



1859

## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO  
RENOVABLES**

**CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN EL BARRIO  
“CENTRAL”, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA CHIGUINDA, CANTON  
GUALAQUIZA, DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO COMO BASE  
PARA SU ORDENAMIENTO TERRITORIAL”**

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN  
DE TÍTULO DE INGENIERO EN:

**GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

**AUTORES:**

- TAYLOR HENRY LITUMA ORTIZ
- FREDDY DARWIN MACAS MACAS

**DIRECTOR:**

ING. LUIS HERNAN CASTILLO

**LOJA - ECUADOR**

**2010**

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA QUE SE  
SUSCITAN EN EL BARRIO “CENTRAL” PERTENECIENTE A LA  
PARROQUIA CHIGUINDA, CANTÓN GUALAQUIZA DE LA  
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO, COMO BASE PARA SU  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL”**

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. Luis Hernán Castillo, Director de la tesis de grado que versa:

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA QUE SE SUSCITAN EN EL BARRIO “CENTRAL” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA CHIGUINDA, CANTÓN GUALAQUIZA DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO, COMO BASE PARA SU ORDENAMIENTO TERRITORIAL”**

### **CERTIFICO:**

Que el presente trabajo ha sido realizado bajo mi dirección y asesoría; por lo que, luego de haber revisado los borradores y cumplidas las sugerencias y observaciones necesarias, autorizó su presentación.

**Ing. Hernán Castillo.**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Loja, Abril, 2010**

**AUTORÍA**

La originalidad del presente trabajo investigativo, recopilación de la información, resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones, así como las metodologías de la programación contemplada en la presente tesis de grado: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA QUE SE SUSCITAN EN EL BARRIO “CENTRAL” PERTENECIENTE A LA PARROQUIA CHIGUINDA, CANTÓN GUALAQUIZA DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO, COMO BASE PARA SU ORDENAMIENTO TERRITORIAL”, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

.....

Taylor Henry Lituma Ortiz.

.....

Freddy Darwin Macas Macas

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. Hernán Castillo por su paciencia y sugerencia para el desarrollo del presente trabajo.

A los profesores de la Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial por participar en la formación académica a través de su experiencia y conocimientos en todos estos años de estudios: Ing. Michael Valarezo, Ing. Enrique Figueroa, Ing. Carlos Magno Chamba, Ing. Julio Romero, Ing. Hernán Castillo, Ing. Com. Iván Borrero, Ing. Fabián Sotomayor, Dr. Luis Angamarca

Al Alcalde de la ciudad de Gualaquiza Ing. Franklin Mejía Reinoso por el incondicional apoyo a este proyecto y la confianza brindada

A los concejales del Ilustre Municipio de Gualaquiza, por el profundo interés en la seguridad de los moradores de las parroquias en riesgo.

Al Dr. Eugenio Macas, por ser un pilar fundamental en la elaboración de este proyecto

Al Ing. Víctor Macas por el apoyo con la información básica, que fue canalizada a través de la Municipalidad de Gualaquiza

A Celso Atarihuana por ser un amigo incondicional

## **DEDICATORIA.**

*A Dios que siempre está presente en todo momento difícil de mi vida, me alienta y fortalece*

*A mis padres Ramiro y Teresa por ser un ejemplo de vida que con amor y apoyo incondicional estuvieron presentes en el transcurso de esta etapa estudiantil*

*A mi esposa Maribel por su apoyo en los momentos más oscuros de mi vida, por ser mi fuente inspiradora de superación.....te amo*

*A mis hermanos Glenda, Harold , y Briana por el tiempo invertido en mi*

## **TAYLOR**

*A mis padres Juan y Maria por su apoyo incondicional,*

*A mis hermanos por compartir sus experiencias*

*A Dios, quien me acompañó en cada paso de mi vida.*

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Con la realización de estudios tanto de campo como de gabinete se ha llegado a obtener diferentes resultados que pueden ser puestos en consideración como bases para futuros estudios, en ordenamiento territorial.

La metodología utilizada en el campo se basó en la observación directa, para el reconocimiento de las diferentes características presentes en el área de estudio además de esto se utilizó las fichas técnicas de caracterización de movimientos en masa obtenidas en la Universidad Nacional de Loja, así como también el formato para el inventario de movimientos en masa versión 1.0" utilizado por el Proyecto Multinacional Andino; Geociencias Para Las Comunidades Andinas (PMA-GCA); así mismo se procedió a la elaboración de calicatas para conocer sus distribución y determinar la geología local, de igual manera con una estación topográfica (Trimble 5000 serie DR 200) se procedió a realizar el levantamiento topográfico de los diferentes movimientos en masa detectados en el área de estudio para lo cual nos georeferenciamos con la ayuda de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y la toma de coordenadas UTM tanto en X, Y Z; para posteriormente ser analizados con la ayuda de herramientas software como por ejemplo (Arc gis 9.2) y (Autocad 2008).

Se identificó un deslizamiento en el barrio central, perteneciente a la parroquia Chuiguinda, pero fue necesario analizar cuáles son los factores condicionantes y desencadenantes como lo son las precipitaciones, pérdida del pie de talud y socavamiento del río, vibraciones del terreno por el paso de vehículos. Además se realizó un análisis geotécnico que consta de un análisis de las fuerzas estabilizadoras, y la calidad de la roca para soportar presiones

En el trabajo de gabinete, se usó herramientas SIG como el software (Arc gis 9.2) mismas que permitieron desarrollar un sinnúmero de mapas que han sido establecidos de acuerdo a los trabajos realizados en el área de estudio y a los requerimientos para la obtención de un mapa de susceptibilidad.

Con estas herramientas se obtienen mapas como lo son el topográfico y geológico, pero los mapas que más sobresalen son los de pendientes, geología, vegetación e isoyetas, delimitación del área de estudio, uso actual del suelo; mismos que son necesarios para la obtención de un mapa de susceptibilidad, amenaza, y finalmente el mapa de zonificación de la vulnerabilidad.

En los resultados establecidos por el mapa de vulnerabilidad se identifican tres de las cinco zonas, mismos que son: Área con moderada vulnerabilidad: esta área se encuentra mayormente en la parte del deslizamiento mismo que se encuentra en el barrio central, posee 3,77 ha, con un porcentaje de 49.70. Área con alta vulnerabilidad: tiene menor extensión de vulnerabilidad con 0.38 ha, con un porcentaje de 4,97 se encuentra en una parte mínima de la zona poblada. Área con muy alta vulnerabilidad: se encuentra claramente definida en el sector poblado de la parroquia Chiguinda es la de mayor extensión de vulnerabilidad con un porcentaje de 45.33 % y con 3.44 ha

El trabajo de campo permitió determinar, la presencia de un movimiento se trata de un deslizamiento rotacional, la dirección del movimiento es Sur 65° Oeste, con un azimut de 80°. Para la caracterización de los procesos fue necesario elaborar un mapa base, también se analizaron las causas de los movimientos en masa que se clasifican en dos: factores condicionantes y los factores desencadenantes

Dentro de este estudio se ha considerado posibles medidas de prevención y previsión como terracedo, drenajes y muros. Analizando las características presentes en la zona de estudio se ha elaborado un mapa de inventarios, un mapa de susceptibilidad y un mapa de zonificación de vulnerabilidad de movimientos en masa y así otorgar a las entidades pertinentes la difusión de este mapa y que puedan darse a conocer a la sociedad para de esta manera evitar que se den construcciones en estas áreas y por ende pérdidas humanas así como económicas.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivo General .....	3
Objetivos Específicos .....	3
Importancia y Alcance .....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1. Fenómenos de Remoción en Masa .....	5
Deslizamientos Relictos.....	5
Deslizamientos Antiguos .....	5
Deslizamientos Activos .....	6
Erosión hídrica .....	6
2.2. Movimientos de Masa y su Clasificación.....	6
2.2.1. Movimientos en Masa .....	6
2.2.2. Tipos de Movimientos en Masa .....	6
Caídas de Roca .....	7
Vuelcos .....	8
El Vuelco Flexional .....	8
El Volcamiento de Bloques .....	9
El Vuelco Flexural .....	9
Deslizamientos .....	9
Deslizamiento Traslacional .....	10
Deslizamiento Planar .....	10
Deslizamiento en Cuña .....	10
Deslizamiento Rotacional .....	11
Deslizamiento Compuesto .....	11
Propagación Lateral .....	12
Flujos .....	12
Flujos Secos .....	13
Flujos de Detritos .....	13
Crecida de Detritos .....	14
Flujo de Lodo .....	14

Flujo de Tierra .....	15
Deslizamiento por Flujo .....	15
Avalancha de Detritos .....	16
Avalancha de Rocas .....	16
Reptación .....	17
Deformaciones Gravitacionales Profundas .....	18
2.3. Análisis de Factores Condicionantes y Desencadenantes .....	18
2.3.1. Factores Condicionantes .....	18
2.3.2. Factores Desencadenantes .....	19
2.3.3. Factores Antrópicos .....	19
2.4. Inventario de Movimientos en Masa .....	20
2.5. Procesos geodinámicas .....	20
2.5.1. Levantamiento topográfico .....	20
Pendiente.....	21
Curvatura .....	21
Largo - Ancho .....	21
Áreas de Infiltración Arriba del Talud .....	21
2.5.2. Levantamiento geológico.....	21
Formación Geológica .....	22
Estructura y Discontinuidades .....	22
Meteorización .....	22
Descripción de Afloramientos.....	22
2.5.3. Muestreo y Análisis de Suelo .....	24
Perfil de Sondeo .....	24
Muestras Alteradas .....	25
Muestras Inalteradas .....	25
2.6. Análisis geotécnico de los deslizamientos.....	25
2.6.1. Parámetros geotécnicos. ....	25
Resistencia al cortante .....	25
Permeabilidad .....	25
Sensitividad .....	25
Expansividad .....	26
Erosionabilidad .....	26

2.6.2. Parámetros ambientales y Antropicos.....	26
2.6.3. Caracterización Geologica .....	26
Mapas Geológicos .....	26
Detalles de los deslizamiento.....	27
2.6.4. Propiedades de los suelos .....	27
2.6.5. Tipos de Movimientos .....	28
2.6.6. Análisis de la estabilidad y factores de seguridad .....	28
2.7. Sistemas de información geográfica .....	29
2.8. Susceptibilidad a deslizamientos.....	29
Sistema de la experiencia .....	30
Sistema teórico.....	30
Inventario de deslizamientos antiguos.....	30
Topografía y mapa de pendientes .....	30
Características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas .....	30
2.9. Zonificación .....	31
2.10. Ordenamiento territorial .....	32
Ordenamiento territorial y SIG .....	33
3. MATERIALES Y METODOS .....	34
3.1. Introducción .....	34
3.2. Materiales .....	35
3.2.1. De Campo .....	35
3.2.2. De Gabinete .....	35
3.3. Métodos .....	35
3.4. Metodología por objetivos.....	36
3.4.1. Objetivo nº. 1 .....	36
Trabajo De Campo .....	36
Levantamiento Topográfico .....	36
Geología y Recolección de Muestras .....	36
Geología .....	36
Recoleccionde muestras .....	37
Delimitación del area del movimiento.....	37
Ficha para Inventario de Movimientos en Masa .....	38
Ficha para Caracterización de Movimientos en Masa .....	44

Trabajo de Gabinete .....	45
Elaboración del Mapa Topográfico .....	46
Elaboración del Mapa de Pendientes .....	46
Metodología para el Cálculo de Área y Volumen de los Movimientos en Masa .....	47
Análisis de las Muestras .....	47
3.4.2. Objetivo n <sup>o</sup> . 2 .....	50
3.4.3. Objetivo n <sup>o</sup> . 3 .....	51
Reclasificación de los campos de la tabla de datos alfanuméricos .....	51
Índice de susceptibilidad.....	52
Asignación de pesos relativos.....	52
Elaboración de la matriz de tabulación.....	52
Definición de rangos de susceptibilidad.....	53
3.4.4. Objetivo n <sup>o</sup> . 4 .....	53
Mapa de Amenazas .....	53
Mapa de vulnerabilidad.....	56
3.4.5. Objetivo nro. 5.....	58
4. RESULTADOS .....	59
4.1. Descripción General del Área de Estudio .....	59
Localización geográfica.....	60
Ubicación administrativa.....	60
Accesibilidad .....	60
4.2. Topografía .....	61
4.3. Morfología .....	61
4.4. Geología Regional .....	62
4.5. Geología Local .....	64
4.5.1. Depósitos Superficiales .....	70
4.6. Geología Estructural .....	70
4.7. Uso Actual del Suelo .....	71
4.8. Clima e Hidrología .....	74
4.8.1. Clima .....	74
4.8.2. Hidrología .....	74

4.9. Evaluación de las Metodologías Utilizadas .....	75
4.9.1. Inventario de Movimientos en Masa .....	75
4.9.2. Resultado de la Muestras .....	77
4.9.3. Mapa de Pendientes .....	79
4.9.4. Mapa de isoyetas .....	80
4.9.5. Mapa de isotermas.....	81
4.10. Análisis geotécnico .....	81
4.10.1. Análisis de estabilidad .....	81
4.10.2. Clasificación del macizo rocoso .....	83
4.11. Análisis de Mapa de susceptibilidad .....	85
4.12. Análisis de mapa de amenaza .....	87
4.13. Análisis de la vulnerabilidad .....	89
4.14. Análisis de zonificación.....	90
4.15. Medidas de prevención y previcion .....	92
4.15.1. Medidas de prevención.....	92
4.15.2. Medidas de previsión .....	99
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	102
6. CONCLUSIONES .....	106
7. RECOMENDACIONES .....	108
8. BIBLIOGRAFÍA .....	110
9. ANEXOS .....	114

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>	<b>PÁG.</b>
Gráfico 4.1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	59
Gráfico 4.2. Esquema binacional geológico Ecuador Perú.....	62
Gráfico 4.3. Descripción de porcentajes del uso actual del suelo.....	71
Gráfico 4.4. Clasificación de pendientes.....	80
Gráfico 4.5. Análisis de estabilidad.....	81
Gráfico 4.6. Descripción de porcentajes de la susceptibilidad.....	86
Gráfico 4.7. Descripción de porcentaje de la amenaza .....	88
Gráfico 4.8. Descripción de porcentajes de vulnerabilidad.....	90
Gráfico 4.9. Descripción de porcentajes de zonificación.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>PÁG.</b>
Tabla 2.1. Tipos de movimientos en masa.....	7
Tabla 2.2. Criterios para determinar la susceptibilidad.....	31
Tabla 3.1. Criterios para estimulas cualitativamente el grado de humedad de un material.....	41
Tabla 3.2. Criterios para estimulas cualitativamente la plasticidad de un material .....	42
Tabla 3.3. Clasificación de pendientes.....	46
Tabla 3.4. Definición del grado de susceptibilidad .....	53
Tabla 3.5 Pesos de los factores de amenaza a deslizamientos.....	54
Tabla 3.6 Sumatoria de pesos.....	56
Tabla 3.7 Valores ponderados para edificaciones y de espacios físicos.....	56
Tabla 3.8 Descripción de clases de vulnerabilidad.....	57
Tabla 3.9 Descripción en porcentajes del uso actual del suelo.....	66
Tabla 4.1 Datos de la estación meteorológica Gualaquiza, limón indanza.....	67
Tabla 4.2 Clasificación utilizada para elaborar el mapa de pendientes.....	74
Tabla 4.3 Parámetros para caracterización del macizo .....	84
Tabla 4.4 Determinación de la evaluación.....	84
Tabla 4.5 Clasificación del macizo rocoso.....	85
Tabla 4.6 Clasificación de susceptibilidad.....	86
Tabla 4.8 clasificación de vulnerabilidad.....	89

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

### FOTOGRAFIA

Fotografía 2.1. Caída de rocas .....	8
Fotografía 2.2. Vuelco Flexional.....	8
Fotografía 2.3. Vuelco en bloque.....	9
Fotografía 2.4. Vuelco Flexural.....	9
Fotografía 2.5. Deslizamiento Planar.....	10
Fotografía 2.6. Deslizamiento en Cuña.....	11
Fotografía 2.7. Deslizamiento Compuesto.....	11
Fotografía 2.8. Expansiones laterales.....	12
Fotografía 2.9. Flujos Secos.....	13
Fotografía 2.10. Flujo de Detritos.....	14
Fotografía 2.11. Crecida de Detritos.....	14
Fotografía 2.12. Flujo de Lodo.....	15
Fotografía 2.13. Flujo de Tierra.....	15
Fotografía 2.14. Deslizamiento por Flujo.....	16
Fotografía 2.15. Avalancha de Detritos.....	16
Fotografía 2.16. Depósitos de Avalanchas.....	17
Fotografía 2.17. Procesos de reptación.....	17
Fotografía 2.18. Deformaciones gravitacionales profundas.....	18
Fotografía 4.1. Paisaje de pendiente regional .....	61
Fotografía 4.2. Identificación de materiales geológicos.....	65
Fotografía 4.3. Estratos del suelo.....	69

Fotografía 4.4. Depósitos superficiales del río Chiguinda.....	70
Fotografía 4.5. Área de infraestructura.....	72
Fotografía 4.5. Área de pastizales.....	72
Fotografía 4.6. Vegetación arbórea.....	73
Fotografía 4.7. Cultivos de ciclo corto.....	73
Fotografía 4.8. Área baldía.....	74
Fotografía 4.9. Río Chiguinda.....	75
Fotografía 4.10. Socavamiento del río Chiguinda.....	75
Fotografía 4.11. Ubicación del deslizamiento.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁG.</b>
FIGURA 1 Drenaje superficial.....	93
FIGURA 2 Muro flexible.....	95
FIGURA 3 Dimensiones de los gaviones.....	97
FIGURA 4 Dimensiones de los gaviones .....	98
FIGURA 5 Vista lateral de los gaviones.....	98
FIGURA 6 Vista frontal de los gaviones.....	98

## **ANEXOS**

Fotografía 3.1. Calicata1.....	116
Fotografía 3.2. Calicata 2.....	116
Fotografía 3.3. Calicata 3.....	117
Fotografía 3.5. Cuarteamiento en vivienda.....	117

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el crecimiento poblacional urbano rural desordenado es un tema de relevante importancia ya que esto trae grandes problemas sociales, económicos, ambientales y en algunos casos hasta políticos es por tal razón que el Ordenamiento Territorial se ha forjado como una importante herramienta, para en un futuro poder minimizar o eliminar los riesgos a los que pudieran estar sujetos los moradores.

Dentro de los informes históricos de los deslizamientos exponen pérdidas económicas, afecciones al medio ambiente y frecuentemente pérdidas de vidas humanas. Es por tal razón que el Ordenamiento Territorial en la actualidad se constituye como una herramienta de crecimiento urbano, teniendo presente esta importante herramienta diversas instituciones están modificando sus cronogramas de trabajo teniendo como base el Ordenamiento Territorial.

El riesgo de los movimientos en masa a nivel mundial y en nuestro país es una realidad en la que pocas autoridades están comprometidas. Se debe considerar que en la región Sur-oriental no es distinto; ya que estos fenómenos se presentan y fundamentalmente afecta la condición de vida de las personas que se encuentra inmersas dentro de este panorama.

Considerando el frecuente acelerado crecimiento demográfico, contrastado con la fundamental necesidad de buscar sitios habitacionales, mismos que se localizan en zonas de riesgos a movimientos en masa, así tenemos claramente el asentamiento poblacional y los problemas que genera ya que se ubica en la parroquia de Chiguinda perteneciente al cantón Gualaquiza, todo lo anteriormente indicado conlleva a realizar estudios y análisis que nos proporcionen alternativas de manejo, control y en la medida de lo posible se impidan pérdida de recursos socioeconómicos y fundamentalmente la pérdida de vidas humanas causados por este tipo de fenómenos.

Chiguinda en la actualidad se ve afectada por una serie de fenómenos, y al ser una parroquia de trascendental importancia puesto que sirve como nexo entre la provincia de Morona Santiago y la del Azuay, además es un lugar estratégico para el comercio entre las dos provincias también se debería tomar en cuenta los deslizamientos en el trayecto Gualaquiza Chiguinda ya que se genera la necesidad de realizar estudios en esta vía para minimizar el constante riesgo que sufren los transportistas y usuarios.

Dentro de la parroquia Chiguinda la zona que se ve afectada de manera constante por movimientos en masa, es el Barrio Central, además en el barrio La Unión se puede constatar cuarteamientos en las paredes de construcciones , se tuvo que volver a construir la cancha de la escuela por que se encontraba en mal estado producto de los movimientos en masa ya que está sujeta a condiciones de cambio, litológico, estructural y climatológicos constantes, lo que ha determinado que sea una zona sumamente vulnerable a fenómenos geológico.

El presente estudio es un importante aporte al conocimiento de uno de los principales fenómenos geológicos que se dan en el cantón Gualaquiza específicamente en la parroquia Chiguinda. Este proyecto se basa en el estudio y análisis de los procesos de movimientos en masa que se suscitan en el Barrio “Central”, como base para su posterior ordenamiento territorial”

## **Objetivos.**

### **Objetivo General.**

- Realizar el estudio y análisis de los procesos de movimientos en masa que se suscitan en el Barrio “Central” perteneciente a la parroquia Chiguinda, Cantón Gualaquiza de la Provincia de Morona Santiago, como base para su ordenamiento territorial”

### **Objetivos Específicos.**

- Caracterizar los diferentes procesos geodinámicos que están afectando al Barrio Central, mediante estudios generales de campo y análisis de laboratorio de las muestras obtenidas en el área investigada
- Elaborar un análisis geotécnico del área de estudio.
- Realizar un mapa de susceptibilidad a movimientos de masa en el Barrio Central Parroquia Chiguinda Cantón Gualaquiza pertenecientes a la Provincia de Morona Santiago
- Realizar mapas de zonificación de vulnerabilidad de espacios físicos de vida y obras de infraestructuras, en el Barrio central parroquia Chiguinda cantón Gualaquiza perteneciente a la Provincia de Morona Santiago, para su posterior Ordenamiento Territorial.
- Recomendar posibles medidas de prevención y mitigación para salvaguardar la integridad y vida de las personas, sus bienes materiales y obras de infraestructura básica.

## **IMPORTANCIA Y ALCANCE**

La mencionada área de estudio se encuentra situada en la parroquia Chiguinda, específicamente en el Barrio Central mismo que tiene unos 5 km de extensión territorial, en este sector se realizó el estudio y análisis de los procesos de movimientos en masa que se suscitan en el Barrio “Central” perteneciente a la parroquia Chiguinda, cantón Gualaquiza de la provincia de morona Santiago, como base para su ordenamiento territorial”

La importancia del desarrollo de este estudio se refleja al momento de implementar un mejor manejo y control de los fenómenos existentes para evitar las pérdidas económicas que estos suelen producir al provocar una paralización de las actividades productivas de la población.

Este proyecto ayudará a dar solución a los problemas causados por los procesos de movimientos en masa presentes en el área de estudio, ya que de no ser estudiadas y analizadas pueden traer graves consecuencias, como la pérdidas de vidas humanas y económicas. Esta información puede llegar a ser la base de estudios posteriores ordenamiento territorial

## **2. REVISION DE LITERATURA**

Dentro de la elaboración de este proyecto de investigación se cree conveniente revisar una serie de conocimientos y conceptos generales referentes a la temática anteriormente establecida, esta revisión de literatura ayudaran a interpretar las diferentes interrogantes que se puedan presentar en el desarrollo de esta investigación.

### **2. 1. Fenómenos de Remoción en Masa**

Cruden (1.991)<sup>1</sup> define los movimientos de ladera como “movimiento de una masa de roca, tierra o derrubios hacia debajo de una ladera”. Para Varnes (1.978) es “un movimiento hacia abajo y hacia fuera de los materiales que forman una ladera bajo la influencia de la gravedad”...”acompañada a veces por otras fuerzas naturales como las sísmicas, volcánicas o la presión de gases y representando la materia sólida en porcentaje del peso más del 70%”.

En general estos procesos se aceleran frecuentemente por la intervención del hombre.

Los fenómenos de remoción en masa pueden subdividirse de acuerdo con el mecanismo de falla o patrón de movimiento en:

#### **2.1.1. Deslizamientos.**

Según el grado de actividad, se encuentran los siguientes tipos:

##### **Deslizamientos relictos.**

Son bastante extensos, Están bastante suavizados por la erosión hídrica. En la actualidad, son zonas estables morfológicamente y constituyen una de las mejores tierras para la actividad agrícola.

##### **Deslizamientos antiguos**

Presentan escarpes erosionados, no muy suavizados. Están distribuidos por el centro, sureste y suroeste de la parroquia. La mayor ocurrencia se la puede

observar en el material volcánico Angochagua. En muchos de ellos existen también áreas de cultivo.

### **Deslizamientos activos**

Esta zona es bastante inestable, causando anualmente pérdidas considerables del área agrícola. Estos procesos se han intensificado por la deforestación, pues las zonas más altas, aún con bosques naturales y con características climáticas y litológicas semejantes, presentan mayor estabilidad morfodinámica, evidenciándose el papel protector de la masa arbórea natural.

### **Erosión hídrica**

El escurrimiento difuso se presenta en el material volcánico Angochagua y el Grupo Chota, en los mismos materiales litológicos se presenta escurrimiento concentrado, con surcos, cárcavas

## **2.2. Movimientos de Masa y su Clasificación**

### **2.2.1. Movimientos en Masa**

“El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad” (Cruden, 1991).<sup>1</sup>

### **2.2.2. Tipos de Movimientos en Masa.**

“Las clasificaciones de movimientos en masa de Varnes (1958, 1978) y Hutchinson (1968, 1988) son, los sistemas más ampliamente aceptados en el mundo de habla inglesa e hispana. Varnes (1958 y 1978) emplea como criterio principal en la clasificación, el tipo de movimiento y en segundo lugar, el tipo de material. Así, divide los movimientos en masa en cinco tipos: caídas, vuelcos, deslizamientos, propagaciones y flujos. Además, divide los materiales en dos clases: rocas y suelos, éstos últimos subdivididos en detritos y tierra. De esta

---

<sup>1</sup> Libro de Movimientos en Masa para la Región Andina

manera, presenta definiciones para varias posibles combinaciones de tipo de movimiento y material.”<sup>1</sup>

<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque)  Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, Deslizamiento en cuña  Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta  Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos  Crecida de detritos  Flujo de lodo  Flujo de tierra  Flujo de turba  Avalancha de detritos  Avalancha de rocas  Deslizamiento por flujo o deslizamiento por  licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
	Reptación de suelos

Reptación	Soliflujión, geliflujión (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

**Tabla 2.1.** Tipos de Movimientos en Masa. Fuente. Varnes (1958, 1978) y Hutchinson (1968, 1988).

### **Caídas de Roca (Fall).**

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978).



**Fotografía 2.1.** Caída de Rocas.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

### **Vuelcos (Toppling).**

Se denomina así a un tipo de movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas. (Varnes, 1978).

El volcamiento puede ser: En bloque, flexional y flexural del macizo rocoso como se describe a continuación.

### **El Vuelco Flexional.**

Involucra roca relativamente competente, donde el fallamiento ocurre por pérdida de estabilidad y rotación de uno o varios bloques a partir de un punto en su base, semejante al vuelco de libros en un estante.

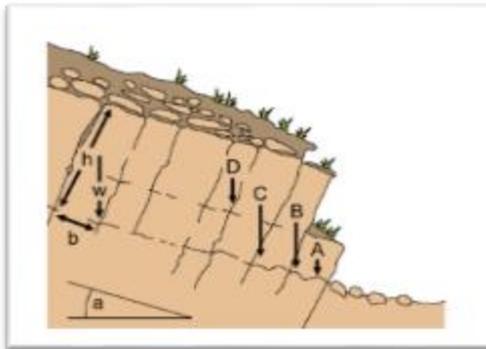


**Fotografía 2.2.** Vuelco Flexional.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

### **El Volcamiento de Bloques.**

Es controlado por una orientación específica de discontinuidades y generalmente está asociado a velocidades altas.



**Fotografía 2.3.** Vuelco en bloque

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

### **El Vuelco Flexural.**

En cambio, involucra roca más frágil y densamente diaclasada; el fallamiento ocurre por el doblamiento de columnas de rocas delgadas. Los movimientos en este caso pueden ser lentos y graduales Goodman y Bray (1976).



**Fotografía 2.4.** Vuelco Flexural

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

### **Deslizamientos (Slide).**

Es un movimiento ladera es una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

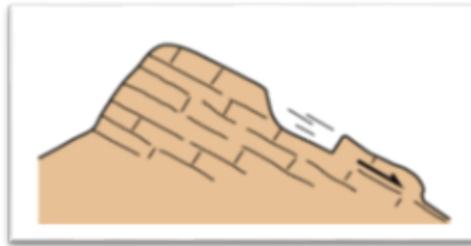
En el sistema de Varnes (1978), se clasifican los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales.

### **Deslizamiento Traslacional (Translational slide).**

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella. (Cruden y Varnes, 1996).

- **Deslizamiento Planar.**

En los casos en que la traslación se realiza a través del plano se denomina planar. (Hoek y Bray, 1981).



**Fotografía 2.5.** Deslizamiento Planar.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Deslizamiento en Cuña (wedge slide).**

Es un tipo de movimiento en el cual el cuerpo del deslizamiento está delimitado por dos planos de discontinuidad que se interceptan entre sí e interceptan la cara de la ladera o talud, por lo que el cuerpo se desplaza bien siguiendo la dirección de la línea de intersección de ambos planos, o el buzamiento de uno de ellos.



**Fotografía 2.6.** Deslizamiento en Cuña

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

La velocidad de los movimientos traslacionales puede variar desde rápida a extremadamente rápida.

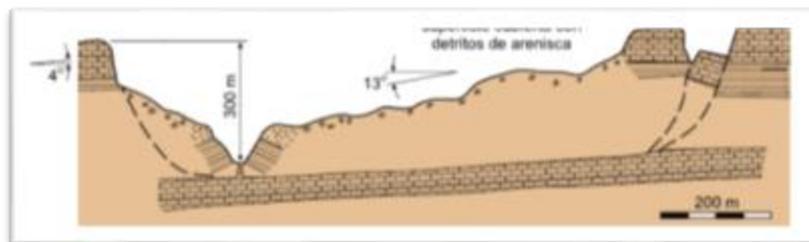
**Deslizamiento Rotacional (Rotational slide, Slump).**

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del

deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas.

