámetros**

<b>Factor</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Condicionantes	Litología	30
	Geomorfología	20
	Cobertura vegetal	20
	Pendiente	30
Detonantes	Sismicidad	30
	Precipitación	70

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 1994)*

Seguidamente, se aplicaron las ecuaciones y criterios previamente establecidos,

**Tabla 22. Características de Mora-Vahrson en la zona de estudio.**

<b>Parámetro</b>	<b>Característica predominante</b>	<b>Valor</b>
Litología	Arcilla de baja plasticidad	5
Geomorfología	Relieve escarpado	4
Cobertura vegetal	Cultivos de corto plazo	4
Pendiente	45- 70%	3
Sismicidad	Zona VIII	3
	Zona IX	

---

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

Los valores de cada una de las variables son multiplicados por los pesos de ponderación asignadas, según el tipo de amenaza; de esta manera se determina el nivel de vulnerabilidad a deslizamientos del sector, estos fueron:

$$S = [(P1*0.3) + (Ph*0.2) + (Pcve*0.2) + (Pp*0.3)] * [(Ds*0.3) + (DII*0.7)]$$

Se obtuvo,

$$S = [(5*0.3) + (4*0.2) + (4*0.2) + (3*0.3)] * [(3*0.3) + (1*0.7)]$$

Por lo que el grado de susceptibilidad a deslizamientos de acuerdo a la metodología empleada es de:

$$S = 6,4$$

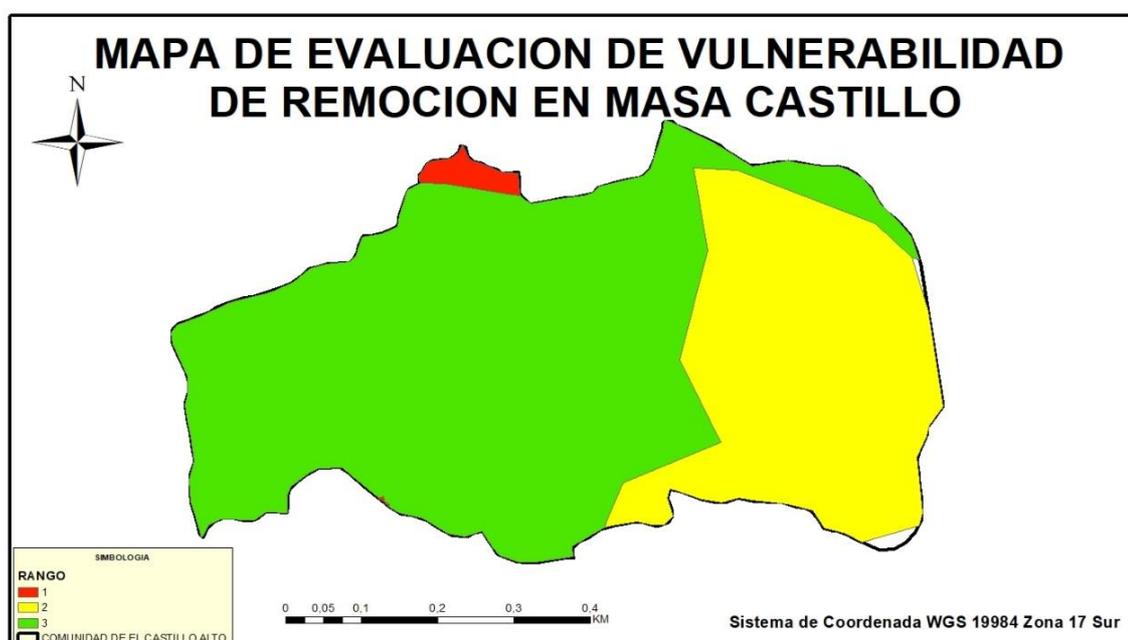
*Tabla 23. Grado de susceptibilidad a deslizamiento*

<b>Grado de susceptibilidad a deslizamientos.</b>	<b>Puntaje</b>
Bajo	0 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	Más de 67 Puntos

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: (Mora, R., 2004)*

*Ilustración 22. Mapa de vulnerabilidad de remoción en masa*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### **Análisis:**

Como se puede observar en el análisis de la situación actual de las condiciones vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de remoción en masa, es bajo debido a que el grado de susceptibilidad a deslizamientos en la zona en estudio con tendencia a modificaciones por cambios bruscos en cuanto a la variación hidrometeorológica y geológica, con respecto al nivel de vulnerabilidad físico estructural el cual es medio, a pesar de que las viviendas no están construidas cumpliendo con ninguna normativa, conlleva a la presunción de un bajo riesgo de remoción en masa en la comunidad de El Castillo Alto perteneciente a la parroquia Veintimilla cantón Guaranda.

### **4.2. Resultados del objetivo 2: Análisis de la situación actual de las condiciones vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de remoción en masa.**

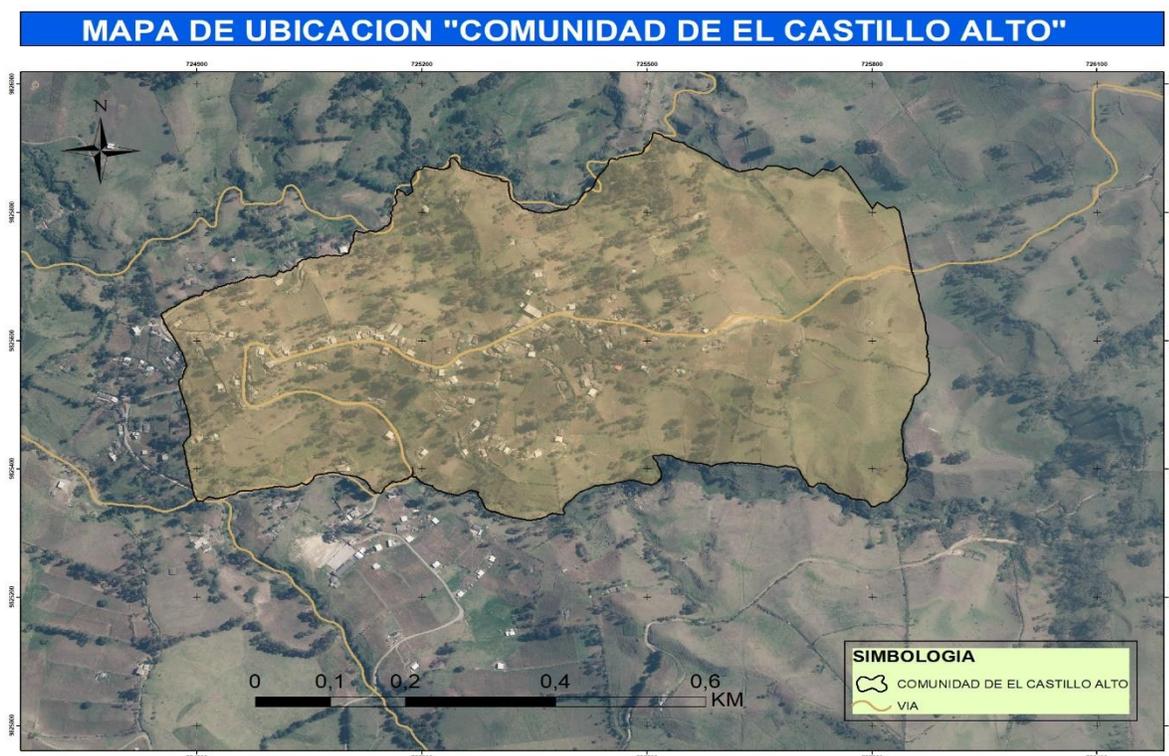
Para realizar el análisis se tuvo como apoyo los resultados obtenidos en el objetivo 1 y los criterios establecidos en la metodología de Mora Varhrson, para la aplicación de la misma se tomaron en cuenta los factores condicionantes (geología, geomorfología, y pendientes) y los factores desencadenantes (precipitación y sismicidad).

**Geomorfología:** está representada por el análisis de las características de la corteza del suelo, teniendo en cuenta el material que lo forman y sus variaciones.

Identificar el nivel de vulnerabilidad físico estructural ante la presencia de remoción en masa en la comunidad de El Castillo Alto Perteneciente A La Parroquia Veintimilla Cantón Guaranda.

Se consideró oportuno contextualizar la investigación realizada, indicando la zona en estudio y su descripción, el mapa 1 (sector de estudio).

**Mapa 1.** Mapa de ubicación de la “Comunidad de El Castillo Alto”



**Elaborado por:** Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)

**Fuente:** Google Earht

Según e INEC (2010), la provincia Bolívar, posee 183,641 habitantes, el cantón Guaranda con sus 91,877 personas, constituye el 50% del total provincial. La comunidad de El Castillo Alto forma parte de la provincia Bolívar, Cantón Guaranda, se encuentra limitada por:

**Norte:** Paltabamba el Erazo,

**Sur:** Paltabamba de Quillimisha,

**Este:** Montaña Yanahurco y

**Oeste:** Rio Guaranda, con un área de 419.140 m<sup>2</sup> y en la misma existen 150 viviendas.

En lo referente al medio físico-natural, la comunidad de El Castillo Alto, parroquia Veintimilla, Cantón Guaranda posee las siguientes características:

#### **4.1.1.1 Geomorfología**

Las unidades geomorfológicas existentes en la Parroquia Veintimilla están dominadas por procesos deposicionales, levantamientos, erosión, y glaciación en los estratos volcánicos. Las geoformas que resaltan en el área son los relieves volcánicos colinados altos, superficies inclinadas disectadas y coluvios aluviales. Las principales geoformas consideradas como existentes en el municipio de Guaranda son las colinas medianas, relieve escarpado, talud de derrubios, valles encañonados, Vertientes cóncavas, Vertientes convexas, Vertientes irregulares, Zonas deprimidas, y laderas. (Ríos, 2007)

Guaranda tiene forma de gradas, producto de deslizamientos anteriores y reptación de los suelos, están separadas por escarpes de fallas y escarpes de deslizamientos, formando relieves planos (Mesetas), limitados al este por una serie de colinas y al oeste por la pequeña cordillera de Guaranda (Escorza, 1993), de rumbo Norte-Sur, estas elevaciones alcanzan una altura promedio de 2750m.

Entre los ríos Salinas y Guaranda, existe una gran diferencia geomorfológica, el Río salinas tiene forma de V profunda de cañón, con paredes de hasta 200m de desnivel, mientras que el Río Guaranda tiene forma de U, en el que pequeñas depresiones al noreste de la loma del Calvario, la depresión de la ciudadela Larrea, y al norte de la Colina San Bartolo. A la ciudad de Guaranda la atraviesan 2 quebradas de rumbo Norte-Sur, paralelas la cordillera de Guaranda. Escorza, 1993.

#### **4.1.1.2. Geología Local**

En el área de estudio aflora rocas que corresponden a los volcánicos cuaternarios indiferenciados conocidos Volcánicos Guaranda a continuación se describe las formaciones constituyentes al área de estudio:

Los Volcánicos de Guaranda, son de edad Pleistocénica, y consiste de materiales piroclásticos que están cubriendo la topografía preexistente. Según Lozada (1976), determina como tobas andesíticas de grano fino de color amarillo. Además, se considera que las últimas capas de piroclastos son de pómez, lapilli y tobas finas de las últimas erupciones del volcán Chimborazo y otros volcanes; lo que Escorza (1993) denomina cobertura de la Depresión de Guaranda.

Los volcánicos Guaranda se hallan fuertemente diaclasa dos de forma columnar, esta es la principal causa de que ocurran caída de roca y flujos secos de detritos, formando conos de detritos al pie de los taludes.

#### **4.1.1.3. Litología**

Para este estudio se utilizó el método Mora y Vahrson (1993) modificado, que incluyen factores condicionantes relacionados con la susceptibilidad, como son: la pendiente, la litología y humedad, y como factores detonantes, se consideran los referentes a: la sismicidad y la precipitación

La litología según F. Lozada, 1976, determina como tobas andesíticas de grano fino de color café a amarillo, contiene andesita porfirítica, estos depósitos son característicos de la tercera interglaciación (anterior a la última glaciación Sauer, 1956). Las últimas capas de piroclastos son pómez, lapilli y tobas finas producto de las últimas erupciones del Chimborazo.

## **Volcánicos Runayacu (QR). - Cuaternario**

Esta unidad consiste de lavas ácidas y tobas de colores claros. Las lavas tienen comúnmente bandeamientos de flujo y una textura traquítica. Las tobas están horizontales y bien estratificadas(Escorza, 1993).

### **Intrusivos**

Existen varios cuerpos intrusivos a lo largo del río Guaranda, dada la presencia de cantos rodados de tipo dioritas. Los afloramientos no se los observa por su cobertura tobácea. Varios intrusivos ácidos afloran al NE de Guaranda: cerca al río Guaranda, camino a Pircapamba. Es una diorita hipoabisal. Otro intrusivo es la colina Tililag pudiendo ser un cuello volcánico. Su grado de meteorización no permite observar con claridad el tipo de roca. En los alrededores al sitio conocido como “Vivero” se observan rocas leucocráticas con alta meteorización.

#### **4.1.1.4. Pendientes**

En el caso del área de estudio del Cantón Guaranda, esta geoforma está representada por la zona de transición entre las mesetas y colinas. La pendiente de este paisaje está en el rango entre 15 y 45% y está compuesta principalmente por materiales limosos inorgánicos de alta plasticidad y en algunos sectores por materiales coluviales de pie de monte.

Del estudio de pendiente de las curvas de nivel a un metro se obtuvo el mapa de pendientes con los siguientes valores: fuerte de 45 al 70% en el 16% del territorio; media del 15 al 45% en el 40,6% del territorio; suave de 0 a 15% en el 43,4% del territorio.

**Tabla 24. Rango de pendientes**

<b>Nombre</b>	<b>Rango</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Plano-Muy suave	0-5	0-15
Suave	5-15	15-45
Medio	15-35	15-45
Medio-Fuerte	35-45	45-70
Fuerte	>45	45-70

*Elaborado por: Manobanda .M y Ninabanda. J (2021)*

#### **4.1.1.5. Tipos de suelo**

De acuerdo a los datos analizados y utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, en la zona se presentan los tipos de suelo mostrados en la figura 1.

**Tabla 25. Clasificación de suelos**

<b>CLASIFICACION DE SUELOS</b>	
	CL: ARCILLA BAJA PLASTICIDAD
	MH:LIMO ALTA PLASTICIDAD
	ML:LIMO BAJA PLASTICIDAD

*Elaborado por: Manobanda .M y Ninabanda. J (2021)*

#### 4.1.1.8 Sismicidad

El Código Ecuatoriano de la Construcción (Ministerio de Vivienda, 2002), señala que el cantón Guaranda muestra dos (02) zonas de amenaza sísmica, saber: Zona IV (Muy Alta Intensidad Sísmica), en aproximadamente el 79% del área del cantón y Zona III (Alta Intensidad Sísmica) en el resto del territorio (aproximadamente el 21%), lo que demuestra que la región y el sector objeto de la investigación, está sometido a una fuerte actividad sísmica.

