



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y MINAS**

**“APLICACIÓN DEL MÉTODO MORA VAHRSON PARA LA
CLASIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS
DE LA VÍA MACAS - RIOBAMBA EN LA PARROQUIA ZUÑAC”**

Trabajo de titulación presentado previo a la Obtención del título de:
INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS

**AUTORES:
JARAMILLO BALDES JEFFERSON RICARDO
PASATO JARRO JOAO ANDRES**

Macas – Ecuador
2016

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El Tribunal del Proyecto Técnico de Titulación, constituido por el Ing. Ramiro Pino he Ing. Marco Mejía, luego de receptar la presentación de Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingenieros en Geología y Minas cuyo tema es: “**APLICACIÓN DEL MÉTODO MORA VAHRSON PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS DE LA VÍA MACAS – RIOBAMBA EN LA PARROQUIA ZUÑAC,**” elaborado por los señores: Jaramillo Baldes Jefferson Ricardo y Pasato Jarro Joao Andrés, ha sido revisado y verificado, dando fe de la originalidad del presente trabajo y emite el siguiente veredicto: se ha Aprobado el Informe del Proyecto Técnico por lo que se recomienda proceder a la recepción de la defensa oral.

En la ciudad de Macas, a los 7 días del mes de marzo de 2016



.....
Ing. Ramiro Pino Loza
DIRECTOR DEL PROYECTO TÉCNICO




.....
Ing. Marco Mejía Flores
MIEMBRO


DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, **Jefferson Ricardo Jaramillo Baldes** y **Joao Andrés Pasato Jarro**, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 8 de marzo de 2016.


Jefferson Ricardo Jaramillo Baldes
C.I. 140089068-5


Joao Andrés Pasato Jarro
C.I. 140076413-8

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedicamos a nuestros padres José Pasato, Martha Jarro, Rodrigo Jaramillo y Narcisa Baldes. Quienes han sido un pilar fundamental para la culminación de nuestro proyecto, que con mucho amor y cariño nos han apoyado y motivando día a día en nuestra carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A nuestro director Ing. Ramiro Pino por la ayuda que nos ha prestado en el trabajo de titulación, apoyo con ideas y la excelente atención que nos prestó durante todo el proceso de realización del proyecto.

A nuestro asesor Ing. Marco Mejía por apoyarnos en el desarrollo de este trabajo de titulación.

Gracias al Ministerio de Transporte y Obras Públicas por facilitarnos y guiarnos con los ensayos de laboratorio.

En general a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su gran labor al darnos la oportunidad de obtener una profesión y ser una ayuda para la sociedad.

Y a nuestros familiares y amigos por todos sus buenos deseos y palabras de apoyo que nos brindaron durante todo este tiempo.

CONTENIDO

APROBACION DEL TRIBUNAL	I
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. MARCO REFERENCIAL.....	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Justificación	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Planteamiento de la hipótesis	5
2. GENERALIDADES	6
2.1 Ubicación	6
2.2 Acceso.....	7
2.3 Clima y temperatura.....	7
2.4 Hidrografía.....	8
CAPÍTULO II	9
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
2.1.1 Formación Tarqui (Pleistoceno).	10
2.1.2 Formación Mera (cuaternario)	11
2.1.3 Grupo Zamora (Paleozoico inferior al superior).....	11
2.1.4 Grupo Cotopaxi.....	11
2.2 MOVIMIENTOS DE LADERA.....	11
2.2.1 Nomenclatura.....	12

2.3	CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MOVIMIENTOS	12
2.3.1	Caida (fall)	12
2.3.2	Vuelcos (topples)	13
2.3.3	Vuelco por flexión (flexural toppling)	13
2.3.4	Desplome	13
2.3.5	Deslizamientos (slides)	14
2.3.5.1	Deslizamiento rotacional (Rotational slide).....	14
2.3.5.2	Deslizamiento traslacional (translational slide)	15
2.3.5.3	Deslizamiento de Bloques (block slide)	15
2.3.6	Propagación lateral.....	15
2.3.7	Flujo (flow)	15
2.3.7.1	Flujo de derrubios:	16
2.3.7.2	Avalancha de escombros.....	16
2.3.7.3	Flujos de tierra	17
2.3.8	Reptación	17
2.3.9	Movimientos complejos.....	18
2.4	Ficha de Inventario de deslizamientos.	18
2.4.1	Instructivo para la toma de datos de acuerdo al formato realizado.....	19
2.5	HUMEDAD DEL SUELO.....	20
2.6	MÉTODO MORA-VAHRSON	21
2.6.1	Parámetro de susceptibilidad litológica	22
2.6.2	Parámetros de humedad del suelo del terreno.....	22
2.6.3	Parámetros de pendientes del terreno.	23
2.6.4	Parámetro detonante (precipitación)	24
2.6.5	Parámetro detonante (sismicidad).....	24
2.6.6	Clases de susceptibilidad y sus calificativos de acuerdo al grado de amenaza	25
CAPÍTULO III.....		27
3.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	28
3.1	Metodología	28
3.1.1	Documentación y recopilación de información	28
3.1.2	Elaboración de mapas preliminares	28