### **Deslizamiento Compuesto.**

La superficie de ruptura se desarrolla a lo largo de planos de plegamiento, o por la intersección de varias discontinuidades planares o por la combinación de superficies de ruptura y de planos de debilidad de la roca.



**Fotografía 2.7.** Deslizamiento Compuesto

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

El movimiento a lo largo de superficies de deslizamiento compuestas no es cinemáticamente posible sin que ocurra cizalla interna significativa en el cuerpo del deslizamiento (Hutchinson, 1988).

### **Propagación Lateral (Lateral Spread).**

La propagación o expansión lateral es un tipo de movimiento en masa cuyo desplazamiento ocurre predominantemente por deformación interna (expansión) del material.



**Fotografía2.8.** Expansiones laterales

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

Las propagaciones laterales pueden considerarse como la etapa final en una serie de movimientos donde la deformación interna predomina decididamente sobre otros mecanismos de desplazamiento como los que imperan en el deslizamiento o el flujo; Varnes (1978) distingue dos tipos de propagación: uno en que el movimiento afecta a todo el material sin distinguirse la zona basal de cizalla, típico de masas rocosas, y otro que ocurre en suelos cohesivos que sobreyacen a materiales que han sufrido licuefacción o a materiales en flujo plástico.

### **Flujos (Flow).**

Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída. (Varnes, 1978).

Los flujos de acuerdo con el tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral y otras características que los hacen distinguibles; así mismo, aportan definiciones que enfatizan aspectos de uso práctico útiles para el estudio de amenazas. Hungret al. (2001).

La descripción de los siguientes tipos de flujo se basa principalmente en los autores ya mencionados, Varnes (1978), Hungret al. (2001), Hungret al. (2005)

- **Flujos Secos.**

El término flujo trae naturalmente a la mente la idea de contenido de agua, y de hecho para la mayoría de los movimientos de este tipo se requiere cierto contenido de agua. Sin embargo, ocurren con alguna frecuencia pequeños flujos secos de material granular y se ha registrado un número considerable de flujos grandes y catastróficos en materiales secos. (Varnes, 1978).



**Fotografía 2.9.** Flujos Secos.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Flujo de Detritos (Debris flows).**

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes.

Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos.



**Fotografía 2.10.** Flujo de Detritos.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Crecida de Detritos (Debris floods).**

Flujo muy rápido de una crecida de agua que transporta una gran carga de detritos a lo largo de un canal, usualmente también llamados flujos hiperconcentrados. (Hungret al., 2001).



**Fotografía 2.11.** Crecida de Detritos.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Flujo de Lodo (Mud flow).**

Flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (Índice de Plasticidad > al 5%). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la geología del material. (Hungret al., 2001).



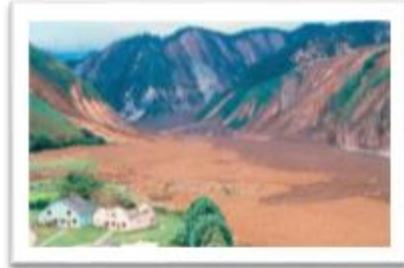
**Fotografía 2.12.** Flujo de Lodo.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Flujo de Tierra (Earth flow).**

Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico. (Hungret al., 2001).

Los flujos de tierra desarrollan velocidades moderadas, con frecuencia de centímetros por año, sin embargo, pueden alcanzar valores hasta de metros por minuto. (Hutchinson, 1998).



**Fotografía 2.13.** Flujo de Tierra

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Deslizamiento por Flujo (Deslizamiento por Licuación) (Flow slide).**

Hungret al. (2001) lo definen como flujo muy rápido o extremadamente rápido de una masa de suelo con estructura granular ordenada o desordenada. Ocurre en taludes de pendiente moderada e involucra un exceso de presión de poros o licuación del material en la zona donde se origina el movimiento en masa.



**Fotografía 2.14.** Deslizamiento por Flujo.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Avalancha de Detritos (Debris Avalanches).**

Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo. Relacionado con la ausencia de canalización de estos movimientos, está el hecho de que presentan un menor grado de saturación que los flujos de detritos, y que no tienen un ordenamiento de la granulometría del material en sentido longitudinal, ni

tampoco un frente de material grueso en la zona distal. (Hungret al., 2001).



**Fotografía 2.15.** Avalancha de Detritos.

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Avalancha de Rocas (Rock Avalanches).**

Las avalanchas de rocas son flujos de gran longitud extremadamente rápidos, de roca fracturada, que resultan de deslizamientos de roca de magnitud considerable (Hungret al., 2001).



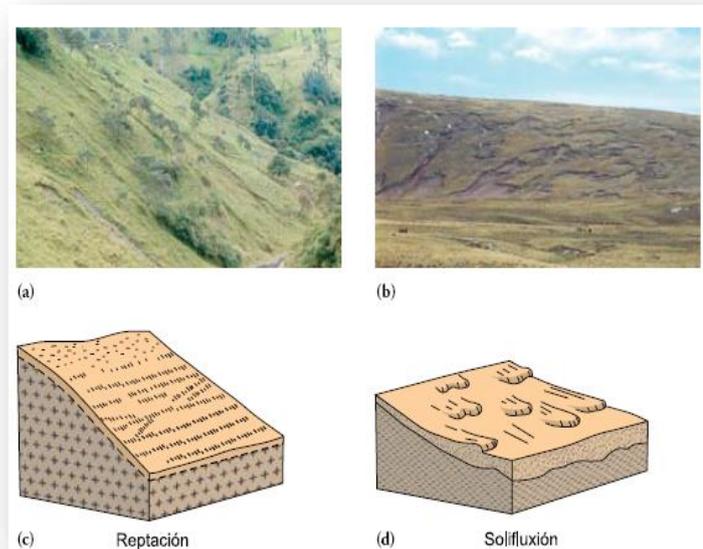
**Fotografía 2.16.** Depósitos de Avalanchas

**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

- **Reptación.**

La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional,

cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.



**Fotografía 2.17.** Procesos de reptación.

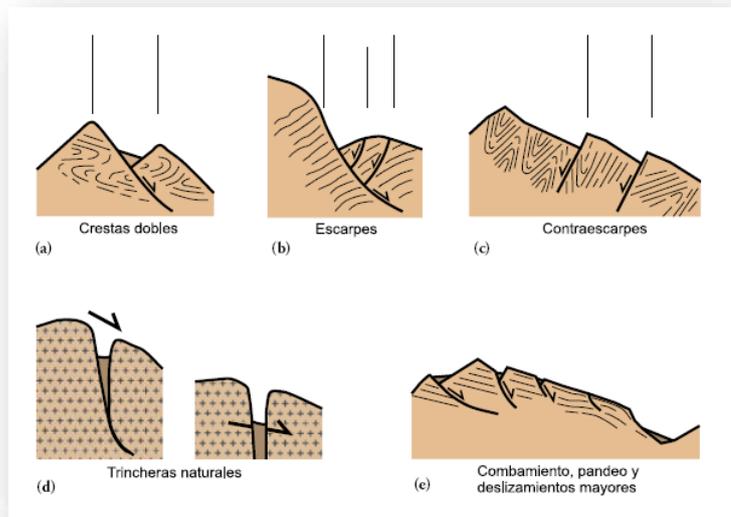
**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

### **Deformaciones Gravitacionales Profundas.**

Hay una variedad de procesos que podrían describirse como deformaciones de laderas (slope deformations) o deformaciones gravitacionales profundas. Estos tipos presentan rasgos de deformación, pero sin el desarrollo de una superficie de ruptura definida y usualmente con muy baja magnitud de velocidad y desplazamiento. (Hutchinson, 1988).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Libro de Movimientos en Masa para la Región Andina.



**Fotografía 2.18.** Deformaciones gravitacionales profundas.  
**Fuente.** Libro de Movimiento en Masa de la Región Andina

## 2.3. Análisis de Factores Condicionantes y Desencadenantes.

### 2.3.1. Factores Condicionantes.

Son los que condicionan las diferentes tipologías de deslizamiento, los mecanismos y modelos de rotura. Dentro de ellos encontramos características intrínsecas relativas a las propiedades del material y a su resistencia y las características extrínsecas no relacionadas con el material y si con la morfología de la ladera y condiciones ambientales de esta.

Los primeros parámetros que se incluyen son: Relieve, Litología, Estructura Geológica, Propiedades Geomecánicas, Meteorización.

La pendiente del terreno así como la morfología propia de la ladera es un factor y condicionante previo a partir del cual el resto de factores se combinarán influyendo en la estabilidad.

### 2.3.2. Factores Desencadenantes.

Los factores desencadenantes actúan sobre el material y dan lugar a modificaciones en las condiciones iniciales de las laderas, provocando o

desencadenando las roturas debido a las variaciones que ejercen en el estado de equilibrio de aquéllas.

Dentro de los factores desencadenantes tenemos: Sismos, Precipitaciones y aportes de agua, Aplicaciones Q/Q', Cambios geometría, Acciones climáticas severas.

### **2.3.3. Factores Antrópicos.**

Finalmente, las actividades humanas alteran el equilibrio de las laderas debido a cargas estáticas provocadas por construcciones de edificios, construcciones de taludes para vías de comunicación, explotaciones mineras y construcciones de presas. Asimismo los cambios en el recubrimiento vegetal como la tala de bosques, la repoblación con especies autóctonas, incendios forestales y otros también influyen en la estabilidad de las laderas.

Aunque no se puede incluir como factor, existe un parámetro fundamental a tener en cuenta en la estabilidad, y que determina el factor de seguridad en los taludes: el tiempo. Éste influye sobre aspectos como la geometría del talud, la resistencia del material y la oscilación de los niveles piezométricos. Su influencia se observa en la distinción entre estabilidad a corto, medio y largo plazo. Un ejemplo de ello es la degradación progresiva de la resistencia de algunos materiales que provoca inestabilidad a medio y largo plazo. Algunos de los factores definidos anteriormente cambian con el tiempo.<sup>3</sup>

## **2.4 Inventario de Movimientos en Masa.**

Todas las ocurrencias de movimientos en masa próximas a la localidad deben registrarse en un mapa de inventario y en una base de datos que incluya: Tipo de movimiento en masa, magnitud, tiempo de ocurrencia o de su reactivación y datos similares.

---

<sup>3</sup>. [www.crid.or.cr/digitalización/pdf/spa/doc15074/doc15074.htm](http://www.crid.or.cr/digitalización/pdf/spa/doc15074/doc15074.htm)

No todo inventario necesita el detalle completo del formulario estándar, se deben realizar las simplificaciones adecuadas de acuerdo al caso; el grado de detalle requerido depende de la escala del estudio.

## **2.5 . Procesos Geodinámicos**

Los procesos geodinámicos deben reflejar el carácter dinámico del medio geológico y sus implicaciones con las actuaciones que se proyectan sobre el terreno, además de esto deben aportar información espacial y datos sobre los procesos externos e internos.

Lo que nos ayudan a descubrir los procesos geodinámicos son temáticas como:

### **2.5.1. Levantamiento Topográfico.**

Levantamiento topográfico es el conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, se lo realiza con instrumentos como el teodolito, cinta y brújula, estación total, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, que luego nos permitirá la elaboración del Plano de ese lugar, terreno o solar.<sup>4</sup>

El nivel de esfuerzos es también determinado por el volumen y ubicación de los bloques o masas de materiales, factores que dependen de las características topográficas como:

### **Pendiente**

Los perfiles más profundos de meteorización se encuentran en los taludes suaves más que en los empinados. Para cada formación, en un estado determinado de meteorización existe un ángulo de pendiente a partir del cual un talud es inestable. Mientras algunos suelos residuales de origen ígneo permiten ángulos del talud superiores a 45<sup>0</sup>, en Lutitas meteorizadas saturadas éste no debe exceder los 20<sup>0</sup> y hasta valores de la mitad del ángulo de fricción. Según Skempton, teóricamente en

---

<sup>4</sup> Suarez, J., "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales", Instituto de Investigaciones Sobre Erosión y Deslizamientos, Ingeniería de Suelos Ltda., Bucaramanga – Colombia.

suelos granulares limpios y secos el ángulo de inclinación del talud con la horizontal no debe sobrepasar el del ángulo de fricción del material.

### **Curvatura**

Se define como concavidad o convexidad ya sea tanto en sentido longitudinal como transversal y afecta el equilibrio de la masa en sí, así como la capacidad de infiltración y de erosión por su efecto en la velocidad del agua de escorrentía.

### **Largo – Ancho**

Entre más largo sea un talud, mayor recorrido tendrán las aguas de escorrentía sobre éste y por lo tanto el talud estará más expuesto a la erosión superficial.

### **Áreas de Infiltración Arriba del Talud**

Es importante identificar áreas de concentración de agua arriba del talud, que coinciden con depresiones topográficas o zonas de regadío intenso. Entre más grande sea la zona que aporte agua al talud, será mayor la cantidad de agua que está afectando la estabilidad del talud.

### **2.5.2. Levantamiento Geológico.**

El levantamiento geológico es representar las características geológicas de una región a una determinada escala, utilizando una proyección determinada y una superficie de referencia que normalmente es un plano. Con ayuda de algunos instrumentos como GPS, Brújula geológica, Cinta métrica, Altimetro, Cámara fotográfica.

La Geología generalmente, define las características o propiedades del suelo o roca. La formación geológica determina la presencia de materiales duros o de baja resistencia y las discontinuidades pueden facilitar la ocurrencia de movimientos a lo largo de ciertos planos de debilidad. Los elementos geológicos principales a estudiar son los siguientes:

### **Formación Geológica**

Los materiales de origen ígneo-metamórfico poseen un comportamiento diferente a los suelos de origen sedimentario, aluviones, coluviones, etc.

### **Estructura y Discontinuidades**

En los suelos residuales y rocas la estratificación y las discontinuidades actúan como planos de debilidad o como conductores de corrientes de agua subterránea y las características de estas pueden facilitar los movimientos.

### **Meteorización**

La descomposición física o química produce alteraciones en la roca o suelo, las cuales modifican substancialmente los parámetros de resistencia y permeabilidad, facilitando la ocurrencia de deslizamientos.

### **Descripción de afloramientos**

La descripción de afloramientos, es muy relevante para corroborar la obtenida de la geología local, para esto se utiliza el formato "Levantamiento Geológico", ficha técnica obtenida en la Universidad Nacional de Loja (Véase Anexos. Fichas de Campo 3.1). Este formato captura información sobre la descripción del afloramiento que se va estudiar, los cuales son:

- **Afloramiento.** Se anota una codificación para cada afloramiento, misma que puede ser con letras, números, o la combinación de estas, además se anota las coordenadas con un punto GPS
- **Dimensiones.** Son las medidas del afloramiento como: longitud, ancho y altura.
- **Cota.** Se refiere a la altura de nivel en el cual se encuentra el afloramiento y está dada en metros sobre el nivel del mar.
- **Relieve.** En base a la observación directa y con la ayuda de criterios descritos a continuación se describe las formas que modelan el terreno como son:
  - **Relieve llano.** Son planicies casi horizontales, con irregularidades muy ligeras, encontrándose a poca altura sobre el nivel del mar.
  - **Relieve bajo.** Son elevaciones bajas, con pendientes suaves.
  - **Relieve de colinas.** Son parecidas al relieve montañoso pero las diferencias de nivel son menos marcadas. Como pendiente suave y forma redondeada.
  - **Relieve Montañoso.** Son elevaciones que sobrepasan los 1000 msnm. Sus laderas son abruptas y moderadas.
- **Vegetación.** Es el material superficial natural que se lo puede o no encontrar en el lugar de estudio, siendo exuberante, escaso y de color.
- **Foto.** Corresponde a capturar la imagen y guardar en el registro fotográfico en donde se puede observar posteriormente el afloramiento.

- **Fecha.** Se indica cuando se hizo el llenado de la ficha.
- **Croquis.** Se realiza un dibujo procurando captar la mayor cantidad de características posibles, para el relieve del mismo.
- **Perfil litológico del afloramiento.** Se realiza para la representación general del sector de estudio. Se llena de abajo hacia arriba según el número de capas que se encuentre en el sector de estudio.
  - **Potencia.** Con la ayuda de un metro, se mide la distancia entre las superficies de estratificación que delimitan el estrato, se la mide perpendicularmente a las mismas.
  - **N° de Capas.** Consiste en identificar los estratos distintivos. Que van por encima y por debajo establecidos dentro de una formación, luego anotamos en la ficha de campo'
- **Litología.** Se identifica las características del tipo de roca que se encuentran en el sector de estudio, para caracterizar se utilizo la brújula, la observación directa, y conocimientos de geología.
  - **Granulometría.** Consiste en la medición del tamaño del grano de una formación como arcilla, limo, arena y grava.
  - **Color.** Se indica el color que puede ser: tonos claros a tonos oscuros.
  - **Orientación.** Con la ayuda de la brújula se indica hacia donde se dirige la formación. los datos obtenidos mediante la brújula son datos direccionales de rumbo y buzamiento.
  - **Muestra.** La muestra se la obtiene de las calicatas, procurando siempre que se encuentren en buen estado, es decir inalteradas ya que es la toma representativa del afloramiento.
  - **Descripción.** Se detalla lo que hay en el afloramiento, con las mayores características posibles.
  - **Observaciones.** Se adjunta alguna característica especial que debe ser tomada en cuenta, al momento de llenado de la ficha.

### 2.5.3 Muestreo y Análisis de Suelo.

El análisis de los suelos y rocas constituyen la principal herramienta para el estudio y determinación de características cualitativas y cuantitativas de parámetros geotécnicos, y es básicamente el de representar, analizar y tabular los datos

numéricos con el fin de determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del sector.

Es de gran importancia en rocas y en suelos residuales, realizar la caracterización de los sistemas de juntas. En esa caracterización se debe incluir el rumbo, dirección y ángulo de buzamiento estimativo de resistencia, espaciamiento de las juntas, tipo y características de relleno entre las juntas y características de la roca a lado y lado de la junta.

### **Perfil de Sondeo**

Se pueden realizar perfiles de sondeo por medio de descripción de las muestras obtenidas o utilizando equipos que miden las propiedades del suelo o roca, directamente en el sondeo, mediante observación, utilizando cámaras o mediante ensayos de resistividad eléctrica, radiación, densidad por absorción nuclear, contenido de agua por reacción del ion hidrógeno y respuesta a onda de sonido o impulso. De los sondeos se pueden obtener dos tipos generales de muestras.

- **Muestras Alteradas:** Son utilizadas para ensayos de clasificación de los suelos. Estas muestras se pueden obtener empleando muestreador de tubo partido.
- **Muestras Inalteradas:** Aunque las muestras totalmente inalteradas no es posible obtenerlas, existen métodos para minimizar el grado de alteración. Uso de Sistemas de Información Geográfica.

Un sistema de información geográfica se define como un poderoso grupo de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar, transformar y presentar datos en forma espacial (Burrough 1986).

## **2.6. Análisis Geotécnico de los deslizamientos**

### **2.6.1. Parámetros Geotécnicos**

#### **Resistencia al Cortante**

La resistencia al corte representa la modelación física del fenómeno de deslizamiento. Los parámetros de ángulo de fricción y cohesión determinan el factor de seguridad al deslizamiento de una determinada superficie dentro del terreno. Los ángulos de fricción varían de cero en materiales muy blandos, a 50 grados en gravas angulosas o mantos de arenisca y las cohesiones de cero en materiales granulares limpios, a más de 10 Kg/cm<sup>2</sup> en suelos muy bien cementados y valores superiores en las rocas masivas.

## **Permeabilidad**

La permeabilidad mide la resistencia interna de los materiales al flujo del agua y puede definir el régimen de agua subterránea, concentración de corrientes, etc.

Los valores del coeficiente de permeabilidad varían de 100 cm/seg., en roca fracturada o suelos compuestos por arenas y gravas, hasta 10<sup>-10</sup> cm/seg., en arcillas impermeables o en pizarras y granitos sanos.

## **La sensibilidad**

Se define como la relación de la resistencia pico al corte entre una muestra inalterada y otra remoldeada. En algunos suelos arcillosos esta relación puede ser hasta de 4, lo que equivale a que se pierde gran parte de la resistencia al remoldearse; y en la literatura se conoce de casos catastróficos, donde por acción del cambio de esfuerzos, el suelo se remoldea in situ, pierde su resistencia y se produce el deslizamiento.

## **Expansividad**

Los suelos arcillosos al contacto con el agua expanden su volumen produciéndose movimientos de extensión dentro de la masa del suelo. En suelos sensitivos se puede producir pérdida de resistencia al corte por acción del remoldeo generado por el proceso expansivo.

La expansividad de un suelo se puede medir por medio de ensayos de presión de expansión o expansión libre o por su relación con los límites de plasticidad. La expansividad de suelos arcillosos en los rellenos de juntas puede generar deslizamientos de rocas.

## **Erosionabilidad**

La erosionabilidad es la facilidad con la cual el suelo puede ser desprendido y transportado por acción del agua. Este factor puede afectar la estabilidad de un talud, en cuanto produce cambios topográficos desestabilizantes o genera conductos internos de erosión.

### **2.6.2. Parámetros ambientales y antrópicas**

El clima ejerce una influencia en la rata de meteorización. Según Blight las reacciones químicas se duplican con cada 10oC de aumento de la temperatura. Factores tales como: evaporación, fuerzas sísmicas, vegetación y modificaciones causadas por el hombre, pueden producir alteración del talud lo cual afecta su inestabilidad.

### **2.6.3. Caracterización geológica**

#### **Mapas geológicos**

El propósito de los mapas geológicos es documentar las características de la superficie del terreno para poder proyectar las condiciones del subsuelo.

Un mapa geológico es una representación artística de la geología del sitio. Los mapas en el caso de deslizamientos deben mostrar las características del material en la superficie del terreno y determinar claramente si se trata de roca sana o meteorizada, suelo residual coluviones o aluviones. El Geólogo debe presentar la información en tal forma que sea útil para el Ingeniero de diseño. Además, de la litología se deben presentar los detalles de la estructura y las características del drenaje superficial y subterráneo.

#### **Detalles de los deslizamientos**

Los detalles de la superficie del terreno son generalmente, la clave para entender las causas y procesos de deslizamientos. Los bordes del deslizamiento pueden ser una serie de agrietamientos subparalelos y levantamientos que marcan una zona de corte y con el tiempo las grietas y levantamientos pueden generar una sola grieta continua. Se deben utilizar convenciones y símbolos geológicos aceptados por las prácticas nacionales o internacionales, para permitir el análisis de los mapas de deslizamientos por otros profesionales.

### **2.6.4. Propiedades de los suelos**

La buena descripción de los suelos y rocas presentes es uno de los factores más importantes para una buena investigación y esta debe hacerse por un profesional muy calificado y con gran experiencia. Desafortunadamente, existen diferentes esquemas de descripción que varían no solamente en los términos utilizados sino también en la definición de cada uno de ellos.

La descripción de los materiales debe incluir:

- Color
- Tamaño de granos y otros detalles de la textura,
- Grado de descomposición,
- Grado de desintegración (Microfracturación),
- Resistencia,
- Nombre del suelo o roca,
- Otras características tales como fragilidad, etc.
- Tamaño, angulosidad, porcentaje y distribución de las partículas más duras,
- Espaciamiento y naturaleza de las discontinuidades (caracterización de las juntas).
- Estructura geológica.

Es de gran importancia en rocas y en suelos residuales, realizar la caracterización de los sistemas de juntas. En esa caracterización se debe incluir el rumbo, dirección y ángulo de buzamiento estimativo de resistencia, espaciamiento de las juntas, tipo y características de relleno entre las juntas y características de la roca a lado y lado de la junta.

#### **2.6.5. Tipos de Movimientos**

Los deslizamientos se pueden a su vez dividir en dos subtipos denominados deslizamientos rotacionales y translacionales o planares. Esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y estabilización a emplearse.

#### **2.6.6. Análisis de la Estabilidad Y factor de seguridad**

Una vez se ha formado un deslizamiento se requiere encontrar las causas y mecanismos del movimiento y determinar las medidas correctivas que se requieren para controlar los fenómenos. Para lograr este objetivo, se requiere

conocer en detalle los parámetros y fenómenos que caracterizan el problema y con este fin se requiere programar un estudio detallado del deslizamiento.

El término deslizamiento indica que el movimiento ya ocurrió y por tanto, debe haber indicios importantes que pueden aportar muy buena información. Reconocimiento del tipo y características del movimiento Primero debe reconocerse el tipo de deslizamiento, el cual puede determinarse con base en el estudio de los sistemas de agrietamiento. Por ejemplo, en un derrumbe de rotación, las grietas son ligeramente curvas en el plano vertical y son cóncavas en la dirección del movimiento, mientras los deslizamientos de traslación en bloque presentan generalmente grietas verticales algo rectas y con el mismo ancho de arriba abajo.

## **2.7 . Sistemas de Información Geográfica.**

Un sistema de información geográfica se define como un poderoso grupo de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar, transformar y presentar datos en forma espacial (Burrough 1986). En la actualidad hay muchos sistemas diferentes, los cuales difieren entre sí con respecto a:

- Tipo de estructura de datos.
- Técnicas de compresión de información.
- Dimensión (dos o tres dimensiones).
- Hardware requerido.
- Interface de usuario.

Las funciones necesarias incluye la superposición de mapas, reclasificación y otras funciones espaciales que incorporen condicionantes lógicas o aritméticas. En muchos casos la modelación de deslizamientos requiere la aplicación interactiva de análisis similares, usando parámetros diferentes. Por lo tanto, el

SIG debe permitir el uso de grupos de archivos y macros para ayudar a desarrollar estas interacciones.

## **2.8. Susceptibilidad de deslizamientos**

La susceptibilidad generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad.

La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno (Lana, et al 2004).<sup>5</sup>

La susceptibilidad se puede evaluar de dos formas diferentes:

- **Sistema de la Experiencia:** Se utiliza la observación directa de la mayor cantidad de deslizamientos ocurridos en el área estudiada y se evalúa la relación entre los deslizamientos y la geomorfología del terreno.
- **Sistema Teórico:** Se mapea el mayor número de factores que se considera que puedan afectar la ocurrencia de deslizamientos y luego se analiza la posible contribución de cada uno de los factores.

No existe un procedimiento estandarizado para la preparación de mapas de susceptibilidad a los deslizamientos y existe mucha libertad en la determinación de los pasos a seguir.

El mapa de susceptibilidad es aquel en el cual se zonifica las unidades de terreno que muestran una actividad de deslizamientos similar o de igual potencial de inestabilidad, la cual es obtenida de un análisis multivariable entre los factores que pueden producir deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos. Para la elaboración del mapa de susceptibilidad se tiene en cuenta generalmente tres elementos:

---

<sup>5</sup>SUAREZ; Zonificación de Amenaza y Riesgo

- **Inventario de deslizamientos antiguos:** Después de un cuidadoso análisis de las fotografías aéreas y correlaciones de campo, se digitalizan sobre los mapas topográficos las áreas de deslizamientos activos o inactivos que se han detectado en el área estudiada.
- **Topografía y Mapa de pendientes:** Para la elaboración del mapa de susceptibilidad es importante dibujar previamente un mapa de pendientes adicionalmente a los mapas geológico y de uso del suelo.

El objetivo es generar una planta topográfica del área a estudiar delimitando las áreas de pendiente diferente en sectores o fajas de valores previamente establecidos.

- **Características geológicas, geomorfológicos y geotécnicas del terreno,** se recomienda utilizar un plano geológico-geotécnico en el cual se indiquen los suelos o materiales más susceptibles a sufrir procesos de deslizamiento

El objetivo es definir cuales áreas tienen un comportamiento crítico, si estas se encuentran localizadas en zonas de influencia de corrientes de agua reales o eventuales provenientes de los sistemas de drenaje natural y artificial.

En 1993, KANUNGO propuso criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos, presentados en la siguiente tabla:

GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD	CRITERIO
Muy Alta	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe alta posibilidad de que ocurran.
Alta	Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.
Media	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
Baja	Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidades favorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.
Muy Baja	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

Tabla 2.2. Criterios para determinar el grado de susceptibilidad a los deslizamientos

Fuente (Kanungo -1993)

## **2.9. ZONIFICACIÓN**

La zonificación no es más que la representación gráfica de un análisis de riesgo, se emplea el documento elaborado a partir de la carta de zonificación de amenaza y de la vulnerabilidad de los elementos del sistema (naturales o antrópicos) que registra en los diferentes niveles de riesgo a los que está sujeta la región (Zuquette, 1995).

La generación de una zonificación de riesgo para un área determinada se basa principalmente en la producción y uso de cartas preliminares, para lo cual se consideran 4 niveles de mapeo (Costa, 2005):

**1. Mapas temáticos:** son los mapas de información que caracterizan al medio físico. Entre ellos se cuentan: mapas geológicos, topográficos, geomorfológicos, uso del suelo, fotografías aéreas, ensayos geotécnicos, precipitaciones y sismos.

**2. Mapa de inventario o susceptibilidad:** indica los principales y más probables tipos de movimientos de masa que pueden ocurrir en el área

**3. Mapa de peligro o amenaza de deslizamiento:** representa las probabilidades de ocurrencia de los distintos tipos de deslizamiento y cuál es el radio de alcance de los mismos

**4. Mapa de riesgo:** un proceso de integración de variables por superposición

## **2.10. Ordenamiento Territorial.**

El ordenamiento territorial (OT) es el proceso de organización del uso y la ocupación del territorio con base a sus características biofísicas, socioeconómicas y político-institucionales; tiene carácter técnico, normativo, político y administrativo para la gestión del territorio. Sus componentes fundamentales son los planes de uso del suelo, capacidad de uso del suelo, y uso potencial y cobertura del suelo (UAT, 2005).

Este proceso es fundamental en la Planificación del Desarrollo Sostenible, ya que permite organizar y articular el territorio de acuerdo a sus potencialidades y limitaciones, formular e implementar políticas de inversión, diseñar planes sostenidos para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, orientar los planes de desarrollo urbanístico y asentamiento humano, promover al acceso a los servicios básicos sociales, identificar y prever riesgos por desastres naturales. (Lücke, 1998). El ordenamiento territorial orientado a un área urbanizada o en proceso de urbanización, se puede denominar ordenamiento urbano.