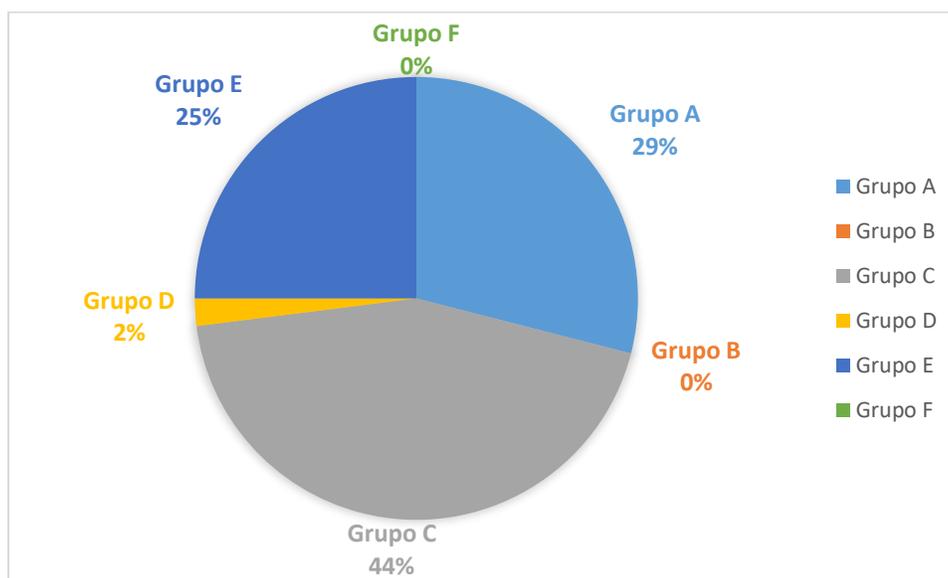
Realizada la ubicación y establecidas las características del sector en estudio, se procedió a aplicar una Metodología para el monitoreo estructural y patológico de viviendas afectadas por deslizamientos, propuesta por el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) de Colombia, la misma consiste en clasificar las viviendas de acuerdo con su sistema estructural en seis grupos: mampostería confinada (grupo A), mampostería estructural (grupo B), mampostería no reforzada (grupo C), materiales provisionales (grupo D), pórticos en concreto reforzado (grupo E) y viviendas prefabricadas (grupo F). Seguidamente se muestran los resultados obtenidos

**Tabla 26. Clasificación FOPAE**

	<b>Clasificación FOPAE</b>	<b>Nº viviendas</b>
Grupo A	Mampostería confinada	44
Grupo B	Mampostería estructural	0
Grupo C	Mampostería no reforzada	66
Grupo D	Materiales provisionales	3
Grupo E	Pórticos en concreto reforzado	37
Grupo F	Viviendas prefabricadas	0

*Elaborado por: Manobanda .M y Ninabanda. J (2021)*

**Figura 1. Resultado Clasificación FOPAE**



*Elaborado por: Manobanda .M y Ninabanda. J (2021)*

#### **Análisis:**

Como se puede observar el 44% de los sistemas estructurales utilizados están representados por mampostería no reforzada y la mampostería confinada por el 29%, mientras que el 27% restantes utilizan pórticos en concreto reforzado 25% y materiales provisionales 2%, en el sector no existen viviendas prefabricadas ni con mampostería estructural. Es importante señalar que todas estas edificaciones fueron construidas sin cumplir con ninguna normativa.

Luego del análisis precedente, se procedió a tipificar el estado de cada elemento físico estructural de acuerdo a su condición, estableciendo los criterios que se muestran a continuación:

#### **4.1.2. Condición de los elementos**

##### **4.1.2.1. Columnas**

*Tabla 27. Condición de Columnas*

<b>COLUMNAS</b>	
<b>CONDICIÓN</b>	<b>NIVEL</b>
Las columnas son completas desde la cimentación hasta el piso superior.	BUENO
Algunas columnas de importancia menor en la resistencia de la edificación no son continuas desde la cimentación, nacen en placas intermedias o se interrumpen y continúan otros sistemas estructurales.	REGULAR
La mayoría de las columnas no son continuas desde la cimentación, nacen en placas intermedias o se interrumpen y continúan otros sistemas estructurales.	MALO

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

#### 4.1.2.2. Muros Portantes

*Tabla 28. Muros Portantes*

<b>MUROS PORTANTES</b>	
<b>CONDICIÓN</b>	<b>NIVEL</b>
Existen muros en las dos direcciones principales de la edificación.	BUENO
Los muros se concentran en una dirección, aunque existen algunos o varios en la otra dirección	REGULAR
La mayoría de los muros se concentran en una sola dirección	MALO

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

#### 4.2.3. Entrepiso

*Tabla 29. Condición del entrepiso*

<b>ENTREPISO</b>	
<b>CONDICIÓN</b>	<b>NIVEL</b>
El entrepiso está conformado por placas de concreto que funcionan de manera monolítica.	BUENO
La placa de entrepiso se apoya de manera adecuada proporcionando continuidad.	
- La placa de entrepiso no cumple con alguna de las anteriores consideraciones.	REGULAR

- Los entrepisos están conformados por combinaciones de materiales (madera, guadua, etc.), que no proporcionan continuidad y amarre deseados. MALO

---

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

#### 4.1.2.3. Escaleras

*Tabla 30. Condición de las escaleras*

---

ESCALERA	
CONDICIÓN	NIVEL
Las escaleras no presentan deflexiones apreciables y se encuentran construidas monolíticamente con sus apoyos o conectados adecuadamente a estos.	BUENO
Las escaleras se apoyan sobre vigas rígidas y conectadas al sistema estructural principal.	
Las escaleras presentan deflexiones y vibraciones apreciables.	REGULAR
Las escaleras presentan deflexiones apreciables y vibraciones, no se encuentran construidas monolíticamente con el apoyo, ni están conectadas adecuadamente a este.	MALO

---

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

#### 4.1.2.4. Sistema de Cubierta

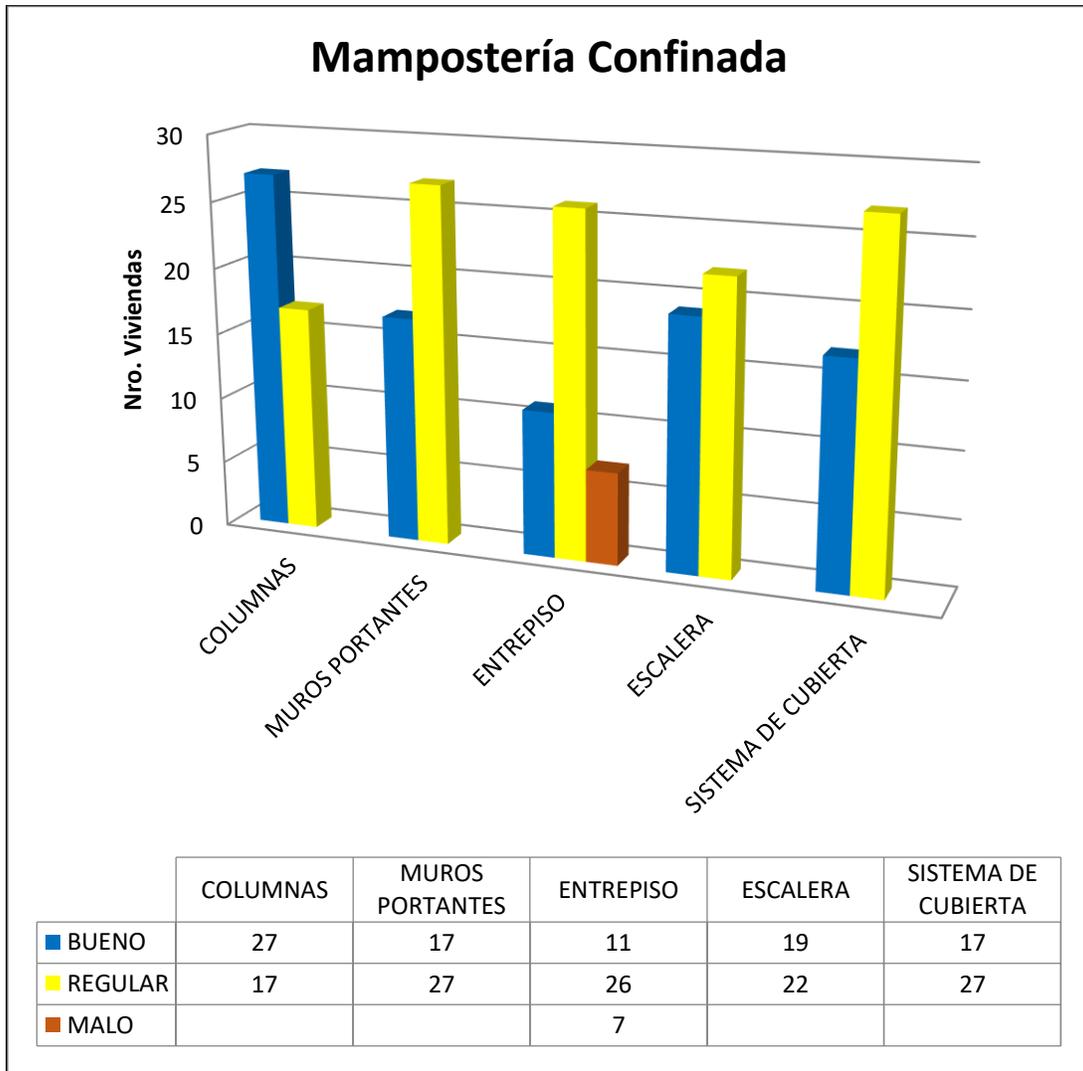
*Tabla 31. Condición de la cubierta*

<b>SISTEMA DE CUBIERTA</b>	
<b>CONDICIÓN</b>	<b>NIVEL</b>
Existe una buena condición de amarre y apoyo entre la estructura de la cubierta y muros.	
Hay arriostramiento de las vigas.	BUENO
La cubierta es liviana y está debidamente amarrada a su estructura.	
La mayoría de los anteriores requisitos se cumplen	REGULAR
No se cumplen los requisitos anteriores y/o presenta condiciones contrarias (ej. cubierta pesada)	MALO

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

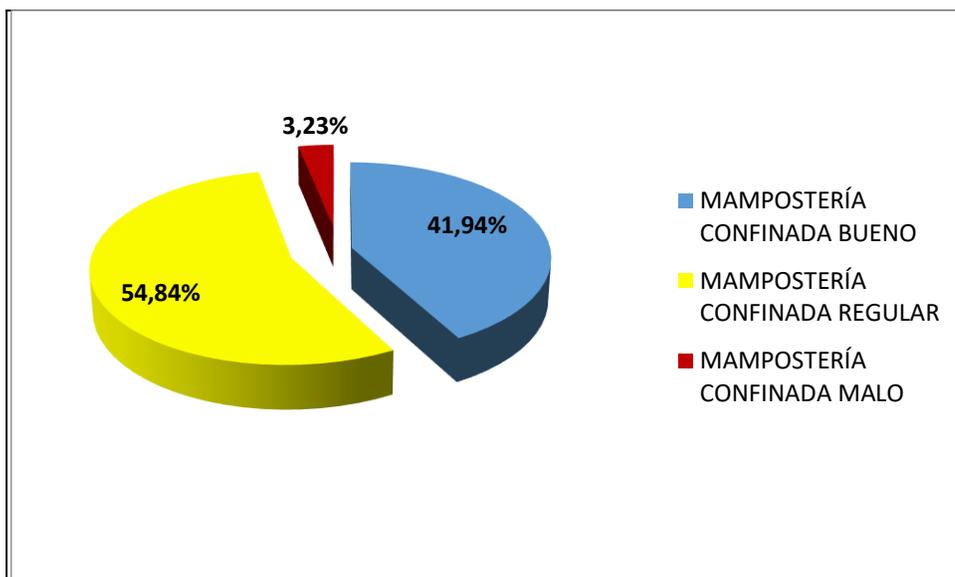
En función a los niveles descritos de acuerdo a la condición del elemento inspeccionado, se aplicó una estadística descriptiva con las frecuencias absolutas y relativas, las primeras fueron representadas con histogramas y las segundas con gráficos circulares para mayor comprensión y visualización de los resultados, tal como se muestra a continuación:

*Figura 2. Condición Físico estructural en Mampostería confinada.*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Figura 3.** Nivel Físico estructural en Mampostería confinada

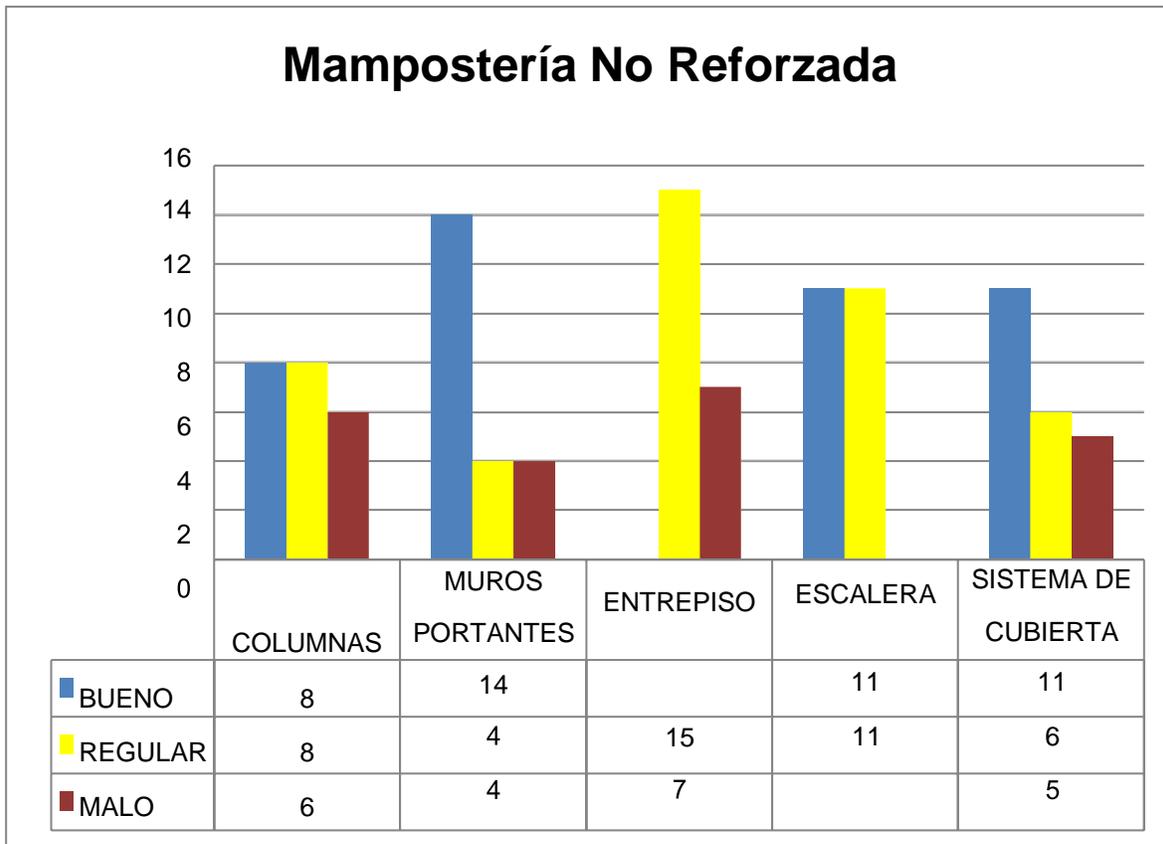


*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Análisis:**

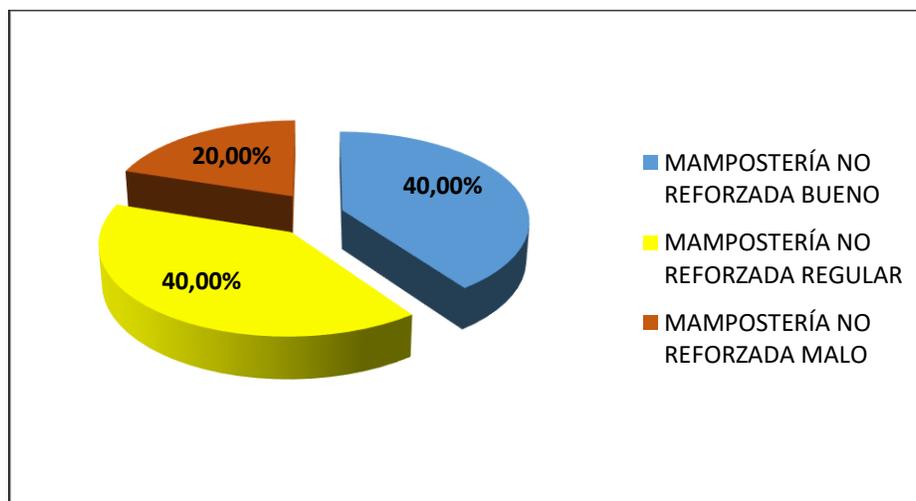
Como ya se mencionó, conforme a los criterios establecidos para cada nivel, se observa que las condiciones físico estructural predominantes en construcciones con Mampostería confinada, se encuentra entre Regular (54,84%) y Bueno (41,94%).