3.2	TRABAJO DE CAMPO.....	28
3.2.1	Geología local	29
3.2.2	Geomorfología	36
3.2.3	Ensayos de laboratorio.....	38
3.2.3.1	Recolección de la muestra para ensayos de laboratorio.....	38
3.2.3.2	Preparación y ensayo granulométrico (ASTM D422)	38
3.2.3.3	Ensayo de humedad natural del suelo (ASTM D2216)	39
3.2.3.4	Ensayo de límites líquido y plástico (ASTM D 4318).....	40
3.2.3.5	Ensayo de picnómetro.....	41
3.2.4	Toma de datos para ficha de inventario de los movimientos de ladera	41
3.2.4.1	Fichas de inventario de los movimientos de ladera	41
3.3	TRABAJO DE OFICINA FINAL	56
3.3.1	MODELAMIENTO CON EL MÉTODO MORA-VAHRSON.....	56
3.3.1.1	Elaboración del mapa de pendientes.....	56
3.3.1.2	Elaboración del mapa de humedad del suelo.....	57
3.3.1.3	Elaboración del mapa litológico	59
3.3.1.4	Elaboración del mapa de precipitación.....	60
3.3.1.5	Elaboración del mapa de actividad sísmica.	60
3.3.1.6	Elaboración del mapa de susceptibilidad.....	61
CAPÍTULO IV		63
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	64
4.1	ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	64
4.1.1	Ensayos de granulometrías, humedades, límites y clasificación del suelo.	64
4.1.2	Datos de ensayo del picnómetro	82
4.1.3	Grado de saturación de las muestras analizadas	83
4.2	Inventario de movimientos de ladera.....	84
4.2.1	Distribución de los movimientos de ladera.....	84
4.2.1.1	Deslizamientos.....	85
4.2.1.2	Caída de rocas.....	85
4.2.1.3	Flujos.....	86

4.2.2	Porcentaje del área afectada por movimientos de ladera de acuerdo a la zona de estudio	86
4.2.3	Distribución de los movimientos según la geología regional	87
4.2.4	Resumen de los movimientos de ladera.....	88
4.2.5	Porcentaje de factores condicionantes y detonantes según el total de casos	89
4.2.5.1	Condicionantes.....	89
4.2.5.2	Detonantes.....	91
4.3	Mapa de susceptibilidad del área de estudio	92
4.4	Mapa de correlación entre el mapa de inventario de movimientos y el mapa de susceptibilidad de la parroquia Zuñac.....	93
4.5	Comprobación de la hipótesis.	94
4.5.1	Hipótesis	94
4.5.2	Comprobación.....	94
CAPITULO V.....		95
5.1	CONCLUSIONES.....	96
5.2	RECOMENDACIONES.....	97
CAPITULO VI		98
6.1	RESUMEN.....	99
6.2	ABSTRACT	100
6.3	BIBLIOGRAFÍA	101
6.4	ANEXOS	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Parámetro de susceptibilidad litológica-----	22
Tabla 2-2: Parámetros de humedad del suelo -----	22
Tabla 3-2: Valoración del parámetro de humedad (Sh) -----	23
Tabla 4-2: Valoración del parámetro Sp. -----	23
Tabla 5-2: Parámetro de precipitación-----	24
Tabla 6-2: Parámetro de sismicidad-----	24
Tabla 7-2: Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad-----	25
Tabla 8-2: Clasificación de la susceptibilidad al deslizamiento -----	25
Tabla 1-3: Tabla de datos estructurales del área de estudio -----	35
Tabla 2-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 1-----	42
Tabla 3-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 2-----	43
Tabla 4-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 3-----	44
Tabla 5-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 4-----	45
Tabla 6-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 5-----	46
Tabla 7-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 6-----	47
Tabla 8-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 7-----	48
Tabla 9-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 8-----	49
Tabla 10-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 9 -----	50
Tabla 11-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 10 -----	51
Tabla 12-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 11 -----	52
Tabla 13-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 12 -----	53
Tabla 14-3: Ficha de movimiento de ladera del 13-----	54
Tabla 15-3: Ficha de movimiento de ladera del 14-----	55
Tabla 16-3: Promedios acumulados de precipitación mensual en mm -----	58
Tabla 17-3: Precipitación máxima en 24 horas -----	60
Tabla 18-3: Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad -----	61
Tabla 1-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 1 del talud 1 -----	65
Tabla 2-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 2 del talud 1 -----	66