Para un OT eficiente se debe plantear algunas consideraciones básicas de aplicación práctica, algunas de estas consideraciones es señalado por Lücke (1998). El Ordenamiento Territorial se define como un instrumento que forma parte de la política de estado sobre el Desarrollo Sostenible. Es un proceso político, en la medida que involucra la toma de decisiones concertadas de los actores sociales, económicos, políticos y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio. Asimismo, es un proceso técnico administrativo porque orienta la regulación y promoción de la localización y desarrollo de los asentamientos humanos, de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial, sobre la base de la Zonificación Ecológica Económica que tiene en consideración criterios ambientales, económicos, socioculturales, institucionales y geopolíticos, a fin de hacer posible el desarrollo integral de la persona como garantía para una adecuada calidad de vida.<sup>6</sup>

Aun cuando se reconoce la significación de la planificación del desarrollo económico y social, cuyo énfasis se coloca sobre la estructura y dinámica de las actividades económicas, del empleo y del acceso a servicios, en esta ponencia no se detalla su objeto.

### **2.10.1. Ordenamiento Territorial y Sistemas de Información Geográfica.**

---

<sup>6</sup> Lücke, O. 1998. Base conceptual y metodología para los escenarios de ordenamiento territorial.

Las bases de datos, los mapas, fotografías y documentos técnicos, fueron hasta hace poco tiempo, algunos de los principales medios de referencia en los que se basaba el manejo de recursos naturales, sin embargo, los volúmenes de información y los distintos formatos requerían de grandes espacios de almacenamiento y de personal especializado para su manejo.

En la actualidad, muchos de estos inconvenientes han sido resueltos con el uso del Sistemas de Información Geográfica (SIG), basados en la vinculación de equipo de cómputo, programas y personal especializados. Las aplicaciones de los SIG son muy diversas, pudiéndose aplicar desde la reproducción de mapas básicos hasta la realización de análisis espacial multitemporal de zonas determinadas. Tal es así que es una herramienta de gran utilidad para el ordenamiento territorial.<sup>7</sup>

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Introducción**

El desarrollo del proyecto se efectuó inicialmente a partir de la revisión bibliográfica y los conocimientos anteriormente adquiridos en nuestras aulas de enseñanza. El mismo se basó es un estudio descriptivo, a través del método científico y las técnicas de recolección de datos, las que fueron aplicadas al realizar la visita de campo, la misma que nos permitió adquirir la información necesaria para su análisis.

La metodología aplicada en el presente estudio se realizo con los materiales necesarios, y en forma secuencial, es decir se cumple con el primer objetivo, mismo que nos da datos importantes, y nos sirven como base para, poder cumplir con el siguiente objetivo, este mismo proceso repetimos hasta cumplir con todos los objetivos específicos establecidos

En la elaboración de este proyecto se fundamentó en dos fases: la primera fase es trabajo de campo y la segunda trabajo de gabinete, se debe recalcar que la

---

<sup>7</sup> Suarez, J., "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales", Instituto de Investigaciones Sobre Erosión y Deslizamientos, Ingeniería de Suelos Ltda., Bucaramanga – Colombia.

metodología, los materiales utilizados están interrelacionados con los objetivos, mismos que poseen alta precisión y con tecnología actual, lo que certifica que el presente estudio posee un alto grado de confiabilidad y certeza.

El compilado de materiales y métodos proporcionara una línea base, como es la topografía, sobre la cual se desarrollaran todos los objetivos planteados.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Materiales de Campo**

- Estación Topográfica Trimble 5000
- Brújula Geológica
- GPS Garmin (Sistema de Posicionamiento Global)
- Martillo de geólogo
- Fichas para movimientos en masa
- Lupa de geólogo
- Rayador
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Fundas plásticas
- Cinta métrica
- Palas y barretas
- Flexometro
- Estacas

### **3.2.2. Materiales de Gabinete**

- Ordenador
- Calculadora
- Software (arc view GIS)
- Material Bibliográfico
- Material de escritorio
- Internet

## **3.3. Métodos**

Se utilizó el **Método analítico** mismo que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Este método nos permitió conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

El **método cuali-cuantitativo** Corresponde a la investigación aplicada que recoge información de calidad y cantidad un sector determinado para realizar cambios en dicho sector. Utiliza como técnica llenado de fichas, caracterizaciones, y establecer un valor a un parámetro.

### **3.4. Metodología por objetivos**

#### **3.4.1. Objetivo nº 1:**

**Caracterizar los diferentes procesos geodinámicos que están afectando al Barrio Central, mediante estudios generales de campo y análisis de laboratorio de las muestras obtenidas en el área investigada**

#### **Trabajo de Campo**

Se realizó la observación de campo, del área de estudio en base a la identificación directa y detallada de los sitios que presentan una irregularidad o fenómeno geológico, entre ellos tenemos los movimientos de masa. Se realizaron trabajos como:

##### **➤ Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico se lo ejecutó con la estación topográfica total (Trimble 5000), misma que nos ayudo a detallar los procesos de la distribución del terreno, para el posicionamiento global, nos servimos de un gps coordenadas proyectadas Provisional de Sur América, Datum (PSAD 56) UTM Zona 17 Sur.prj, en base a estas coordenadas proyectadas se llevó cabo nuestro trabajo.

##### **➤ Geología y recolección de muestras**

#### **Geología**

La representación geológica se la realizó, mediante un recorrido minucioso identificando las diferentes áreas litológicas, mismas que son graficadas, con diferente coloración sobre un esquema representativo del mapa geológico, además de esto, se realizó calicatas en puntos estratégicos y la descripción de afloramientos presentes en la zona de estudio, para esto se utilizó el formato “Levantamiento Geológico”, ficha técnica obtenida en la Universidad Nacional de Loja (Véase Anexos. Fichas de Campo 3.1). Misma que nos proporcionara información que sirvió para comprobar y contrastar la información geológica.

### **Recolección de muestras**

Para la recolección de muestras de rocas y suelos se realizó una inspección previa de lugares estratégicos para la obtención de muestras por medio de la elaboración de calicatas de 1.5 m de profundidad por 1.5 m de ancho, las muestras de roca y suelos, se las depositó en fundas plásticas con su respectiva codificación para su posterior análisis de laboratorio.

Se ubicó un punto GPS en el lugar donde se tomó las muestras. (Véase anexos. Fotografías 3.1, 3.2, 3.3)

- **Ubicación de calicatas con puntos GPS y muestras de roca, suelos.**

<b>MUESTRA DE ROCA Y SUELO</b>	<b>EJE (X)</b>	<b>EJE(Y)</b>
<b>MUESTRA 1</b>	<b>753725</b>	<b>9643226</b>
<b>MUESTRA 2</b>	<b>753566</b>	<b>9643183</b>
<b>MUESTRA 3</b>	<b>753631</b>	<b>9643085</b>

Las muestras de rocas y suelos obtenidas en el área de estudio fueron inmediatamente transportadas hasta la Ciudad de Loja, para los respectivos análisis, los resultados obtenidos sirvieron como base fundamental para el desarrollo de esta investigación.

### **Delimitación del área del movimiento.**

La delimitación del área del movimiento se la realizó, mediante puntos GPS alinderando el deslizamiento formando un polígono irregular, que en lo posterior sirvió para la elaboración del mapa de Inventario de Movimientos en Masa.

### **Ficha para Inventario de Movimientos en Masa**

Para identificar en una forma más detallada las características del deslizamiento, y obtener información de cuantos deslizamientos están presentes, la actividad, clasificación del movimiento, etc, se utilizó la ficha de “Inventarios de Movimientos en Masa Versión 1,0 mismo que fue utilizado en el Proyecto Multinacional Andino; Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA)” (Véase Anexos. Fichas de Campo 3.2.)

#### ➤ **Localización Geográfica y documental del evento.**

En este campo se describe la localización general y detallada del lugar de ocurrencia del evento desde un punto de vista geográfico y documentos donde se localicen como:

- **División Política.** Va desde el nombre del país, hasta la más pequeña localidad.
- **Coordenadas.** Se indica el sitio de movimiento mediante coordenadas .
- **Documentación.** Corresponde a mapas, planchas y fotografías aéreas.

#### ➤ **Actividad del Movimiento.**

Este campo registramos la historia de ocurrencia del movimiento bien sea el caso de un movimiento único en el tiempo o para eventos de reactivación o de recurrencia del mismo tipo de movimiento en el mismo sitio. En el primer movimiento se debe registrar la fecha conocida (o estimada) del primer movimiento y continuar hasta la fecha más reciente para el caso de

reactivaciones o de eventos recurrentes. La fecha a registrar debe ser la más precisa que se logre conocer (día, mes, año).

En el caso de movimientos antiguos o relictos, donde no es posible establecer el año de ocurrencia, se debe procurar dar un estimativo de la edad del mismo en términos de rango de años.

Los siguientes campos de Actividad corresponden al Estado, Estilo y Distribución del movimiento. Y corresponden al dado por WP/WLI (1993) y su significado se puede consultar en el Glosario de Términos Relacionados con Movimientos en Masa.

➤ **Litología y Estratigrafía.**

- **Descripción.** En el campo disponible se hace una breve descripción de la litología y estratigrafía del área que conforma la ladera sobre la que ocurrió el movimiento. Y debe incluir origen de la roca, edad, formación, descripción litológica y estratigrafía.
- **Estructura Orientación y Espaciamiento.** Se escribe el tipo de estructura (plano de discontinuidad o de debilidad) que caracterizan la ladera. Al frente de cada estructura se debe escribir la orientación de la misma en términos de dirección del buzamiento (DB) y buzamiento (BZ). Y para cada estructura se debe señalar el rango de espaciamiento de los planos que constituyan con los valores en metros dados en la tabla.

➤ **Clasificación del movimiento.**

En este campo puede ser suficiente para clasificar el tipo de movimiento en masa de acuerdo con alguno de los varios sistemas de clasificación. Es aconsejable que el encuestador analice cuidadosamente toda la información del formulario. Y sea completado una vez que se hayan llenado todos los demás espacios de información disponible.

- **Tipo de Movimiento.** Aquí se observa dos opciones para marcar en cada uno, ya que el movimiento en masa suele involucrar más de un tipo de mecanismo. En la primera casilla bajo el número 1 se debe indicar el primer

tipo de movimiento que ocurrió y bajo el número 2, el movimiento que le siguió al anterior.

- **Material.** Para su caracterización y clasificación del material es necesaria la información sobre el tipo de humedad, plasticidad y origen del mismo. Para el tipo de material se presentan dos alternativas y se debe completar con la información disponible. La primera está dada en términos de roca, detritos y tierra de acuerdo a la propuesta de Varnes (1978).

La otra aplicaría para suelos para ingeniería y se solicita la información para su clasificación de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (USCS). En ambos casos se presenta un par de casillas a la izquierda y otras dos a la derecha. Las primeras bajo los números 1 y 2 y tienen un significado similar al tipo de movimiento, esto es 1 para el material involucrado en el primer movimiento pero antes que este ocurriera y 2 para el material involucrado en el segundo movimiento si éste se llegó a presentar. En las casillas de la derecha se debe indicar igualmente el porcentaje de cada material antes del movimiento (1%) y después de que este ocurrió (2%). De igual manera se procedería para las casillas bajo el título Suelos Ingeniería. Dando el 100% en cada columna.

Como guía tenemos la siguiente tabla:

**Tabla 3.1.** Criterios para Estimular Cualitativamente el Grado de Humedad de un Material. (PMA).

Humedad	Criterio	Equivalencias con ensayos de laboratorio	
		Humedad con relación a los límites de consistencia	Saturación S (%)
Seco	Material sin rastros de agua	Humedad por debajo del Límite de Contracción	0 %
Ligeramente húmedo	Material con rastros de agua pero difícil de visualizar o sentir al tacto	Humedad por encima del Límite de Contracción y por debajo o igual al Límite Plástico	$0 < S < 80$
Húmedo	Material húmedo al tacto	Humedad entre el Límite Plástico y el Límite Líquido	$80 < S \leq 100$
Muy húmedo	El agua aflora en superficie cuando una muestra del material se exprime con una ligera presión de las manos, o se pisa fuertemente sobre el terreno	Humedad en el Límite Líquido o ligeramente mayor	$S = 100$
Mojado	Material lodoso con comportamiento como el de un líquido	Humedad mucho mayor al Límite Líquido	$S = 100$

Fuente (Kanungo -1993)

La plasticidad igualmente, debe estimarse a partir de observaciones o pruebas sencillas de campo, a menos de tener datos de ensayos de laboratorio. Y es válida únicamente para suelos finos, es decir con partículas menores a 0,074 mm (limos y arcilla). Utilizando la siguiente tabla se puede hacer la estimación cualitativa de plasticidad, con recomendación de utilizar los estándares ASTM (American Society for Testing and Materials) para la identificación de suelos.

**Tabla 3.2.** Criterios para Estimar Cualitativamente la Plasticidad de un Material. (PMA).

<b>Plasticidad</b>	<b>Descripción del material</b>	<b>Equivalencia con ensayos de laboratorio</b>
Alta	Arcillas inorgánicas de apariencia grasosa, limos inorgánicos	LL > 50
Media	Arcillas magras, limos	35 < LL < 50
Baja	Arcillas inorgánicas, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca con algún contenido de arcillas o limos, arenas finas arcillosas o limosas, limos arcillosos	LL < 35
No plástico	Gravas, Arenas, polvo de roca, suelos gravosos o arenosos con muy bajo contenido de finos	No es posible realizar el ensayo

Fuente (Kanungo -1993)

Debe indicarse el origen del suelo donde ocurrió la falla, en el caso de que se tengan suelos de diferentes orígenes. En el caso de suelos sedimentarios, indicar el tipo de depósito (aluvial, lacustre, marino, eólico, glacial, etc.). Y de contar con ensayos de clasificación de suelos, en el campo se debe hacer la clasificación correspondiente de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).

- **Otras Características.** Se debe señalar otras características del movimiento algunas de las cuales se indican en el campo respectivo.

- **Velocidad.** Indicar la velocidad estimada de acuerdo con los valores dados entre paréntesis. En caso de tener un valor de velocidad máxima y/o media, indicar en la línea correspondiente, indicando en los cuadros a la derecha. M si es medida con algún tipo de instrumento, C si fue obtenida a partir de cálculos basados en mediciones indirectas y E si es estimada sobre las base (testimonios de algunas personas). Los rangos empleados en esta sección corresponden a las velocidades propuestas por Cruden y Varnes (1996).
- **Clasificación del movimiento.** Este campo debería llenarse una vez se haya completado toda la demás información del formulario. En sistema de clasificación se escribe el nombre del sistema de acuerdo a Varnes (1978).

➤ **Morfometría.**

Se identifica la deformación del terreno con sus respectivas mediciones, este parámetro da datos reales del movimiento en masa, se divide en cuatro grandes aspectos:

- **General.** Se refiere a las características geométricas generales de la ladera una vez ocurrida la falla. Ver el glosario para la definición de estos elementos geométricos. La dirección del movimiento y el azimut del talud deben seguir la misma convención establecida para la dirección de buzamiento de las estructuras.
- **Dimensiones.** La definición de las dimensiones lineales del movimiento se encuentra en el glosario.
- **Deformación del terreno.** Aquí aplicaría únicamente para movimientos tipo deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales, propagación lateral, reptación y deformaciones gravitacionales profundas. Para estos casos, la deformación se refiere a los cambios de forma del terreno afectado por el movimiento que se pueden apreciar en superficie. En el formulario se definen dos tipos de deformación: Ondulación y Escalonamiento.
- **Geoforma.** Este campo debe complementarse con el nombre de la geoforma que mejor represente el lugar en donde se origino el movimiento.

➤ **Causas del Movimiento.**

Se presenta un listado que actúan como condicionantes y detonantes, este listado permite establecer y diferenciar las causas del movimiento según sea el caso.

➤ **Cobertura de uso de suelo.**

Se debe indicar el tipo de cobertura y tipo de uso en el cuadro a la izquierda del nombre y el porcentaje de esa cobertura en el cuadro al frente del mismo.

**Ficha para Caracterización de Movimientos en Masa.**

Se utilizó el formato para “Caracterización de Movimientos en Masa”, ficha técnica obtenida en la Universidad Nacional de Loja (Véase Anexos. Fichas de Campo 3.3.). Este formato captura información directa sobre el movimiento desplazado que se estudio, y constan de:

➤ **Datos generales.**

Se indica el número del movimiento al cual corresponde, con sus respectivas coordenadas geográficas (longitud, latitud, cota), de igual manera su respectivo registro fotográfico y la fecha en que se hizo el llenado de la ficha.

➤ **Talud.**

Se describe características como su altura, la dirección que tiene, el ángulo de buzamiento que posee el talud, de igual manera su forma de ladera (recta, cóncava, convexa) y uso del terreno (arbustos y árboles, no vegetada, pastos, cultivos, residencial, vía presente).

➤ **Características del Movimiento.**

Se revela el tipo de movimiento al cual pertenece pudiendo ser un deslizamiento, flujo, caída, reptación, erosión. De igual manera se toma en cuenta la distancia que hay entre el escarpe a la base, así como también su ancho. Se verifica el tipo de falla que se encuentra en el lugar de estudio, el mecanismo que hay, para que se haya producido el movimiento. Se debe tomar en cuenta si el movimiento se encuentra activo, inactivo, latente.

Continuando con el llenado de la ficha, se comprueba el estado, la forma, área del escarpe y vegetación si se encontrase, como también la masa desplazada, la forma en que se encuentra, si contiene humedad y si hay vegetación en la maza desplazada. Se indica cómo se encuentra la superficie de falla (cubierta orgánica, suelo depositado, suelo residual, relleno) según sea el caso.

La causa probable por que se origino el movimiento sea este por deforestación, erosión concentrada, exceso de agua, cargas de construcción, discontinuidades. Se debe descubrir el factor detonante, el cual incidió para que se produzca el movimiento. Causando daños ya sea a carreteras, residencias, áreas de pasto y si posee el movimiento algún tipo de estabilización como muros, canales, drenes.

### **Trabajo de Gabinete**

Procedemos a relacionar el trabajo de campo, con nuestro material bibliográfico, para realizar nuestra base de datos, para lo cual nos valemos de los siguientes programas:

- Sistemas de Información Geográfica (Arc Map 9.2, Arc View Gis 3.2, Easy Trace.).
- Autocad, versión 2009.
- Microsoft Office

Se debe recalcar que el cumplimiento de los objetivos se los realizo de una manera secuencial, por lo cual se estableció el siguiente orden:

### **Elaboración de Mapa Topográfico**

Mediante la recolección de puntos obtenidos por la Estación Topográfica, se proceso los datos en un computador por medio del software denominado "GEODIMETER Versión 2.0".

Estos datos obtenidos de este software se procesan nuevamente por medio del programa "Fore Sight Versión 1.3.1", para generar las curvas de nivel, este nuevo archivo obtenido se lo exporta al programa "Auto Cad" guardándolo como extensión ".dxf de Auto Cad". Aquí se procede a editar el dibujo por medio de la creación de "capas" que contengan información de la totalidad del

levantamiento topográfico realizado (Véase Mapa Nro.1; topográfico de la parroquia Chiguinda)

### **Elaboración de Mapa de Pendientes.**

Para la elaboración del mapa de pendientes se utilizó la metodología de reclassify en el programa arc view 3.2, donde se activa las extensiones Analyst” y “Spatial Analyst, con base en las curvas de nivel, se genera un tema de tim, que modela en tres dimensiones a partir del levantamiento topográfico, con esta modelación del terreno, se convierte en un nuevo tema en “GRID”; seguidamente seleccionamos la opción de “Same as View” y aceptamos. Una vez creado este nuevo tema lo seleccionamos y nos dirigimos a “Analysis” seleccionamos la opción de“Reclassify...” y clasificamos en cinco clases el tema creado, zonas de Muy Baja, Baja, Mediana, Alta y Muy Alta pendiente.

Finalmente convertir dicho tema a archivo “shape” para poder editarlo y manejarlo desde los SIG. La clasificación utilizada fue la de el autor “Suarez” en su libro Deslizamientos y Estabilidad de taludes en Zonas Tropicales.

**Tabla N° 3.3 Clasificación utilizada para elaborar el mapa de pendientes del área de estudio**

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>	<b>ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)</b>
Muy Baja	0 a 15	0 a 8,5
Baja	15 a 30	8,5 a 16,7
Mediana	30 a 50	16,7 a 26,6
Alta	50 a 100	26,6 a 45
Muy Alta	Más de 100	Más de 45

**Fuente SUAREZ, Zonificación de Amenaza y Riesgo**

### **Cálculo de Pendientes**

La pendiente de un terreno entre dos puntos ubicados en dos curvas de nivel consecutivas es igual a la relación entre el intervalo de las curvas de nivel o equidistancia y la distancia longitudinal que los separa.

$$P=e/D \times 100$$

En donde:

P = pendiente del terreno en %

e = equidistancia entre curvas de nivel

D = distancia horizontal entre los puntos considerados.

### **Metodología para el cálculo de área y volumen de los movimientos en masa.**

Con el programa Arc Map 9.0, creamos los shapes de tipo polygon. Luego con la base topográfica delimitamos el deslizamiento.

Para obtener la topografía del deslizamientos, se extrae, ubicándonos en el icono extract – Clip, dentro del cual tendremos cinco espacios, en los que en primer espacio arrastramos el shape curvas de nivel, en el segundo espacio arrastramos el shape creado para el movimiento, en el tercer espacio cambiamos el nombre y ubicamos en la carpeta de destino.

Creada la topografía, lo convertimos a formato tin, ubicamos el icono 3D analyst, seleccionamos create tin from features, seleccionamos el shape que vamos a cambiar, en el espacio height source dejamos contour en el espacio triangulate as ponemos soft line y ok.

Una vez obtenido el tin señalamos el shape del movimiento que vamos a obtener la información del área y volumen, para lo que nos ubicamos en el icono 3d Analyst, y escogemos la opción Area y Volume... inmediatamente se abre un cuadro de dialogo, en donde nos colocamos en el icono calculate statistics. Mismo que calculará los valores de los deslizamientos estudiados.

### **Análisis de las muestras**

Las muestras de suelo y rocas obtenidas en el trabajo de campo se enviaron para su análisis a un laboratorio (proyec cónsul de la ciudad de Loja (Véase anexos.) Informe de Análisis) en donde se practicaron diferentes ensayos:

- **Contenido de humedad.**- Determinó la cantidad de agua que el suelo contiene al momento de ser extraído.
  
- **Límite Líquido.**- Nos permitió determinar el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico.

- **Límite Plástico.**- Permitió determinar el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.
- **Granulometría.**- midió el tamaño de los [granos](#) de una [formación sedimentaria](#) y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.
- **Clasificación del Suelo.**- Esta clasificación nos permite determinar:(Grava,Arena,Limo-Arcillas)
- **Compactación.**- identifica o caracteriza la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos.  
Este ensayo nos permitirá aplicar normas ingenieriles para el tratamiento de nuestra área de estudio.
- **CBR de Laboratorio.**- Se aplica para evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de sub – bases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20mm

Además de los estudios mencionados fue necesario complementarlos con análisis como:

**En suelos:** se compila la información obtenida del objetivo uno y dos como son la **clasificación de los suelos** y sus respectivos porcentajes, además **Límite Plástico, Límite líquido**, y la **permeabilidad** misma que fue calculada mediante el ensayo de Matuso cuyo valor de permeabilidad es de  $15.62 \text{ m}^3 \times 10^{-2}$

- **Composición.**- Nos determinó en porcentajes los componentes del suelo
- **Resistencias plásticas.**- Nos permitió determinar el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

- **Permeabilidad.-** Identificó la capacidad del suelo para dejar pasar el agua hacia el interior del terreno y producir escorrentías.

### **En rocas:**

#### **Propiedades físicas**

- **Porosidad.-** Determinó el volumen ocupado por los huecos o poros en la roca.
- **Humedad.-** Identifica la cantidad de agua en los diferentes estados que posee la roca.
- **Peso específico.-** determinó el peso de la roca por unidad de volumen
- **Coefficiente de esponjamiento.-** Es la diferencia entre la roca en el macizo y la roca extraída, como variación del volumen
- **Permeabilidad.-** Capacidad de transmitir agua en una roca

#### **Propiedades mecánicas:**

##### **Resistencias:**

- **Ensayo a la compresión simple.-** es el máximo esfuerzo que soporta la roca sometida a compresión uniaxial
- Resistencia plástica.-**
- Fortaleza - dureza.- esfuerzo máximo de la roca, ante el límite de la deformación

### **3.4.2. Objetivo nº 2:**

#### **Elaborar un análisis geotécnico del área de estudio.**

Para la realización de un análisis geotécnico se tomó en cuenta todas las variables consideradas como factores permanentes o pasivos, es decir

parámetros geomecánicos, los cuales se los comparó con las resistencias, en base a los resultados del laboratorio obtenidos en el objetivo anterior:

El análisis geotécnico relaciona, datos generales de campo, de laboratorio y estos resultados se contrasta mediante dos métodos mismos que son:

**1.- cálculo del coeficiente de seguridad de un talud** (método ábacos de Hoek y Bray 1981) este método se basa en el método de Taylor, y tiene como objetivo encontrar el coeficiente de seguridad de taludes, en forma rápida y sencilla, a partir de datos geométricos generales del talud, además nos permitió determinar la distribución de fuerzas, estabilizadoras y desestabilizadoras .

Para esto relacionamos variables de comportamiento en función de la distribución de fuerzas como variables geológicas: Litología – Resistencia y se suelen considerar parámetros geotécnicos.

**2.- Clasificación del macizo rocoso:** se usó el sistema RMR (desarrollada por Bieniawski en 1973, con actualizaciones en 1979 1989) el mismo que permitió relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos como son:

- Resistencia uniaxial de matriz rocosa.
- Grado de fracturación
- Condiciones hidrológicas
- Espaciado, condiciones, y orientación de las discontinuidades

### **3.4.3. Objetivo nº 3:**

#### **Realizar un mapa de susceptibilidad a movimientos de masa en el Barrio Central Parroquia Chiguinda Cantón Gualaquiza pertenecientes a la Provincia de Morona Santiago**

El mapa de susceptibilidad se elaboró utilizando los Sistemas de Información Geográfica, (Arcview 3,2.) en el mencionado software se realizó la superposición de Mapas, como: topográfico, geológico, geomorfológico, hidrológico, inventario de deslizamientos, uso actual del suelo, isoyetas , isotermas, a demás de esto se elaboró:

- La reclasificación de los campos de la tabla de datos alfanuméricos
- El índice de susceptibilidad
- La asignación de pesos relativos
- Elaboración de la matriz de tabulación
- La definición de rangos de susceptibilidad.

#### **➤ Reclasificación de los Campos de la tabla de datos alfanuméricos**

Este método permite desarrollar una aproximación del grado de susceptibilidad de los movimientos en masa, que presentan mayor influencia en la inestabilidad del terreno, los cuales los denominaremos factores condicionantes, mismos que se encuentran intrínsecos en el terreno.

El proceso se basa en la reclasificación de los campos de cada una de las variables, como son: Morfometría (pendientes), litología (tipos de roca), tipo de suelo, cobertura vegetal (fisionomía de la vegetación) y clima (precipitaciones), a los cuales se les asigna pesos relativos previamente establecidos en función de su incidencia en la susceptibilidad de los movimientos en masa.

Luego se establece la sumatoria de cada uno de los campos de las variables establecidas y antes mencionadas; adicionalmente se agrega un campo llamado rangos, en el cual se especifica el grado de clasificación de cada uno de los valores sumados, desde los valores más bajos a los más altos.

#### **➤ Índice de Susceptibilidad**

El índice de susceptibilidad a movimientos en masa se expresa a través de la siguiente relación matemática:

$$\text{Susceptibilidad} = P + L + S + V + Pr$$

En donde:

- P= Valor de la variable pendiente
- L= Valor de la variable litológica
- S= Valor de la variable Tipo de suelo
- V= Valor de la variable Vegetación
- Pr= Valor de la variable Precipitación

- **Asignación de pesos relativos**

Se basa en la asignación de pesos o valores numéricos basados en condiciones biofísicas menos favorables para que se presenten los movimientos en masa, dentro del área de estudio; es decir, en el análisis de cada una de las variables de los factores condicionantes.

Estos pesos relativos van de los rangos de 1 al 5; en donde el valor 1 se refiere a las condiciones menos favorables para que se produzcan los movimientos en masa, y por el contrario el valor 5 se refiere a las condiciones biofísicas favorables que hacen posible la existencia de movimientos en masa las cuales hacen que aumente la susceptibilidad a estos movimientos.

- **Elaboración de la matriz de tabulación**

Está basada en la generación y análisis de una matriz de doble entrada, a la cual la denominaremos matriz de tabulación. En esta matriz de doble entrada las filas corresponden a las unidades espaciales en análisis, es decir el grado de susceptibilidad y las columnas corresponden a cada una de las variables de los factores condicionantes utilizados, en donde en cada casilla se ubican los pesos relativos basándose en el indicador que proporciona a cada variable para finalmente realizar la sumatoria total para cada una de las unidades espaciales en análisis.

- **Definición de rangos de susceptibilidad**

Se realizó la sumatoria de los pesos relativos asignados a cada una de las variables analizadas, por lo que se determinan 5 clases de susceptibilidad las cuales están definidas a continuación:

**Tabla N° 3.4; Definición del Grado de Susceptibilidad.**

GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD	DEFINICIÓN DEL ÁREA
Muy Alta	Área Muy Susceptible a Movimientos en Masa
Alta	Área Susceptible a Movimientos en Masa
Media	Área Poco Susceptible a Movimientos en Masa
Baja	Área Muy Poco Susceptible a Movimientos en Masa
Muy Baja	Área Estable a Movimientos en Masa

**Fuente Suarez; Zonificación de susceptibilidad y Riesgo**

#### **Objetivo nº4**

**Realizar mapas de zonificación de vulnerabilidad de espacios físicos de vida y obras de infraestructuras, en el Barrio Central parroquia Chiguinda cantón Gualaquiza perteneciente a la Provincia de Morona Santiago, para su posterior Ordenamiento Territorial.**

#### **Trabajos de Campo**

No se puede realizar el mapa de zonificación de vulnerabilidad, sin conocer la amenaza al sector.

#### **Mapa de Amenazas**

Amenaza natural es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructor, en un área específica dentro de un determinado período de tiempo. (Varnes 1984).