**Figura 4. Condición Físico estructural en Mampostería no reforzada**



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Figura 5. Nivel Físico estructural en Mampostería no reforzada**

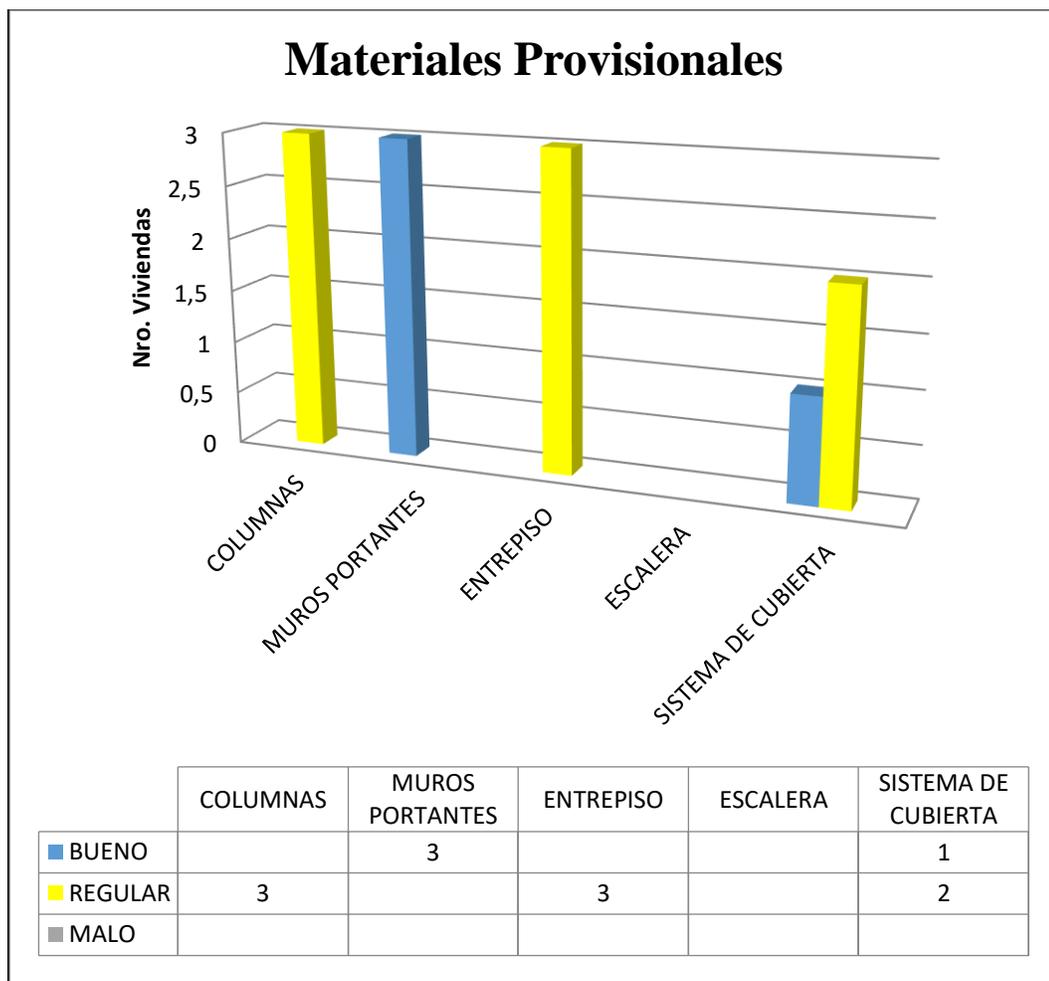


*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Análisis:**

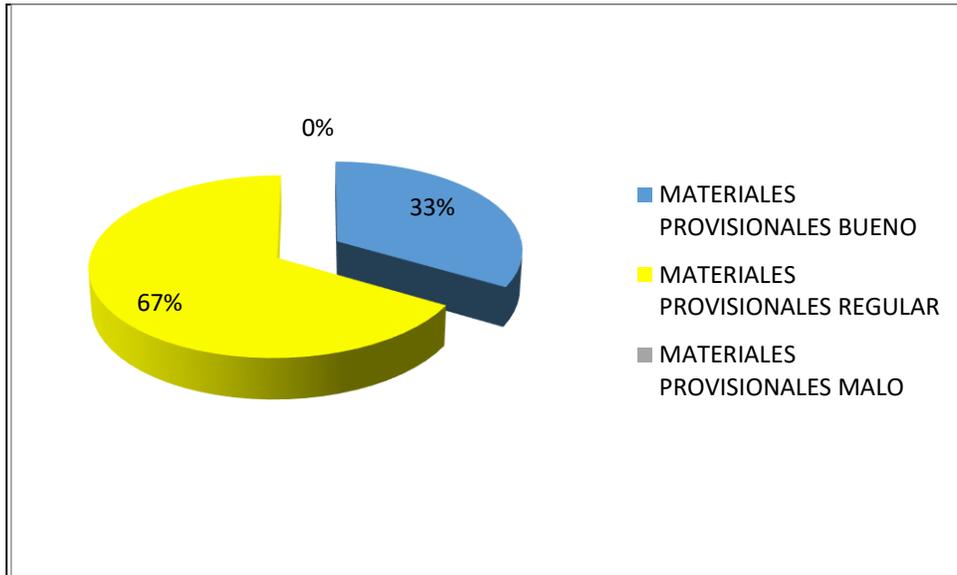
Se puede observar que este sistema estructural es el más utilizado, representa el 44%, es decir que 66 viviendas de las 150 analizadas han empleado.

*Figura 6. Condición Físico estructural en Materiales Provisionales*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Figura 7. Nivel Físico estructural en Materiales provisionales**

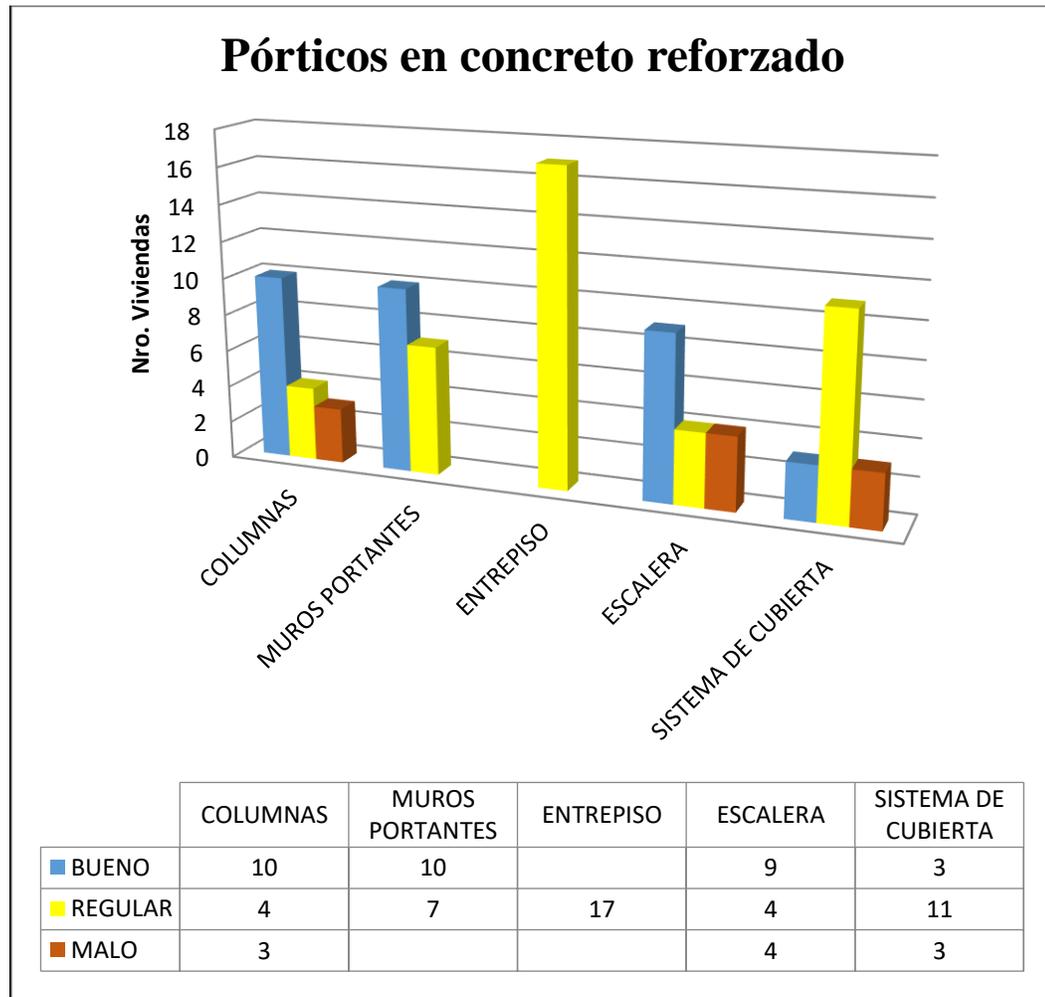


**Elaborado por:** Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)

**Analisis:**

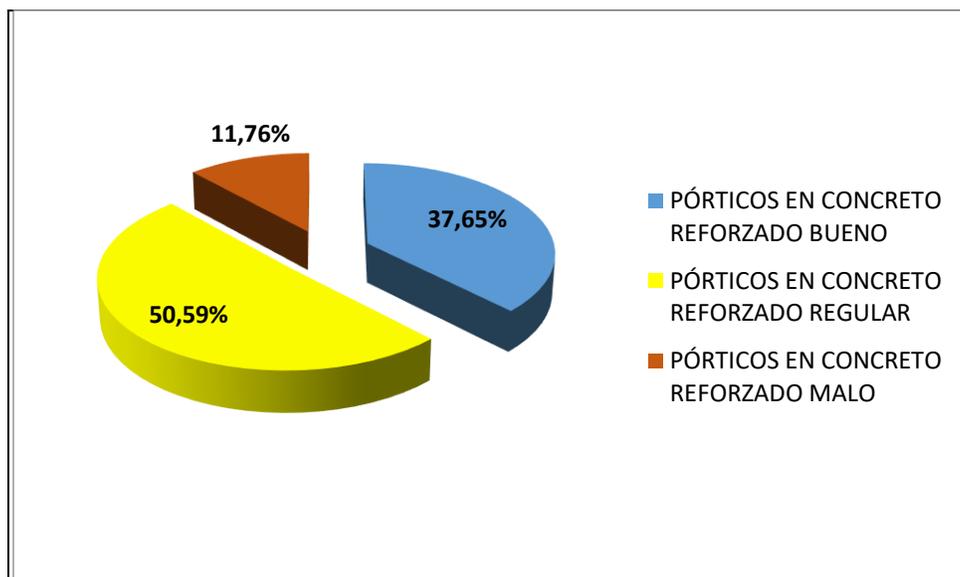
Este sistema estructural es el menos utilizado, representado solo por tres (03) viviendas de las 150 analizadas, sin embargo, la tendencia se mantiene a que el nivel físico estructural característico de la zona, está en condiciones de Regular (67%) a bueno (33%) para un 100% de las construcciones con estas características.

*Figura 8. Condición Físico estructural de Pórticos en concreto reforzado*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Figura 9.** Nivel Físico estructural en Pórticos en concreto reforzado



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

#### **Análisis:**

Este tipo de sistema fue utilizado en 37 viviendas de las estudiadas, representando el 25% del total de las viviendas ubicadas en la zona donde se realizó la investigación, en la figura anterior se evidencia que las condiciones prevalecientes son Regular (50,59%) y Bueno (37,65%) para un total del 88,24% de las viviendas con este tipo de elementos.

Para identificar el nivel de vulnerabilidad físico estructural ante la presencia deremoción en masa de las viviendas ubicadas en la comunidad de El Castillo Alto Perteneiente A La Parroquia Veintimilla Cantón Guaranda, se utilizó la metodologíapropuesta por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) junto a el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (SNGR-PNU, 2012). Esta metodología está basada en las particularidades físicas de las edificaciones, para el presente estudio se tomó en cuenta el sistema estructural

señalado anteriormente y a cada elemento se le realizó una tipificación de Bueno, Regular o Malo, de acuerdo a la condición del elemento, a cada uno de estos tipos se les asignó un valor numérico, a saber: Bueno (1), Regular (2) y Malo (3), y de esta manera se pudo conocer el Nivel de Vulnerabilidad de acuerdo a los siguientes rangos: Bajo (0-1,0), Medio (1,1-2,0) y Alto (2,1-3,0).

**Tabla 32. Nivel de Vulnerabilidad**

<b>Nivel de Vulnerabilidad</b>	<b>Rangos (promedio)</b>
Alto	2,1 a 3,0
Medio	1,1 a 2,0
Bajo	0 a 1,0

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

Aplicando el criterio señalado se obtuvo,

*Tabla 33. Matriz de Valoración Nivel de Vulnerabilidad*

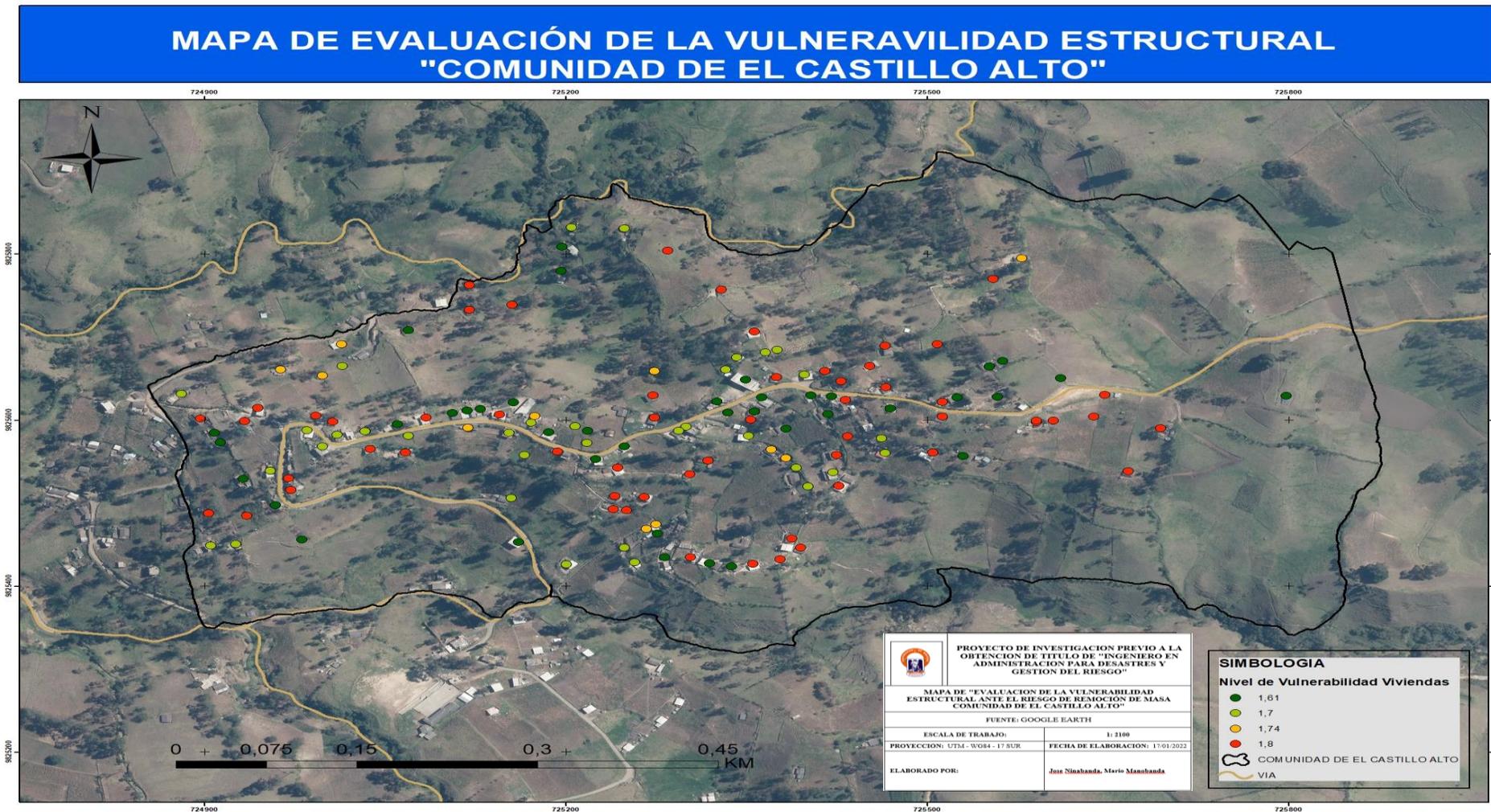
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>COLUMNAS</b>	<b>MUROS PORTANTES</b>	<b>ENTREPISO</b>	<b>ESCALERA</b>	<b>SISTEMA DE CUBIERTA</b>	<b>NIVEL DE VULNERABILIDAD</b>
Mampostería confinada	1,39	1,61	1,91	1,54	1,61	<b>1,61</b>
Mampostería no reforzada	1,91	1,55	<b>2,32</b>	1,50	1,73	<b>1,80</b>
Materiales provisionales	2,00	1,00	2,00	N.A	1,67	<b>1,67</b>
Pórticos en concreto reforzado	1,59	1,41	2,00	1,71	2,00	<b>1,74</b>
						<b>1,70</b>