Tabla 3-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 3 del talud 1-----	67
Tabla 4-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 4 del talud 2-----	68
Tabla 5-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 5 del talud 2-----	69
Tabla 6-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 6 del talud 3-----	70
Tabla 7-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 7 del talud 3-----	71
Tabla 8-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 8 del talud 4-----	72
Tabla 9-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 9 del talud 5-----	73
Tabla 10-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 10 del talud 6-----	74
Tabla 11-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 11 del talud 7-----	75
Tabla 12-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 12 del talud 8-----	76
Tabla 13-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 13 del talud 9-----	77
Tabla 14-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 14 del talud 10-----	78
Tabla 15-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 15 del talud 11-----	79
Tabla 16-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 16 del talud 12-----	80
Tabla17-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 17 del talud 13-----	81
Tabla 18-4: Porcentaje de absorción de las muestras analizadas-----	82
Tabla 19-4: Grado de saturación de las muestras analizadas-----	83
Tabla 20-4: Resumen de movimientos de ladera-----	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación geográfica del área de estudio. -----	7
Figura 2-1: Mapa hidrográfico de la parroquia Zuñac-----	8
Figura 1-2: Mapa geológico regional -----	10
Figura 2-2: Elementos morfológicos y morfométricos de un deslizamiento-----	12
Figura 3-2: Esquema de caída de rocas-----	13
Figura 4-2: Tipos de volcamientos -----	14
Figura 5-2: Tipos de deslizamientos -----	14
Figura 6-2: Esquema de propagación lateral -----	15
Figura 7-2: Flujo de derrubios -----	16
Figura 8-2: Avalancha de escombros -----	17
Figura 9-2: Esquema de reptación-----	17
Figura 10-2: Ficha de inventario de movimientos-----	19
Figura 1-3: Mapa geológico del área de estudio-----	36
Figura 2-3: Modelamiento en 3D del área de estudio -----	57
Figura 3-3: Modelamiento del mapa de pendientes -----	57
Figura 4-3: Modelamiento del mapa mensual de humedades -----	58
Figura 5-3 Modelamiento final de la sumatoria de humedades mensuales -----	58
Figura 6-3: Modelamiento del mapa litológico -----	59
Figura 7-3: Modelamiento y clasificación del mapa litológico de acuerdo a los parámetros del método Mora-Vahrson-----	59
Figura 8-3: Modelamiento del mapa de precipitación-----	60
Figura 9-3: Modelamiento del mapa de actividad sísmica-----	61
Figura 10-3: Modelamiento final del mapa de susceptibilidad. -----	62
Figura 1-4: Mapa de inventario de movimientos de ladera-----	84
Figura 2-4: Distribución de movimientos de ladera-----	85
Figura 3-4: Porcentaje del área afectada por movimientos de ladera en a la zona de estudio ---	87
Figura 4-4: Distribución de los movimientos según la geología.-----	87
Figura 5-4: Porcentaje de factores condicionantes según el total de casos -----	90

Figura 6-4: Porcentaje de factores detonantes según el total de casos -----	91
Figura 7-4: Mapa de susceptibilidad de riesgos activados por lluvias -----	92
Figura 8-4: Correlación del mapa de inventario de movimientos y el mapa de susceptibilidad	93
Figura 9-4: Relación entre la ocurrencia de deslizamientos puntuales y los niveles de susceptibilidad-----	94

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-3: Macizo rocos (Cuarcita bandeada) -----	29
Fotografía 2-3: Coluvial.-----	30
Fotografía 3-3: Macizo rocoso de esquisto. -----	31
Fotografía 4-3: Macizo rocoso de Gneis micáceo-----	32
Fotografía 5-3: Macizo rocoso de meta-andesita-----	32
Fotografía 6-3: Esquisto alterado (roca metamórfica)-----	33
Fotografía 7-3: Esquistos ondulados (roca metamórfica)-----	34
Fotografía 8-3: Esquisto con intrusiones de cuarzo-----	34
Fotografía 9-3: Esquisto (Roca metamórfica)-----	35
Fotografía 10-3: Valle Fluvial.-----	37
Fotografía 11-3: Escarpe de falla y Valle fluvial Tipo "V" -----	37
Fotografía 12-3: Recolección de muestras para ensayos de laboratorio A) Extracción de la muestra. B) Ubicación de la muestra -----	38
Fotografía 13-3: Preparación de la muestra y ensayo granulométrico -----	39
Fotografía 14-3: Ensayo granulométrico. A) Tamizado de la serie fina. B) Pesado de la muestra retenida por cada tamiz.-----	39
Fotografía 15-3: Ensayo de humedad del suelo. A) Muestras húmedas. B) Pesado de las muestras -----	40
Fotografía 16-3: Ensayo de límite líquido y plástico. A) Muestra homogénea. B) Utilización de casa grande-----	40
Fotografía 17-3: Ensayo de picnómetro. A) Eliminación de los vacíos de la muestra. B) Pesado de la muestra saturada-----	41
Fotografía 1-4: Deslizamiento rotacional-----	85
Fotografía 2-4: Caída de rocas -----	86
Fotografía 3-4: Flujos. A) Flujo de tierra. B) Flujo de derrubios -----	86

INTRODUCCIÓN

El presente estudio es planteado por la necesidad de contar con un elemento para el análisis de los deslizamientos ocurridos en la vía Macas- Riobamba, el cual está encaminado a generar un Mapa de Susceptibilidad a los Deslizamientos de la parroquia Zuñac.

Existen diversos métodos para evaluación de la susceptibilidad de los deslizamientos tomando en cuenta parámetros específicos dependiendo de la ubicación del área de estudio como son excesos de lluvias o riesgos sísmicos.

El método Mora Vahrson facilita el estudio de la susceptibilidad de los deslizamientos para zonas tropicales, como es el caso de la vía Macas- Riobamba que se encuentra en una zona con excesos de lluvias, acompañados de abundantes eventos geológicos como son: transiciones estratigráficas, plegamientos de origen anticlinorio y sinclinorio, fallas geológicas de nivel regional transversales a la vía producidos por el dinamismo orogénico de la cordillera Real.

El primer capítulo trata sobre la descripción del área de estudio, la ubicación geográfica, características climatológicas, temperatura media y características hidrográficas.