La amenaza a los deslizamientos generalmente, se muestra en planos que indican la distribución espacial de los diversos tipos de amenaza. La zonificación de amenazas requiere tener en cuenta varios elementos, los cuales están descritos en la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Pesos de los Factores en la Evaluación de Amenazas a Deslizamientos

<b>Factores Geológicos</b>					
<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>Peso</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Litología</b>	<b>Tipo de Material</b>	<b>Tipo I</b>			
		Cuarcita y Caliza	0,2	Muy meteorizada x 4	
		Granito y Gaugo	0,3	Algo meteorizada x 3	
		Neiss	0,4	Poco meteorizada x 2	
		<b>Tipo II</b>			
		Areniscas	1	Muy meteorizada x 1,5	
		Areniscas con Lutitas	1,3	Algo meteorizada x 1,25	
				Poco meteorizada x 1,1	
		<b>Tipo III</b>			
		Pizarra y Filita	1,2		
	Esquistos	1,3			
	<b>Tipo de Material</b>	Lutitas no arcillosas	1,8		
		Esquistos, Lutitas o filitas muy	2		
<b>Litología</b>	<b>Tipo de Material</b>	Meteorizadas			
		Materiales aluviales	0,8		
		Suelos Arcillosos	1		
		Suelos Arenosos blandos	1,4		
		Coluviones Antiguos	1,2		
		Coluviones Jóvenes	2		
<b>ES</b>	<b>tru</b>	<b>Relación Talud y</b>	Más de 30°	0,2	Se mide el ángulo que

	<b>Discontinuidades</b>	21° a 30°	0,25	forman la dirección del talud y la dirección de las discontinuidades más representativas
		11° a 20°	0,3	
		6° a 10°	0,4	
		Menos de 5°	0,5	
	<b>Relación Buzamiento e inclinación del talud</b>	Más de 10°	0,3	Si el buzamiento es mayor que el del talud el ángulo es positivo y si es menor que el del talud el ángulo es negativo
		0° a 10°	0,5	
		0°	0,7	
		0° a -10°	0,8	
		Más de -10°	1	
	<b>Buzamiento de la discontinuidad</b>	menos de 15°	0,2	
		16° a 25°	0,25	
		26° a 35°	0,3	
		36° a 45°	0,4	
		Más de 45°	0,5	
	<b>Espesor de la capa de suelo</b>	Menos de 5 m	0,65	
6 a 10 m		0,85		
11m a 15m		1,3		
16m a 20m		2		
Más de 20m		2,2		

**FACTORES TOPOGRAFICOS Y AMBIENTALES**

<b>FACTOR</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>PESO</b>
	Más de 45°	2.0
Morfometría	36° a 45°	1.7
Pendientes de Taludes	26° a 35°	1.2
	16° a 25°	0.8

	Menos de 15 <sup>0</sup>	0.5
Relieve Relativo	Menos de 100 metros	0.3
Diferencia de altura entre la	101 a 300 metros	0.6
divisoria de agua y el valle	Más de 300 metros	1.0
	Área Urbana	2.00
	Cultivos anuales	2.00
Uso de Tierra	Vegetación intensa	0.80
	Vegetación moderada	1.20
	Vegetación escasa	1.50
	Terrenos áridos	2.00
	Inundable	1.0
	Pantanosos	0.8
Aguas Subterráneas	Muy húmedo	0.5
	Húmedo	0.2
	Seco	0.0

Fuente : Ambalagan 1992).

Tabla 3.6. Sumatoria de los Pesos

<b>SUMATORIA O AMENAZA TOTAL</b>		
<b>Amenaza total</b>	<b>Descripción</b>	<b>Suma de los pesos</b>
I	Amenaza muy baja	3.5
II	Amenaza baja	3.5 a 5
III	Amenaza moderada	5.1 a 6.0
IV	Amenaza alta	6.1 a 7.5
V	Amenaza muy alta	7.5

Fuente: (Ambalagan 1992).

### Mapa de vulnerabilidad

Mediante la observación directa en el campo, se detalló los siguientes parámetros como, parámetros de la edificación, descripción de parámetros de calle densidad de la población, densidad de parcelas.

Con la suma de las ponderaciones de todos los parámetros se puede determinar si se trata de una área sin o muy baja vulnerabilidad, área con baja vulnerabilidad, área con moderada vulnerabilidad, área con alta vulnerabilidad área con muy alta vulnerabilidad.

**La tabla 3.7.** Valores de ponderaciones para edificaciones y de espacios físicos de vida.

DESCRIPCION DE PARAMETROS PARA EDIFICACIONES	PONDERACION
Fábricas, comercios, hospitales, escuelas, electrificación y oleoductos	10
Viviendas	7
Servicios, Institucionales	5
Otros	3
DESCRIPCION DE PARAMETROS PARA CALLES	PONDERACION
Boulevard, autopista, calle, o avenidas importantes	9
Calles o avenidas	5
Pasajes o accesos	3
DESCRIPCION DE PARAMETROS PARA DENSIDAD DE POBLACION	PONDERACION
SIN O MUY BAJA: Memores de 0,5 hab/km <sup>2</sup>	1
BAJA: de 0,5 a 5 hab/km <sup>2</sup>	4
MODERADA: de 5 a 20 hab/km <sup>2</sup>	6
ALTA: de 20 a 50 hab/km <sup>2</sup>	8
MUY ALTA: mayores de 50 hab/km <sup>2</sup>	10
DESCRIPCION DE PARAMETROS PARA DENSIDA DE PARCELAS	PONDERACION
SIN O MUY BAJA: 20 A 0,9 parcelas/km <sup>2</sup>	0-3
BAJA: de 85 a 20 parcelas/km <sup>2</sup>	3-5
MODERADA: 260 a 85 parcelas/km <sup>2</sup>	5-15
ALTA: de 750 a 260 parcelas/km <sup>2</sup>	15-23
MUY ALTA: 1500 a 750 parcelas/km <sup>2</sup>	28-50

Fuente: (Ambalagan 1992).

**La tabla 3.8.** Descripción de clases de vulnerabilidad.

DESCRIPCION DE CLASES DE VULNERAVILIDAD	PONDERACION
Área sin o muy baja vulnerabilidad	0-3

Área con baja vulnerabilidad	3-5
Área con moderada vulnerabilidad	5-15
Área con alta vulnerabilidad	15-23
Área con muy alta vulnerabilidad	28-50

Fuente: (Ambalagan 1992).

La vulnerabilidad ponderada se obtuvo de la suma de los valores ponderados, asignados individualmente, a cada mapa del parámetro en las tablas respectivas.

### **Trabajo de Gabinete**

Se realizó el análisis de vulnerabilidad utilizando el modelo cualitativo para la determinación de los factores físicos, como son Infraestructura de servicios públicos, infraestructura vial, densidad poblacional, densidad de parcelas pendientes y formaciones geológicas superficiales; se les asignó un peso relativo, con las respectivas calificaciones que van de uno a cinco, luego se produjo la base de datos espacial y una lista que contiene los valores por niveles que fueron convertidos a grid para su superposición de mapas generando una cartografía numérica con base a calificaciones que fue analizada a través de píxeles. Se realizó mediante la conversión de formato shp a a grid, lo que generaron resultado un mapa de vulnerabilidad

#### **OBJETIVO N° 5:**

**Recomendar posibles medidas de prevención y mitigación para salvaguardar la integridad y vida de las personas, sus bienes materiales y obras de infraestructura básica.**

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó toda la información de los cuatro objetivos anteriores, luego se analizó los procesos que están afectando para la detonación de los fenómenos tratados, mismos que son internos como externos.

Mediante el análisis de los mapas de susceptibilidad, topográfico, geología, pendientes y de la zonificación de vulnerabilidad, del área de estudio, se hace una evaluación de la implementación de obras de contención o remediación.

Mencionadas obras pueden llegar a ser desde las más simples y económicas para su elaboración o las que pueden hacerse en lapsos largos de tiempo, así como obras que pueden llegar a tener una gran inversión económica y ser necesaria su puesta en desarrollo de manera inmediata. Cabe mencionar que las obras fueron únicamente propuestas, y no desarrollados los cálculos que implicaría su desarrollo en infraestructura civil.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Descripción General del Área de Estudio



Gráfico N° 4.1. Ubicación Geográfica del Área de Estudio.

#### Localización geográfica

El Barrio Central, objeto de nuestro estudio pertenece a la parroquia Chiguinda, Cantón Gualaquiza, Provincia de Morona Santiago, se encuentra al extremo sur oriental de la república del Ecuador en las coordenadas

UBICACIÓN GEOGRAFICA		
Puntos	Norte	
	x	Y
N1	753550	9643300
N2	753850	9643300
Puntos	Sur	
	x	Y
S1	753550	9642950
S2	753850	9642950
Puntos	Este	

	x	Y
E1	753550	9643150
	Oeste	
	x	Y
OE1	753850	9643100

### **Ubicación administrativa**

El Barrio Central pertenece a la Parroquia Chiguinda, Cantón Gualaquiza, jurisdicción de la provincia de Morona Santiago, además es cabecera cantonal con la provincia de Azuay, se encuentra limitando al norte con Cuenca (SigSig) al Sur Aguacate al Este Bermejós y al Oeste Cordillera Real. Abarca con una superficie de 7,6 ha.

### **Accesibilidad**

Para acceder a la parroquia Chiguinda se puede realizar por vía terrestre desde Loja a Cuenca:

- **Loja – Chiguinda** cuyo tramo es el siguiente:

Loja - Zamora - Yanzatza – Los Encuentros – El Pangui - Chuchumbleta - Gualaquiza – El Ideal - El Triunfo –La Pradera – El Aguacate - El Boliche-Chiguinda.

Cabe recalcar que es una vía de primer orden desde Loja a Gualaquiza con 150 km, de distancia con un tiempo aproximado de 3 horas y desde Gualaquiza a Chiguinda son carreteras de segundo orden este trayecto posee unos 250 Km de distancia aprox, con un tiempo aproximado de 4 horas

- **Chiguinda – Cuenca**, el tramo es el siguiente:

- Chiguinda – Granadillas – La Capilla – SigSig - Chordeleg - Gualaceo – El Descanso- Cuenca son vías de segundo orden, con 200 Km de distancia, tiempo aproximado 3 horas

Por vía aérea se puede efectuar desde Quito o Guayaquil, hasta la ciudad de Catamayo, este trayecto termina en el aeropuerto de Gualaquiza de ahí se

realiza el tramo a Chiguinda en una carretera de segundo orden anteriormente señalado.

Desde Quito o Guayaquil, Cuenca hasta Gualaquiza, al igual que en el caso anterior desde Gualaquiza se toma una vía de segundo orden para llegar a Chiguinda

## **4.2. Topografía**

La topografía se realizó a una escala 1:1.500. Con la base topográfica se determinó que la variación altitudinal del sector de estudio es de 1600 m ya que las cotas existentes van desde los 1595 a los 1684 m.s.n.m. El punto más bajo de la zona de estudio se encuentra en la parte baja del río Chiguinda. La parte que posee mayor altitud de la zona de estudio es la cordillera Real de los Andes.

Las curvas de nivel principales se encuentran separadas con una diferencia de altitud de 5 m entre ellas.

## **4.3. Morfología Regional**

La parroquia de Chiguinda se encuentra aproximadamente a 1800 metros de altura sobre el nivel del mar, y edificada en los depósitos coluviales producto de la erosión de colinas y montañas ubicadas al norte y noreste de la población.



**Fotografía 4.1.** Paisaje de pendiente regional

La zona de estudio se encuentra situada en las estribaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, a 3 grados, 18 minutos, de latitud Sur, y a 78 grados, 41 minutos, de longitud oeste, con respecto a las coordenadas mundiales, la

pendiente general promedio es de 55°. Presenta un gran paisaje de Montañas y de Colina-Montaña, los cuales están conformados por importantes ramales, en su mayoría de Vertientes Montañosas moderadamente Empinadas a Escarpadas, y de Colinas moderadamente Empinadas pertenecientes a la Cordillera Central o Real, se caracterizan por una litología muy heterogénea con elevaciones que van de los 300 – 3600 m. de altura.

Los relieves que se presentan a lo largo de las formaciones geológicas dan lugar a un desorden orográfico, producido por el laberinto de montañas, cordilleras y ramales; en la Unidad Chiguinda se observan relieves característicos muy irregulares con fuertes pendientes

#### **4.4. Geología Regional**

El sector de estudio se ubica en las estribaciones de la Cordillera Real, al Sur oriente del Ecuador, donde aflora un cinturón de rocas metamórficas de edad comprendida entre el Paleozoico y Jurásico, cubiertas por rocas sedimentarias al Este e intruídas por granitos en la parte Oeste.

Las rocas metamórficas corresponden al basamento, se encuentran divididas litotectónicamente de Este a Oeste: Zamora, Salado, Loja, Alao y Guamote (Litherland et al., 1994), sus rasgos tectónicos y ambiente de formación han sido agrupados en terrenos, separados uno del otro por suturas o fallas regionales con rumbos NNE.

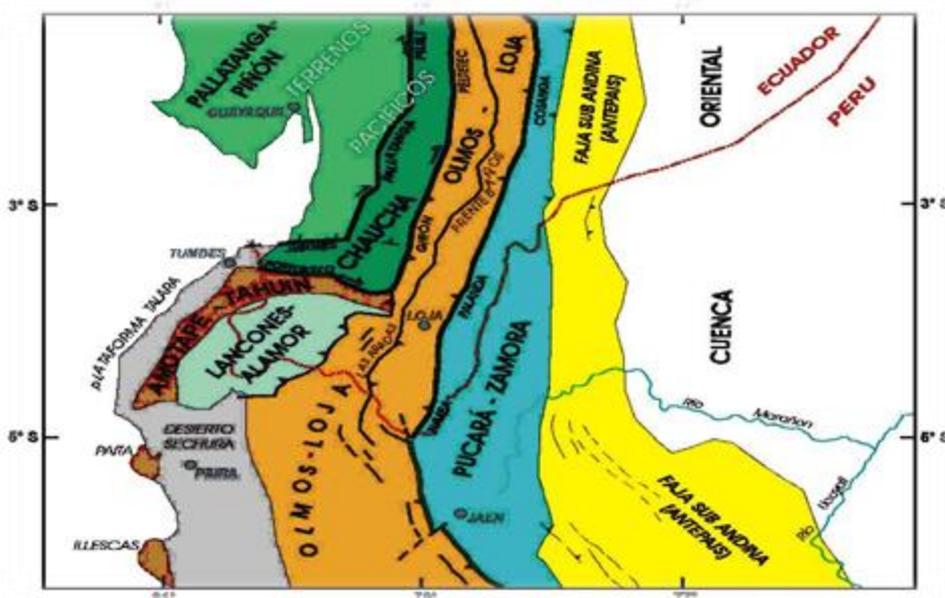


Gráfico 4.2. Esquema Geológico Binacional. Norte del Perú y Sur de Ecuador ( Pilatasig y otros 2005).

Esta división está representada por rocas sedimentarias semipelíticas metamorizadas, de edad Paleozoico (Unidades Chiguinda y Agoyán) intruidas por el denominado granito Tres Lagunas del Triásico. También se incluyen en ella las anfibolitas y migmatitas Sabanilla.

Las características de las formaciones geológicas analizadas durante el estudio, son las siguientes:

- **Unidad Chiguinda (Paleozóico)**

Se localiza al Sur de la Cordillera Real y constituye parte de la Serie no diferenciada Zamora de Kennerley (1973), Forma un cinturón de hasta 30 km de cuarcitas impuras de grano medio a fino, filitas negras, pizarras y esquistos grafiticos. Hacia el Oeste se encuentra flanqueada por metagranitos de Tres Lagunas y hacia el Este, se halla en contacto tectónico con el Gneis Sabanilla. Su espesor es desconocido pero se estima que podría medir algunos kilómetros (Aspden y Litherland, 1992). Pueden apreciarse pliegues (isoclinales) suavemente inclinados y horizontales así como crenulación.

Minerales metamórficos observados incluyen stilpnomelano, cloritoide y granate. Se asume se deriva de una cuenca intracratónica y se la considera

similar a rocas Carboníferas y Devónicas de la Depresión Perú – Bolivia (Litherland et al., 1994)

- **Grupo Margajitas (Eoceno)**

Localidad tipo.- afloramientos en el Río Margajitas entre 3 y 6 Km Oeste del río Topo, afluente del Río Pastaza en su corte de la Cordillera Real (confluente Topo-Pastaza Lat. 1°25'S, long. 78°15'W). Formando una franja descendiente paralela a los grupos Metamórficos (Llanaganates y Zamora) hasta el límite provincial con Zamora Chinchipe. Con la Formación Chalcana cubren un área de 127915 Ha, que corresponden al 5.4% de la superficie total de la provincia.

Esquistos arcillosos, semi-metamórficos, han sido señalados en esta localidad por WURM; SEMANATE

TSCHOPP elevó esta unidad al rango de formación con la definición siguiente: “sucesión de más de 1 000 m de pizarras negras ligeramente filíticas y de areniscas cuarcíticas, comúnmente piritosas de grano fino a mediano. Unos pocos bivalvos indeterminables representan los únicos fósiles”. KENNERLEY la describió como lutitas negras, localmente poco metamorfizadas a filitas, pero sin clivaje o esquistosidad.

El metamorfismo incipiente sería el resultado de la orogenia laramídica. La analogía se ve más al Sur en la zona Limón-Cuenca. Allí en la zona de Limón, hay rocas maestrichtianas de tipo plataforma, pasado al Oeste a rocas metamórficas. Más al Oeste, en la zona de Cuenca BRISTOW ha demostrado que los esquistos de la Serie Paute pasan al Oeste a las argilitas de la Formación Yunguilla (Maestrichtiano).

- **Formación Tarqui (Pleistoceno)**

Forma una sola unidad que se encuentra en el vértice Sur-Occidental de la provincia, de Morona Santiago, cubriendo una pequeña superficie de 9440 Ha, que constituyen el 0.4% del área provincial.

Nombre tomado del pueblo de Tarqui, 13 Km. SSW de Cuenca. Tiene un afloramiento extenso en la parte Sur del país, principalmente al Sur del paralelo 2° S hasta 3° 40' S con un ancho máximo de 100 Km. La UNDP. ha incluido

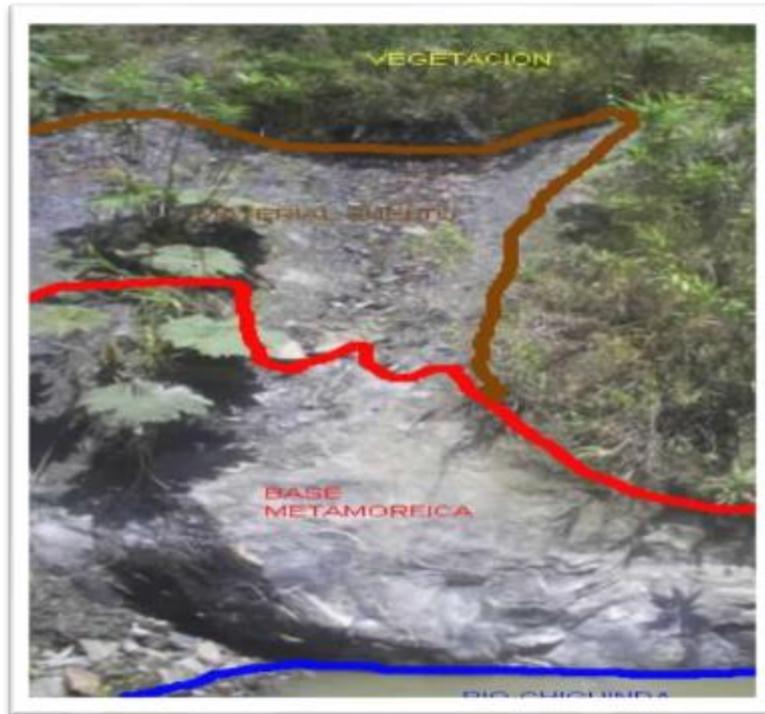
parte de la Fm. Saraguro a lo largo del Río León dentro de la Fm. Tarqui. El afloramiento en el Norte de la Provincia de Loja, antes ha sido llamado Grupo Carboncillo. En la zona del Oro se llamó Serie Cazadero o Tobas Chuba.

Piroclásticos dominan en la secuencia; lavas forman un porcentaje muy bajo. Consiste de tobas y aglomerados riolítico o andesíticos. En muchos lugares se ha convertido en caolín. Al N de Shoray aflora una dacita porfirítica blanca o gris. Cristales biotíticos de más de 3 mm de diámetro, cuarzo de más de 2 mm y feldespatos se hallan en una matriz de grano fino.

En la zona de San Fernando una fuerte silicificación ha afectado a los volcánicos. Sedimentos interestratificado que gradúan de arenas y conglomerados se conocen al Sur de Oña y a lo largo del Río Casaturo.

#### **4.5. Geología Local**

La geología local está relacionada con la geología regional, dentro de la cual se encuentra la unidad Chiguinda, misma que está al Sur de la Cordillera Real y constituye parte de la Serie no diferenciada Zamora. El afloramiento en el sector Chiguinda cuenta con características de un basamento de rocas metamórficas perteneciente al grupo Zamora, que constituyen las rocas más antiguas existentes en el Barrio Central, así mismo posee una secuencia semipelítica, monótona y generalmente impura con cuarcitas de grano medio a grano grueso, además se identificó la presencia de filitas, sericiticas, pizarras, y pizarras grafiticas, ocasionalmente, metagrauvas, en la parte superficial existe, predominio de arcillas con alto contenido de humedad, alteradas por agentes de meteorización son de color gris y otras de coloración rojiza.



Fotografía 4.2. Identificación de materiales geológicos

Los afloramientos también poseen, arenas arcillosas con fragmentos de roca metamórfica de forma angulosa, y de tamaño variable de 2, 5,10 centímetros hasta de 50 centímetros de diámetro predominando la roca infrayacente: sometidos posteriormente a transporte originados por fuerza de la gravedad sumado a la sobresaturación de agua de precipitación pluviométrica.

En cuanto al rumbo de exfoliación, es preferentemente de N-S, observándose pliegues isoclinales, además es característico dentro de esta secuencia la presencia de vetas de cuarzo, con direcciones paralelas a la dirección de la exfoliación, los afloramientos sometidos al análisis y a través de un formato de campo se obtuvo la información necesaria para la descripción de la geología del sector.

Los afloramientos se ubican principalmente en las bases de los causes del Rio Chiguinda, otros afloramientos se encontraron en la parte superior al Barrio Central.

Caracterización de los afloramientos:

## AFLORAMIENTO 1



### Coordenadas

x = 753690

y = 9643090

z = 1694

### Parametros del afloramiento

Ancho = 15m

Alto = 5m

Angulo de inclinación= 90°

### Litología

Esquisto con rellenos de arcilla, y detritos.

### Orientación

Rumbo = N 61°O

Dirección de Buzamiento = N 80 O

### Foliación

Pronunciada

### Descripción

Se nota la presencia de esquistos de coloración azul oscuro meteorizados con rellenos de arcilla meteorizada de color rojo, además se presentan una cantidad considerable de detritos de filitas.

Fuente: Compilación de datos de afloramiento 1 (adaptado G. Guamán)

## AFLORAMIENTO 2



### Coordenadas

x = 9643184

y = 753532

z = 1679m

### Parámetros de afloramiento

Ancho = 7m

Alto = 5m

Angulo de inclinación = 87 °

### Litología

Filita con rellenos de arcilla

### Orientación

Rumbo = S 58°O

Dirección de Buzamiento = S75O

### Foliación

Pronunciada

### Descripción

Presencia filitas levemente meteorizadas con relleno de arcillas de coloración rojiza.

Fuente: Compilación de datos de afloramiento 2 (adaptado G. Guamán)

## AFLORAMIENTO 3



<b>Coordenadas</b>	<p>x = 753618</p> <p>y = 9643056</p> <p>z = 1690</p>
<b>Parámetros del afloramiento</b>	<p>Ancho = 8m</p> <p>Alto = 6m</p> <p>Angulo de inclinación = 87°</p>
<b>Litología</b>	Acillas y detrito con rellenos de arcillas
<b>Orientación</b>	<p>Rumbo = N 49° E</p> <p>Buzamiento = N 60° E</p>
<b>Foliación</b>	Pronunciada
<b>Descripción</b>	Presencia de arcillas en mayor proporción de coloración rojiza; detritos meteorizados de coloración café oscuro con rellenos de arcilla.

Fuente: Compilación de datos de afloramiento 3 (adaptado G. Guamán)



Coordenadas

x = 753735

y = 9643240

z = 1710

Parámetros del afloramiento

Ancho = 5m

Alto = 4.5m

Angulo de inclinación = 90°

Litología

Filitas y Esquistos con rellenos de cuarcita.

Orientación

Rumbo = N 50° O

Buzamiento = N 70 O

Foliación

Pronunciada

Descripción

Se nota la presencia de Esquistos meteorizados de coloración azul oscuro con rellenos de cuarcita y Filitas levemente meteorizadas.

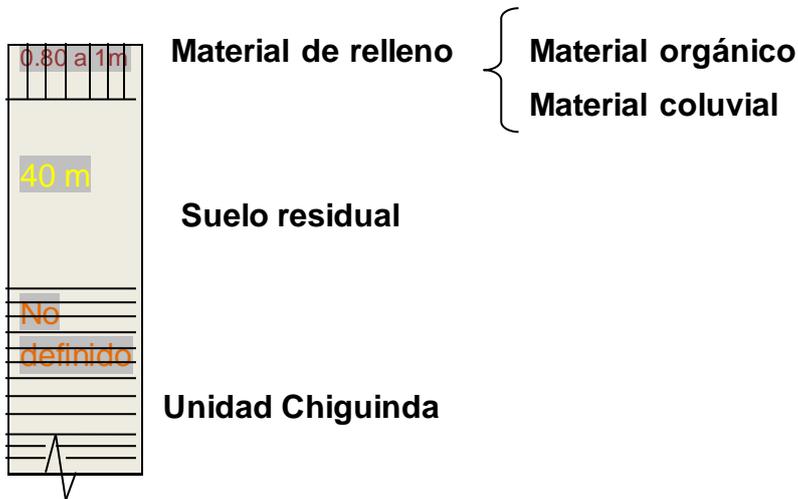
Fuente: Compilación de datos de afloramiento 4 (adaptado G. Guamán)

#### 4.5.1. Estratigrafía

En el área de estudio, se identificó tres estratos, definidos mismos que son:

**Material de relleno:** el material de relleno posee una potencia preferente de 0,80 cm a 1 metro, fundamentalmente está compuesto por material orgánico con un predominio de arcillas, un alto contenido de humedad, mismas que pueden ser de un color rojizo a gris en dependencia de la alteración por

agentes de meteorización, con la combinación del material coluvial este material de relleno favorecen a la inestabilidad del terreno.



**Suelo residual:** este suelo se origina por procesos de alteración y disgregación de las rocas, posee una potencia de 40 metros, se identificó a esquistos o arcillas endurecidas, y dispuestas en láminas, también producto de las presiones de la parte más profunda de los sedimentos, también se observó filitas, mismas que son de un color gris a plateado, y a simple vista se puede distinguir en sus laminas un ondulamiento.



**Fotografía 4.3.** Estratos del suelo.

**Unidad Chiguinda:** En la parroquia Chiguinda afloran rocas de edad paleozoica, está conformada por cuarcitas impuras de grano medio a fino, filitas negras, pizarras y esquistos, la longitud en esta unidad es indefinida.

#### **4.5.2. Depósitos Superficiales Transportados.**

Todos los productos erosionados, son transportados por el río Chiguinda, mismos que son depositados en los tramos de los ríos, en donde estos pierden su fuerza de arrastre debido a los altos niveles de caudal en tiempo de invierno. El producto de este arrastre trae consigo material coluvial, que consiste en, arcillas arenosas, rojizas caolinizadas, meteorizadas, con presencia de clastos de origen metamórfico, como esquistos, filitas, y pizarras.



**Fotografía 4.4.** Depósitos superficiales del río Chiguinda.

#### **4.6. Geología estructural**

La Unidad Chiguinda se encuentra en contacto tectónico con la Unidad Gneis de Sabanilla hacia el Oeste del sector de estudio. Las rocas de esta unidad han desarrollado una fuerte foliación y un intenso clivaje de fractura. De forma

general, esta secuencia se encuentra fuertemente deformada presentando en algunos sitios pliegues volcados e inclinados (PMA: GCA, 2005a).

Para la secuencia metamórfica donde se ubican las unidades Chiguinda la foliación con rumbo NE y N-S buzando con ángulos de hasta 85° (verticales) hacia el NO y E-O, están representadas por dos estructuras importantes que separan las unidades Chiguinda, Sabanilla y el Terreno Zamora.

Las fracturas observadas en las Unidades Chiguinda y Gneis de Sabanilla tienen rumbos variados (NO, N-S, NE buzando al NE, O, SE, respectivamente) con ángulos de buzamiento superiores a los 70°.

#### **4.7. Uso actual del suelo**

Los estudios sobre el uso del suelo analizan y clasifican los diferentes tipos de cobertura y sobre todo los usos del terreno asociados a las actividades que el hombre, realiza en una zona determinada.

A pesar de que la zona de estudio es de poca extensión territorial se le da diferentes usos, los cuales están influenciados por diferentes procesos erosivos de carácter natural y antropico entre los cuales la mayor parte lo ocupa el desarrollo Urbanístico.

Los resultados del uso actual del suelo denotan cuatro zonas de influencia En con su respectivo porcentaje mismo que se pueden observar en la siguiente tabla:

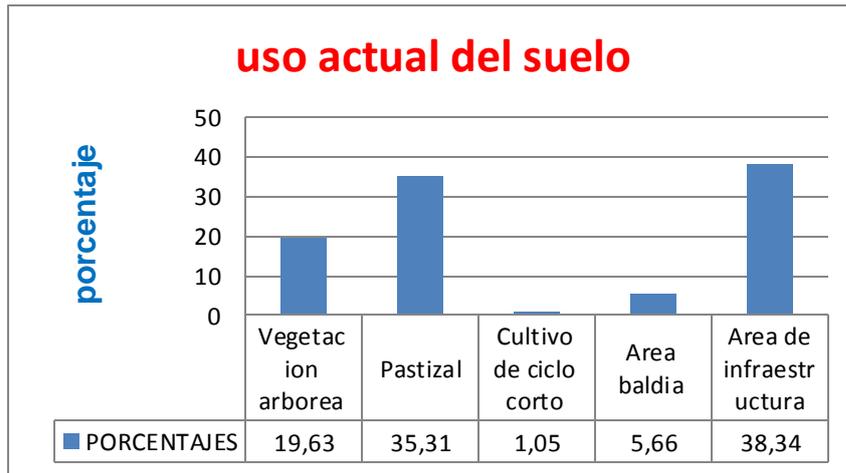


Grafico. 4.3. Descripción de porcentajes del uso actual del suelo

Se determinó que el área que posee un mayor predominio es el área de infraestructura (Ai), ya que del área total cuenta con un 38.34 %, el uso que se da a esta zona, está destinada construcciones para vivienda, donde el 60 % es de concreto, el 50 % de madera, el 8 % concreto y madera (mixto) y el 2 % de abobe, esta es la zona que proporciona cargas estáticas en la corona del deslizamiento. Además está presente la posibilidad de que este valor sea variable debido a la futura expansión de la población.