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

Nivel de Vulnerabilidad	Rangos (promedio)
Alto	2,1 a 3,0
Medio	1,1 a 2,0
Bajo	0 a 1,0

**\*N. A: No aplica**

Mapa 2. Mapa de evaluación de la vulnerabilidad estructural “Comunidad de El Castillo Alto”



Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)

## **Analisis**

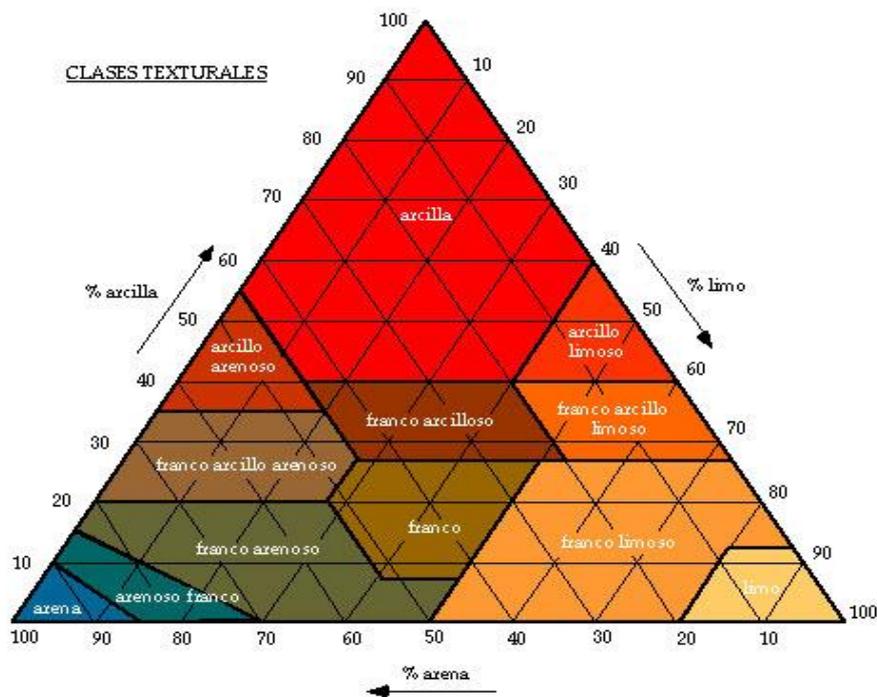
El Nivel de Vulnerabilidad el nivel de vulnerabilidad físico estructural identificado ante la presencia de remoción en masa de las viviendas ubicadas en la comunidad de El Castillo Alto Perteneiente A La Parroquia Veintimilla Cantón Guaranda, es *Medio* con tendencia a *Bajo*, se observó que posee una relación directa con el tipo de sistema estructural empleado. Es importante recalcar que ninguna de las viviendas que conforman la población estudio fue construida bajo la normativa vigente.

### 4.3. Resultados del objetivo 3: Realizar una caracterización del tipo de suelo, sus condiciones físicas, geológicas y geomorfológicas.

De acuerdo a lo señalado en la descripción metodológica, para el cumplimiento de este objetivo se recopilieron las referencias físicas, geológicas y geomorfológicas de la zona de estudio accediendo a los datos publicados por el Portal de SIG tierras y el Instituto Geofísico EPN-Ecuador. Para la obtención de las unidades delimitadas, se hizo uso del software ArcGIS.

La delimitación definió la existencia de procesos erosivos en las unidades del relieve del sector de El Castillo Alto, con la información obtenida a partir de los análisis se logró establecer los diferentes francos de textura de suelo existente en dicha comunidad:

*Ilustración 25. Triangulo de clasificación de textura del suelo*



*Fuente: (Calvo, 2017)*

*Tabla 34. Análisis de tipo de suelo*

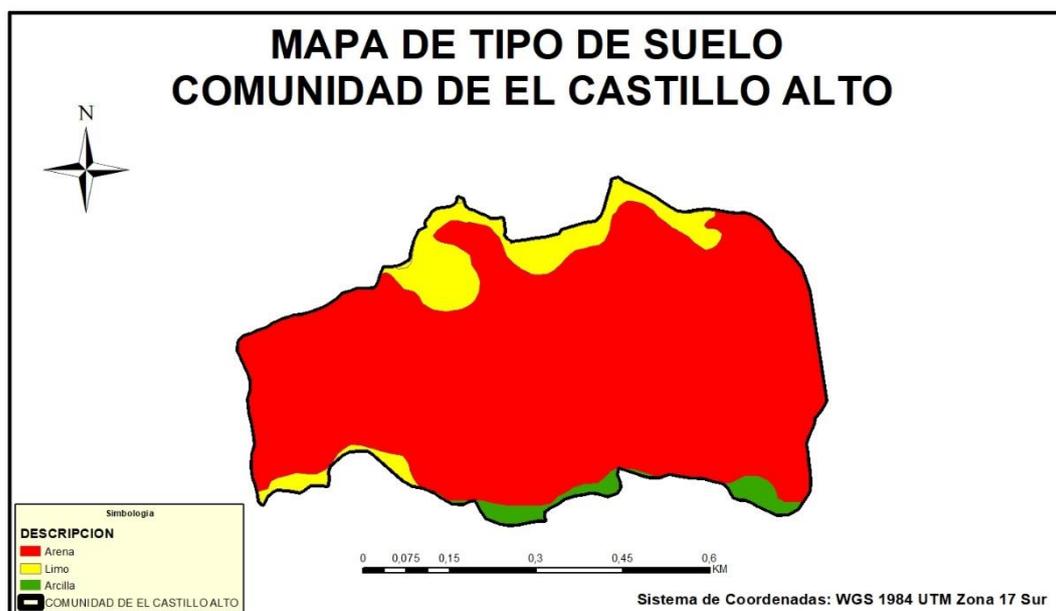
TIPO DE SUELO		
PARÁMETRO	Unidad	Valor
Textura: Arena	%	74,4
Textura: Limo	%	17,9
Textura: Arcilla	%	7,7

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Análisis:**

De acuerdo con la tabla se llegó a determinar en porcentaje de arena corresponde al 74,4%, el limo llegó a constituir el 17,9% y el 7,7% corresponde a arcilla el cual nos da un franco de suelo arenoso, se puede decir que son suelos no en su totalidad apto para cultivos, debido a su textura relativamente suelta y con poca capacidad de retención de humedad.

*Ilustración 26. Mapa de tipo de suelo*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

Con respecto a la densidad y grado de acidez del suelo de la comunidad de El Castillo Alto, se obtuvieron los resultados mostrados en la **Tabla 38**.

### **Densidad y grado de acides del suelo comunidad de El Castillo Alto**

*Tabla 35. Densidad y grado de acides del suelo comunidad de El Castillo Alto*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Densidad a 20°C	g/cm <sup>3</sup>	2,45
pH	UpH	6,40

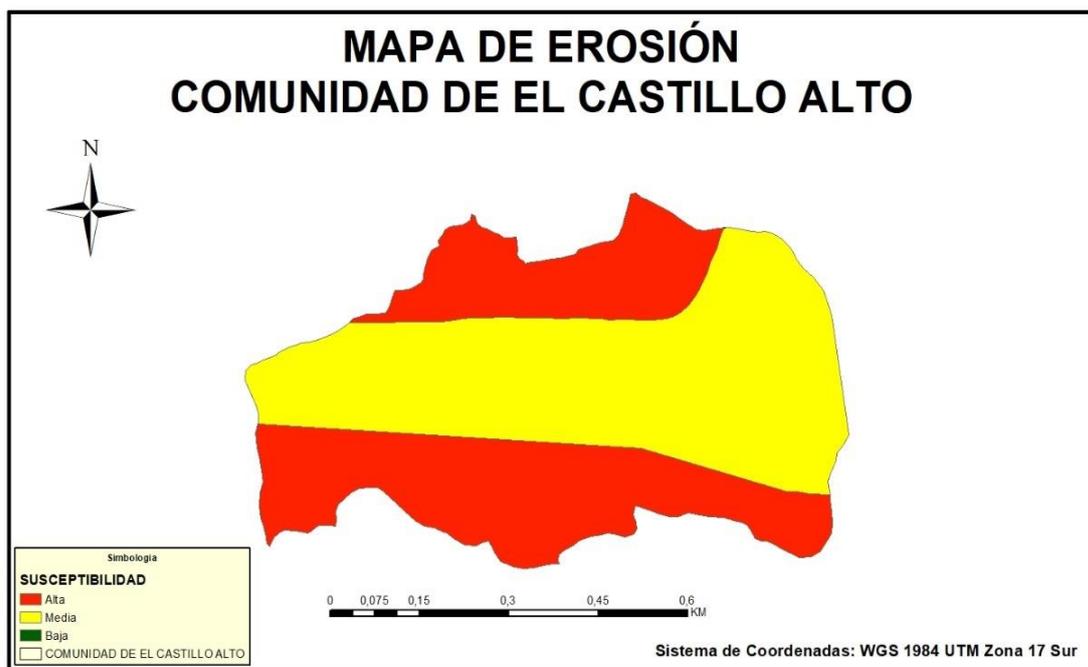
*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

#### **Análisis:**

De los datos obtenidos en la zona de estudio, pH de 6,40; se tipifica al suelo como ácido, esto es debido a que el nivel de precipitación del sector ocasiona, por arrastre, un desplazamiento de los componentes de carácter básico (pH>7). Además, el uso de fertilizantes a base de amonio favorece el proceso de nitrificación que a su vez disminuye el pH del suelo.

Por otra parte, la densidad obtenida a una temperatura de 20°C fue de 2,5g/cm<sup>3</sup>, es una densidad aparente baja, esto no precisamente se traduce en un suelo apto para el cultivo.

*Ilustración 27. Mapa de erosión comunidad de El Castillo Alto*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Análisis:**

En referencia a la geología de la comunidad de El Castillo Alto, esta presenta una elevada susceptibilidad a que el suelo se erosione debido a que entre el 45% y el 55% se encuentra en un rango Medio.

## Geológico Comunidad del Castillo Alto

*Ilustración 28. Mapa geológico*



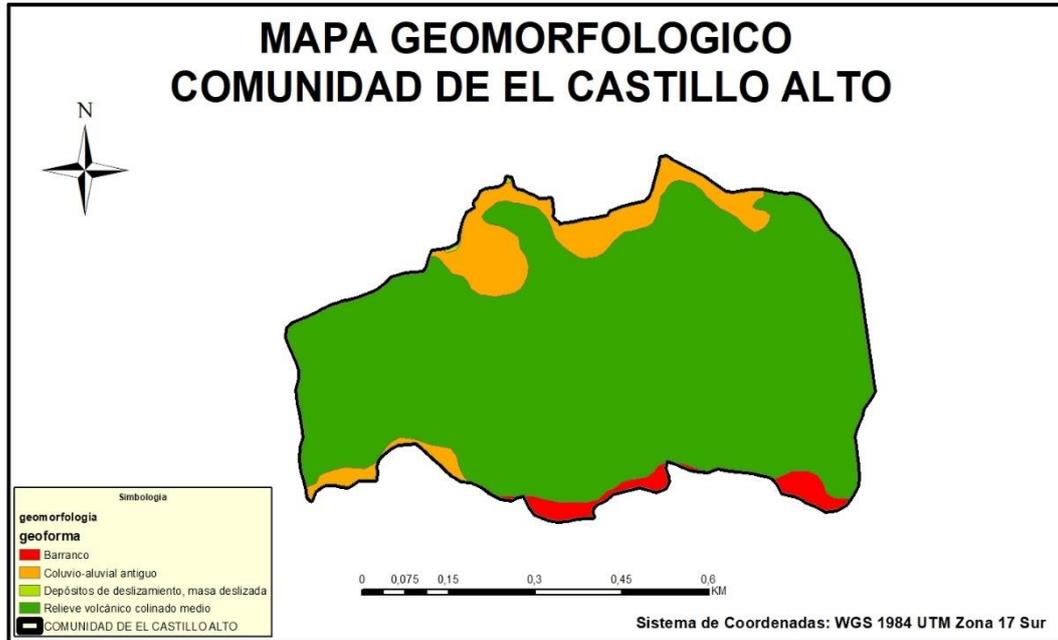
*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### **Análisis:**

Debido a las avalanchas de escombros piroclásticos primarios, retrabajados por los ríos de la zona y flujos de lava, característicos de El Castillo Alto, la geología del sector está conformada por rocas sedimentarias del tipo toba lítica (por su contenido de piroclastos). En cuanto a los procesos erosivos, la topografía de la zona, esencialmente las pendientes, y la acción antrópica son los principales causantes de estos y de la remoción en masa, excluyendo las superficies con cobertura vegetal invariable.

## Geomorfológico

*Ilustración 29. Mapa de geoformorfológico*

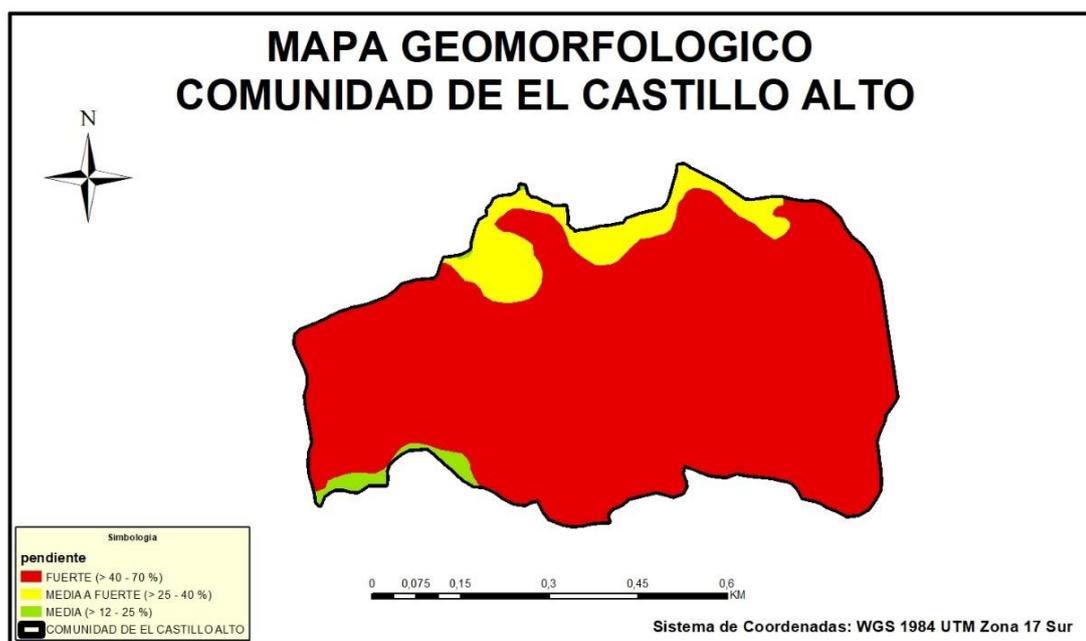


*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### Análisis:

Otro parámetro analizado fue el relieve, en relación a este, en la Ilustración 22 se puede observar que es irregular, con predominio de unidad geomorfológica volcánico colinado medio, que se corresponde con un relieve de Pie de Monte, en menores proporciones se identifican geoformas del tipo barrancos y coluvio-aluvial antiguo.