El segundo capítulo consiste en la compilación de fundamentos conceptuales el cual trata sobre teorías de las características geológicas a nivel regional, características de los movimientos de ladera, elaboración de fichas técnicas para su clasificación y el método para la realización del mapa de susceptibilidad. Los fundamentos teóricos están planteados de acuerdo a una recopilación de distintos autores ((Baldock, 1982), (Corominas, J. & Yagüe, A., 2013), (Fernandez, 2001), (Sharpe, 1938), (Varnes, 1958), (Varnes D. , 1978), (Ayala, F.J.; Elizaga, E. y González de Vallejo, L.I., 1987), (Mora, Vahrson, 1993)).

El tercer capítulo abarca la metodología que contó con el siguiente esquema: **Documentación y recopilación de información; Trabajo de oficina inicial:** que consistió en la elaboración de mapas preliminares (topográficos, hidrográficos). **Trabajo de campo:** el cual se realizó mediante un recorrido de la zona de estudio para recopilación de datos geológicos, toma de muestras y clasificación de los movimientos de ladera, mediante el uso de fichas de inventario de

movimientos. **Trabajo de oficina final:** que consiste en el modelamiento y elaboración de diferentes mapas de los factores de susceptibilidad del área de estudio que mediante el software ARCGIS 10.3 se combinan dando como resultado el “Mapa de Susceptibilidad a los deslizamientos de la vía Macas- Riobamba en la parroquia Zuñac”.

El cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos sobre el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos de la vía Macas - Riobamba en la parroquia Zuñac. Sobre los factores que influyen (condicionantes y detonantes). Se realizó un análisis estadístico y descriptivo de los diferentes movimientos de ladera y su disposición en el terreno. Y finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones según lo analizado en campo y el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Los procesos de construcción de obras viales modifican la estabilidad natural del terreno que acompañado de fuertes lluvias aumentan la susceptibilidad de los movimientos de ladera.

La vía Macas - Riobamba ha sido afectada continuamente por desastres naturales principalmente de tipo geológico (movimientos de ladera) en temporadas invernales, causando pérdidas humanas, cierre de vías y pérdidas materiales.

Ante esta situación, por la necesidad de contar con información técnica que permita conocer los diferentes parámetros de susceptibilidad de los deslizamientos se plantea el trabajado de titulación denominado **“APLICACIÓN DEL MÉTODO MORA VAHRSON PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS DE LA VÍA MACAS - RIOBAMBA EN LA PARROQUIA ZUÑAC”**.

Este trabajo pretende brindar información técnica a las diferentes instituciones como son Ministerio de Transporte y Obras Públicas, GAD Parroquial de Zuñac y Policía Nacional; y sea un aporte para la planificación del territorio.

1.2 Planteamiento del problema

En la vía Macas – Riobamba ocurren varios deslizamientos constantemente ocasionando: pérdidas humanas, cierres de la vía y pérdidas materiales. Estos deslizamientos son producidos principalmente por características propias de la zona tales como: litología, topografía, humedad y en gran medida por precipitaciones. Por los problemas que suceden en esta vía, se tiene la necesidad de generar información técnica que permita conocer y evaluar los puntos críticos donde ocurren los deslizamientos, pues no existe información sobre este tema tan importante.

1.3 Justificación

A fin de contar con un elemento de análisis geológico para la toma de correctas decisiones sobre como intervenir en esta vía para precautelar daños, se propone realizar el trabajo de titulación **“APLICACIÓN DEL MÉTODO MORA VAHRSON PARA LA**

CLASIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS DE LA VÍA MACAS - RIOBAMBA EN LA PARROQUIA ZUÑAC”.

Para lo cual se deberá realizar recorridos de la zona a fin de obtener los datos litológicos, pluviométricos, humedad del suelo y de pendientes, que nos permitirán realizar una clasificación de la susceptibilidad de los deslizamientos.

La información generada con este trabajo de titulación servirá de base para tomar medidas de precaución, incluso para estudios posteriores.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos, de la vía Macas - Riobamba en la parroquia Zuñac.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar el inventario de deslizamientos a escala 1:10000 del área estudiada.
- Realizar el mapa geológico a escala 1:10000 del área estudiada.
- Realizar mapas de pendientes y de pluviosidad a escala 1:10000 del sector estudiado.
- Realizar un mapa de susceptibilidad de zonas potenciales a deslizamientos a escala 1:10000 del área de estudio.

1.5 Planteamiento de la hipótesis

Luego de realizar el levantamiento de los 5 factores: Litológico, pluviométrico, humedad relativa del suelo, de pendientes y actividad sísmica de la vía Macas - Riobamba en la Parroquia Zuñac, será posible realizar el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos.

2. GENERALIDADES

2.1 Ubicación

- **PROVINCIA:** MORONA SANTIAGO
- **CANTON:** MORONA
- **PARROQUIA:** ZUÑAC.
- **SECTOR:** SAN VICENTE.

El área de estudio se encuentra ubicada en la parroquia Zuñac, perteneciente al cantón Morona jurisdicción de la provincia de Morona Santiago. Situada a 48 Km. de la ciudad de Macas cabecera cantonal, a 2800 metros sobre el nivel del mar.

Sus límites son: hacia el Norte con el cantón Pablo VI y la parroquia Sinaí. Hacia el Sur el cantón Sucúa y la parroquia de Río Blanco. Al Este la parroquia 9 de Octubre. Y al Oeste la provincia de Chimborazo.