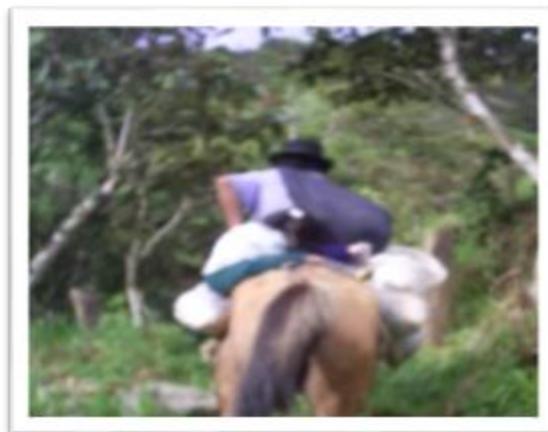
Fotografía 4.5. Área de infraestructura.

En el orden jerárquico le sigue el área de pastizales (pz) con un 35.31 %, a esta área se la utiliza en proporciones mínimas para la ganadería, cabe recalcar que los pastizales se encuentran en su mayoría dentro del barrio central, y más hacia el sur se encuentra el deslizamiento cubierto de pastizales en su mayoría.



**Fotografía 4.5.** Área de pastizales

La vegetación arbórea trata de un área de regeneración inmediata, es decir crece en forma natural, además se encuentra dentro del área de pasto natural, y en menor porcentaje se encuentra en la parte del deslizamiento, posee un 19,63 % de extensión total



**Fotografía 4.6.** Vegetación arbórea

La zona o área destinada para cultivos de ciclo corto específicamente la horticultura, destacándose cultivos de como cebolla en hoja, lechuga, rábanos, perejil, papa, coles, papa china, además se identifico la presencia de plátanos, caña de azúcar, limón real, entre otros, estos últimos mencionados no se encuentran definidos como cultivos, sino mas bien se encuentran en forma aislada y muy dispersa, el área de cultivos corresponde al 1,05 %, estos cultivos son utilizados para consumo dentro del hogar .



**Fotografía 4.7.** Cultivos de ciclo corto.

Finalmente el área erosionada o baldía, está ubicada en la parte baja del Barrio Central, con un porcentaje de 5.66, esta zona se sitúa a los márgenes del río Chiguinda, producto de la erosión del río, dentro de esta zona se encuentran los depósitos transportados.



**Fotografía 4.8.** Área baldía.

## **4.8. Clima e hidrología**

### **4.8.1 Clima**

El clima del área de estudio es ecuatorial. Semihumedo a húmedo frecuentemente en esta zona, determinándose como intermedia entre climas de las zonas interandinas y del Oriente Ecuatoriano, el clima presente en la zona de estudio, es un factor muy importante para la sobresaturación de agua en el suelo, puesto que si el clima fuese más cálido o tropical favorecería a la evaporación del agua presente el suelo.

Temperatura media anual	15° C-23° C
Precipitación media anual	400-1700mm
Humedad Relativa (media anual %)	55-75 %

Tabla 4.1.

estación meteorológica Gualaquiza, Limón Indanza

Datos de la

#### 4.8.2. Hidrología

El principal sistema hidrográfico está constituido por el río Chiguinda, mismo que es de recorrido largo con abundante caudal, especialmente en época de invierno, según el inventario de los recursos hidroeléctricos de la cuenca del río Chiguinda, posee un caudal de 172.3 m<sup>3</sup> /s, y una velocidad de 180 segundos, tornándose torrentosos por lo fuertes desniveles que tienen que salvar los recorridos hacia el Oriente



Fotografía 4.9. Río Chiguinda.

El drenaje tiene un patrón sub-paralelo, espaciado en aproximadamente 30 m de densidad con una dirección N-S. Además del continuo socavamiento por parte del río Chiguinda, en temporadas de invierno (Julio – Agosto), el río Chiguinda puede llegar a su caudal máximo, agravando así los problemas de desestabilización del movimiento en masa.



Fotografía 4.10. Socavamiento del río Chiguinda

#### 4.9. Evaluación de las Metodologías Utilizadas.

##### 4.9.1. Inventario del Movimiento en Masa.

Para identificar, al movimiento en masa nos servimos de la ficha de campo del Programa Multinacional Andino (Véase Anexos. Ficha de campo 3.1) y ficha de campo de descripción de afloramientos (Véase Anexos. Ficha de campo 3.2), en base a las fichas descritas en el campo se obtuvo los siguientes resultados:

El deslizamiento se encuentra en la parte sur del Barrio Central parroquia Chiguinda, cantón Gualaquiza jurisdicción de Provincia de Morona Santiago en las coordenadas UTM: X=753700 Y= 9564350 Z=1680 mismo que posee las siguientes características:

Se trata de un deslizamiento rotacional, la actividad del movimiento se encuentra en un estado activo, mismo que tiene un estilo único, su distribución es progresiva, según la clasificación del tipo de deslizamiento. Además litológicamente está compuesto por suelo orgánico, Arcillas, esquistos grafiticos, y en la parte más baja la unidad Chiguinda.



Fotografía 4.11. Ubicación del deslizamiento

La diferencia existente entre la corona a la punta es de 409 m el ancho o longitud horizontal de corona a punta es de 244 metros, además posee una masa desplazada de longitud de 215 m, el ancho de la masa desplazada es de 15 m, el espesor de la masa desplazada es de 2 a 3 m, y la profundidad de la superficie de rotura es de 3 m, posee una longitud total de 304 m. El volumen inicial es de 3174 m<sup>3</sup> mientras que el volumen desplazado es de 2125 m<sup>3</sup> el área total afectada es de 3000 m<sup>2</sup>. La deformación del terreno, posee un modo ondulado a escalonado con una, pronunciada severidad, en cuanto al deslizamiento la cobertura del suelo se caracteriza por poseer pastizales con un porcentaje de 70 % , la vegetación arbórea posee un 25 % y un 5% de terreno baldío,

Las causas de los movimientos en masa se clasifican en dos: factores condicionantes y los factores desencadenantes

Los factores condicionantes encontrados son: material de baja a media plasticidad, material sensible, material meteorizado, meteorización por contracción y expansión y lluvias. Los factores desencadenantes son: irrigación, manteamiento deficiente de sistema de drenaje, escape de aguas de tuberías

### **2.9.2. Resultados de las Muestras.**

Se obtuvo los resultados de cuatro muestras de suelo y rocas, mismas que fueron obtenidas en el trabajo de campo mediante la elaboración de calicatas, los resultados sirvieron para el desarrollo de los dos primeros objetivos establecidos, estos análisis de laboratorio también se los relacionó como base para el desarrollo de los demás objetivos. Las muestras se enviaron para su análisis a un laboratorio de la ciudad Loja Proyec Cónsul (Véase anexos, Informe de Análisis) los ensayos en roca y suelos son los siguientes:

- Compresión Incofinada
- Contenido de Humedad
- Análisis Granulométrico
- Limite líquido
- Limite plástico
- Clasificación de Suelos (método S.U.C.S. Y AASHTO)
- Determinación de Abrasión
- Porcentaje de Esponjamiento
- Compactación Próctor

## **Resultado de las muestra de roca**

Para los respectivos análisis de laboratorio se relacionaron los resultados de las tres muestras obteniendo de esta manera los siguientes resultados:

**Ensayo de compresión incofinada:** en este ensayo determinó la resistencia que puede soportar la roca para que se produzca el Fracturamiento así como también la carga de material suelto del movimiento que puede resistir, teniendo de esta muestra de roca sometida a los diferentes esfuerzos por las deformaciones unitarias que la resistencia a la compresión incofinada es de  $675,66 \text{ kg/cm}^2$ , con una deformación unitaria de  $17,12$  ; ángulo de fricción interna de  $0^{\circ}00'00''$ ; y una densidad seca de  $2,576 \text{ g/cm}^3$ .

Además de ello sufre cohesión cuando se aplica esfuerzos de  $99.78 \text{ kg/cm}^2$ .

**Ensayo de contenido de humedad:** este ensayo permitió determinar en qué forma se encuentra la roca y como puede afectar para que este deslizamiento se active teniendo en cuenta el tipo de material y pendientes, obteniendo así como resultado el  $1,55 \%$  de contenido de humedad.

**Porosidad:** con este ensayo se determina la capacidad que tiene la roca para captar agua, para lo cual se ha determinado que en el lugar de estudio se tiene como resultado  $0,01572\%$  de porosidad, siendo así un factor importante para la consistencia de la base en la que se encuentra un movimiento, (Véase anexos, Análisis de Laboratorio).

**Peso específico:** este ensayo ayuda a determinar el peso propiamente dicho de la roca en condiciones de pureza y como puede afectar al movimiento, teniendo así como resultado  $2,64 \text{ g/cm}^3$ .

## **Resultado de las muestra de suelo**

**Ensayo de compactación Próctor:** en este ensayo se tiene diferentes datos los cuales son de suma importancia en el desarrollo del presente ensayo teniendo así una bien recopilada información para la obtención de la curva que nos mostrará los resultados obtenidos.

Teniendo así una densidad seca mínima de  $1,731 \text{ kg/m}^3$  y con un contenido de humedad del 13,00%; así también se presenta como la mayor densidad seca máxima de  $1,938 \text{ kg/m}^3$  y que a su vez posee un contenido de agua óptimo de 8% que sería el límite de esta curva, (Véase anexos, Análisis de Laboratorio)

**Porcentaje de esponjamiento** o reducción de volumen por compactación: para esto se obtuvo datos de los distintos materiales para este fin teniendo como resultado el porcentaje de esponjamiento del 43%. (Véase anexos, Análisis de Laboratorio)

**Ensayo de Límite líquido y límite plástico:** para estos ensayo se utilizó diferentes medidas (Véase anexos, Análisis de Laboratorio), obteniendo resultados del límite líquido del 34,4%, del límite plástico del 25,66 % y del índice de plasticidad del 8,66 %.

**Análisis granulométrico:** nos permitió determinar cuan finos son los suelos y las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelos dada, en basa a esto se tiene que el 60% de los granos de la muestras son menores en diámetro que 6.14 mm

**Clasificación método de S.U.C.S. y AASHTO:** obtenidos los resultados de este ensayo se debe mencionar que el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) determinó que el tipo de suelo presente en la zona de estudio está compuesto de arena limosa con grava SM; mientras que el sistema de clasificación de suelos (AASHTO) la clasifica dentro del A6 la cual significa que está compuesta de suelo arcilloso, (Véase anexos, Análisis de Laboratorio).

**Contenido de humedad:** que poseen los suelos corresponde a un 17,61% como contenido de humedad.

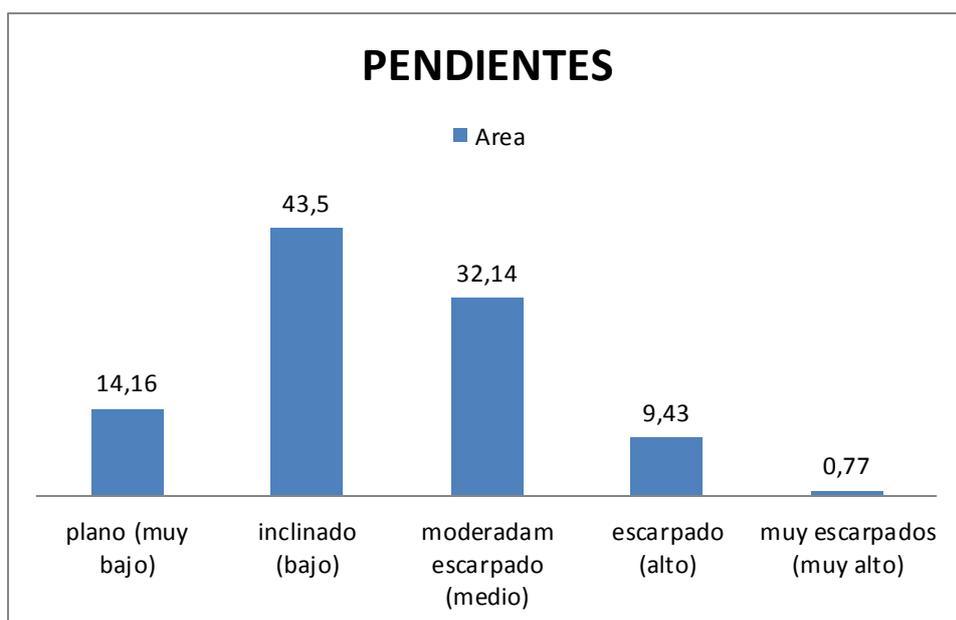
**Abrasión:** el requisito de desgaste a la abrasión máxima es de 40 %, la abrasión de una roca determina la estabilidad de las mismas mediante el porcentaje, mientras menor sea el porcentaje proporcionara mayor seguridad, y viceversa.

#### 4.9.3. Mapa de Pendientes.

La parroquia Chiguinda se caracteriza por presentar pendientes entre los rangos de 25 a 75 grados, se determinó que el relieve de pendiente alta generalmente está relacionado a la conformación de rocas metamórficas, y las pendientes más bajas en zonas arcillosas, predominando los Terrenos inclinados a moderadamente escarpados.

El mapa de pendientes (Véase Anexos. Mapa 2: Mapa de Pendientes del Barrio Central) presenta los siguientes resultados, es decir pendientes bajas a medias:

- El 14.16 %, son terrenos planos en un rango de 0 a 15%
- El 43.5 %. representa terrenos inclinados con un rango de 15 a 30%
- El 32.14 % posee terrenos moderadamente escarpados con un rango de 30 a 50%
- El 9.43 %, son terrenos escarpados con un rango de 50 a 75%
- El 0.77 %, posee terreno muy escarpados en un rango mayor a 75%



#### 4.9.4. Mapa de isoyetas

Es una variable tomada en cuenta para la elaboración del mapa de amenazas, susceptibilidad y vulnerabilidad, el mapa de isoyetas se encuentra en los rangos de 1650mm anual, este dato fue facilitado por el Ilustre Municipio de Gualaquiza

#### 4.9.5. Mapa de Isotermas

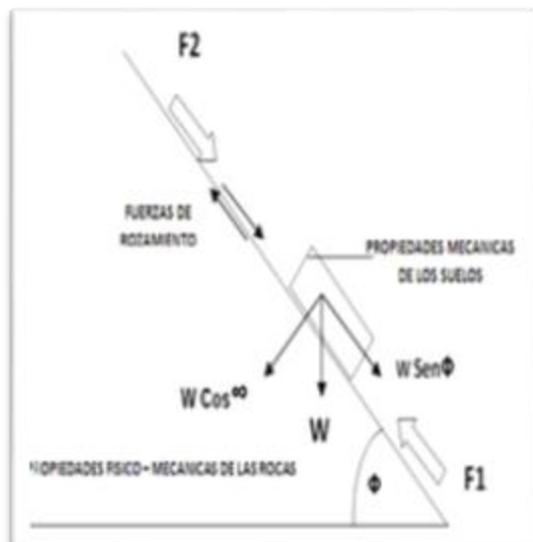
Las isotermas medias anuales en esta área de estudio se encuentran en un rango de 18.4 a 19 °c, además las temperaturas medias anuales se sitúan entre 15°C y 25°C y la humedad varía entre 55 y 75%.

### 4.10 Análisis Geotécnico

#### 4.10.1. Análisis de estabilidad

La metodología a utilizar para el análisis y cálculo de riesgo y la obtención de un factor de seguridad es mediante el método de ábacos de HOEK Y BRAY que pone a consideración en función del nivel freático de los taludes, para este caso se tomo el que se adapta a las condiciones de la zona de estudio. <sup>8</sup>

- FS = factor de seguridad
  - ✓ FE = fuerzas estabilizadoras
  - ✓ FD = fuerzas desestabilizadoras



Dimensiones: altura del deslizamiento (H)

Inclinación del talud ( $\psi$ )

Resistencia o cohesión del material (C')

Angulo de reposo natural ( $\phi - \alpha$ )

Peso específico del material ( $\gamma_e$ )

<sup>8</sup> Luis Gonzales de Vallejo (2004); Ingeniería geológica.

**Grafico 4.5.** Análisis de estabilidad

FS = factor de seguridad

- ✓ F1 = fuerzas estabilizadoras
- ✓ F2 = fuerzas desestabilizadoras

Para el cálculo se tomó en cuenta parámetros obtenidos por Morfometría y determinación de ensayos de laboratorio de propiedades de rocas y suelos y estos son:

- ✓ Altura de talud (H) = 44m
- ✓ Inclinación del talud ( $\Psi$ ) = 55°
- ✓ Resistencia del suelo (C') = 344.46Kgf/cm<sup>2</sup>
- ✓ Reposo natural ( $\Phi$ ) = 25°
- ✓ Peso específico del material ( $\gamma_e$ ) = 2.7kg/cm<sup>3</sup>

- **paso 1:** Determinación de fórmulas

$$a. R1 = \frac{C'}{\gamma * H * \text{Tag } \Phi}$$

$$b. y = \frac{\text{Tag } \Phi}{F_s}$$

$$c. x = \frac{C'}{\gamma * H * F_s}$$

- **paso 2:** Determinar R1

$$d. R1 = \frac{C'}{\gamma * H * \text{Tag } \Phi}$$

$$e. R1 = \frac{344.46 \text{Kg/cm}^2}{2.7 \text{Kg/cm}^3 * 44.00 \text{cm} * \text{Tag} 42^\circ}$$

$$R1 = 0.032$$

- **paso 3:** valor que determina el ábaco de hoek y bray x/y

$$x = 0.035$$

$$y = 0.955$$

- **paso 4:** Cálculo de  $F_s$

$$x = \frac{C'}{\gamma * H * F_s} = F_s$$

$$y = \frac{\text{Tag } \Phi}{F_s} = F_s = \frac{\text{Tag } \Phi}{y}$$

$$F_s = \frac{\text{Tag } 42^\circ}{0.955}$$

$$F_s = 0.943$$

El factor de seguridad es de 0.943, nos indica que las fuerzas desestabilizadoras superan a las estabilizadoras, teniendo así como resultado que el deslizamiento es inestable.

#### **4.10.2. Clasificación del macizo rocoso**

La clasificación del RMR se constituye como la relación entre índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo. La incidencia de estos parámetros en el comportamiento geomecánico de un macizo es expresada por medio del índice de calidad RMR, rock mass rating, y varía de 0 – 100.

##### **Parámetros analizados:**

- Resistencia uniaxial de matriz rocosa.
- Grado de fracturación en términos del RQD.
- Espaciado de las discontinuidades.
- Condiciones de las discontinuidades
- Condiciones hidrogeológicas
- Orientación de las discontinuidades

**Caracterización del macizo:** permitió resolver problemas en el diseño de taludes, y relacionándole con el análisis de estabilidad de ladera se podrá

obtener una optimización del método constructivo, dar vía al mejoramiento del macizo (anclajes, inyecciones, drenaje) y permite la programación de observaciones durante el funcionamiento de obras.

**Evaluación de los valores parciales:**

PARAMETROS DE CLASIFICACIÓN	PUNTUACIÓN
a. Resistencia uniaxial de matriz rocosa. 684.63 Kg f/cm <sup>2</sup> = 68.463 MPa	7
b. RQD RQD = 115 – 3.3Jv RQD = 115 – 3.3(15griet/cm <sup>3</sup> ) RQD = 66 %	13
c. Separación de las discontinuidades = 1m	20
d. Estado de las discontinuidades: Longitud = 2m Abertura= 5mm Rugosidad = ligeramente rugosa Relleno= blando Alteración = moderadamente alterada	13
e. Condiciones hidrogeológicas Caudal= 125 litros/min Presión agua/Tensión principal=0.5 Estado general= ligera presión de agua	4
f. Orientación de las discontinuidades: Dirección y buzamiento= desfavorables	-50
Total puntuación	7

**TABLA .4.3 Determinación de la evaluación de valores (Bieniawski en 1973 (Bieniawski en 1973)**

**Determinación de la evaluación**

CLASE	I	II	III	IV	V
CALIDAD	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
PUNTUACION	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<20

TABLA .4.4 Determinación de la evaluación (Bieniawski en 1973)

El macizo rocoso de la zona de estudio se lo considera como Muy Malo (Clase 5), será un macizo rocoso suave, muy fracturado, con infiltraciones importantes y muy meteorizadas presentando muchos problemas frente a su estabilidad y resistencia.

### Significado de las clasificación del macizo rocoso

CLASIFICACIÓN Nº	I	II	III	IV	V
Tiempo medio de sostén	10 años para un claro de 5m	6 meses para un claro de 4m	1 semana para un claro de 1.5m	5 horas para un claro de 1.5 m	10 minutos para un claro de 0.5m
Cohesión de la roca	>300 Kg.Pa	200 - 300Kg.Pa	150 - 200	100 - 150 Kg.Pa	<100Kg.Pa
Ángulo de fricción de la roca	>45°	40° - 45°	35° - 40°	30° - 35°	<30°

TABLA .4.5 clasificación del macizo rocoso (Bieniawski en 1973)

Se puede decir el macizo rocoso tendrá una capacidad importante baja, y que no permitirá la excavación de taludes con altas pendientes y precisará de medidas de estabilización y refuerzo.

SUSCEPTIBILIDAD		
Susceptibilidad	Área (Ha)	Área %
Muy Alta	3,88	51,67
Alta	2,81	37,40
Moderada	0,67	8,93
Baja	0,14	1,89
Muy Baja	0,01	0,11

## 4.11. Análisis de mapa de susceptibilidad

### 4.11.1. Análisis de Susceptibilidad a Movimientos en Masa.

Como base fundamental se analizan factores condicionantes como topografía, geología, pendientes, etc, y factores desencadenantes como precipitaciones, socavamiento en el pie del talud por el río, carga en la corona del talud, etc , luego de identificar los factores condicionantes y desencadenantes, se procedió a la suma y unión de cada uno de los mapas base con los mapas temáticos (topográficos, pendientes, geomorfológico, isoyetas, isothermas, hídrico, geológico, uso actual del suelo, etc) se obtuvo un mapa de susceptibilidad, el que nos arrojó los siguientes datos:

- **Áreas de Muy Baja Susceptibilidad:** Se encuentra, ubicada en el área de infraestructura, pero no existe ningún tipo de construcción, son áreas planas poco habitadas, abarcan un área total de 0.01 ha, que corresponde al 0.11 % del total del área de estudio

#### Clasificación de susceptibilidad en porcentaje y área

- **Áreas de Baja Susceptibilidad:** Son áreas planas poco habitadas, al igual que en el caso anterior se encuentra situada en el área de infraestructura y cubiertas por pastizales, se ha determinado, que del total del área objeto de estudio, el 1.89 % que corresponde a 0.14 ha.

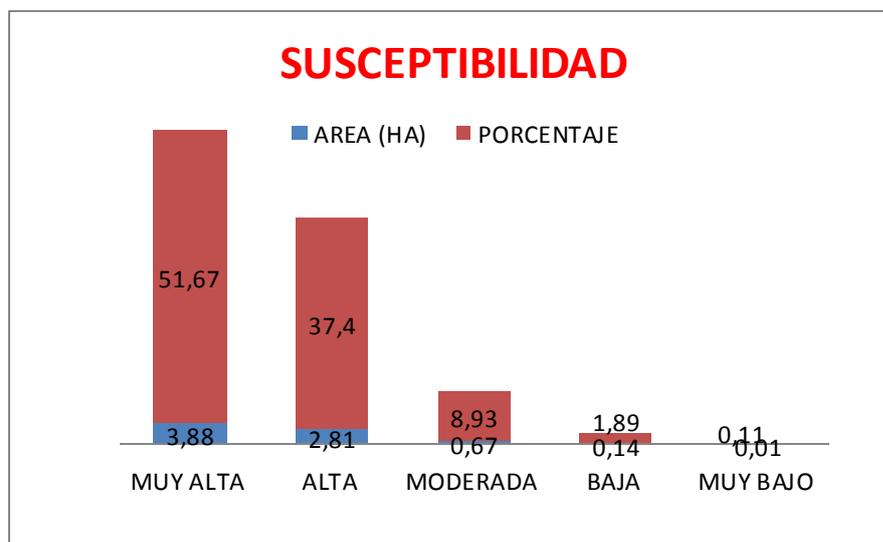


Grafico. 4.6. Descripción de porcentajes de la susceptibilidad

- **Áreas de Moderada o media Susceptibilidad:** Comprende el 8,93 % del total del área de estudio, que corresponde a 0,67 ha. Esta área se encuentra casi en su totalidad en el barrio central, en la parte superior del deslizamiento.
- **Áreas de Alta Susceptibilidad:** Se encuentra definida en dos partes la primera, en el área de infraestructura dentro de esta clasificación se encuentra la escuela y algunas casas aledañas. La otra parte se encuentra en la parte baja del poblado generalmente cubierto de pastizales y vegetación arbórea Ocupa el 37,40% del área total de estudio que corresponde a 2,81 ha.
- **Áreas de Muy Alta Susceptibilidad:** Esta clasificación se establece en la área de infraestructura, se puede identificar que la mayoría de la población posee una alta susceptibilidad, Comprende el 51,67 % que corresponde a 3,88 ha, son áreas específicas en los escarpes de los deslizamientos, la mayoría de la zona poblada, y en la base del río Chiguinda.

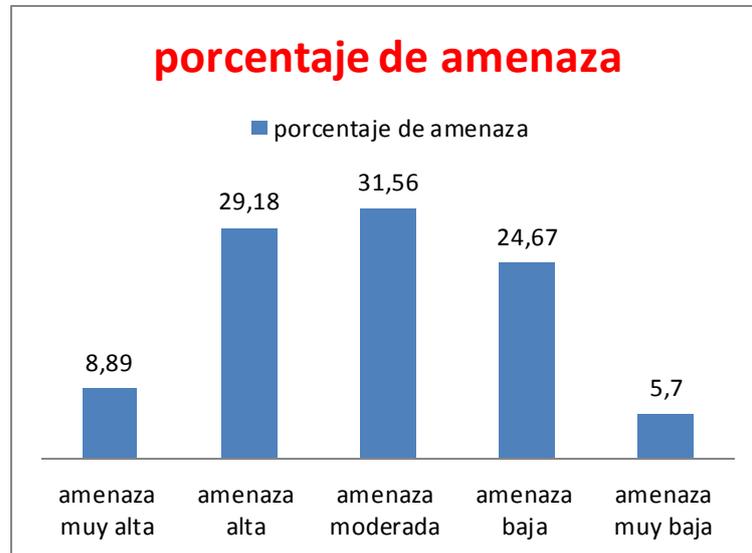
#### 4.12. Análisis de mapa de Amenazas

El mapa se obtuvo por medio de la asignación de pesos establecidos anteriormente (Tabla 3.5: Pesos de los factores en la Evaluación de Amenazas a Deslizamientos (Ambalagan 1992), utilizada para la valoración de amenazas del deslizamiento que existe en nuestra área de estudio. Los valores fueron asignados conforme las características del sector. Véase Anexos. Mapa 11: Mapa de Amenazas del Barrio Central).

La sumatoria o amenaza total en nuestra área de estudio, se describe en la siguiente tabla:

- **Áreas de amenaza muy baja:** Se constituyen como zonas planas poco habitadas y pequeñas áreas de pastizales, comprenden que corresponde al 5.7 % del total del área de estudio.

- **Áreas de amenaza baja:** Comprenden áreas casi planas en las que se encuentran asentadas algunas viviendas, y pequeñas zonas cubiertas por pastizales, abarcan el 24,67% del barrio “Central”



**Grafico. 4.7. Descripción de porcentajes de Amenaza**

- **Áreas de amenaza moderada:** Son terrenos levemente inclinados, con pendientes entre 15 – 30 %, en los que la apertura de las vías para el desarrollo de la Urbanización y la poca cobertura de redes de drenaje de aguas lluvias contribuye a su inestabilidad, dentro de esta zona se encuentra dentro del área de infraestructura, y la zona del deslizamiento, corresponden al 31.56 % del área total de estudio.
- **Áreas de amenaza alta:** Se constituyen como terrenos escarpados, con pendientes entre 50 a 75 %, a lo que se suma las precipitaciones que en periodos de lluvia incrementan la inestabilidad, comprenden al 29,18 % del área de estudio, fundamentalmente se definen la zona baja de la población de Chiguinda y una parte de infraestructura de la parroquia .
- **Áreas de amenaza muy alta:** Se constituyen como zonas de máxima observación, mismas que se encuentran en terrenos muy escarpados y erosionados, al igual que en los casos anteriores se observa la relación de la alta vulnerabilidad de la zona de infraestructura y toda la parte baja del deslizamiento todo esto corresponde al 8.89 % del área total de estudio.

#### 4.13. Análisis de la vulnerabilidad

Para el análisis de vulnerabilidad fue utilizado el modelo cualitativo para la determinación de los factores físicos, mismos que fueron identificados y calificados por medio de fichas de campo. Posteriormente se realizó la interrelación de los mismos, en base a la tabla 3.7 se da valores de ponderación para edificaciones y espacios físicos de vida.

Los factores fueron designados a las metodologías adaptadas al sector de estudio y las condiciones físicas tales como:

Para el factor tipología y categoría de edificaciones, se utilizó los siguientes parámetros como son: Diseño y construcción; Sistemas estructurales y Fundaciones, los mismos que se les designó en la base de datos un peso relativo. Otros factores analizados fueron: Infraestructura de servicios públicos, infraestructura vial, pendientes y formaciones geológicas superficiales; al igual que lo anterior se les asignó un peso relativo. Los elementos que pueden ser afectados dentro de las áreas de ocurrencia de la amenaza son:

- Vías
- Edificaciones
- Población
- Parcelas.