*Ilustración 30. Mapa Geomorfológico*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### **Análisis:**

La caracterización de la geomorfología del sector reviste gran notoriedad por la estrecha relación entre la topografía, las propiedades geotécnicas del suelo y su dinámica. Es por ello que en la ilustración anterior se resaltan los rangos de pendiente existentes en la comunidad El Castillo Alto, donde se puede observar que la mayor parte de la superficie posee una pendiente Fuerte.

Finalmente, se procesó el Mapa de Evaluación de vulnerabilidad de remoción en masa de la comunidad de El Castillo Alto, el cual se muestra en la Ilustración 24 presentada a continuación.

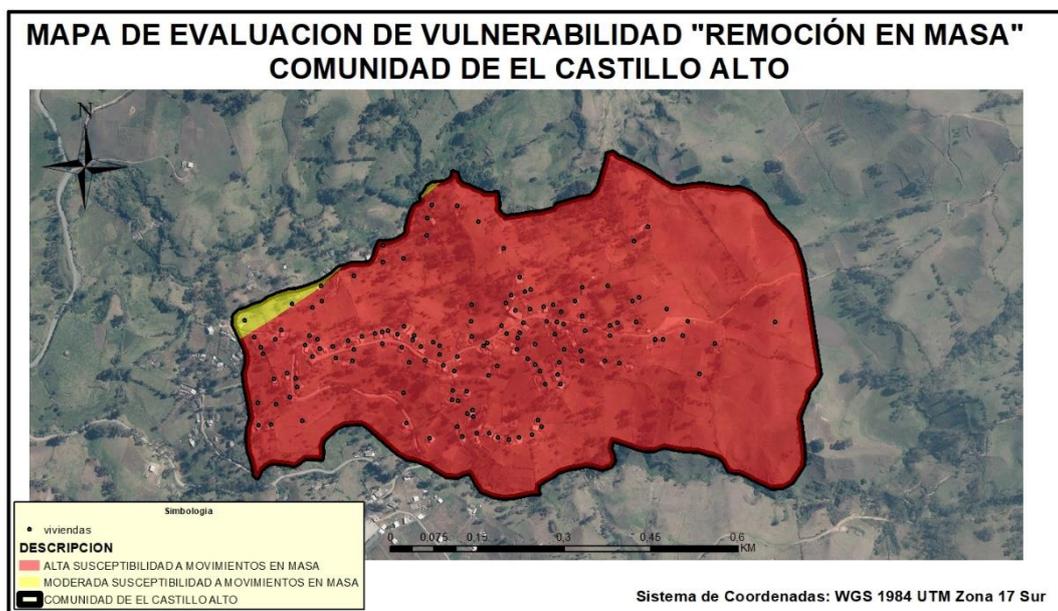
## Mapa de evaluación de susceptibilidad de remoción en masa

*Ilustración 31. Mapa de Evaluación de susceptibilidad de remoción en masa*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Ilustración 32. Mapa de Evaluación de vulnerabilidad de remoción en masa*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### **Análisis:**

Del análisis precedente y en función de la ilustración 24, la vulnerabilidad de remoción en masa del área en estudio resultó Alta, para realizar esta evaluación se tomaron en cuenta todos los factores condicionantes y detonantes considerados en la metodología de Mora-Vahrson, descrita con detalle en párrafos anteriores.

Para conocimiento de la estabilidad del talud de la Comunidad de El Castillo Alto se lo realizó con el software GEO 5 el cual utiliza la metodología de bishop donde se realizó los cálculos arrojando valores en el cual el talud del sector no es aceptable.

### **Análisis de estabilidad de taludes entrada de datos**

#### **Configuración**

Estándar - Factor de seguridad

#### **Análisis de estabilidad**

Análisis sísmico: Estándar

#### **Metodología de verificación: Factores de seguridad (ASD)**

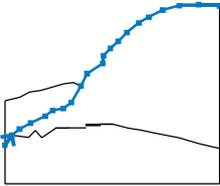
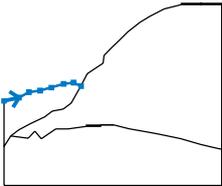
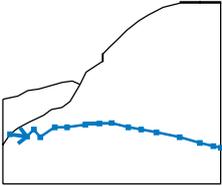
*Tabla 36. Factor de seguridad, estabilidad de talud*

<b>Factores de seguridad</b>			
Situación de diseño permanente			
<b>Factor de seguridad:</b>	SF <sub>s</sub> =	1.50	[-]

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

## Interfaz

**Tabla 37.** Ubicación de los diferentes puntos de coordenadas por los diferentes tipos de suelos encontrados

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	-11.98	0.97	-10.55	2.05	<b>-9.70</b>
		3.59	-8.85	5.64	-7.89	6.68	<b>-7.08</b>
		8.15	-6.81	9.27	-5.96	10.62	<b>-3.64</b>
		11.47	-1.90	13.67	-0.45	13.78	<b>0.61</b>
		14.75	1.65	15.83	2.65	17.07	<b>3.89</b>
		18.73	5.24	20.12	6.05	22.05	<b>7.06</b>
		24.40	7.67	27.10	7.83	30.00	<b>7.64</b>
2		0.00	-5.69	2.08	-5.22	3.44	<b>-4.49</b>
		4.98	-4.26	6.53	-3.83	8.22	<b>-3.33</b>
		9.58	-3.14	10.62	-3.64		
3		0.97	-10.55	3.32	-10.86	4.25	<b>-9.89</b>
		5.14	-10.94	7.14	-9.58	8.84	<b>-9.55</b>
		11.35	-9.20	13.28	-9.04	14.98	<b>-8.97</b>
		17.26	-9.58	19.03	-9.86	21.12	<b>-10.28</b>
		24.32	-10.94	27.10	-11.75	28.96	<b>-12.17</b>
		<b>30.00</b>	<b>-12.40</b>				

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

## Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

**Tabla 38.** Parámetros del suelo

Nro.	Nombre	Trama	ef [°]	C <sub>ef</sub> [kPa]	[kN/m <sup>3</sup> ]
1	LIMO		27.00	0.02	13.55
2	ARCILLA		37.00	56.00	14.70
3	ARENA		34.00	49.00	14.50

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

## Parámetros de suelo – subpresión

*Tabla 39. Parámetros de suelo- subpresion*

Nro.	Nombre	Trama	sat [kN/m <sup>3</sup> ]
1	LIMO		15.70
2	ARCILLA		17.53
3	ARENA		21.00

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### Datos del suelo

*Tabla 40. Valores específicos del Limo*

<b>LIMO</b>	
<b>Peso unitario:</b>	$\gamma = 13.55 \text{ kN/m}^3$
<b>Estado de tensión:</b>	efectivo
<b>Ángulo de fricción interna</b>	$\phi_{ef} = 27.00^\circ$
<b>Cohesión de suelo:</b>	$c_{ef} = 0.02 \text{ kPa}$
<b>Peso unitario de suelo saturado:</b>	$\gamma_{sat} = 15.70 \text{ kN/m}^3$

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Tabla 41. Valores específicos de la Arcilla*

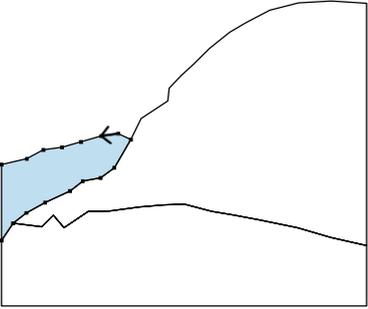
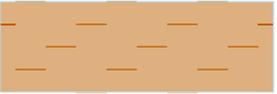
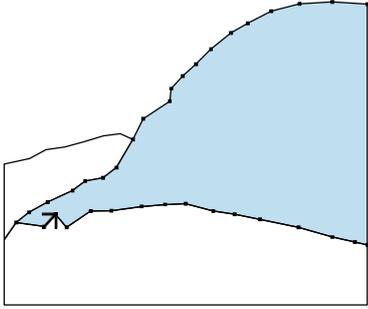
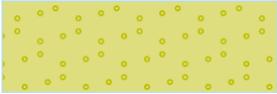
<b>ARCILLA</b>	
<b>Peso unitario:</b>	$\gamma = 14.70 \text{ kN/m}^3$
<b>Estado de tensión:</b>	efectivo
<b>Ángulo de fricción interna</b>	$\phi_{\text{ef}} = 37.00^\circ$
<b>Cohesión de suelo:</b>	$c_{\text{ef}} = 56.00 \text{ kPa}$
<b>Peso unitario de suelo saturado:</b>	$\gamma_{\text{sat}} = 17.53 \text{ kN/m}^3$
<i>Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)</i>	

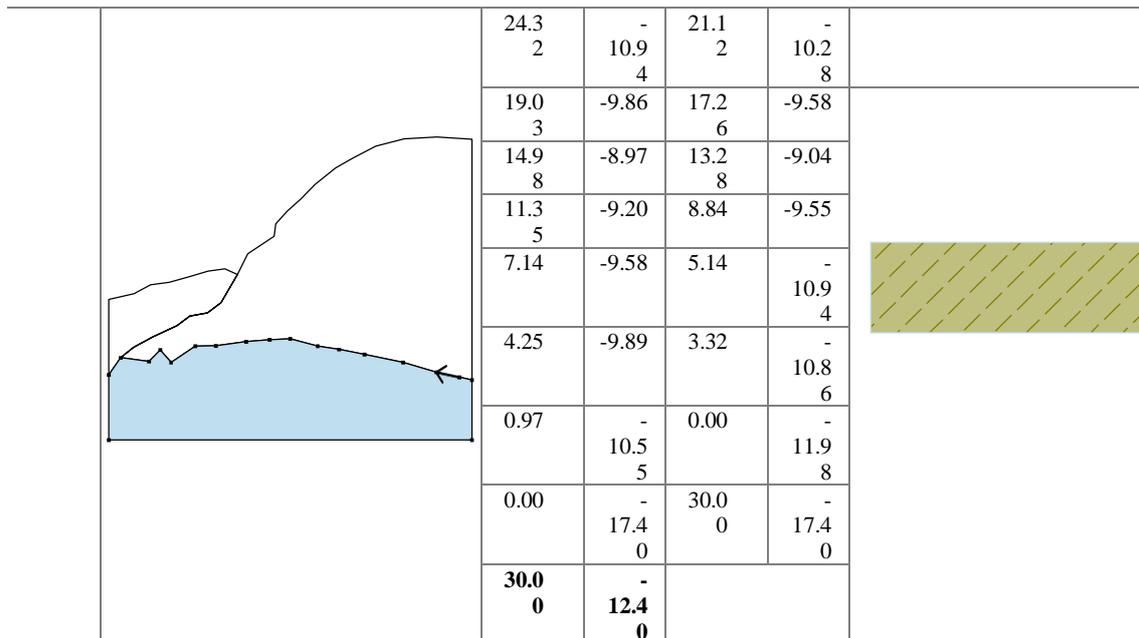
*Tabla 42. Valor específico de la arena*

<b>ARENA</b>	
<b>Peso unitario:</b>	$\gamma = 14.50 \text{ kN/m}^3$
<b>Estado de tensión:</b>	efectivo
<b>Ángulo de fricción interna</b>	$\phi_{\text{ef}} = 34.00$
<b>Cohesión de suelo:</b>	$c_{\text{ef}} = 49.00 \text{ kPa}$
<b>Peso unitario de suelo saturado:</b>	$\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$
<i>Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)</i>	

## Asignación y superficies

**Tabla 43. Asignación de superficies**

Nro	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		X	z	x	z	
1		9.58	-3.14	8.22	-3.33	<b>ARCILLA</b> 
		6.53	-3.83	4.98	-4.26	
		3.44	-4.49	2.08	-5.22	
		0.00	-5.69	0.00	-	
					11.98	
		0.97	-	2.05	-9.70	
			10.55			
		3.59	-8.85	5.64	-7.89	
		6.68	-7.08	8.15	-6.81	
9.27	-5.96	10.62	-3.64			
2		3.32	-	4.25	-9.89	<b>ARENA</b> 
			10.86			
		5.14	-	7.14	-9.58	
			10.94			
		8.84	-9.55	11.35	-9.20	
		13.28	-9.04	14.98	-8.97	
		17.26	-9.58	19.03	-9.86	
		21.12	-	24.32	-	
			10.28		10.94	
		27.10	-	28.96	-	
			11.75		12.17	
		30.00	-	30.00	7.64	
			12.40			
		27.10	7.83	24.40	7.67	
		22.05	7.06	20.12	6.05	
		18.73	5.24	17.07	3.89	
		15.83	2.65	14.75	1.65	
		13.78	0.61	13.67	-0.45	
		11.47	-1.90	10.62	-3.64	
		9.27	-5.96	8.15	-6.81	
6.68	-7.08	5.64	-7.89			
3.59	-8.85	2.05	-9.70			
0.97	-					
	10.55					
3		28.96	-	27.10	-	<b>LIMO</b>
			12.17		11.75	



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### Sismo

*Tabla 44. Asignación de los coeficientes sísmicos*

**Coefficiente sísmico horizontal:**  $K_h = 0.60$

**Coefficiente sísmico vertical:**  $K_v = 0.30$

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

### Superficie de deslizamiento circular

*Tabla 45. Datos de la superficie de deslizamiento*

Datos de la superficie de deslizamiento							
<b>Centro:</b>	x =	9.76	[m]	Ángulos:	□ 1 =	2.13	[°]
	z =	19.81	[m]		□ 2 =	58.76	[°]
<b>Radio:</b>	R =	23.44	[m]				

**La superficie de deslizamiento después de la optimización.**

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

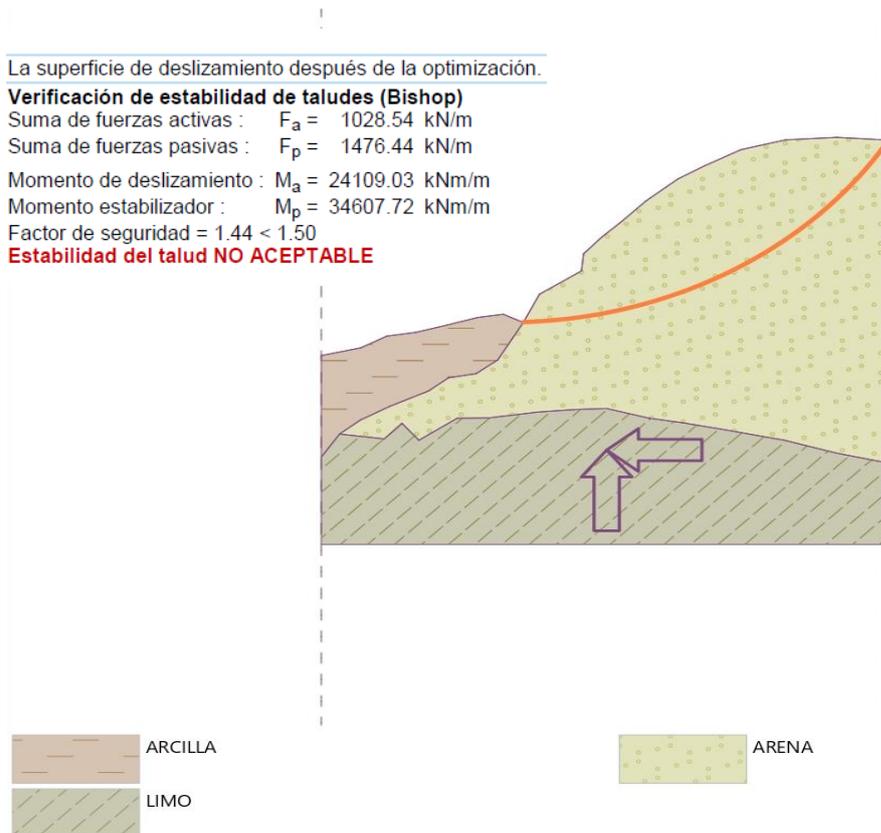
**Tabla 46. Verificación estabilidad de taludes (bishop)**

<b>Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)</b>	
<b>Suma de fuerzas activas</b>	$F_a = 1028.54 \text{ kN/m}$
<b>Suma de fuerzas pasivas:</b>	$F_p = 1476.44 \text{ kN/m}$
<b>Momento de deslizamiento:</b>	$M_a = 24109.03 \text{ kNm/m}$
<b>Momento estabilizador:</b>	$M_p = 34607.72 \text{ kNm/m}$
<b>Factor de seguridad =</b>	$1.44 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Ilustración 33. Superficie de deslizamiento después de la optimización**



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

**Análisis:**

De los datos obtenidos para la superficie de deslizamiento de la comunidad de El Castillo Alto a través del modelamiento matemático con la metodología de Bishop para conocer la estabilidad de taludes nos demuestra que el terreno donde se encuentra ubicada la comunidad presenta un alto grado de inestabilidad del suelo, donde se analizaron los factores geológicos y geodinámicos del sector con parámetros de seguridad que corresponde de 1.44 a 1.50, se sumaron las fuerzas activas y las fuerzas pasivas arrojándonos como resultado el momento de deslizamiento con un valor de 24109,03 KN/m por lo tanto el talud no es aceptable.