Las coordenadas U.T.M. del punto de partida y el límite del estudio están referenciados al DATUM WGS-84 de a la zona geográfica No. 17 y son:

PUNTOS	X	Y	DISTANCIAS (metros)
P.P.	800.888	9.754.112	P.P. – P.F 15,851.21
P.F.	790.687	9.756.018	

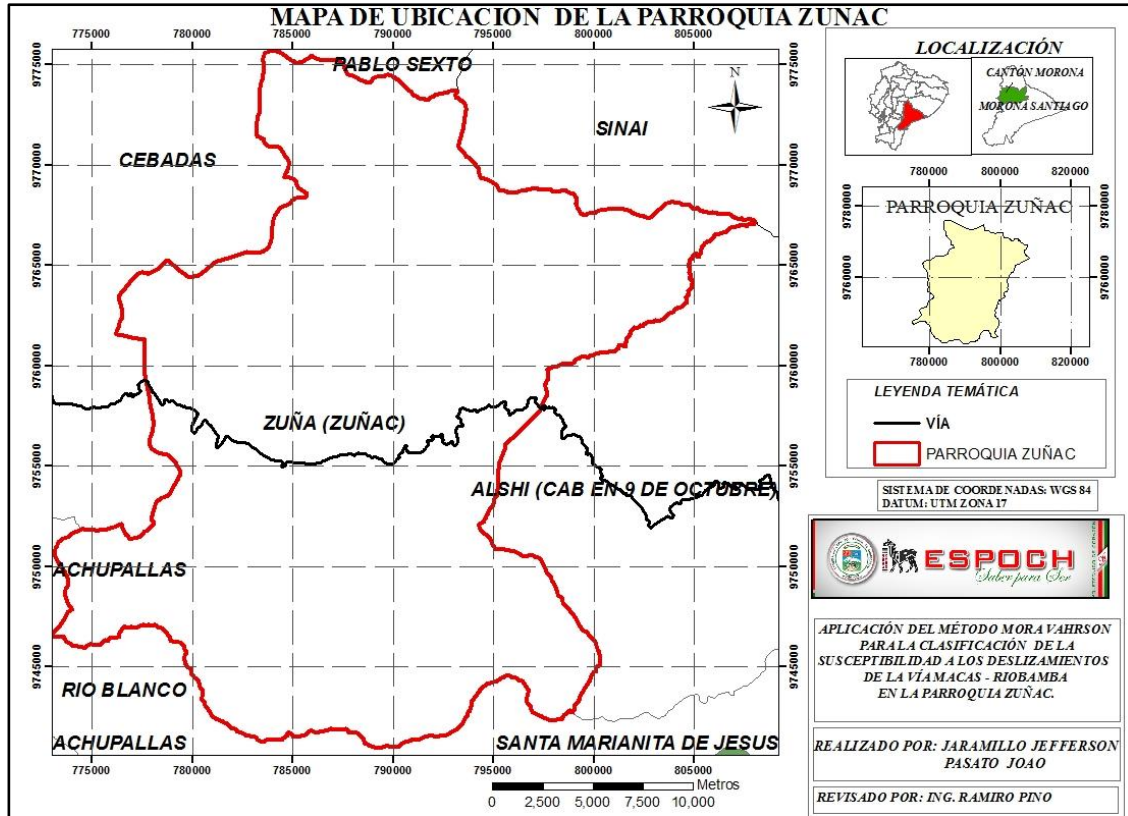


Figura 1-1: Ubicación geográfica del área de estudio.
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

2.2 Acceso

Para acceder a la zona de estudio se toma la vía Macas - Riobamba, desde la ciudad de Macas hacia el Noroeste, en un recorrido de 60 minutos aproximadamente en automóvil por una carretera de primer orden, pasando por las Parroquias: General Proaño, Jimbitono, 9 de Octubre hasta llegar a la Parroquia Zuñac, donde se encuentra el área de estudio.

2.3 Clima y temperatura

La Parroquia Zuñac tiene alturas superiores a los 2.800 metros sobre el nivel del mar, la temperatura varía entre los 12°C a 18°C; precipitación desde los 500 mm a más de los 3.000 mm; pertenece a la zona de vida Templado: Subhúmeda, Húmeda, Muy Húmeda, Lluviosa y Muy Lluviosa. De acuerdo a la clasificación ecológica pertenece al bosque muy húmedo Sub Alpino (Abanicons CIA. LTDA., 2015).

Pluviosidad: la variación entre la estación lluviosa máxima y mínima es extremadamente alta, en el mes de abril precipitaciones de hasta 356 mm y en diciembre de 163 mm. La estación lluviosa empieza en los meses de marzo, abril y mayo, teniendo una precipitación de 3126 mm anuales.

2.4 Hidrografía.

Los ríos principales que encontramos en la parroquia Zuñac, tienen su desembocadura en el Río Upano, estos ríos son: Playas, Retiro, Anguchaca, Tugle, Maco y Tablas. Hay una importante presencia de vertientes que están extendidas en el 85% del área total de la parroquia, dando una forma de la red hídrica dendrítica (Abanicons CIA. LTDA., 2015).