La determinación de la vulnerabilidad del barrio “Central” está basada en la importancia del elemento dentro del desenvolvimiento social en términos de económicos y de sustentabilidad. Los resultados arrojados son los siguientes:

<b>VULNERABILIDAD</b>		
<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Área(Ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Área con moderada vulnerabilidad	<b>3,77</b>	<b>49,71</b>
Área con alta vulnerabilidad	<b>0,38</b>	<b>4,97</b>
Área con muy alta vulnerabilidad	<b>3,44</b>	<b>45,32</b>

**TABLA .4.8. Clasificación de vulnerabilidad en porcentaje**

En los resultados establecidos por el mapa de vulnerabilidad se identifican tres de las cinco zonas, mismos que son:

- **Área con moderada vulnerabilidad:** esta área se encuentra mayormente en la parte del deslizamiento mismo que se encuentra en el barrio central, posee 3,77, ha, con un porcentaje de 49.70
- **Área con alta vulnerabilidad:** tiene menor extensión de vulnerabilidad con 0.38 ha, con un porcentaje de 4,97, se encuentra en una parte mínima de la zona poblada.

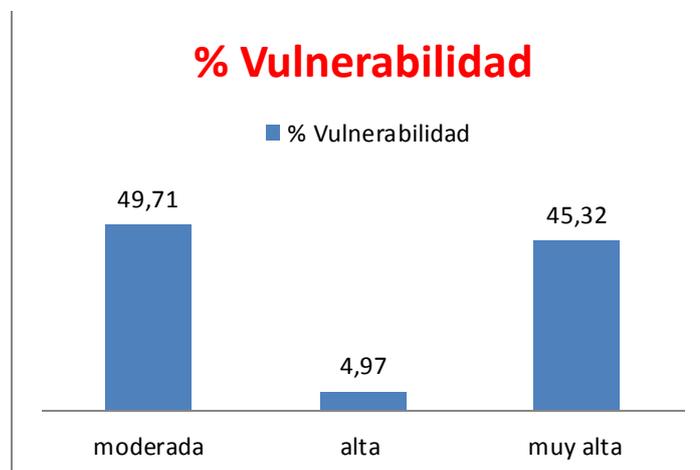


Grafico. 4.8. Descripción de porcentajes de vulnerabilidad

- **Área con muy alta vulnerabilidad:** se encuentra claramente definida en el sector poblado de la parroquia Chiguinda es la de mayor extensión en cuanto a la vulnerabilidad con un porcentaje de 45.33 % y con 3.44 ha

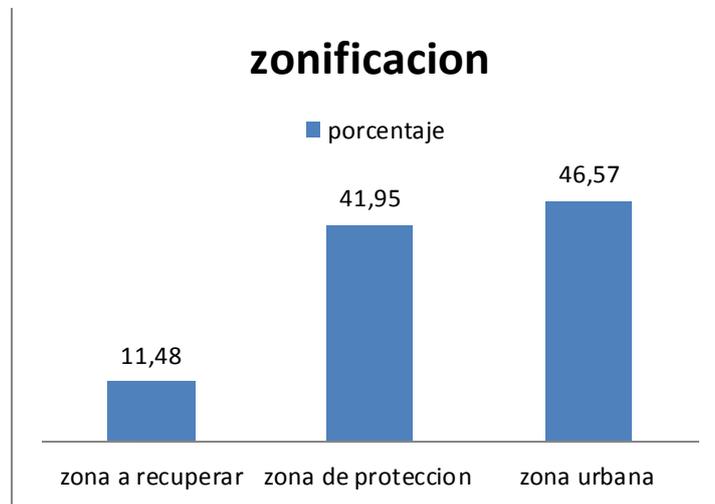
#### 4.14. Análisis de la zonificación

Para la zonificación del área de estudio, debe existir la interrelación de la zonificación de riesgos y vulnerabilidad del área de estudio.

Por lo que para la elaboración de las bases del plan de ordenamiento territorial es necesario dividir a la zona de estudio en tres zonas:

- Zona Urbana.- se ubica las áreas de infraestructura, es decir donde viven los habitantes del sector.

- Zonas Libres o zonas de protección: esta zona se encuentra en toda la parte baja del poblado.



**Grafico. 4.9. Descripción de porcentajes de zonificación**

- Zonas de Recuperación.-trata específicamente el área del deslizamiento y su respectiva zona de influencia, el objetivo de esta clasificación es, identificar en una forma más clara el área afectada para en lo posterior tomar medidas de prevención y previsión

## **4.15. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PREVICIÓN**

### **4.15.1. Medidas de prevención**

#### **Propuesta técnica de disuasión, estabilización**

En función de los factores de seguridad antes calculados y de los valores obtenidos es necesaria la elaboración de obras de ingeniería que ayuden a estabilizar los movimientos en masa.

A continuación se propone tres medidas de estabilización:

- Terrazas o Bermas.
- Drenajes.
- Muros (rígidos y flexibles).

#### **Terrazas o bermas:**

La elaboración de terrazas en la parte alta de un talud tiene como fin disminuir fuerzas desestabilizadoras en el talud y así controlar el movimiento.

La ubicación inadecuada de las terrazas puede llegar a disminuir el factor de seguridad. En función de la composición del suelo y de la roca según sea el caso las dimensiones de la terraza pueden variar en nuestro caso tenemos un suelo a remover de A-6, A-4, A-1-b que significa que está compuesto por grava y arena arcillosa y limosa, donde se recomienda una altura de 2 m y un ancho de por lo menos 2 m.<sup>9</sup>

La terraza debe contar con una cuneta revestida la que tiene por objetivo el control de aguas superficiales las mismas que deben ser llevadas a elementos de captación y entrega.

De no existir facilidad para el drenaje se debe dar una gradiente sobre el pie del talud se recomienda valores del 5 al 10 % de esta forma garantizamos que el agua drene hacia el pie del talud.

---

<sup>9</sup> Jaime Suarez Díaz (Deslizamientos y estabilidad de taludes).

## Drenaje superficial:

Se define como una red o conjunto de redes que como función tienen recoger la escorrentía superficial.

La distancia mínima entre la contra cuneta y la corona del corte será de 5 m para así evitar crear el inicio y guía de un nuevo deslizamiento. En los lugares donde la dirección del flujo cambia repentinamente o donde la zanja vertical se encuentra con otros conductos de agua, deben instalarse cubetas de recepción con coberturas y una fosa simple de sedimentos, para reducir la energía del agua que corre.

Las medidas de la zanja se recomienda sean las mejores para garantizar a los obreros un trabajo seguro y cómodo, el material retirado de la misma debe ser colocado de forma que no se cree una sobre carga sobre el talud y se incremente el riesgo de movimientos de masa.

La tubería a utilizar es de tipo PVC corrugada y perforada de la casa plastigama con un diámetro nominal de 110 mm.

El diseño geométrico de la zanja como de la ubicación de la tubería lo detallamos a continuación:

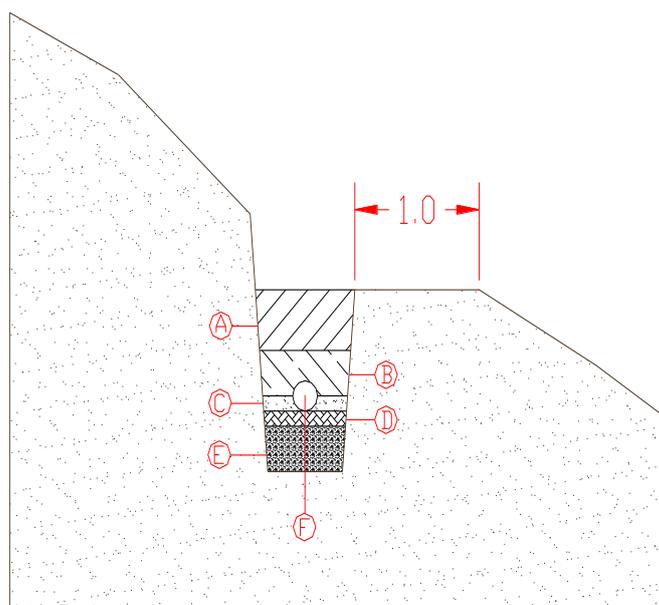


Figura N° 1. Vista lateral del drenaje

A = relleno final compuestos de rocas de diámetro no mayor a 10 cm.

B = relleno inicial compuesto por rocas de diámetro no mayor a 15 cm.

C = acostillado el relleno está compuesto por rocas de diámetro no mayor a 15 cm el espesor de la capa es igual al radio de la tubería utilizada

D = encamado se utiliza material fino.

E = cimientado se utiliza el mismo material que fue retirado al excavar la zanja.

F = tubería corrugada perforada.

La berma de seguridad que se recomienda es de un metro.

La pendiente a lo largo de la zanja es de 1:100 que significa que por cada 100 m de longitud de la zanja existe 1 m de desnivel la cual es recomendada para drenajes de este tipo.

## **Muros**

De acuerdo a las características del movimiento se establece la construcción de muro flexible de tipo gavión.

### **Muro Flexible**

El muro flexible o de gavión está compuesto por mallas de alambre galvanizado llenas de cantos, formando cajones unidos por amarres de alambre. Los muros en gaviones son estructuras de gravedad, debe tenerse en cuenta de manera muy especial el amarre entre unidades de gaviones para evitar el movimiento de unidades aisladas y poder garantizar un muro monolítico. Por su flexibilidad el muro de gaviones puede deformarse fácilmente al ser sometido a presiones, diferenciándose un poco su comportamiento de los muros convencionales

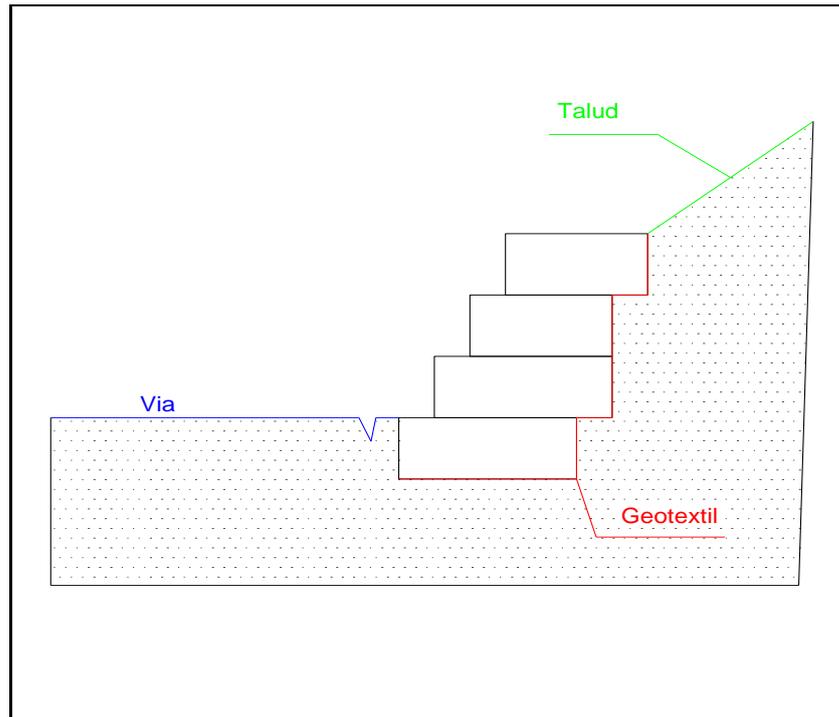


Figura N°2. Vista lateral del muro flexible

El muro puede flectarse sin necesidad de que ocurra su volcamiento o deslizamiento y es común encontrar deflexiones hasta el 5% de la altura.

Algunas de las ventajas de un muro en gaviones son las siguientes:

- Simple de construir y mantener y utiliza los cantos y piedras disponibles en el sitio. Se puede construir sobre fundiciones débiles.
- Su estructura es flexible y puede tolerar asentamientos diferenciales mayores que otro tipo de muros y es fácil de demoler o reparar.
- Las canastas de gavión se colocan unas sobre otras tratando de traslapar lo mejor posible las unidades para darle cierta rigidez que requiere el muro.

La diversidad de empleo de diversas mallas permite escoger un rango de rigidez o flexibilidad en el muro así:

- Si se desea un muro rígido debe emplearse malla electrosoldada, rellenar el gavión con cantos grandes angulosos y colocar una buena cantidad de tirantes de rigidez.

- La malla de triple permite una mayor flexibilidad que la malla electrosoldada. Igualmente la utilización de cantos redondeados permite una mayor deformación de la estructura del muro.
- Las mallas eslabonadas simples no se deben utilizar cuando se requiere que el muro no sufra deformaciones importantes.
- La malla a utilizar en el sector de estudio será la de triple torsión.

## **Materiales y dimensiones de los gaviones**

### **Materiales**

En lo correspondiente a los materiales tenemos los siguientes:

- Malla.
- Alambre galvanizado de amarre.
- Geotextil.
- Piedra.

### **Malla**

Las mallas son de tipo hexagonal de triple torsión. Las medidas de las mallas son de 8 x 10 cm ó 0.49 m<sup>2</sup>

### **Alambre de amarre**

Se tendrá que proveer junto a los gaviones, una cantidad de alambre de amarre que permita efectuar todas las operaciones de amarre durante la construcción de la obra.

El diámetro del alambre de amarre será de 2.2 mm de diámetro.

### **Geotextil.**

Se definen como “un material textil plano, permeable polimérico (sintético o natural) que puede ser no Tejido, Tejido o tricotado y que se utiliza en contacto con el suelo (tierra, piedras, etc.) u otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas”.

## Piedra.

El tamaño máximo de los cantos debe ser superior a dos veces el ancho máximo de la escuadrilla de la malla, en nuestro caso es de 8 x 10 cm

## Dimensiones de los gaviones

Los gaviones presentan dos cuerpos de diferentes dimensiones teniendo así las siguientes medidas:

### Cuerpo A

- Ancho = 2 m
- Largo = 6.00 m
- Alto = 1.00 m

### Cuerpo B

- Ancho = 2.50 m
- Largo = 6.00 m
- Alto = 1.00 m

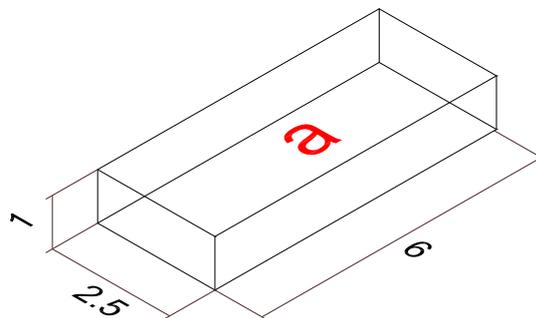


Figura N° 3. Vista lateral del gavión(a)

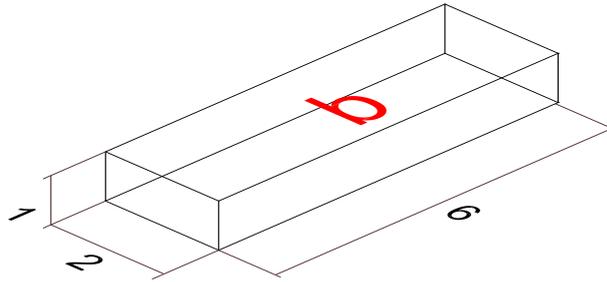


Figura N° 4 Vista lateral del gavión(b)

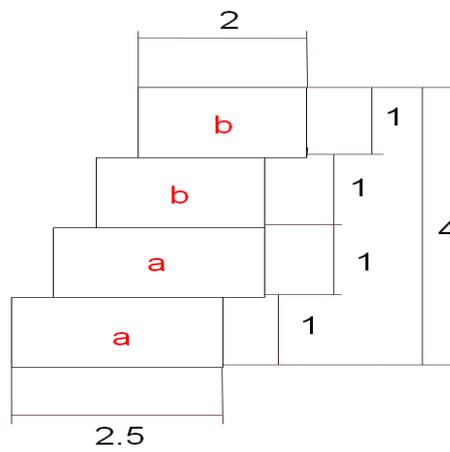


Figura N° 5 (Vista lateral)

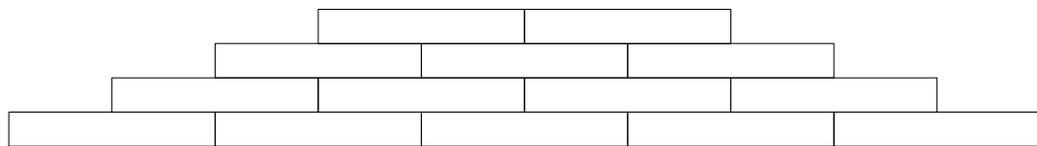


Figura N° 6 (Vista frontal)

La longitud del muro es de 150 m y de la misma forma se encuentra junto a la vía para de esta forma protegerla de posibles caídas de material.

#### **4.15.2. Medidas de previsión**

##### **Planes de información, difusión y capacitación**

**Plan de información:** este plan consiste en entregar la información a las diferentes entidades correspondientes ya sea gubernamentales así como privadas y en forma técnica y demostrativa de cómo y porqué se puede llegar a dar la ocurrencia de este fenómeno en la zona de estudio.

**Plan de difusión:** este plan consiste en acudir a los diferentes medios de comunicación como televisión, radio y prensa escrita para hacer posible el conocimiento a toda la sociedad de los estudios realizados y las posibles consecuencias que de desencadenarían sino se cumple con lo estipulado para prevenir daños sociales y económicos.

**Plan de capacitación:** este plan consiste en dar capacitación a diferentes personas para que estas se encarguen de visitar y difundir a las diferentes comunidades de que se trata este fenómeno de deslizamientos, sus consecuencias y medidas que se deben tomar cuando se presente dicho fenómeno.

##### **Plan de Gestión de riesgos**

Este plan se llevara a cabo en 6 actividades que se describirán a continuación.<sup>10</sup>

Todos corremos peligro: con esta actividad lo que tenemos que lograr es que la comunidad entienda que es la gestión del riesgo, reconozca que corre peligro de sufrir algún desastre y que puede hacer algo para evitarlo o disminuirlo.

Elaborar mapas de riesgos para la comunidad: con esta actividad lo que tenemos que lograr es que los participantes ubiquen en un mapa de la comunidad todas las amenazas que existen y la infraestructura que podría dañarse si sucede un fenómeno de movimiento en masa como lo es el deslizamiento.

---

<sup>10</sup> Luis González de Vallejo (2004); Ingeniería Geológica.

Se identifica las debilidades en la comunidad: en esta actividad la comunidad deberá identificar las debilidades que tiene para enfrentar posibles amenazas; los aspectos desfavorables que identificaremos se llaman factores de vulnerabilidad y si reconocemos bien estos factores podremos definir acciones apropiadas para evitar o disminuir los efectos de un desastre.

Definimos las acciones de prevención y mitigación: en esta actividad la comunidad identificará las acciones que puede hacer para evitar o disminuir los daños y pérdidas en caso de suceder la amenaza.

Seleccionamos las acciones de prevención y mitigación: con esta actividad lo que tenemos que lograr es que la comunidad seleccione las acciones de prevención que serán las más urgentes e importantes o las que beneficien a la mayoría de la población.

Armar la carpeta del plan comunal de gestión de riesgos: esta actividad es para que nosotros los facilitadores, organicemos todos los documentos que deben conformar la carpeta del plan de gestión de riesgo para que la comunidad los apruebe.

El plan comunal de gestión del riesgo es la propuesta de prevención y mitigación que la comunidad ha elaborado durante dos días y que entregará al comité municipal de gestión del riesgo. Tiene que estar aprobada con un acta para mostrar al gobierno municipal que este plan expresa el deseo y las necesidades de la comunidad.

### **Bases para el ordenamiento territorial**

Las bases para el ordenamiento territorial involucra a:

La zonificación del territorio, donde exista la interrelación de la zonificación de riesgos y vulnerabilidad del área de estudio. Por lo que para la elaboración de las bases del plan de ordenamiento territorial es necesario dividir a la zona de estudio en tres zonas:

**Zona Urbana.-** Se localizan las viviendas y el tipo de material de construcción, que se encuentran ubicada en la zona de riesgo, conjuntamente con las obras civiles como alcantarillado, vías adoquinadas, centros educativos cercanos (jardín, escuela).

**Zonas de protección.-** Tiene condiciones litológicas, geomorfológicas y geotécnicas desfavorables a poco aceptables para urbanizaciones de media a alta densidad, especialmente para infraestructuras medias (hormigón).

**Zonas de Recuperación.-** Tiene condiciones litológicas (suelos residuales altamente permeables), geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas aceptables a desfavorables, debido a cierta variación dinámica que pudieran afectar o causar problemas en la implantación de obras, para lo cual es obligado y necesario de “Estudios Geotécnicos” minuciosos, donde además deberá analizarse si podría provocar subsidencias o hundimientos, además de probar si la zona es susceptible a movimientos.

Luego de realizarse la debida zonificación, es necesario tener en cuenta factores como:

La toma de decisiones convenidas de los actores sociales (moradores de la parroquia Chiguinda), económicos, políticos (autoridades cantonales provinciales del sector) y técnicos, para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, en base al mapa de zonificación antes establecido.

El proceso técnico administrativo que oriente la regulación y promoción de la localización y desarrollo de los asentamientos humanos,

El modelo territorial que se propone, una normativa reguladora de los usos del suelo, aprovechamientos, este proyecto investigativo puede servir como base para su posterior Ordenamiento territorial, ya que este estudio se basa en caracterización de movimientos en masa, topografía , geología, geotécnica, además mapas base que son de relevante importancia para el Ordenamiento Territorial.

## 5. Discusión de resultados

La elaboración del levantamiento topográfico a detalle en la zona de estudio, se la realizó con una estación de alta precisión con la finalidad de representar de mejor manera la topografía, la parroquia Chiguinda se caracteriza por presentar ramas montañosas altas, medias y bajas, con pendientes que van desde los 25 % a 75 % con un relieve de pendiente alta, esto se debe a que las pendientes se encuentran relacionadas con la cordillera real mientras que en las pendientes más bajas se encuentran en zonas arcillosas.

La geología local se la realizo con la ayuda de las calicatas, mismas que fueron ubicadas en lugares estratégicos, procurando que captar el área de estudio, se realizo la descripción de afloramientos, con la estratigrafía respectiva, dándonos como resultado en la parte más baja se encuentra rocas antiguas pertenecientes a la unidad Chiguinda, también se identifico la presencia de filitas, cericitas, pizarras y pizarras gráficas, en la parte superficial se observo arcillas, y material de relleno mismo que está constituido por material orgánico y coluvial, además se extrajeron muestras, mismos que fueron apreciados en el campo y corroborados con los pertinentes análisis de laboratorio, teniendo como resultado de acuerdo a la clasificación AASHTO un suelo A-6, A-4, A-1-b-a que significa que está compuesto por grava y arena arcillosa y limosa, toda La información de campo y laboratorio fue contrastada para obtener, un mejor de resultado en la interpretación geológica.

Los depósitos superficiales transportados son aquellos materiales que son arrastrados en temporadas de alto caudal del río, se realizo un recorrido a lo largo del río Chiguinda identificando arenas arcillosas rojizas meteorizadas, con la presencia de clastos (esquistos, filitas, pizarras) cabe recalcar, que estos materiales son depositados a los lados del río que presentan sinuosidad, y cuando baja el caudal.

La geología estructural en la zona de estudio, se determinó que la base metamórfica, posee una foliación con un rumbo N-E, buzando con ángulos hasta de 85° verticales, las fracturas observadas, tienen un buzamiento, N-E y N-S.

En lo correspondiente al uso actual del suelo cabe destacar que se tiene la presencia, de vegetación arbórea, pastizales, área baldía, en la parte que no existe construcciones, sumado un porcentaje total de 60,6%, así también se identificó el área de infraestructura, dentro del cual se encuentra el área de cultivo corto, teniendo un total de 39,39 %. Se identificaron estas áreas mediante un recorrido previo delimitando las diferentes áreas implicadas.

Según datos obtenidos en la estación meteorológica de Limón Indanza y Gualaquiza, se determinó que el clima es ecuatorial de semi-húmedo a húmedo, intermedia entre las zonas orientales y las zonas interandinas, la temperatura media anual varía entre 15°C y 23 °C, la precipitación media anual es de 400 a 1700 mm y la humedad relativa 55-75%, mientras que los datos de hidrología se obtuvo de el inventario de recursos hidroeléctricos de la cuenca del río Chiguinda, mismo que posee un caudal de 172, m<sup>3</sup>/s y la velocidad es de 180 s.

Para realizar en inventario de movimientos en masa utilizamos la ficha de campo del Programa Multinacional Andino, la observación directa en el campo de estudio, y conocimientos de fenómenos de remoción en masa adquiridos donde se determinó que se trata de un deslizamiento rotacional, la actividad del movimiento se encuentra en un estado activo, mismo que tiene un estilo único, su distribución es progresiva, según la clasificación del tipo de deslizamiento. Además litológicamente está compuesto por suelo orgánico, Arcillas, esquistos grafiticos, y en la parte más baja la unidad Chiguinda.

Se estableció la Morfometría del deslizamiento, además se estableció las causas del movimiento, es decir los factores condicionantes y detonantes

Los análisis de rocas y suelos, fueron analizadas, por un laboratorio certificado de la ciudad de Loja Proyec cónsul, estos resultados fueron claves para comprobar la geología del sector y realizar el análisis geotécnico.

Con todos los parámetros anteriormente expuestos, procedemos a caracterizar los procesos geodinámicos que afectan al barrio central, con el contraste y análisis de información base como la topografía, geología, pendientes, uso actual del suelo, inventario de movimientos en masa, clima (isoyetas, isotermas), hidrología, resultado de análisis de muestras, se caracterizó los procesos y al deslizamiento en particular.

El análisis geotécnico del área de estudio se realizó mediante los métodos más adecuados (Método de Ábacos de HOEK y BRAY) y (Clasificación del macizo Rocosos propuesta por BIENIAWSKI) fue necesario el análisis de laboratorio realizados tanto de suelos como de roca para determinar el factor de seguridad y la calidad de la roca donde se ha determinado que:

Estos movimientos en masa son menores a 1 y la calidad de la roca es muy mala, lo que implica que es necesario realizar obras de previsión como por ejemplo la construcción de muros, terracedo y drenes, esto siempre y cuando se cuente con el debido financiamiento que en este caso no existe.

La aplicación del SIG con elementos software hace posible la realización de mapas con mayor facilidad ya que permite la superposición de mapas temáticos de manera más rápida y sencilla mismos que han sido elaborados con datos obtenidos en el campo e información proporcionada por diferentes entidades a fines a estos datos en la consecución de diferentes proyectos como por ejemplo "ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE GUALAQUIZA " y el "Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología", llegando a recopilar información necesaria y por ende la realización de un mapas de susceptibilidad y vulnerabilidad.

Teniendo como resultado del mapa de susceptibilidad de la parroquia Chiguinda , áreas desde muy baja susceptibilidad con pastizales y cultivos que comprende el 8.93 % que representa 0.67 Ha; área de baja susceptibilidad el cual se encuentra en la parte del barrio central, presenta vegetación de pastizales y cultivos, teniendo así que esta área comprende el 37.40 % que representa 2.81 Ha; área de media susceptibilidad, presenta zonas de infraestructuras y pastizales que comprende el 51.67 % que representa 3.88 Ha; área de alta susceptibilidad corresponde el 0,11 %que representa 0,01 Ha, y por último se tiene el área de muy alta susceptibilidad que se encuentra mayormente cerca al rio Chiguinda, y que tiene la presencia de material coluvial y aluvial así como vegetación herbácea teniendo actividades agrícolas y de ganadería, esta área comprende el 1.89% que representa 0,14 Ha aproximadamente.

Mediante el programa de arc view 9.2 nos permitió la superposición de mapas para así obtener el mapa de vulnerabilidad, identificando tres áreas, la primera posee una moderada vulnerabilidad , alta y muy alta, la vulnerabilidad está enfocada a factores económicos y de sustentabilidad.

## 6. Conclusiones

- Los fenómenos que afectan al barrio central son topografía irregular con pendientes bajas a medias, la geología presenta materiales que favorecen al movimiento (arcillas expansivas, cericitas), el socavamiento río ocasionando inestabilidad en el pie del deslizamiento, en la parte superior a la corona del deslizamiento encuentran obras de infraestructura (cargas estáticas), y el continuo transporte de vehículos pesados (cargas dinámicas), sobresaturación de agua presente en el deslizamiento. El deslizamiento es otro de los fenómenos geodinámicos que se encuentran afectando en mayor proporción (crecimiento poblacional, destrucción de viviendas) y de manera directa al Barrio Central.
- En el análisis geotécnico se determinó que las fuerzas inestabilizadoras adicionando el tipo de roca y la presencia de agua en el terreno del Barrio Central hace que sobrepasen a las fuerzas estabilizadoras
- El macizo rocoso tiene una capacidad baja, no soportará la excavación de taludes en altas pendientes y precisará de medidas de estabilización y refuerzo.
- Se realizó el mapa de susceptibilidad mismo que presenta un nivel alto de susceptibilidad a movimientos en masa. El alto nivel de susceptibilidad se debe a la composición litológica de los taludes, mismos que presentan una calidad del macizo rocoso de nivel medio a malo, esto sumado con las condiciones de clima, la pendiente y la falta de material vegetativo en los taludes de la vía la conlleva a tener un alto índice de susceptibilidad a movimientos en masa.
- La relación de la zonificación de la vulnerabilidad de espacios físicos a los espacios de vida y obras de infraestructura movimientos en masa del sector de estudio, en el cual la mayor vulnerabilidad se localiza alrededor del río Chiguinda y en menor porcentaje en el centro poblado debido que la mayor incidencia se da en los mismos por las actividades que se realizan, que en un lugar de menor o escasa población.
- Los elementos involucrados que pueden ser afectados dentro de las áreas de ocurrencia de la amenaza son vías, edificaciones, población, parcelas. Por tal motivo las medidas de prevención propuestas son las más adecuadas para su ejecución. Como son drenes terracedo y muros de contención (gaviones)

- Se debería darle mayor importancia a esta zona ya que en la parte superior del deslizamiento se encuentra el poblado , y es necesario evitar afectaciones mayores
- En vía la Parroquia Chiguinda, los factores condicionantes y desencadenantes a los movimientos en masa en el sector de estudio son las precipitaciones pluviométricas intensas, las pendientes, la naturaleza del suelo, la litología, cargas y sobrecargas en los taludes y la construcción de la vía
- Con los factores condicionantes y desencadenantes, se obtuvo un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa mediante un sistema de información geográfica (SIG), aplicando el Arc Gis 9.2. en el presente estudio, el análisis de susceptibilidad nos determinó que la zona de mayor susceptibilidad en la parroquia Chiguinda de acuerdo a su litología, pendientes y precipitaciones
- El desarrollo del presente proyecto de tesis servirá como sustento previo para futuros estudios que cuenten con el capital necesario y por ende realizar todos los análisis y métodos de prevención y previsión que el lugar requiera.