## CAPITULO 5

### 5.1 Conclusiones y Recomendaciones

- Las viviendas de la comunidad de El Castillo Alto se encuentran contruidos con materiales no aptos para la resistencia al tipo de terreno, puesto que los materiales que predominan a las construcciones no brindan la resistencia necesaria ante la presencia de las fuerzas del riesgo de remoción en masa.
- Mediante los análisis realizados en la comunidad de El Castillo Alto se llegó a constatar que la vivienda se encuentra ubicadas en terrenos inestables donde la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y las propiedades mecánicas no son las adecuadas para su uso.
- Mediante el análisis realizado de la situación actual de las condiciones de vulnerabilidad físico estructural frente al evento de remoción en masa teniendo en cuenta los factores condicionantes y detonantes de Mora Varhrson, donde nos indica que el grado de susceptibilidad que presenta la comunidad de El Castillo Alto frente a deslizamientos es bajo
- De acuerdo a la sismicidad por objeto de la investigación la comunidad de El Castillo Alto se encuentra dentro del área con una actividad sísmica muy Alta el cual está representado con un 79% lo cual demuestra que el sector se encuentra sometido a esfuerzos tectónicos.
- Mediante el monitoreo estructural y patológico de las viviendas la misma que consiste en clasificar las viviendas de acuerdo a su sistema estructural en 6 grupos: mampostería confinada (grupo A), mampostería estructural (grupo B), mampostería no reforzada (grupo C), materiales provisionales (grupo D), pórticos en concreto reforzado (grupo E) y viviendas

prefabricadas (grupo F), donde 44% de las viviendas corresponde a sistemas estructurales con mampostería no reforzada y la mampostería confinada por el 29%, mientras que el 27% restantes utilizan pórticos en concreto reforzado 25% y materiales provisionales 2%, es importante señalar en el sector no existen viviendas prefabricadas ni con mampostería estructural y tomar en cuenta que todas estas edificaciones fueron construidas sin cumplir con ninguna normativa de construcción.

- Se evidenció que la mayoría de las viviendas pertenece al grupo C donde 66 viviendas de las 150 en estudio el cual representa el 44% se encuentra con una mampostería no reforzada
- Con los resultados obtenidos se evidenció que la comunidad de El Castillo Alto se encuentra en un nivel de vulnerabilidad físico-estructural Medio de acuerdo con los criterios interpretativo, teniendo en cuenta la ubicación del sector, topografía y Norma de construcción NEC, para esta valoración se identificado el Sistema Estructural con sus elementos como son: Mampostería confinada, Mampostería no reforzada, Materiales provisionales, Pórticos en concreto reforzado.
- De acuerdo con la caracterización de geología y geomorfología realizada se puede observar que el sector de El Castillo Alto se encuentra en una pendiente fuerte debido a la topografía del sector.
- La delimitación definió la existencia de procesos erosivos en las unidades del relieve del sector de El Castillo Alto, con la información obtenida a partir de los análisis se logró establecer los diferentes francos de textura de suelo existente en dicha comunidad donde se establecieron parámetros de textura del suelo predominando la arena con una presencia de un 74,4%,

limo con un 17.9% y arcilla con un 7,7% con un grado de acides elevado debido a la precipitación y al grado de deforestación.

- De acuerdo con el modelamiento de estabilidad de taludes para la comunidad de El Castillo Alto con el Software Geo 5 el talud no es aceptable ya que se encuentra fuera de los parámetros de resistencia.
- A través del modelamiento matemático con la metodología de Bishop para conocer la estabilidad de taludes nos demuestra que el terreno donde se encuentra ubicada la comunidad presenta un alto grado de inestabilidad del suelo, se analizaron los factores geológicos y geodinámicos del sector con parámetros de seguridad que corresponde de 1.44 a 1.50, se sumaron las fuerzas activas y las fuerzas pasivas arrojándonos como resultado el momento de deslizamiento con un valor de 24109,03 KN/m por lo tanto el talud no es aceptable.

## 5.2 Recomendaciones ´

- Establecer control y vigilancia en las comunidades por parte de las autoridades, hacer el fiel cumplimiento de las ordenanzas y la normativa vigente en construcción, presentar y dar a conocer el plan de ordenamiento territorial enfocado de manera explícita, áreas con mayor índice de peligrosidad.
- Implementar las acciones de mitigación para la reducción del riesgo, trabajar directamente en la vulnerabilidad y así establecer las medidas adecuadas frente a fuerza de remoción de masa. Recalcando también los antecedentes históricos de la comunidad, la topografía, ubicación de las viviendas, factores condicionantes y desencadenantes, e investigar instaurar las medidas estructurales no estructurales e instrumentales para que la población en cuestión de tener una adecuada preparación para la respuesta y así también una Gestión de Riesgo en desarrollo en las comunidades.
- Conocer los factores condicionantes (geología, geomorfología, y pendientes) y los factores desencadenantes (precipitación y sismicidad) para así reducir el grado de susceptibilidad a remoción en masa que presenta la comunidad.
- Realizar estudios de suelo para conocer de propiedades mecánicas mediante métodos o ensayos para ello debe tener apoyo institucional y potenciar la resiliencia de las comunidades, la topografía para la evaluación respectiva y a su vez identificar si el suelo es apto para la construcción de las viviendas.

## Bibliografía

- (s.f.). Obtenido de FAO: <https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>
- CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (20 de Octubre de 2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Anonimo. (2018). *VULNERABILIDAD FÍSICA Y VULNERABILIDAD FUNCIONAL*. Obtenido de <https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/6.2-vulnerabilidad.htm>
- Asamblea Nacional. (07 de 05 de 2011). *Constitución de la republica del Ecuador*. Obtenido de [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Barrantes Castillo, G., Barrantes Sotela, O., & Núñez Roman, O. (2011). EFECTIVIDAD DE LA METODOLOGÍA MORAVAHRSOON MODIFICADA EN EL CASO DE LOS DESLIZAMIENTOS. *Revista Geográfica de America Central*.
- Calvo, A. (14 de 12 de 2017). *Análisis de suelos*. Recuperado el 24 de 1 de 2022, de Agroptima: <https://www.agroptima.com/es/blog/analisis-de-suelos-agricolas/>
- Ciancaglini, N. (2017). *Guía para la determinación de textura de suelos por método*. Recuperado el 30 de 01 de 2022, de ANALISIS TEXTURAL DE SUELOS EN FORMA MANUAL: [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\(R-001\)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20(R-001)-%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf)
- COOTAD. (19 de Octubre de 2010). *CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION*. Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf)
- Davalòs. (9 de octubre de 2017). *issuu*. Obtenido de [https://issuu.com/davalosdavalos/docs/formato\\_para\\_evaluacion\\_rapida\\_\\_niv](https://issuu.com/davalosdavalos/docs/formato_para_evaluacion_rapida__niv)
- Edafologia*. (1989). Obtenido de PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO: <http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). (2018). *Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*. Obtenido de <https://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>
- Fines Software*. (s.f.). Obtenido de Características principales de GEO5: <https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/geo5-programas/>
- Finesoftware. (01 de 07 de 2022). *Análisis según la teoría de los estados límite / factor de seguridad*. Obtenido de <https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/estabilidad-de-taludes/>
- Ibañez, J. J. (20 de 06 de 2008). *Un Universo invisible bajo nuestros pies*. Obtenido de Un Universo invisible bajo nuestros pies: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/06/20/95172>
- IG-EPN. (2021). *Instituto Geofísico Militar*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/glosario>

- Ingeoexpert. (5 de Enero de 2018). *Rocas volcánicas: tipos, características y formación*.  
Obtenido de <https://ingeoexpert.com/2018/01/05/rocas-volcanicas/>
- Instituto Distrital de Riesgos y Cambio Climático. (21 de 07 de 2021). *Bogota*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rmovmasa>
- OCW. (s.f.). Obtenido de Identificación y clasificación del suelo:  
<https://ocw.ehu.eus/file.php/84/tema-3/teoria-tema-3.pdf>
- Ortiz, F. R. (23 de 07 de 2015). *sistema de clasificación de suelos*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/florfann/0107-sistema-de-clasificacin-de-suelos>
- Padilla Almeida , O., Cruz D'howitt, M., & Jaramillo Castelo , C. A. (Marzo de 2014). *Artículo Científico - Determinación de la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos aplicando lógica Fuzzy VS Mora Vasrson en el área de Monjas Itchimbia Panecillo, del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8231/1/AC-GMA-ESPE-047846.pdf>
- PDOT. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000250001\\_PDO-T%20SUBID0%20A%20SENPLADES\\_13-04-2016\\_09-41-37.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000250001_PDO-T%20SUBID0%20A%20SENPLADES_13-04-2016_09-41-37.pdf)
- Poma Tasris , J. L. (Agosto de 2017). *ZONIFICACION Y USO ADECUADO DE LOS SUELOS EN LA PARROQUIA VEINTIMILLA DEL CANTON GUARANDA*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11904/1/T-UCE-0012-57.pdf>
- Pro, G. E. (Dirección). (2022). *Google Earth Pro* [Película]. Obtenido de Google Earth Pro.
- Rodriguez Cerín, A. G. (28 de 11 de 2017). *CIVIL ENGINEERING TUTORIALES*. Recuperado el 30 de 01 de 2022, de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=1tgYT7nG3N0>
- Rodriguez Cifuentes. (07 de 01 de 2013). *Análisis Comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales*. Recuperado el 15 de 03 de 2022, de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2013000100003#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20propuesto%20por%20Bishop,d e%20las%20fuerzas%20entre%20dovelas](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2013000100003#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20propuesto%20por%20Bishop,d e%20las%20fuerzas%20entre%20dovelas).
- RSN URC-ISE . (4 de Agosto de 2014). *¿ QUE SON LOS DESLIZAMIENTOS ?* Obtenido de <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/2330-que-son-los-deslizamientos>
- Santamarina, G., & Narsilio , C. (s.f.). *CLASIFICACIÓN DE SUELOS: FUNDAMENTO FÍSICO. Georgia Institute of Technology*, 3.
- SECRETARIA DE GESTIÓN DE RIESGOS. (2018). *GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE-GESTI%C3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf>
- Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *Rocas ígneas*. Obtenido de Rocas ígneas: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-igneas.html>

UNISDR. (2016). - *Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE-GESTI%C3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf#:~:text=Vulnerabilidad%3A%20Condiciones%20determinadas%20por%20factores,reducci%C3%B3n%20del%20>

Valbuena Porras, S. G., García Ubaque, C. A., & Granados Soler, M. A. (15 de Febrero de 2017). *Tecnura*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326548736\\_Metodologia\\_para\\_el\\_monitoreo\\_estructural\\_y\\_patologico\\_de\\_viviendas\\_afectadas\\_por\\_deslizamientos](https://www.researchgate.net/publication/326548736_Metodologia_para_el_monitoreo_estructural_y_patologico_de_viviendas_afectadas_por_deslizamientos)

Viguera , B., Martinez , R., & Alpizar , F. (2017). *El clima, el cambio climático, la vulnerabilidad y acciones en contra del cambio climático:Conceptos Básicos*. Obtenido de [https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade\\_modulo-1-el-clima-el-cambio-climatico-la-vulnerabilidad-y-acciones-contra-el-cambio-climatico.pdf](https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_modulo-1-el-clima-el-cambio-climatico-la-vulnerabilidad-y-acciones-contra-el-cambio-climatico.pdf)

## ANEXOS

### *Anexo 1 .Memorias Fotográficas*

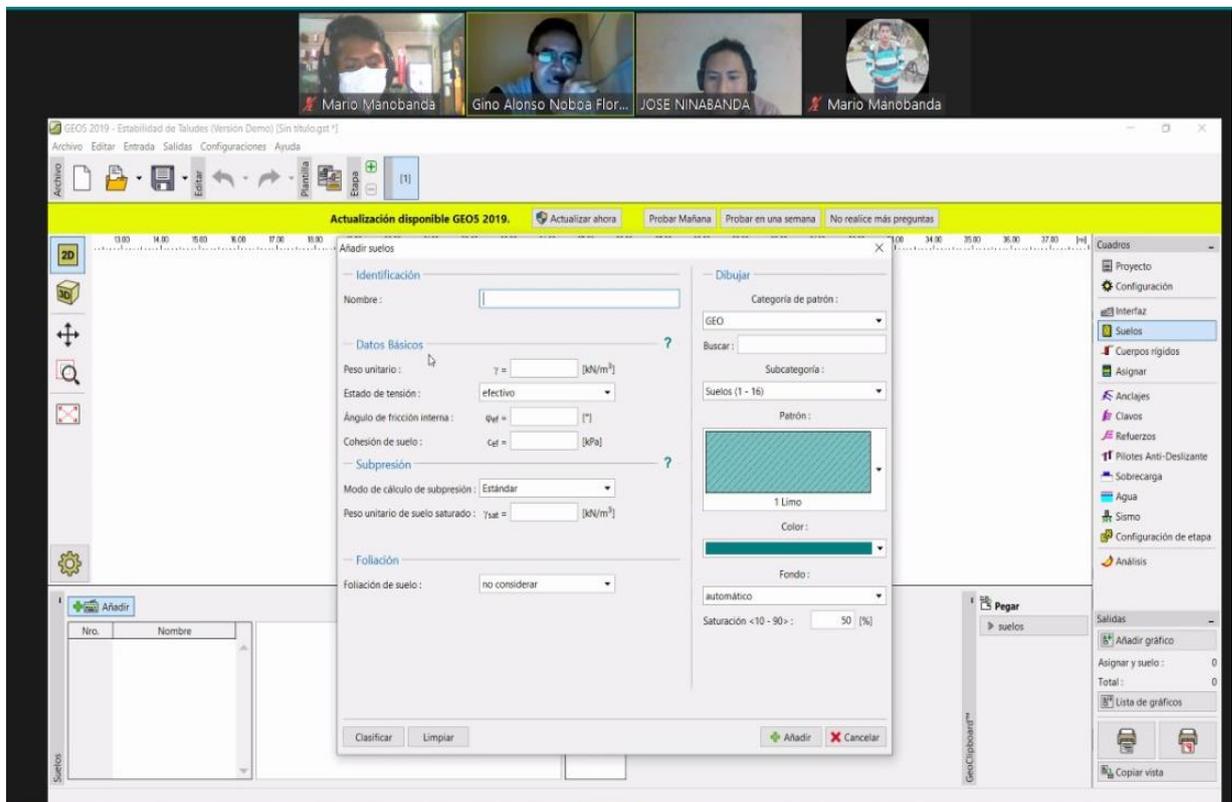
#### *Fotografía 1.Realizacion de la evaluación estructural*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: Visita de campo*

*Fotografía 2. Capacitación previo al uso del programa GEOS*



*Elaborado por: Manobanda. M. y Ninabanda. J. (2021)*

*Fuente: Docente tutor*

## ANEXO 2

*Tabla 47. Datos de los modelamientos matemáticos realizados en el Software GEO5*