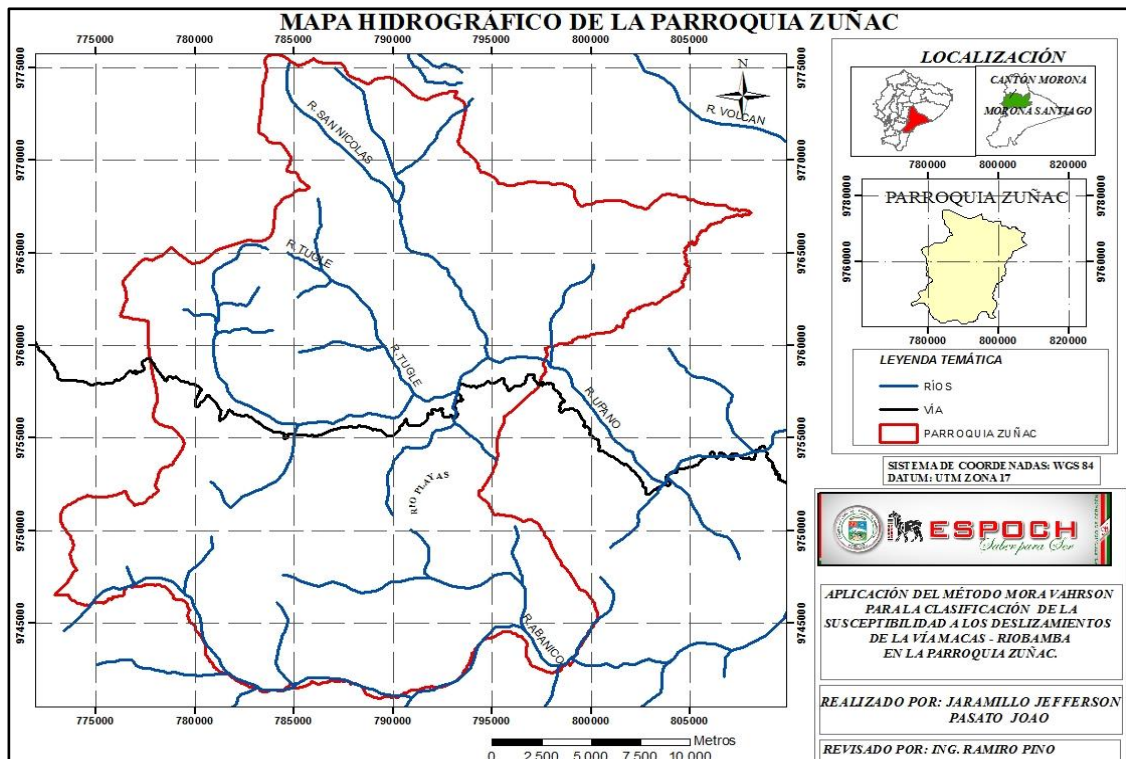


Figura 2-1: Mapa hidrográfico de la parroquia Zuñac
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio se encuentra entre la Cordillera Real (Oriental) dentro de la faja metamórfica, y la Zona Sub – Andina (faja de plegamiento / corrimiento del arco trasero) según el mapa de Rasgos Estructurales Principales del Ecuador de BALDOCK. El cual se encuentran bajo presiones falladas y dentro de terrenos metamórficos, los depósitos están conformados por las siguientes unidades lito estratigráficas: formaciones Tarqui y Mera, Grupo Zamora y Grupo Cotopaxi.