## 7. Recomendaciones

- Antes de diseñar y construir una vía se debería realizar los estudios técnicos, especialmente, estudios geológicos, geotécnicos, y ambientales.
- Evitar colocar obras de infraestructura al talud para evitar sobrecargas y prevenir deslizamientos.
- Realizar limpiezas cada cierto período de tiempo de las obras de drenaje para su mejor desempeño (en el caso de que se construyeran).
- Reforestar con especies herbáceas idóneas para contribuir con la estabilidad del talud.
- Se recomienda continuar con los estudios complementarios a éste, para establecer un correcto Ordenamiento Territorial, que esté destinado a establecer condiciones que conlleven a un Desarrollo Sustentable.
- Realizar charlas acerca del peligro en el que se ven involucrados los moradores ante un posible desastre natural
- Elaborar un plan de monitoreo del deslizamiento, y una actualización regular de la base de datos para poder determinar el progreso del movimiento
- Se recomienda realizar una campaña de Geofísica, para establecer bases más solidas que permitan una mejor valoración de las zonas de susceptibilidad; obteniendo una mejor calidad en la obtención de resultados.

- Se recomienda aplicar las medidas de prevención, previsión previamente establecidas; con la finalidad de informar a la población del sector la importancia de este tipo de estudios y poder así, aumentar la seguridad y bienestar de dicha población.
- Se recomienda el establecimiento de un Plan de Ordenamiento Territorial por parte de las autoridades del sector, para así poder tomar una correcta decisión en cuanto a la expansión urbana de la zona; ya que en los últimos años la población del área de estudio ha ido decreciendo

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Bristow C., Hoffstetter R. Léxico Estratigráfico Internacional, Volumen V América Latina, Ecuador, París 1977.
- Brabb, E.E. (1978), "Analyzing and portraying geologic and cartographic information for landuse planning", emergency response and Decision making in San Mateo country, California. In Proc., SIG'87, San Francisco, California, American Society of photogrammetry and remote sensing, falls church, Virginia, pp 362-374.
- Corominas, J., 1989, Clasificación y reconocimiento de los movimientos de ladera, *en* Corominas, ed., Estabilidad de taludes y laderas naturales: Zaragoza, Sociedad Española de Geomorfología, p. 1–30.
- Corominas Dulcet, J., y García Yagué A., 1997, Terminología de los movimientos de laderas, *en* Memorias, IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables, Granada, España, p. 1051–1072.
- Crozier, M.J., y Glade, T., 1999, Frequency and magnitude of landsliding: Fundamental research issues, *en* Memorias, International Conference on Geomorphology, Bologna, p. 141–155.
- Cruden, D. M., 1991, A Simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27–29.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, *en* Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.
- Esther Dotor Ruiz, Geóloga. Análisis de Susceptibilidad y Peligrosidad de Deslizamientos de Laderas.

- Finlay P.J., Mostyn, G.R., Fell, R. (1997) "Vulnerability to landsliding". Paper submitted to the Quarterly Journal of Engineering Geology. Geotechnical Society, Toronto, Canadá, vol. 1, pp. 307-324.
- González Moradas, M.R.; Lima de Montes. Dpto. de Explotación y Prospección de Minas. Área de Cartografía, Geodesia y Fotogrametría. Universidad de Oviedo, utilización de sistemas de información geográfica vectoriales para generar mapas de susceptibilidad a los deslizamientos y métodos de validación de la cartografía, Octubre de 2001.
- Hungr, O., 2005, Classification and terminology, *en* Jakob, M., y Hungr, O., ed., Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis, p. 9–23.
- International Association of engineering geology (IAEG) (1976). "Engineering Geological maps: A guide to their preparation". UNESCO. Press, Paris, 79 p.
- LIMA DE MONTES, (1999): Generación de mapas de susceptibilidad y riesgo a los deslizamientos mediante un SIG aplicado a la Zona Central de Asturias. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. España.
- Liener, S., Kienholz, H. , Liniger, M. , Krummenacher, B. (1996) "Slidisp – A procedure to locate landslide prone areas". Proceedings of the seventh International Symposium on landslides. Trondheim, pp. 279-284.
- Morgenstem, N.R. (1997) "Toward landslide risk assessment in practice" Proceedings of the International Workshop on landslide risk assessment. Honolulu, Hawaii, USA, pp. 15-23.
- Mora S, Vahrson, W. (1993). "Macrozonation methodology for landslide hazard determination", Bull. Intl. Ass. Eng. Geology.
- Newman E.B., Paradis A.R., Brabb EE., (1978). "Feassibility and cost of using a computer to prepare landslide susceptibility maps of the San Francisco Bay region,

California, Bulletin 1443. U.S.ç Paladines A., Zonificación Geotectónica y Metalogenia del Ecuador, Editado por la D.G.G.M. en el año 1998.

- Paladines A., Zonificación Geotectónica y Metalogenia del Ecuador, Editado por la D.G.G.M. en el año 1998.
- Scarlet Cartaya, Williams Méndez y Henry Pacheco; Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfica
- SUAREZ DÍAS Jaime; METODOLOGÍA DE ANÁLISIS, Capítulo 11. Zonificación de Amenaza y Riesgo, 2006.
- Varnes, D. J., 1958, Landslides types and processes, *en* Eckel, E.B., ed., Landslides and engineering practice, Special Report 28: Washington, DC, Highway Research Board, National Academy of Sciences, p. 20–47.
- Varnes, D. J., 1978, Slope movements types and processes, *en* Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, p. 9–33.
- Varnes D.J. (1984) “Landslide hazard Zonation “A Review of Principles and practice. UNESCO Press, Paris 63 p.
- Vaunat, J., Leroueil, S, Tavenas, F. (1992) “Hazard and risk analysis of slope stability”. First Canadian Symposium on Geotechnique and Natural Hazard, Vancouver, pp. 397-404.

## **9. ANEXOS**

## **Anexo 1. Fotografías.**



**FOTOGRAFIA 3.1. CALICATA 1**

**(UBICACIÓN PUNTOS GPS X: 753725 Y: 9643226)**



**FOTOGRAFIA 3.2. CALICATA 2**

**(UBICACIÓN PUNTOS GPS X: 753566 Y: 9643183)**



FOTOGRAFIA 3.3. CALICATA 3

(UBICACIÓN PUNTOS GPS X: 753631Y: 9643085)



FOTOGRAFIA 3.5. CUARTEAMIENTOS EN VIVIENDA

## **Anexo 2. Informe de Análisis de Rocas y Suelos.**



**PROYECONSUL**

TELF: (072) 640-630

CONTENIDO DE HUMEDAD				
MUESTRA N°1				
<b>PROYECTO:</b>	TESIS	<b>SOLICITADO:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR	
<b>PROCEDENCIA:</b>	MUESTRA N°1		LITUMA	
<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL		<b>OPERADOR:</b>	PROYECONSUL
<b>FECHA:</b>	25/06/2009			
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
51.91	50.98	4.42	2.00	2.00

  
ING. FRANCISCO CARRIÓN  
RESPONSABLE



  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
LABORATORIO



**PROYECONSUL**

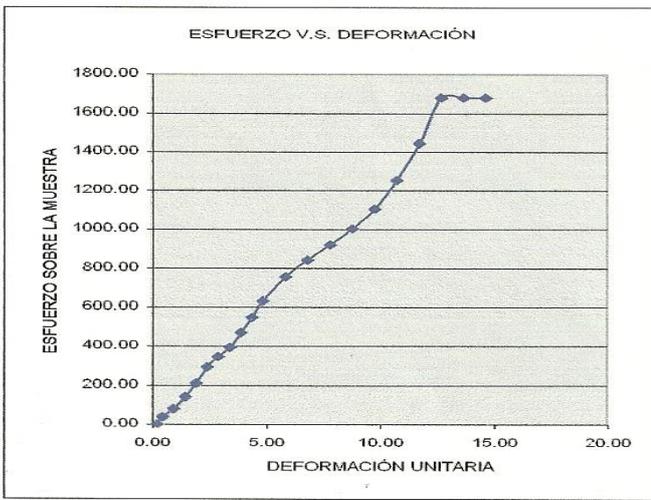
(072) 540-630

**ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**

<b>Muestra :</b>	INALTERADA REMOLDEADA	<b>Norma:</b>	AASHTO T 208
<b>Procedencia:</b>	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN MASA DEL BARRIO CENTRAL PARROQUIA CHIGUINDA CANTÓN GUALAQUIZA PROV. MORONA SANTIAGO	<b>Fecha:</b>	26/06/2009
<b>Nº de muestra</b>	ROCA EXTRAIDA Nº 1	<b>Solicitado:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA

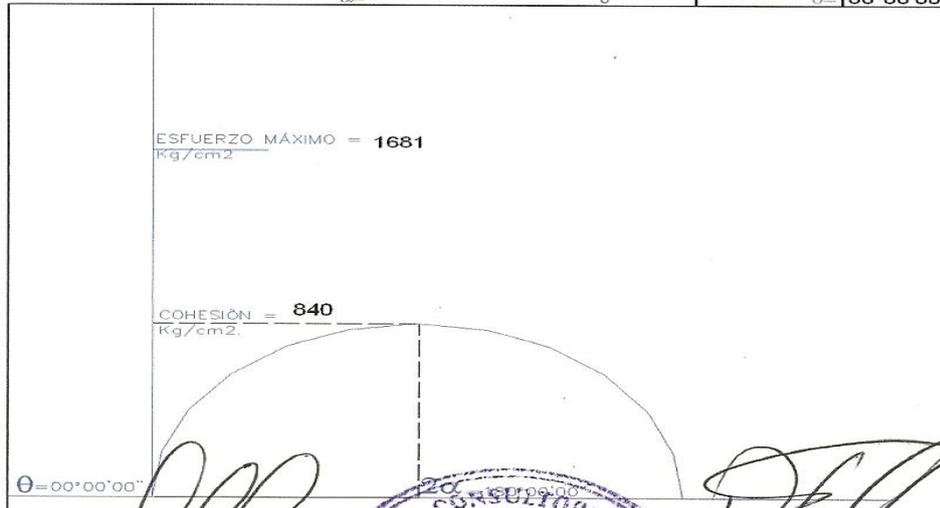
<b>Ancho:</b>	5.13 cm	<b>Largo:</b>	5.19 cm	<b>Espesor:</b>	5.12 cm <sup>2</sup>
<b>Cont. Humedad:</b>	1.32 %	<b>qu:</b>	1680.81 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Cohesión:</b>	840.4 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Volumen:</b>	136.32 cm <sup>3</sup>	<b>Peso:</b>	348.20 g	<b>Dens. Humed</b>	2.5543 g/cm <sup>3</sup>
<b>Densidad Seca :</b>			2.521 g/cm <sup>3</sup>		

DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA
0.25	0.00
0.49	39.51
0.98	80.56
1.47	140.66
1.96	211.23
2.45	295.06
2.94	347.16
3.43	392.57
3.92	467.84
4.41	546.94
4.89	632.98
5.87	756.63
6.85	843.31
7.83	921.40
8.81	1004.86
9.79	1106.19
10.77	1256.43
11.75	1444.37
12.72	1680.81
13.70	1680.81
14.68	1680.81



ALTURA Y= 0 cm  
 DISTANCIA X= 2.51 cm  
 $\alpha = 0^\circ$

**ANGULO FRICCIÓN INTERNA  $\theta$**   
 $\theta = 00^\circ 00' 00''$



ING. FRANCISCO BARRIÓN  
 RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO





# PROYECTOS Y CONSULTORÍA

TELF: (072) 540-630

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

PROYECTO :	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN MASA DEL BARRIO CENTRAL PARROQUIA CHIGUINDA. CANTÓN GUALAQUIZA PROV. MORONA SANTIAGO		
MATERIAL:	CONGLOMERADO MEZCLA DE MUESTRAS 1,2,3	MINA:	
SOLICITADO:	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	PROFUNDIDAD	
FECHA:	22/07/2009	OPERADOR:	PROYECONSUL

NORMA ENSAYO	T-180-D	
GOLPES/CAPA	56	
No. DE CAPAS	5	
PESO MARTILLO:	4.5	Kg.
ALT. DE CAIDA:	46.0	cm.

DATOS DEL MOLDE	
DIAMETRO	15.24 cm.
ALTURA	11.69 cm
VOLUMEN	2,132 cm <sup>3</sup>
PESO	6,665 gramos

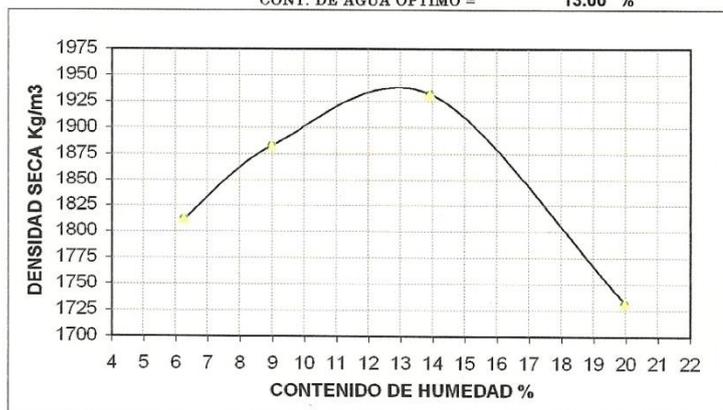
### DATOS PARA LA CURVA

PUNTO No.:	1	2	3	4
Peso comp.:	10,772	11,042	11,357	11,095
Peso suelo:	4,107	4,377	4,692	4,430
Dens. Hum :	1,926	2,053	2,200	2,077

### CONTENIDOS DE HUMEDAD

W. hum.:	39.98	44.67	37.19	34.74	35.54	47.77	42.98	47.47
W. seco:	37.85	42.34	34.49	32.22	31.72	42.49	36.61	40.28
W. caps:	4.42	4.54	4.18	4.47	4.22	4.57	4.52	4.53
w (%) :	6.37	6.16	8.91	9.08	13.89	13.92	19.85	20.11
promedio	6.27		8.99		13.91		19.98	
Dens. Seca:	1,812		1,883		1,932		1,731	

**RESULTADOS:** DENSIDAD SECA MAXIMA = **1,938 Kg/m<sup>3</sup>**  
 CONT. DE AGUA OPTIMO = **13.00 %**



OBSERVACIONES:

Ing. FRANCISCO CARRIÓN  
 RESPONSABLE



Ing. RAMIRO JIMENEZ  
 LABORATORIO

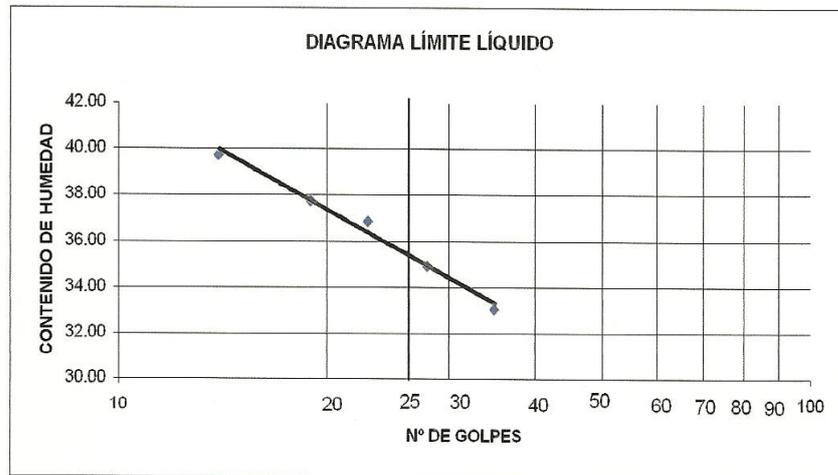


# PROYECTOS Y CONSULTORÍA

Telf: 072-540630

<b>Proyecto :</b>	TESIS	<b>Norma:</b>	A.A.S.H.O. T 90-56
<b>Procedencia:</b>	MUESTRA N°1	<b>Fecha Ensayo:</b>	25/06/2009
<b>Solicitado por:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL

NUMERO DE CÁPSULA	15	16	17	18	19
Peso de la Cápsula (gr.)	4.17	4.31	4.20	4.35	4.38
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	12.33	14.38	14.04	18.61	13.44
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	10.01	11.62	11.39	14.92	11.19
Peso del suelo Seco (gr.)	5.84	7.31	7.19	10.57	6.81
Peso del Agua (gr.)	2.32	2.76	2.65	3.69	2.25
Contenido de Humedad (%)	39.73	37.76	36.86	34.91	33.04
NUMERO DE GOLPES	14	19	23	28	35



## LÍMITE PLÁSTICO

NUMERO DE CÁPSULA	20	21	22
Peso de la Cápsula (gr.)	4.42	4.27	4.27
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	5.63	5.09	5.02
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	5.39	4.93	4.87
Peso del suelo Seco (gr.)	0.97	0.66	0.60
Peso del Agua (gr.)	0.24	0.16	0.15
Contenido de Humedad (%)	24.74	24.24	25.00
Contenido Medio de Humedad (%)	L.P. = 24.66 %		

## RESULTADOS

VALORES ENSAYO	VALORES ENTEROS SEGÚN NORMA
L.L. = 35.5%	L.L. = 36%
L.P. = 24.7 %	L.P. = 25 %
I.P. = 10.8%	I.P. = 11%

  
 ING. FRANCISCO BARRÓN  
 RESPONSABLE



  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO



# PROYECONSUL

Proyectos y Consultoría

Tel: 072-540630

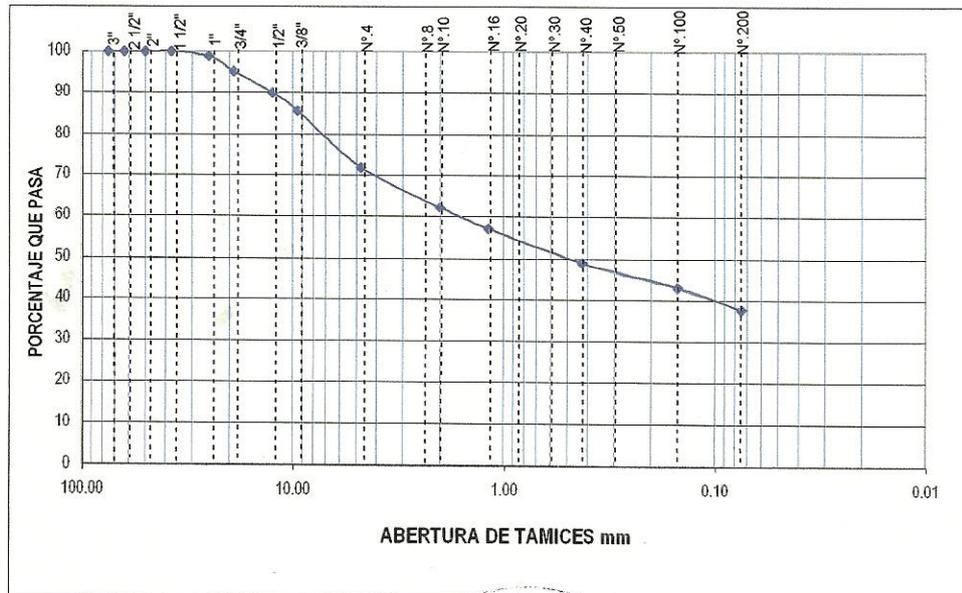
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**PROYECTO:** TESIS  
**USO:** ANÁLISIS DE MATERIAL  
**SOLICITADO POR:** SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA  
**ENSAYADO POR:** PROYECONSUL  
**FECHA DE ENSAYO:** 25/06/2009  
**PROCEDENCIA:** MUESTRA Nº1

MICR.	TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (Gr.)	% RETENIDO	% QUE PASA	FAJA DE DISEÑO
75	3"	0	0	100	
63	2 1/2"	0	0	100	
50	2"	0	0	100	
37.5	1 1/2"	0	0	100	
25	1"	62	1	99	
19	3/4"	257	5	95	
12.5	1/2"	531	10	90	
9.5	3/8"	758	14	86	
4.750	Nº.4	1483	28	72	
	Pasa Nº.4	3776	72	28	
2.360	Nº.8				
2.000	Nº.10	72	10	62	
1.180	Nº.16	110	15	57	
0.850	Nº.20				
0.600	Nº.30				
0.425	Nº.40	170	23	49	
0.300	Nº.50				
0.150	Nº.100	215	29	43	
0.075	Nº.200	255	34	37.7	
	Pasa Nº.200	282	37.7		
	<b>TOTAL</b>	<b>5259</b>			

Peso Total de Lavado:	537.00	Peso antes de Lavado:	
Peso Total después de Lavado:	255.00	Peso después del Lavado:	
Módulo de Finura:			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



ING. FRANCISCO CARRIÓN  
RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
LABORATORIO

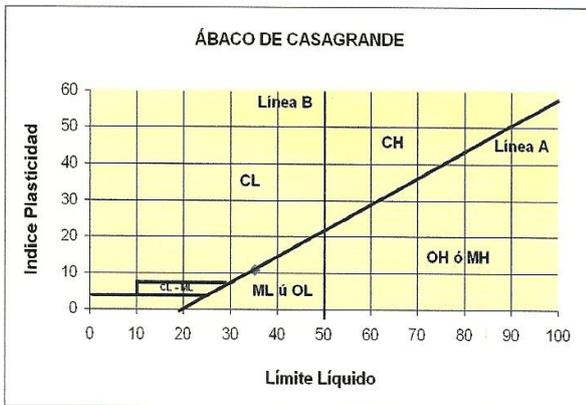


**PROYECTOS Y CONSULTORÍA**

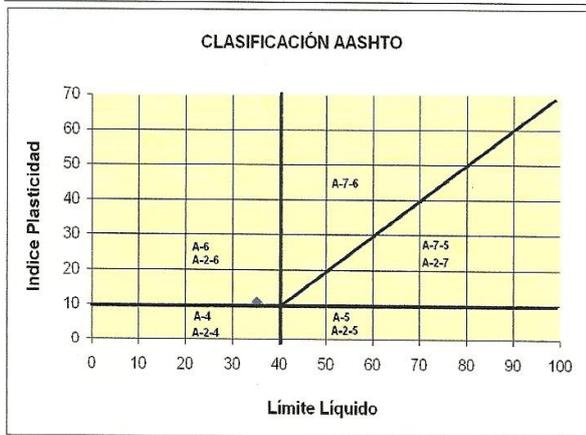
Tel: 072-540630

**CLASIFICACIÓN MÉTODO S.U.C.S. Y AASHTO**

<b>Muestra :</b>	TESIS	<b>Realizado:</b>	PROYECONSUL
<b>Procedencia:</b>	MUESTRA N°1	<b>Fecha Ensayo:</b>	25/06/2009
<b>Solicitado por:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL



<b>LÍMITE LÍQUIDO L.L.</b>	36 %
<b>LÍMITE PLÁSTICO L.P.</b>	25 %
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD I.P.</b>	11 %



<b>CLASIFICACIÓN</b>	
<b>Pasa tamiz N°.4 :</b>	72 %
<b>Pasa tamiz N°.200 :</b>	38 %
<b>D60 :</b>	1.70 mm
<b>D30 :</b>	
<b>D10 (diámetro efectivo) :</b>	
<b>Coefficiente de Uniformidad (Cu) :</b>	
<b>Grado de Curvatura (Cc) :</b>	
<b>Valor del índice de grupo (IG)</b>	1

**Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)**  
 Arena limosa con grava SM

**Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO)**  
 A-6 Suelo arcilloso

  
 ING. FRANCISCO GARRÓN  
 RESPONSABLE



  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO





**PROYECONSUL**

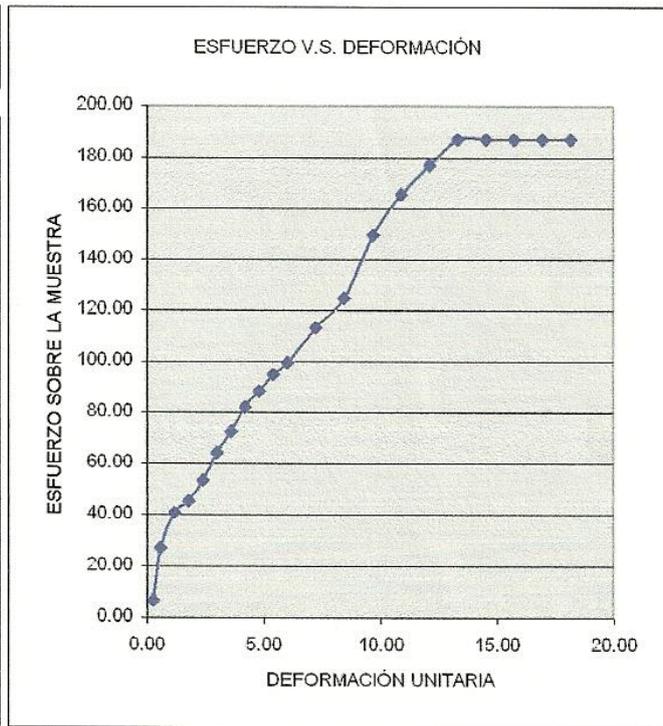
(072) 540-630

**ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**

<b>Muestra :</b>	INALTERADA REMOLDEADA	<b>Norma:</b>	AASHTO T 208
<b>Procedencia:</b>	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN MASA DEL BARRIO CENTRAL PARROQUIA CHIGUINDA CANTÓN GUALAQUIZA PROV. MORONA SANTIAGO	<b>Fecha:</b>	26/06/2009
<b>Nº de muestra</b>	ROCA EXTRAIDA Nº 2	<b>Solicitado:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA

<b>Ancho:</b>	4.1 cm	<b>Largo:</b>	4.19 cm	<b>Espesor:</b>	4.57 cm <sup>2</sup>
<b>Cont. Humedad:</b>	1.32 %	<b>qu:</b>	187.15 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Cohesión:</b>	93.57 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Volumen:</b>	78.51 cm <sup>3</sup>	<b>Peso:</b>	201.15 g	<b>Dens. Humed</b>	2.5621 g/cm <sup>3</sup>
<b>Densidad Seca :</b>			2.529 g/cm <sup>3</sup>		

DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA
0.30	6.69
0.61	27.07
1.21	41.10
1.82	45.64
2.43	53.61
3.03	64.32
3.64	72.59
4.24	82.43
4.85	88.54
5.46	95.00
6.06	99.66
7.27	112.99
8.49	124.57
9.70	149.31
10.91	165.61
12.12	177.02
13.34	187.15
14.55	187.15
15.76	187.15
16.97	187.15
18.19	187.15



ALTURA Y= 0 cm  
 DISTANCIA X= 2.14 cm  
 $\alpha = 0^\circ$

**ANGULO FRICCIÓN INTERNA  $\theta$**   
 $\theta = 00^\circ 00' 00''$

ESFUERZO MÁXIMO = 187.15  
 Kg/cm<sup>2</sup>



**PROYECONSUL**

TELF: (072) 540-830

CONTENIDO DE HUMEDAD				
MUESTRA N°2				
<b>PROYECTO:</b>	TESIS	<b>SOLICITADO:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR	
<b>PROCEDENCIA:</b>	MUESTRA N°2		LITUMA	
<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL		<b>OPERADOR:</b>	PROYECONSUL
<b>FECHA:</b>	25/06/2009			
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
45.94	40.45	4.53	15.28	15.28

.....  
ING. FRANCISCO CARRIÓN  
RESPONSABLE



.....  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
LABORATORIO

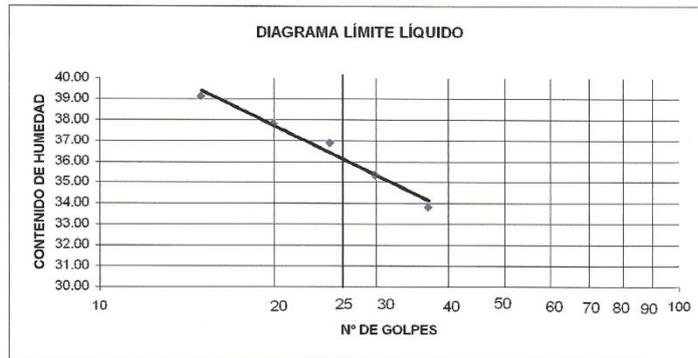


**PROYECTOS Y CONSULTORÍA**

Telf: 072-540630

<b>Proyecto :</b>	TESIS	<b>Norma:</b>	A.A.S.H.O. T 90-56
<b>Procedencia:</b>	MUESTRA N°2	<b>Fecha Ensayo:</b>	25/08/2009
<b>Solicitado por:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL

NUMERO DE CÁPSULA	23	24	25	26	27
Peso de la Cápsula (gr.)	4.22	4.23	4.27	4.29	4.00
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	14.00	13.96	15.25	15.62	15.24
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	11.25	11.29	12.29	12.66	12.40
Peso del suelo Seco (gr.)	7.03	7.06	8.02	8.37	8.40
Peso del Agua (gr.)	2.75	2.67	2.96	2.96	2.84
Contenido de Humedad (%)	39.12	37.82	36.91	35.36	33.81
NUMERO DE GOLPES	15	20	25	30	37



**LÍMITE PLÁSTICO**

NUMERO DE CÁPSULA	0	1	2
Peso de la Cápsula (gr.)	4.22	4.57	4.53
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	5.17	5.50	5.57
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	4.98	5.30	5.36
Peso del suelo Seco (gr.)	0.76	0.73	0.63
Peso del Agua (gr.)	0.19	0.20	0.21
Contenido de Humedad (%)	25.00	27.40	25.30
Contenido Medio de Humedad (%)		L.P. = 25.90 %	