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
1	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
2	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
3	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
4	19.50	16.90	13.84	2.67	ACEPTABLE
5	-12.00	63.08	69.43	1.86	ACEPTABLE
6	13.68	9.17	16.19	1.73	ACEPTABLE
7	13.24	17.75	14.75	5.38	ACEPTABLE
8	1.10	22.99	27.53	2.47	ACEPTABLE
9	10.27	8.14	13.63	2.01	ACEPTABLE
10	7.39	22.38	26.81	1.70	ACEPTABLE
11	1.88	33.21	37.85	1.97	ACEPTABLE
12	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
13	17.44	16.25	15.06	2.12	ACEPTABLE
14	0.47	37.85	42.09	1.62	ACEPTABLE
15	13.26	12.01	17.11	1.64	ACEPTABLE
16	14.77	8.95	15.09	1.75	ACEPTABLE
17	14.39	15.06	13.59	2.63	ACEPTABLE
18	5.28	20.25	24.07	1.81	ACEPTABLE
19	10.85	10.99	15.35	1.85	ACEPTABLE
20	8.98	20.65	24.55	1.65	ACEPTABLE
21	20.92	7.68	8.88	2.76	ACEPTABLE
22	-7.69	49.50	56.19	1.58	ACEPTABLE
23	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
24	16.85	12.72	13.91	1.79	ACEPTABLE
25	15.64	11.01	11.97	1.90	ACEPTABLE
26	-9.06	57.30	63.05	1.82	ACEPTABLE
27	13.94	18.47	19.20	1.72	ACEPTABLE
28	5.73	28.11	31.58	1.54	ACEPTABLE
29	13.02	13.72	17.84	1.61	ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
x [m]	z [m]				
30	18.54	9.38	11.39	2.00	ACEPTABLE
31	14.58	10.65	15.51	1.68	ACEPTABLE
32	16.52	9.57	10.79	1.97	ACEPTABLE
33	2.80	27.48	31.31	1.84	ACEPTABLE
34	11.08	18.43	19.27	1.91	ACEPTABLE
35	7.91	18.75	22.14	1.63	ACEPTABLE
36	13.77	8.73	13.43	1.81	ACEPTABLE
37	11.35	12.87	16.61	1.76	ACEPTABLE
38	17.34	8.24	9.84	2.09	ACEPTABLE
39	10.16	19.37	22.87	1.45	NO ACEPTABLE
40	17.54	11.36	12.81	1.84	ACEPTABLE
41	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
42	15.09	14.87	16.39	1.69	ACEPTABLE
43	14.55	13.02	14.48	1.77	ACEPTABLE
44	2.35	34.85	38.64	1.62	ACEPTABLE
45	13.64	17.69	19.03	1.67	ACEPTABLE
46	8.02	23.94	27.19	1.51	ACEPTABLE

47	18.46	8.30	11.35	2.04	ACEPTABLE
48	12.72	14.93	18.57	1.47	NO ACEPTABLE
49	17.01	11.12	13.25	1.79	ACEPTABLE
50	14.12	12.23	16.33	1.62	ACEPTABLE
51	15.15	12.00	13.57	1.79	ACEPTABLE
52	6.04	23.90	27.29	1.65	ACEPTABLE
53	12.05	17.35	18.65	1.77	ACEPTABLE
54	9.24	18.34	21.58	1.56	ACEPTABLE
55	14.51	9.47	13.65	1.63	ACEPTABLE
56	13.30	11.26	15.16	1.69	ACEPTABLE
57	17.05	8.71	11.04	1.96	ACEPTABLE
58	14.19	9.70	13.99	1.73	ACEPTABLE
59	11.53	14.34	17.78	1.53	ACEPTABLE
60	16.11	10.33	12.20	1.85	ACEPTABLE
61	10.72	18.76	22.08	1.46	NO ACEPTABLE
62	16.07	12.95	14.72	1.72	ACEPTABLE
63	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
64	14.21	15.69	17.54	1.65	ACEPTABLE
65	13.95	14.23	16.06	1.70	ACEPTABLE
66	6.42	27.11	30.42	1.54	ACEPTABLE
67	13.43	17.20	18.96	1.64	ACEPTABLE
68	9.31	21.66	24.82	1.49	NO ACEPTABLE
69	16.97	10.36	13.11	1.80	ACEPTABLE
70	12.43	15.80	19.18	1.48	NO ACEPTABLE
71	15.85	12.54	14.78	1.70	ACEPTABLE
72	13.60	13.61	17.26	1.50	NO ACEPTABLE
73	14.37	13.48	15.38	1.71	ACEPTABLE
74	7.99	21.76	24.96	1.57	ACEPTABLE
75	12.47	16.89	18.58	1.70	ACEPTABLE
76	10.04	18.14	21.30	1.53	ACEPTABLE
77	13.45	11.87	15.74	1.66	ACEPTABLE
78	16.87	9.01	11.83	1.89	ACEPTABLE
79	12.87	13.17	16.67	1.53	ACEPTABLE
80	15.95	10.66	13.02	1.78	ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio	FS	Verificación
	x [m]	z [m]	R [m]		
81	13.75	11.62	15.39	1.55	ACEPTABLE
82	11.59	15.42	18.70	1.52	ACEPTABLE
83	15.19	12.01	14.11	1.74	ACEPTABLE
84	11.03	18.42	21.64	1.48	NO ACEPTABLE
85	15.07	14.04	16.06	1.67	ACEPTABLE
86	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
87	13.53	16.26	18.40	1.62	ACEPTABLE
88	13.43	15.14	17.28	1.65	ACEPTABLE
89	7.82	24.12	27.47	1.50	NO ACEPTABLE
90	13.09	17.10	19.20	1.61	ACEPTABLE
91	9.57	20.92	24.20	1.48	NO ACEPTABLE
92	15.70	12.14	14.79	1.68	ACEPTABLE
93	11.84	16.77	20.14	1.47	NO ACEPTABLE
94	14.84	13.78	16.16	1.64	ACEPTABLE
95	12.78	15.06	18.56	1.48	NO ACEPTABLE
96	13.71	14.63	16.81	1.65	ACEPTABLE
97	8.69	20.99	24.29	1.52	ACEPTABLE
98	12.47	16.88	18.92	1.65	ACEPTABLE
99	10.09	18.54	21.82	1.50	NO ACEPTABLE
100	12.52	13.91	17.63	1.63	ACEPTABLE
101	15.71	11.00	13.71	1.73	ACEPTABLE

102	12.20	14.85	18.27	1.50	NO ACEPTABLE
103	14.97	12.35	14.80	1.69	ACEPTABLE
104	12.98	13.50	17.06	1.51	ACEPTABLE
105	11.22	16.56	19.88	1.49	NO ACEPTABLE
106	14.36	13.45	15.74	1.67	ACEPTABLE
107	10.79	18.69	21.98	1.47	NO ACEPTABLE
108	14.22	14.97	17.21	1.63	ACEPTABLE
109	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
110	12.29	17.51	20.09	1.55	ACEPTABLE
111	12.36	16.49	19.08	1.57	ACEPTABLE
112	8.47	22.59	26.04	1.47	NO ACEPTABLE
113	12.08	17.91	20.48	1.55	ACEPTABLE
114	9.58	20.61	24.01	1.46	NO ACEPTABLE
115	14.14	14.13	16.95	1.58	ACEPTABLE
116	11.24	17.65	21.08	1.46	NO ACEPTABLE
117	13.46	15.37	18.07	1.56	ACEPTABLE
118	11.97	16.36	19.84	1.46	NO ACEPTABLE
119	12.50	16.24	18.83	1.57	ACEPTABLE
120	9.00	20.64	24.07	1.48	NO ACEPTABLE
121	11.62	17.80	20.36	1.57	ACEPTABLE
122	9.96	18.98	22.38	1.48	NO ACEPTABLE
123	11.77	15.55	19.20	1.63	ACEPTABLE
124	14.23	13.17	16.02	1.60	ACEPTABLE
125	11.54	16.26	19.71	1.48	NO ACEPTABLE
126	13.62	14.25	16.98	1.59	ACEPTABLE
127	12.17	15.16	18.67	1.48	NO ACEPTABLE
128	10.79	17.55	20.95	1.48	NO ACEPTABLE
129	13.08	15.20	17.85	1.58	ACEPTABLE
130	10.46	19.05	22.44	1.46	NO ACEPTABLE
131	12.90	16.39	19.02	1.55	ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
132	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
133	11.45	18.31	21.22	1.51	ACEPTABLE
134	11.56	17.49	20.41	1.52	ACEPTABLE
135	8.88	21.65	25.17	1.46	NO ACEPTABLE
136	11.35	18.49	21.40	1.51	ACEPTABLE
137	9.60	20.39	23.88	1.45	NO ACEPTABLE
138	12.90	15.73	18.73	1.52	ACEPTABLE
139	10.78	18.32	21.81	1.45	NO ACEPTABLE
140	12.39	16.64	19.59	1.51	ACEPTABLE
141	11.32	17.38	20.88	1.45	NO ACEPTABLE
142	11.63	17.37	20.29	1.52	ACEPTABLE
143	9.21	20.41	23.91	1.47	NO ACEPTABLE
144	11.02	18.45	21.35	1.52	ACEPTABLE
145	9.87	19.29	22.77	1.46	NO ACEPTABLE
146	11.18	16.80	20.42	1.63	ACEPTABLE
147	13.01	14.96	17.98	1.53	ACEPTABLE
148	11.00	17.33	20.83	1.46	NO ACEPTABLE
149	12.54	15.79	18.76	1.53	ACEPTABLE
150	11.49	16.49	20.01	1.46	NO ACEPTABLE
151	10.46	18.27	21.75	1.46	NO ACEPTABLE
152	12.10	16.55	19.49	1.52	ACEPTABLE
153	10.22	19.31	22.79	1.45	NO ACEPTABLE
154	11.94	17.44	20.37	1.51	ACEPTABLE
155	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
156	10.89	18.82	21.96	1.48	NO ACEPTABLE

157	11.00	18.22	21.36	1.49	NO ACEPTABLE
158	9.14	21.06	24.62	1.45	NO ACEPTABLE
159	10.84	18.91	22.05	1.48	NO ACEPTABLE
160	9.61	20.24	23.79	1.44	NO ACEPTABLE
161	11.96	16.94	20.11	1.49	NO ACEPTABLE
162	10.44	18.81	22.35	1.44	NO ACEPTABLE
163	11.59	17.59	20.74	1.49	NO ACEPTABLE
164	10.82	18.14	21.68	1.44	NO ACEPTABLE
165	11.03	18.16	21.30	1.49	NO ACEPTABLE
166	9.36	20.25	23.81	1.45	NO ACEPTABLE
167	10.61	18.89	22.03	1.49	NO ACEPTABLE
168	9.80	19.50	23.04	1.45	NO ACEPTABLE
169	10.75	17.72	21.34	1.63	ACEPTABLE
170	12.07	16.36	19.54	1.50	NO ACEPTABLE
171	10.60	18.12	21.66	1.45	NO ACEPTABLE
172	11.72	16.97	20.13	1.49	NO ACEPTABLE
173	10.96	17.50	21.05	1.45	NO ACEPTABLE
174	10.21	18.79	22.33	1.45	NO ACEPTABLE
175	11.38	17.55	20.70	1.49	NO ACEPTABLE
176	10.04	19.50	23.04	1.44	NO ACEPTABLE
177	11.25	18.19	21.33	1.48	NO ACEPTABLE
178	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
179	10.51	19.16	22.46	1.47	NO ACEPTABLE
180	10.60	18.73	22.02	1.47	NO ACEPTABLE
181	9.32	20.67	24.27	1.44	NO ACEPTABLE
182	10.49	19.20	22.50	1.47	NO ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
183	9.63	20.14	23.72	1.63	ACEPTABLE
184	11.28	17.82	21.12	1.47	NO ACEPTABLE
185	10.19	19.16	22.74	1.44	NO ACEPTABLE
186	11.02	18.28	21.58	1.47	NO ACEPTABLE
187	10.46	18.70	22.27	1.62	ACEPTABLE
188	10.62	18.70	22.00	1.47	NO ACEPTABLE
189	9.45	20.14	23.74	1.65	ACEPTABLE
190	10.33	19.19	22.50	1.47	NO ACEPTABLE
191	9.75	19.64	23.22	1.45	NO ACEPTABLE
192	10.44	18.38	21.99	1.63	ACEPTABLE
193	11.37	17.40	20.71	1.47	NO ACEPTABLE
194	10.31	18.69	22.26	1.63	ACEPTABLE
195	11.12	17.84	21.14	1.47	NO ACEPTABLE
196	10.57	18.25	21.82	1.45	NO ACEPTABLE
197	10.03	19.16	22.73	1.63	ACEPTABLE
198	10.87	18.26	21.56	1.47	NO ACEPTABLE
199	9.91	19.64	23.22	1.63	ACEPTABLE
200	10.77	18.71	22.01	1.47	NO ACEPTABLE
201	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
202	10.26	19.38	22.79	1.46	NO ACEPTABLE
203	10.33	19.08	22.48	1.46	NO ACEPTABLE
204	9.43	20.42	24.04	1.64	ACEPTABLE
205	10.25	19.40	22.81	1.46	NO ACEPTABLE
206	9.63	20.07	23.68	1.64	ACEPTABLE
207	10.80	18.45	21.85	1.46	NO ACEPTABLE
208	10.02	19.41	23.01	1.63	ACEPTABLE
209	10.62	18.76	22.17	1.46	NO ACEPTABLE
210	10.21	19.09	22.69	1.44	NO ACEPTABLE
211	10.34	19.06	22.47	1.46	NO ACEPTABLE

212	9.52	20.07	23.69	1.65	ACEPTABLE
213	10.14	19.40	22.81	1.46	NO ACEPTABLE
214	9.72	19.74	23.35	1.44	NO ACEPTABLE
215	10.22	18.84	22.46	1.44	NO ACEPTABLE
216	10.87	18.15	21.56	1.46	NO ACEPTABLE
217	10.10	19.09	22.69	1.64	ACEPTABLE
218	10.69	18.46	21.86	1.46	NO ACEPTABLE
219	10.28	18.78	22.37	1.63	ACEPTABLE
220	9.91	19.41	23.01	1.64	ACEPTABLE
221	10.52	18.76	22.16	1.46	NO ACEPTABLE
222	9.83	19.73	23.34	1.64	ACEPTABLE
223	10.44	19.07	22.47	1.46	NO ACEPTABLE
224	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
225	10.09	19.52	23.00	1.45	NO ACEPTABLE
226	10.14	19.32	22.80	1.45	NO ACEPTABLE
227	9.50	20.25	23.89	1.64	ACEPTABLE
228	10.09	19.53	23.01	1.45	NO ACEPTABLE
229	9.64	20.02	23.65	1.64	ACEPTABLE
230	10.47	18.88	22.36	1.45	NO ACEPTABLE
231	9.90	19.58	23.20	1.63	ACEPTABLE
232	10.34	19.10	22.58	1.45	NO ACEPTABLE
233	10.03	19.36	22.98	1.63	ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
234	10.15	19.31	22.79	1.45	NO ACEPTABLE
235	9.56	20.03	23.66	1.65	ACEPTABLE
236	10.02	19.53	23.02	1.45	NO ACEPTABLE
237	9.70	19.80	23.43	1.64	ACEPTABLE
238	10.07	19.15	22.77	1.63	ACEPTABLE
239	10.51	18.68	22.16	1.45	NO ACEPTABLE
240	9.95	19.36	22.98	1.64	ACEPTABLE
241	10.39	18.89	22.37	1.45	NO ACEPTABLE
242	10.08	19.15	22.76	1.63	ACEPTABLE
243	9.83	19.58	23.20	1.64	ACEPTABLE
244	10.27	19.10	22.58	1.45	NO ACEPTABLE
245	9.77	19.80	23.42	1.44	NO ACEPTABLE
246	10.22	19.31	22.79	1.45	NO ACEPTABLE
247	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
248	9.98	19.62	23.15	1.44	NO ACEPTABLE
249	10.02	19.48	23.01	1.45	NO ACEPTABLE
250	9.55	20.14	23.79	1.64	ACEPTABLE
251	9.98	19.62	23.15	1.44	NO ACEPTABLE
252	9.64	19.99	23.63	1.64	ACEPTABLE
253	10.24	19.18	22.71	1.44	NO ACEPTABLE
254	9.82	19.69	23.33	1.64	ACEPTABLE
255	10.15	19.33	22.86	1.44	NO ACEPTABLE
256	9.90	19.54	23.18	1.63	ACEPTABLE
257	10.02	19.48	23.01	1.45	NO ACEPTABLE
258	9.59	19.99	23.64	1.64	ACEPTABLE
259	9.93	19.63	23.16	1.62	ACEPTABLE
260	9.68	19.84	23.48	1.64	ACEPTABLE
261	9.97	19.37	22.99	1.64	ACEPTABLE
262	10.27	19.05	22.57	1.45	NO ACEPTABLE
263	9.86	19.55	23.18	1.64	ACEPTABLE
264	10.19	19.19	22.72	1.45	NO ACEPTABLE
265	9.94	19.40	23.03	1.64	ACEPTABLE
266	9.77	19.69	23.33	1.64	ACEPTABLE