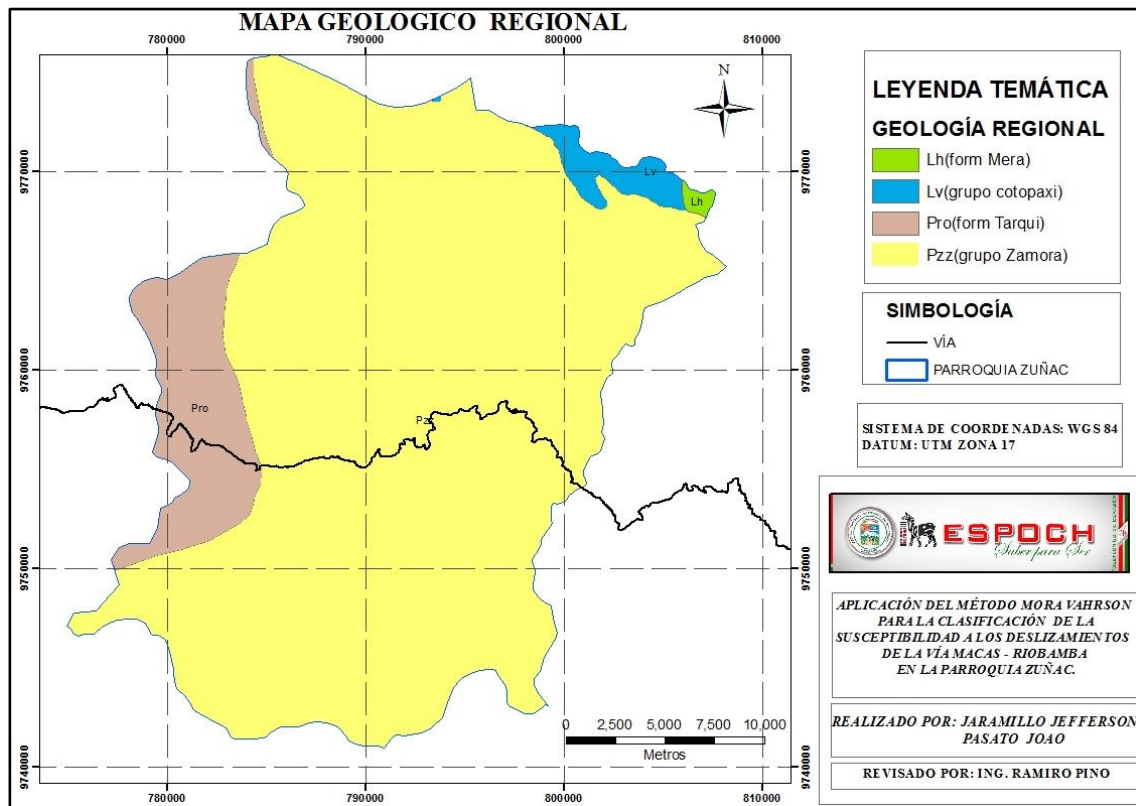


Figura 1-2: Mapa geológico regional
Fuente: cartografía del IGM

2.1.1 Formación Tarqui (Pleistoceno).

Una gran parte de la sierra sur del Ecuador está cubierta por una capa de depósitos volcánicos ligeramente consolidados y alterados. En la secuencia predominan los piro clastos consistiendo de aglomerados que van de riolíticos a andesíticos, tobas, cenizas volcánicas, e ignimbritas la

mayoría de las que han sido fuertemente caolinizadas y/o silicificadas. Lavas dacíticas a riódacíticas forman una parte subsidiaria de la sucesión Tarqui (Baldock, 1982).

2.1.2 Formación Mera (cuaternario)

Consiste en terrazas más jóvenes depósitos compuestos por areniscas tobáceas y arcillas las que postdatan al último periodo importante del fallamiento y levantamiento. Hacia el Este los sedimentos de las terrazas disminuyen considerablemente en espesor, tamaño del grano y altitud (Baldock, 1982).

2.1.3 Grupo Zamora (Paleozoico inferior al superior)

Las rocas metamórficas del sur de la cordillera real son conocidas como grupo Zamora, el que es una secuencia potente e indiferenciada de esquistos moscovíticos-biotíticos, aunque hacia el Este se conocen paragneises y gneises graníticos metasomáticos. Metamórficos de grado más bajo (filitas, cuarcitas) (Baldock, 1982).

2.1.4 Grupo Cotopaxi.

Se incluye al Cotopaxi, la Tungurahua, Sangay y Antisana. Las lavas andesíticas y piroclastos son predominantes, pero algunos indican una variación de dacitas primarias o riódacitas a través de una importante fase andesítica a lavas más básicas (basálticas). Varios depósitos de lahares y ceniza eólica (tefra) gradan transicionalmente hacia el cuaternario de la sierra que incluyen tillitas, travertino, así como también terrazas y depósitos aluviales (Baldock, 1982).

2.2 MOVIMIENTOS DE LADERA

Se entiende como movimiento de ladera, el movimiento de una masa de roca, suelo o derrubios de una ladera en sentido descendente (Cruden, 1991). Se incluye cualquier tipo de movimiento en masa (se excluye por lo tanto la erosión) excepto la subsidencia y el hundimiento kárstico (Fernandez, 2001). Los hundimientos de cavidades o de materiales están excluidos de estos movimientos (Varnes D. , 1978).

2.2.1 Nomenclatura

La nomenclatura de los elementos morfológicos y morfométricos de un movimiento de ladera tipo, ha sido desarrollada por la Asociación Internacional de Geología Aplicada a la Ingeniería (IAEG, 1990).

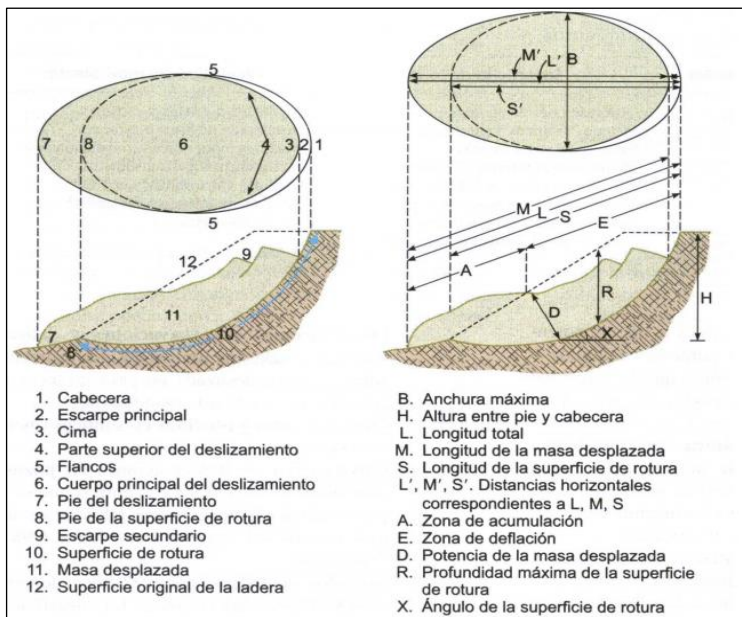


Figura 2-2: Elementos morfológicos y morfométricos de un deslizamiento
Fuente: Gonzales de Vallejo, 2002

2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MOVIMIENTOS

La clasificación de los movimientos de ladera depende de los criterios utilizados para su diferenciación. La clasificación usada en el presente estudio se apoya en las publicadas anteriormente de (Varnes, 1958), (Ayala, F.J.et. al. 1987), (Corominas, J. & Yagüe, A., 1997), (Highland & Johnson, 2004) y se basa fundamentalmente en el mecanismo de rotura y propagación del movimiento utilizando básicamente criterios morfológicos. Se diferencian los siguientes tipos básicos de deslizamientos: Caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones y sus sub-clasificaciones.