**RESULTADOS**

VALORES ENSAYO	VALORES ENTEROS SEGÚN NORMA
L.L. = 36.2%	L.L. = 36%
L.P. = 25.9 %	L.P. = 26 %
I.P. = 10.3%	I.P. = 10%

  
 .....  
 ING. FRANCISCO CARRIÓN  
 RESPONSABLE



  
 .....  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO



# PROYECONSUL

Proyectos y Consultoría

Tel: 072-540630

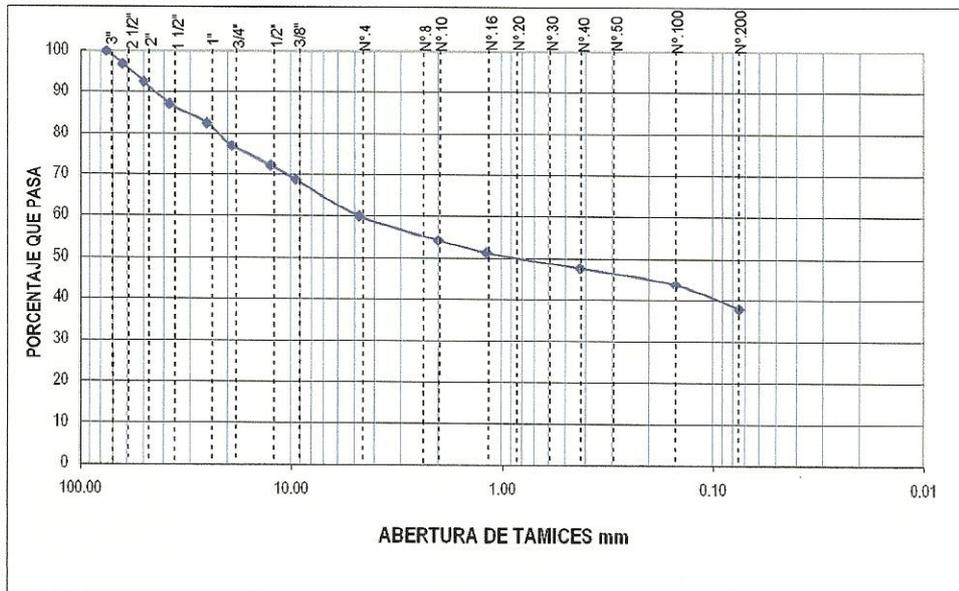
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**PROYECTO:** TESIS  
**USO:** ANÁLISIS DE MATERIAL  
**SOLICITADO POR:** SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA  
**ENSAYADO POR:** PROYECONSUL  
**FECHA DE ENSAYO:** 25/06/2009  
**PROCEDENCIA:** MUESTRA N°2

MICR.	TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (Gr.)	% RETENIDO	% QUE PASA	FAJA DE DISEÑO
75	3"	0	0	100	
63	2 1/2"	277	3	97	
50	2"	642	8	92	
37.5	1 1/2"	1085	13	87	
25	1"	1485	18	82	
19	3/4"	1948	23	77	
12.5	1/2"	2348	28	72	
9.5	3/8"	2652	31	69	
4.750	N°.4	3382	40	60	
	Pasa N°.4	5095	60	40	
2.360	N°.8				
2.000	N°.10	50	6	54	
1.180	N°.16	74	9	51	
0.850	N°.20				
0.600	N°.30				
0.425	N°.40	105	12	48	
0.300	N°.50				
0.150	N°.100	139	17	44	
0.075	N°.200	187	22	37.9	
	Pasa N°.200	319	37.9		
	<b>TOTAL</b>	<b>8477</b>			

Peso Total de Lavado:	506.00	Peso antes de Lavado:	
Peso Total después de Lavado:	187.00	Peso después del Lavado:	
Módulo de Finura:			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



ING. FRANCISCO CARRIÓN  
RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
LABORATORIO

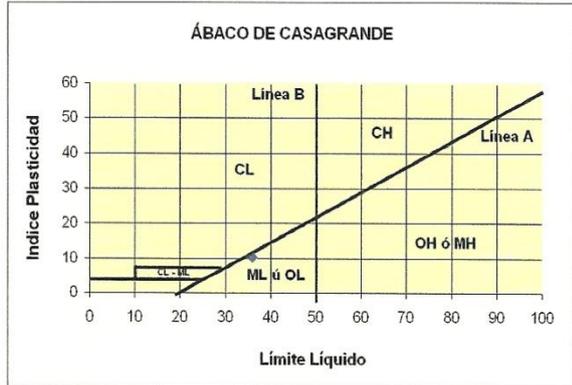


**PROYECTOS Y CONSULTORÍA**

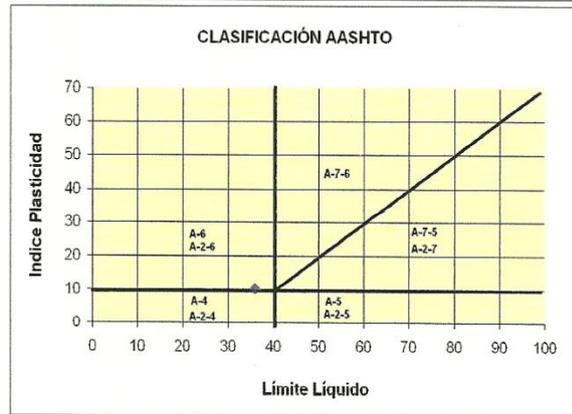
Telf: 072-540630

**CLASIFICACIÓN MÉTODO S.U.C.S. Y AASHTO**

<b>Muestra :</b>	TESIS	<b>Realizado:</b>	PROYECONSUL
<b>Procedencia:</b>	MUESTRA Nº2	<b>Fecha Ensayo:</b>	25/06/2009
<b>Solicitado por:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL



<b>LÍMITE LÍQUIDO L.L.</b>	36 %
<b>LÍMITE PLÁSTICO L.P.</b>	26 %
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD I.P.</b>	10 %



CLASIFICACIÓN	
<b>Pasa tamiz Nº.4 :</b>	60 %
<b>Pasa tamiz Nº.200 :</b>	38 %
<b>D60 :</b>	5.65 mm
<b>D30 :</b>	
<b>D10 (diámetro efectivo) :</b>	
<b>Coefficiente de Uniformidad (Cu) :</b>	
<b>Grado de Curvatura (Cc) :</b>	
<b>Valor del índice de grupo (IG)</b>	1

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Grava limosa con arena GM

Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO)

A-4 Suelo limoso

  
 ING. FRANCISCO CARRIÓN  
 RESPONSABLE



  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ROCA EXTRAIDA N°3				
<b>MATERIAL:</b>	ROCA EXTRAIDA N°3	<b>SOLICITADO:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	
<b>PROCEDENCIA:</b>	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN MASA DEL BARRIO CENTRAL PARROQUIA CHIGUINDA CANTÓN GUALAQUIZA PROV. MORONA SANTIAGO			
<b>SITIO:</b>	PROV. MORONA SANTIAGO			
<b>FECHA:</b>	26/06/2009	<b>REALIZADO:</b>	PROYECONSUL	
<b>PESO HUMEDO</b>	<b>PESO SECO</b>	<b>PESO DE CAPSULA</b>	<b>% DE HUMEDAD</b>	<b>RESULTADO</b>
5.41	5.40	3.24	0.46	0.46

CLASIFICACIÓN ELEMENTAL: ROCA SEDIMENTARIA DE CLORO PLOMO OSCURO

.....  
 ING. FRANCISCO CARRIÓN  
 RESPONSABLE



.....  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO



**PROYECONSUL**

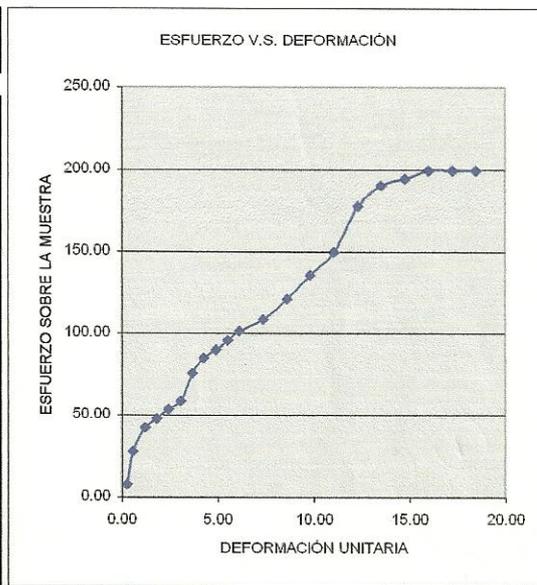
(072) 540-630

**ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA**

<b>Muestra :</b>	INALTERADA REMOLDEADA	<b>Norma:</b>	AASHTO T 208
<b>Procedencia:</b>	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN MASA DEL BARRIO CENTRAL PARROQUIA CHIGUINDA CANTÓN GUALAQUIZA PROV. MORONA SANTIAGO	<b>Fecha:</b>	26/06/2009
<b>Nº de muestra</b>	ROCA EXTRAIDA Nº3	<b>Solicitado:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA

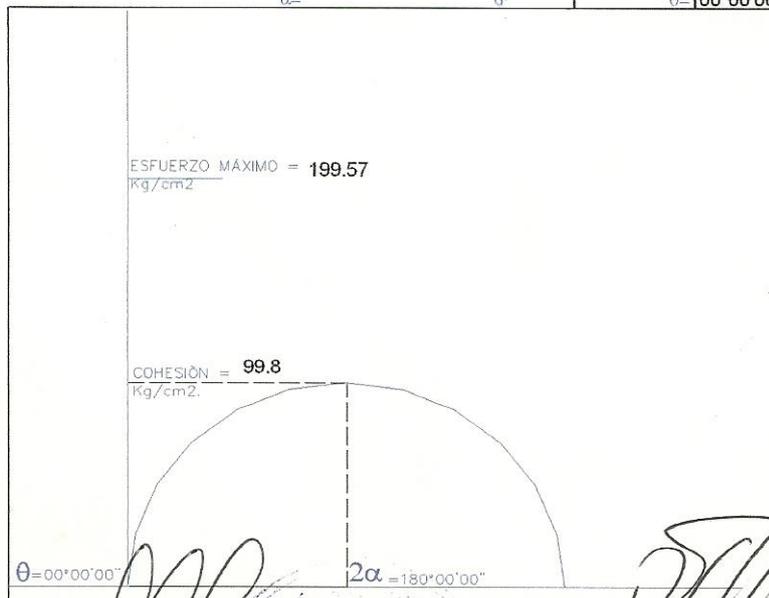
<b>Ancho:</b>	4.05 cm	<b>Largo:</b>	4.12 cm	<b>Espesor:</b>	4.84 cm <sup>2</sup>
<b>Cont. Humedad:</b>	0.46 %	<b>qu:</b>	199.57 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Cohesión:</b>	99.78 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Volumen:</b>	80.76 cm <sup>3</sup>	<b>Peso:</b>	214.70 g	<b>Dens. Humed</b>	2.6585 g/cm <sup>3</sup>
<b>Densidad Seca :</b>			2.646 g/cm <sup>3</sup>		

DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA
0.31	8.03
0.62	28.23
1.23	42.67
1.85	48.18
2.47	54.12
3.08	58.97
3.70	75.75
4.32	85.16
4.93	90.26
5.55	96.01
6.17	101.82
7.40	108.59
8.63	120.94
9.86	135.68
11.10	149.29
12.33	177.69
13.56	190.22
14.80	194.47
16.03	199.57
17.26	199.57
18.50	199.57

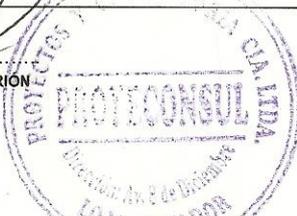


ALTURA Y= 0 cm  
 DISTANCIA X= 2.31 cm  
 $\alpha = 0^\circ$

**ANGULO FRICCIÓN INTERNA  $\theta$**   
 $\theta = 00^\circ 00' 00''$



ING. FRANCISCO CARRIÓN  
 RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO

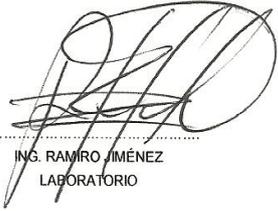


**PROYECONSUL**

TELF: (072) 540-630

CONTENIDO DE HUMEDAD				
MUESTRA N°3				
<b>PROYECTO:</b>	TESIS	<b>SOLICITADO:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR	
<b>PROCEDENCIA:</b>	MUESTRA N°3		LITUMA	
<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL			
<b>FECHA:</b>	25/06/2009	<b>OPERADOR:</b>	PROYECONSUL	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
51.79	51.36	4.16	0.91	0.91

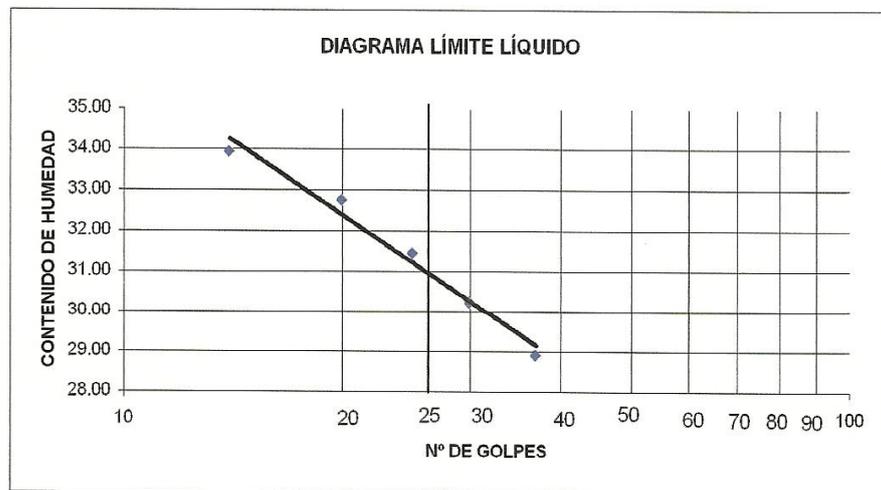
  
.....  
ING. FRANCISCO CARRIÓN  
RESPONSABLE

  
.....  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
LABORATORIO



<b>Proyecto :</b>	TESIS	<b>Norma:</b>	A.A.S.H.O. T 90-56
<b>Procedencia:</b>	MUESTRA N°3	<b>Fecha Ensayo:</b>	25/06/2009
<b>Solicitado por:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL

NUMERO DE CÁPSULA	3	4	5	6	7
Peso de la Cápsula (gr.)	4.53	4.46	4.33	4.46	4.44
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	15.66	14.23	14.78	17.00	15.81
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	12.84	11.82	12.28	14.09	13.26
Peso del suelo Seco (gr.)	8.31	7.36	7.95	9.63	8.82
Peso del Agua (gr.)	2.82	2.41	2.50	2.91	2.55
Contenido de Humedad (%)	33.94	32.74	31.45	30.22	28.91
NUMERO DE GOLPES	14	20	25	30	37



**LÍMITE PLÁSTICO**

NUMERO DE CÁPSULA	8	9	10
Peso de la Cápsula (gr.)	4.59	4.33	4.55
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	5.43	5.30	5.45
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	5.26	5.10	5.26
Peso del suelo Seco (gr.)	0.67	0.77	0.71
Peso del Agua (gr.)	0.17	0.20	0.19
Contenido de Humedad (%)	25.37	25.97	26.76
Contenido Medio de Humedad (%)	L.P.= 26.03 %		

**RESULTADOS**

VALORES ENSAYO	VALORES ENTEROS SEGÚN NORMA
<b>L.L. = 31.0%</b>	<b>L.L. = 31%</b>
<b>L.P. = 26.0 %</b>	<b>L.P. = 26 %</b>
<b>I.P. = 5.0%</b>	<b>I.P. = 5%</b>



# PROYECONSUL

Proyectos y Consultoría

Tel: 072-540630

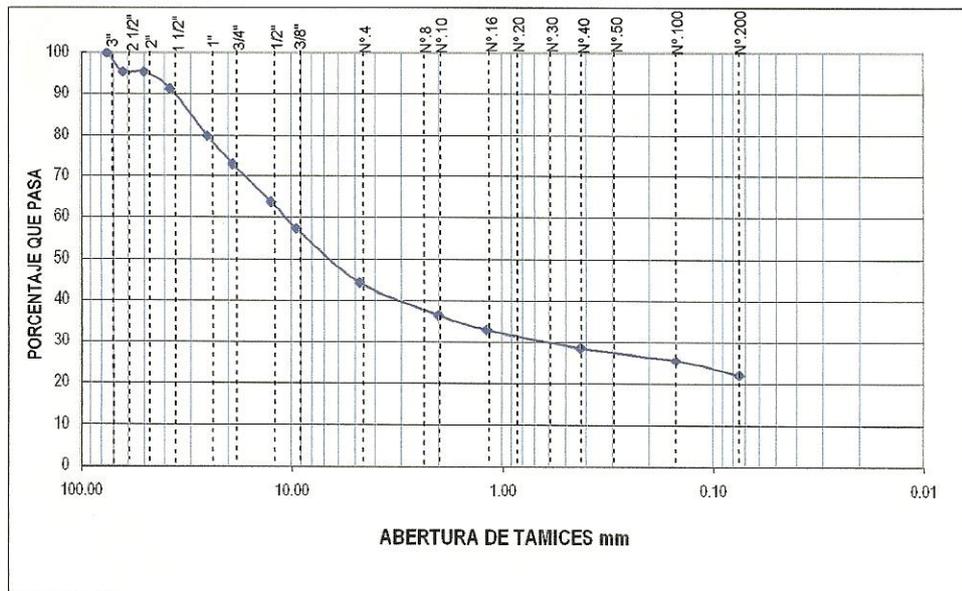
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

**PROYECTO:** TESIS  
**USO:** ANÁLISIS DE MATERIAL  
**SOLICITADO POR:** SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA  
**ENSAYADO POR:** PROYECONSUL  
**FECHA DE ENSAYO:** 25/06/2009  
**PROCEDENCIA:** MUESTRA N°3

MICR.	TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (Gr.)	% RETENIDO	% QUE PASA	FAJA DE DISEÑO
75	3"	0	0	100	
63	2 1/2"	306	5	95	
50	2"	306	5	95	
37.5	1 1/2"	577	9	91	
25	1"	1339	20	80	
19	3/4"	1789	27	73	
12.5	1/2"	2405	36	64	
9.5	3/8"	2825	43	57	
4.750	N° 4	3688	56	44	
	Pasa N° 4	2927	44	56	
2.360	N° 8				
2.000	N° 10	90	8	36	
1.180	N° 16	130	11	33	
0.850	N° 20				
0.600	N° 30				
0.425	N° 40	181	16	29	
0.300	N° 50				
0.150	N° 100	216	19	26	
0.075	N° 200	257	22	22.0	
	Pasa N° 200	254	22.0		
	<b>TOTAL</b>	<b>6615</b>			

Peso Total de Lavado:	511.00	Peso antes de Lavado:	
Peso Total después de Lavado:	257.00	Peso después del Lavado:	
Módulo de Finura:			

### CURVA GRANULOMÉTRICA



ING. FRANCISCO CARRIÓN  
RESPONSABLE

ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
LABORATORIO



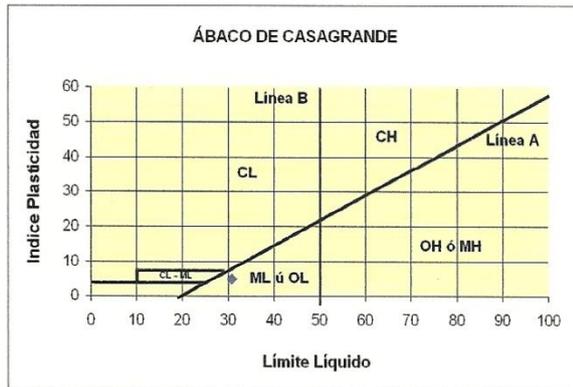


**PROYECTOS Y CONSULTORÍA**

Telf: 072-540630

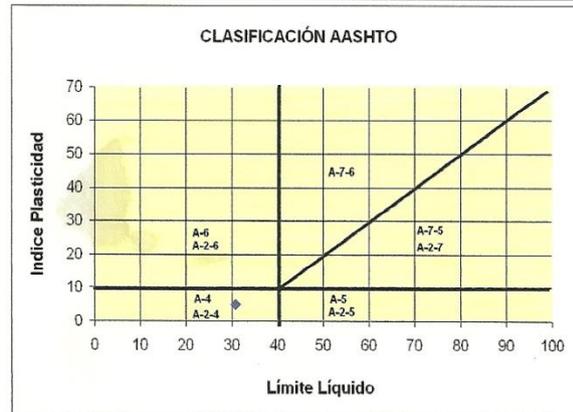
**CLASIFICACIÓN MÉTODO S.U.C.S. Y AASHTO**

<b>Muestra :</b>	TESIS	<b>Realizado:</b>	PROYECONSUL
<b>Procedencia:</b>	MUESTRA N°3	<b>Fecha Ensayo:</b>	25/06/2009
<b>Solicitado por:</b>	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	<b>USO:</b>	ANÁLISIS DE MATERIAL



LÍMITE LÍQUIDO L.L.	31 %
LÍMITE PLÁSTICO L.P.	26 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD I.P.	5 %

CLASIFICACIÓN	
Pasa tamiz N°4 :	44 %
Pasa tamiz N°200 :	22 %
D60 :	11.07 mm
D30 :	0.61 mm
D10 (diámetro efectivo) :	
Coefficiente de Uniformidad (Cu) :	
Grado de Curvatura (Cc) :	
Valor del índice de grupo (IG)	0



Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Grava limosa con arena GM

Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO)

A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

  
 ING. FRANCISCO CARRIÓN  
 RESPONSABLE



  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 LABORATORIO



PORCENTAJE DE ESPONJAMIENTO

PROYECTO:	ESTUDIO Y ANALISIS DE LOS PROCESOS EN MASA DEL BARRIO CENTRAL PARROQUIA CHIGUINDA. CANTÓN GUALAQUIZA PROV. MORONA SANTIAGO	USO: ANALISI DE MUESTRA
SOLICITADO:	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	REALIZO: PROYECONSUL
DIRCETOR DE TESIS:	ING. LUIS HERNÁN CASTILLO	FECHA: 22/07/2009

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO O REDUCCIÓN DE VOLUMEN POR COMPACTACIÓN

DATOS Y CÁLCULOS

ALTURA DEL MOLDE:	11.68 cm.
ESPEJOR POR CAPA:	5 cm.
ALTURA MATERIAL:	6.69 cm.
ALTURA SIN MATERIAL:	4.99 cm.
% ÓPTIMO DE HUMEDAD:	13%

% DE ESPONJAMIENTO = 43 %

NOTA: "LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE A PROYECONSUL"

  
ING. RAMIRO JIMENEZ  
LABORATORIO



  
ING. FRANCISCO CARRION  
RESPONSABLE



Tel: 072-540630

## PROYECTOS Y CONSULTORÍA

### DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PARTÍCULAS MENORES A 37,5 MM MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

Muestra :	MEZCLA DE MATERIAL MUESTRAS 1,2,3,	Norma:	INEN 860
Solicitado:	SR. FREDDY MACAS Y TAYLOR LITUMA	Fecha:	22/07/2009
Director de Tesis:	ING. LUIS HERNÁN CASTILLO	Realizo:	PROYECONSUL

#### GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO SEPARADA POR TAMIZADO

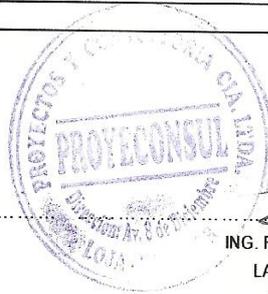
Tamices en mm		Masa de la muestra de ensayo en gramos			
		Gradación			
Pasa	Retenido	A	B	C	D
37.5	25	1250			
25	19	1250			
19	12.5	1250			
12.5	9.5	1250			
9.5	6.7				
6.7	4.75				
4.75	2.36				
Total		5000			

Número de esferas=	12	Masa de la carga abrasiva=	4788 g
Masa total de la muestra seleccionada antes del ensayo (A)=			5000.00
Masa total de la muestra después de 500 revoluciones (B)=			2585.00
Valor de la abrasión (en porcentaje) después de 500 revoluciones (V)=			48.30 %

<b>Valor de abrasión en porcentaje</b> $V = (A - B)/A \times 100$	<b>Requisito de desgaste a la Abrasión Máximo</b> <b>Porcentaje 40 %</b>
--	---

Observaciones:

ING. FRANCISCO CARRIÓN  
RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
LABORATORIO

## **Anexo 3. Fichas Técnicas**



EFFECTOS SECUNDARIOS

Tipos (Casta & Schuster, 1988)		Represamiento				Otros				IMPORTANCIA DEL EVENTO	
Morfometría de la presa		Condición de la presa				Morfometría del embalse				Altura (m)	
		Obstrucción parcial		Estabilización artificial		Caja de desplazamiento				Alta	
		Erosión de la pala		Ligamente socavada		Emplazada				Medio	
		Módicamente socavada		Prácticamente socavada		Siniestro				Baja	
		Fallida									
I	Longitud (m)										
II	Altura (m)										
III	Ancho (m)										
IV	Tiempo aguas arriba (h)										
V	Tiempo aguas abajo (h)										
VI	Volumen presa (m <sup>3</sup> )										
Población		Infraestructura		DAVOS		DAVOS		DAVOS		DAVOS	
Número de puentes		Tipo		Actividades económicas		Tipo		Tipo		Unidad de medida	
Número de edificios		Unidad de medida		Intensidad y cantidad		Intensidad y cantidad		Intensidad y cantidad		Intensidad y cantidad	
Número damnificados		DL		DL		DL		DL		DL	
		DM		DM		DM		DM		DM	
		DS		DS		DS		DS		DS	
		DT		DT		DT		DT		DT	
Comentarios para intensidad de daño		Valor US		Valor US		Valor US		Valor US		Valor US	
DL: Daño leve											
DM: Daño moderado											
DS: Daño severo											
DT: Destrucción total											
NC: No cuantificable											

NOTAS Y APROXIMACION DEL RIESGO

ESQUEMA

PLANTA		PERFIL	
--------	--	--------	--

## CARACTERIZACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA

PROYECTO:

### DATOS GENERALES

MOVIMIENTO Nro.	
COORDENADAS	
FOTO Nro.	
ALTITUD:	
FECHA:	

### TALUD

ALTURA:
DIRECCION:
ANGULO (inclinación de la ladera en grados):
FORMA DE LA LADERA: Recta ( ) Cóncava ( ) Convexa ( )
USO DEL TERRENO: Arbustos y árboles ( ) No vegetada ( ) Pastos ( ) Cultivos ( ) Residencial ( ) Vía presente ( )

### CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO

TIPO:	Deslizamiento ( )	flujo ( )	Caidas ( )	Reptación ( )	Erosión ( )	
LONGITUD (Distancia Promedio desde el escarpe hasta la base):	60 m.					
ANCHO ( promedio de la zona de aporte):	10 – 15 m.					
TIPO DE FALLA:	Indeterminada ( )	Rotacional ( )	Traslacional ( )	Completa ( )	Múltiple ( )	
MECANISMO:	Evento sencillo y rápido ( )	Evento sencillo y lento ( )	Evento múltiple y rápido ( )	Evento múltiple y lento ( )		
SECUENCIA DE REPETICIÓN:						
ACTIVIDAD:	Inactivo ( )	Latente ( )	Activo ( )	Actividad localizada ( )		
ESTADO DEL ESCARPE:	No es aplicable ( )	Escarpe evidente ( )	Escarpe vago ( )			
FORMA DEL ESCARPE:	No aplicable ( )	Semicircular ( )	Elongado ( )			
AREA DEL ESCARPE:	No aplicable ( )	Pequeña (<200 m <sup>2</sup> ) ( )	Mediana (200 – 500 m <sup>2</sup> ) ( )	Grande (>500 m <sup>2</sup> ) ( )		
VEGETACIÓN DEL ESCARPE:	No Aplicable ( )	No vegetada ( )	Vegetación escasa ( )	Arbustos ( )		
FORMA DE LA MASA DESPLAZADA:	No aplicable ( )	Longitud = ancho ( )	Longitud > ancho ( )	Longitud < ancho ( )		
ESTADO DE LA MASA DESPLAZADA:	Masa intacta ( )	Masa desintegrada ( )	Masa en forma de flujo ( )	No Presente ( )		
HUMEDAD DE LA MASA DESPLAZADA:	No Presenta zonas Húmedas ( )	Zonas Inundadas ( )	Zonas de alta Humedad ( )			
VEGETACIÓN DE LA MASA DESPLAZADA:	No Aplicable ( )	No vegetada ( )	Vegetación escasa ( )	arbustos ( )	Árboles ( )	
SUPERFICIE DE FALLA:	Cubierta orgánica ( )	Suelo depositado ( )	Suelo residual ( )	Relleno ( )		
CAUSA PROBABLE:	Desconocida ( )	Erosión concentrada ( )	Deforestación ( )	Exceso de agua ( )	Cargas de construcción ( )	Discontinuidades ( )
FACTOR DISPARADOR:	Desconocido ( )	Lluvias ( )	Construcciones ( )	Otros ( )		
DAÑO:	No visible ( )	Carreteras ( )	Residencias ( )	Áreas de pasto ( )	Residencias ( )	
ESTABILIZACIÓN:	No Visible ( )	Muros ( )	Canales ( )	Drenes ( )	Otros ( )	
OBSERVACIONES:						

**LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO**

**PROYECTO:**

**DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS**

<b>AFLORAMIENTO Nro.:</b>
<b>COORDENADAS:</b>
<b>DIMENSIONES:</b>
<b>COTA:</b>
<b>RELIEVE:</b> Llano <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> De colinas <input type="checkbox"/> Montañoso <input type="checkbox"/>
<b>VEGETACIÓN:</b> Exuberante <input type="checkbox"/> Escasa <input type="checkbox"/> Color <input type="checkbox"/>
<b>FOTO Nro.:</b>
<b>FECHA:</b>

CROQUIS

**PERFIL LITOLÓGICO DEL AFLORAMIENTO**

POTENCIA (m)	Nro. DE CAPAS	LITOLOGIA	GRANULOMETRIA				COLOR	ORIENTA CION	MUESTRA	DESCRIPCION
			ARCILLA	LIMO	ARENA	GRAVA				

**OBSERVACIONES**

## **Anexo 4. Mapas**

## **Anexo 3. Mapas.**

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>	<b>ÁNGULO DE INCLINACIÓN (°)</b>	<b>ÁREA OCUPADA (%)</b>
Muy Baja	0 a 15	0 a 8,5	57,58
Baja	15 a 30	8,5 a 16,7	32,23
Mediana	30 a 50	16,7 a 26,6	8,18
Alta	50 a 100	26,6 a 45	1,92
Muy Alta	Más de 100	Más de 45	0,09