267	10.10	19.33	22.86	1.45	NO ACEPTABLE
268	9.73	19.84	23.48	1.64	ACEPTABLE
269	10.07	19.47	23.00	1.44	NO ACEPTABLE
270	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
271	9.91	19.68	23.24	1.62	ACEPTABLE
272	9.93	19.59	23.15	1.62	ACEPTABLE
273	9.59	20.07	23.72	1.64	ACEPTABLE
274	9.91	19.68	23.25	1.63	ACEPTABLE
275	9.65	19.97	23.62	1.64	ACEPTABLE
276	10.08	19.39	22.95	1.44	NO ACEPTABLE
277	9.76	19.77	23.41	1.64	ACEPTABLE
278	10.02	19.49	23.05	1.63	ACEPTABLE
279	9.82	19.67	23.31	1.64	ACEPTABLE
280	9.93	19.59	23.15	1.62	ACEPTABLE
281	9.61	19.97	23.62	1.64	ACEPTABLE
282	9.87	19.69	23.25	1.63	ACEPTABLE
283	9.67	19.87	23.52	1.64	ACEPTABLE
284	9.90	19.51	23.14	1.64	ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio	FS	Verificación
	x [m]	z [m]	R [m]		
285	10.10	19.30	22.85	1.44	NO ACEPTABLE
286	9.79	19.67	23.32	1.64	ACEPTABLE
287	10.05	19.39	22.95	1.44	NO ACEPTABLE
288	9.85	19.57	23.22	1.64	ACEPTABLE
289	9.73	19.77	23.42	1.64	ACEPTABLE
290	9.99	19.49	23.05	1.62	ACEPTABLE
291	9.70	19.87	23.52	1.64	ACEPTABLE
292	9.97	19.58	23.15	1.63	ACEPTABLE
293	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE
294	9.86	19.72	23.31	1.63	ACEPTABLE
295	9.87	19.66	23.25	1.63	ACEPTABLE
296	9.61	20.02	23.68	1.64	ACEPTABLE
297	9.86	19.72	23.31	1.63	ACEPTABLE
298	9.65	19.95	23.61	1.64	ACEPTABLE
299	9.97	19.53	23.11	1.63	ACEPTABLE
300	9.73	19.82	23.47	1.64	ACEPTABLE
301	9.94	19.59	23.18	1.63	ACEPTABLE
302	9.77	19.75	23.41	1.64	ACEPTABLE
303	9.88	19.66	23.25	1.63	ACEPTABLE
304	9.62	19.96	23.62	1.64	ACEPTABLE
305	9.84	19.73	23.31	1.44	NO ACEPTABLE
306	9.66	19.89	23.55	1.64	ACEPTABLE
307	9.85	19.61	23.24	1.64	ACEPTABLE
308	9.99	19.47	23.05	1.63	ACEPTABLE
309	9.74	19.76	23.41	1.64	ACEPTABLE
310	9.95	19.53	23.11	1.63	ACEPTABLE
311	9.78	19.69	23.34	1.64	ACEPTABLE
312	9.70	19.82	23.48	1.64	ACEPTABLE
313	9.91	19.60	23.18	1.64	ACEPTABLE
314	9.69	19.89	23.54	1.64	ACEPTABLE
315	9.90	19.66	23.24	1.63	ACEPTABLE
316	19.50	16.90	13.84	2.67	ACEPTABLE
317	15.64	9.82	14.33	1.62	ACEPTABLE
318	22.11	8.81	7.77	3.11	ACEPTABLE
319	8.10	20.89	25.42	1.67	ACEPTABLE
320	8.67	10.73	15.54	2.12	ACEPTABLE
321	11.87	12.97	18.70	1.62	ACEPTABLE

322	-41.07	125.81	137.78	2.11	ACEPTABLE
323	8.10	22.59	26.35	1.68	ACEPTABLE
324	11.23	9.39	18.65	1.55	ACEPTABLE
325	12.40	13.20	18.26	1.62	ACEPTABLE
326	10.94	10.05	19.01	1.64	ACEPTABLE
327	8.93	11.19	15.39	2.16	ACEPTABLE
328	11.23	9.39	18.65	1.55	ACEPTABLE
329	1.88	33.21	37.85	1.97	ACEPTABLE
330	11.23	9.39	18.65	1.55	ACEPTABLE
331	12.15	11.91	18.15	1.64	ACEPTABLE
332	10.84	10.26	19.14	1.63	ACEPTABLE
333	10.31	10.07	15.72	1.85	ACEPTABLE
334	11.23	9.39	18.65	1.55	ACEPTABLE
335	-528.04	1044.84	1175.82	4.85	ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
336	-44.08	132.52	145.09	2.11	ACEPTABLE
337	-524.10	1044.84	1175.82	2.31	ACEPTABLE
338	11.23	9.39	18.65	1.55	ACEPTABLE
339	11.55	8.15	15.63	1.79	ACEPTABLE
340	11.83	11.11	18.30	1.64	ACEPTABLE
341	11.78	8.18	18.03	1.47	NO ACEPTABLE
342	12.47	9.75	17.46	1.68	ACEPTABLE
343	11.53	8.72	18.30	1.50	NO ACEPTABLE
344	9.05	10.38	18.30	1.70	ACEPTABLE
345	11.41	8.43	15.78	1.78	ACEPTABLE
346	11.78	8.18	18.03	1.47	NO ACEPTABLE
347	-70.06	190.35	208.20	2.22	ACEPTABLE
348	11.78	8.18	18.03	1.47	NO ACEPTABLE
349	10.27	11.54	19.92	1.60	ACEPTABLE
350	12.10	9.35	17.78	1.67	ACEPTABLE
351	11.59	8.60	18.24	1.49	NO ACEPTABLE
352	9.99	9.64	18.15	1.68	ACEPTABLE
353	11.42	8.45	16.64	1.73	ACEPTABLE
354	11.78	8.18	18.03	1.47	NO ACEPTABLE
355	-554.17	1191.03	1318.85	3.23	ACEPTABLE
356	-104.18	266.28	291.27	2.34	ACEPTABLE
357	-549.29	1184.38	1311.50	2.37	ACEPTABLE
358	11.78	8.18	18.03	1.47	NO ACEPTABLE
359	11.78	7.88	16.86	1.75	ACEPTABLE
360	10.82	10.32	19.17	1.63	ACEPTABLE
361	12.00	8.97	17.85	1.69	ACEPTABLE
362	11.64	8.49	18.18	1.48	NO ACEPTABLE
363	11.96	7.78	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
364	11.03	9.85	18.90	1.64	ACEPTABLE
365	12.19	8.55	17.63	1.71	ACEPTABLE
366	11.83	8.07	17.98	1.46	NO ACEPTABLE
367	10.80	8.73	17.86	1.70	ACEPTABLE
368	11.75	7.93	16.88	1.75	ACEPTABLE
369	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
370	11.02	9.85	18.90	1.64	ACEPTABLE
371	12.18	8.56	17.64	1.71	ACEPTABLE
372	11.83	8.07	17.98	1.46	NO ACEPTABLE
373	10.80	8.73	17.86	1.70	ACEPTABLE
374	11.74	7.94	16.89	1.75	ACEPTABLE
375	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
376	-147.55	362.80	396.97	2.42	ACEPTABLE

377	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
378	12.11	8.30	17.71	1.55	ACEPTABLE
379	11.86	7.99	17.94	1.46	NO ACEPTABLE
380	11.82	7.89	17.20	1.59	ACEPTABLE
381	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
382	-199.93	479.42	524.73	2.49	ACEPTABLE
383	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
384	11.94	7.69	17.34	1.53	ACEPTABLE
385	11.56	8.66	18.27	1.49	NO ACEPTABLE
386	12.05	8.13	17.75	1.51	ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio	FS	Verificación
	x [m]	z [m]	R [m]		
387	11.89	7.93	17.91	1.46	NO ACEPTABLE
388	11.86	7.85	17.42	1.54	ACEPTABLE
389	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
390	-569.76	1279.22	1405.60	2.78	ACEPTABLE
391	-257.93	608.53	666.21	2.54	ACEPTABLE
392	-569.24	1279.22	1405.60	2.55	ACEPTABLE
393	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
394	11.94	7.73	17.51	1.51	ACEPTABLE
395	11.69	8.37	18.12	1.48	NO ACEPTABLE
396	12.02	8.02	17.78	1.50	ACEPTABLE
397	11.91	7.88	17.89	1.46	NO ACEPTABLE
398	12.00	7.69	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
399	11.74	8.27	18.07	1.47	NO ACEPTABLE
400	12.07	7.92	17.73	1.49	NO ACEPTABLE
401	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
402	11.95	7.73	17.51	1.51	ACEPTABLE
403	11.99	7.70	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
404	11.74	8.27	18.07	1.47	NO ACEPTABLE
405	12.06	7.93	17.74	1.49	NO ACEPTABLE
406	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
407	11.94	7.74	17.52	1.51	ACEPTABLE
408	11.99	7.70	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
409	-571.95	1291.85	1418.04	2.73	ACEPTABLE
410	-317.74	741.67	812.13	2.57	ACEPTABLE
411	-571.60	1291.85	1418.04	2.58	ACEPTABLE
412	11.99	7.70	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
413	11.82	8.08	17.98	1.47	NO ACEPTABLE
414	12.04	7.85	17.76	1.48	NO ACEPTABLE
415	11.97	7.76	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
416	11.96	7.72	17.61	1.49	NO ACEPTABLE
417	12.01	7.90	17.79	1.48	NO ACEPTABLE
418	12.00	7.68	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
419	11.75	7.94	17.83	1.47	NO ACEPTABLE
420	11.93	7.79	17.65	1.49	NO ACEPTABLE
421	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
422	-573.46	1300.46	1426.53	2.69	ACEPTABLE
423	-374.40	867.82	950.40	2.59	ACEPTABLE
424	-573.23	1300.46	1426.53	2.59	ACEPTABLE
425	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
426	12.07	7.69	17.73	1.46	NO ACEPTABLE
427	11.97	7.73	17.69	1.47	NO ACEPTABLE
428	11.86	8.00	17.95	1.46	NO ACEPTABLE
429	12.00	7.85	17.80	1.47	NO ACEPTABLE
430	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
431	11.99	7.71	17.81	1.45	NO ACEPTABLE

432	11.82	7.88	17.83	1.47	NO ACEPTABLE
433	11.95	7.78	17.71	1.47	NO ACEPTABLE
434	11.92	7.68	17.74	1.46	NO ACEPTABLE
435	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
436	-417.35	963.45	1055.22	2.60	ACEPTABLE
437	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio	FS	Verificación
	x [m]	z [m]	R [m]		
438	12.04	7.71	17.76	1.46	NO ACEPTABLE
439	11.97	7.74	17.74	1.46	NO ACEPTABLE
440	11.89	7.92	17.91	1.46	NO ACEPTABLE
441	11.99	7.82	17.81	1.46	NO ACEPTABLE
442	11.96	7.78	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
443	11.98	7.72	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
444	11.87	7.84	17.84	1.46	NO ACEPTABLE
445	11.95	7.77	17.75	1.47	NO ACEPTABLE
446	11.93	7.70	17.77	1.46	NO ACEPTABLE
447	11.95	7.67	17.76	1.45	NO ACEPTABLE
448	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
449	12.05	7.68	17.75	1.46	NO ACEPTABLE
450	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
451	12.01	7.72	17.79	1.46	NO ACEPTABLE
452	11.97	7.75	17.77	1.46	NO ACEPTABLE
453	11.92	7.86	17.88	1.45	NO ACEPTABLE
454	11.98	7.80	17.82	1.46	NO ACEPTABLE
455	11.96	7.77	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
456	11.98	7.73	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
457	12.03	7.69	17.77	1.45	NO ACEPTABLE
458	12.00	7.68	17.74	1.46	NO ACEPTABLE
459	11.96	7.77	17.78	1.46	NO ACEPTABLE
460	11.95	7.72	17.79	1.46	NO ACEPTABLE
461	11.96	7.68	17.78	1.45	NO ACEPTABLE
462	11.96	7.70	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
463	12.01	7.66	17.73	1.46	NO ACEPTABLE
464	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
465	12.02	7.71	17.78	1.46	NO ACEPTABLE
466	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
467	12.00	7.73	17.80	1.46	NO ACEPTABLE
468	11.97	7.75	17.80	1.46	NO ACEPTABLE
469	11.98	7.78	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
470	11.96	7.76	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
471	11.99	7.74	17.81	1.46	NO ACEPTABLE
472	11.96	7.75	17.80	1.46	NO ACEPTABLE
473	11.97	7.79	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
474	11.96	7.77	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
475	12.03	7.66	17.77	1.46	NO ACEPTABLE
476	11.97	7.74	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
477	12.00	7.72	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
478	12.00	7.68	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
479	11.98	7.70	17.77	1.45	NO ACEPTABLE
480	11.95	7.77	17.80	1.46	NO ACEPTABLE
481	11.95	7.73	17.80	1.46	NO ACEPTABLE
482	11.96	7.70	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
483	11.99	7.68	17.76	1.45	NO ACEPTABLE
484	11.96	7.72	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
485	11.99	7.69	17.77	1.45	NO ACEPTABLE
486	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE

487	12.00	7.73	17.80	1.46	NO ACEPTABLE
488	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
489	11.98	7.75	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
490	11.96	7.75	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
491	11.97	7.78	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
492	11.96	7.76	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
493	12.01	7.69	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
494	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
495	11.99	7.73	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
496	11.99	7.70	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
497	11.97	7.72	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
498	11.94	7.78	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
499	11.96	7.76	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
500	11.96	7.74	17.81	1.46	NO ACEPTABLE
501	11.98	7.68	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
502	12.00	7.67	17.77	1.45	NO ACEPTABLE
503	11.96	7.72	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
504	11.98	7.71	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
505	11.98	7.68	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
506	11.96	7.73	17.81	1.46	NO ACEPTABLE
507	11.98	7.71	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
508	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
509	11.98	7.74	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
510	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
511	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
512	11.96	7.76	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
513	11.95	7.79	17.85	1.45	NO ACEPTABLE
514	11.96	7.77	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
515	11.97	7.76	17.84	1.45	NO ACEPTABLE
516	11.99	7.71	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
517	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
518	11.98	7.74	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
519	11.98	7.72	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
520	11.97	7.74	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
521	11.95	7.77	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
522	11.96	7.76	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
523	11.96	7.74	17.82	1.46	NO ACEPTABLE
524	11.98	7.70	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
525	11.99	7.70	17.79	1.45	NO ACEPTABLE
526	11.97	7.73	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
527	11.97	7.72	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
528	11.98	7.70	17.80	1.45	NO ACEPTABLE
529	11.96	7.74	17.82	1.46	NO ACEPTABLE
530	11.97	7.73	17.81	1.45	NO ACEPTABLE
531	11.97	7.75	17.83	1.45	NO ACEPTABLE
532	11.98	7.75	17.82	1.45	NO ACEPTABLE
533	9.76	19.81	23.44	1.44	NO ACEPTABLE