2.3.1 CAIDA (FALL)

Conocido también como: desprendimiento, colapso según (Corominas, J. & Yagüe, A., 2013) o rockfall según (Highland & Johnson, 2004). 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 rodamientos (Varnes D. , 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca o caída de suelo.

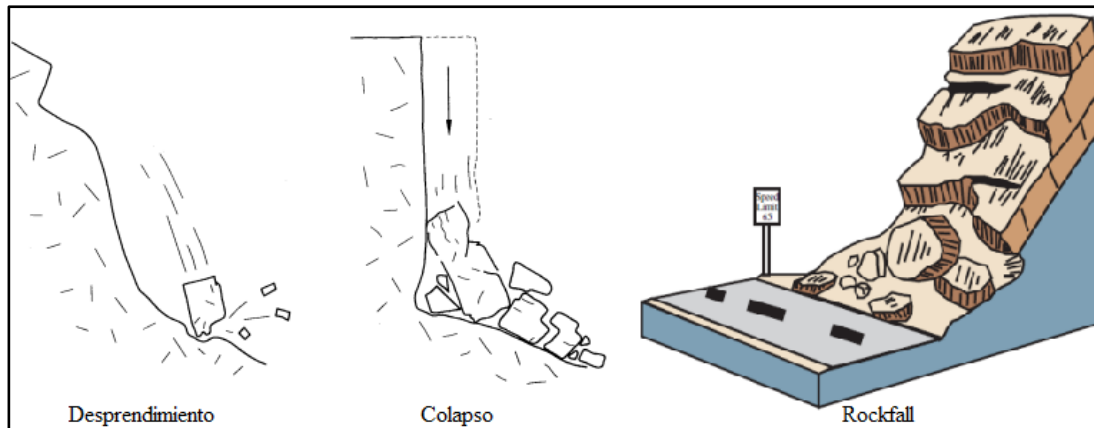


Figura 3-2: Esquema de caída de rocas
Fuente: Corominas & García-Yagüe (1997), Highland & Johnson, 2004

2.3.2 VUELCOS (TOPPLES)

Es la rotación hacia delante y hacia el exterior de la ladera, de una masa de suelo o roca alrededor de un eje situado por debajo de su centro de gravedad. La fuerza desestabilizadora es la gravedad así como el empuje ejercido por el terreno adyacente o los fluidos (agua o hielo) en las grietas (Corominas, J. & Yagüe, A., 2013). Dentro del mecanismo de vuelco pueden distinguirse dos procesos: Vuelco por flexión y desplome.

2.3.3 Vuelco por flexión (flexural toppling)

Tiene lugar en rocas con un sistema preferente de discontinuidades, formando vigas semicontinuas en voladizo (Goodman & Bray, 1976). Las columnas continuas cuando se doblan hacia delante, rompen por flexión. Este tipo de movimiento es característico en esquistos, filitas, pizarras y en secuencias rítmicas finamente estratificadas (facies flysch).

2.3.4 Desplome

La parte movida cae con un movimiento brusco de giro, al menos inicial, apoyado en su base externa. Estos movimientos se producen en bordes acantilados rocosos o de materiales areno-

arcillosos compactados. Si la ladera es empinada, las roturas por vuelco pueden transformarse en caídas (Corominas, J. & Yagüe, A., 2013).

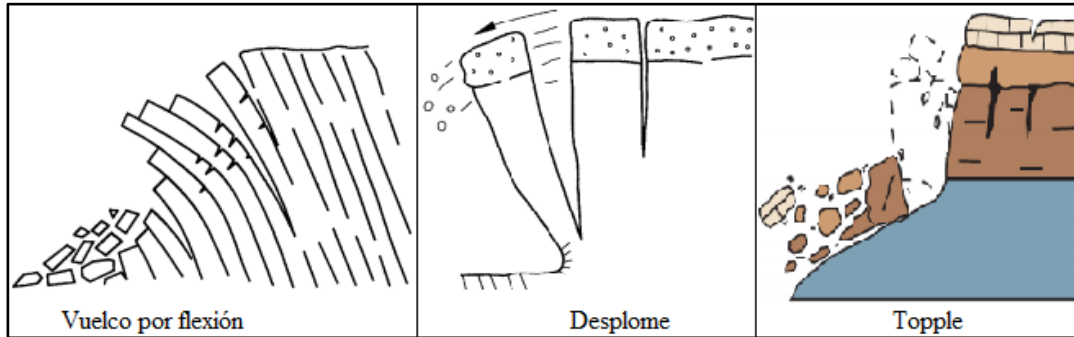


Figura 4-2: Tipos de volcamientos

Fuente: Corominas & García-Yagüe (1997), Highland & Johnson, 2004

2.3.5 Deslizamientos (*slides*)

Es un desplazamiento ladera abajo de una masa de suelo o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (Corominas, 1989).

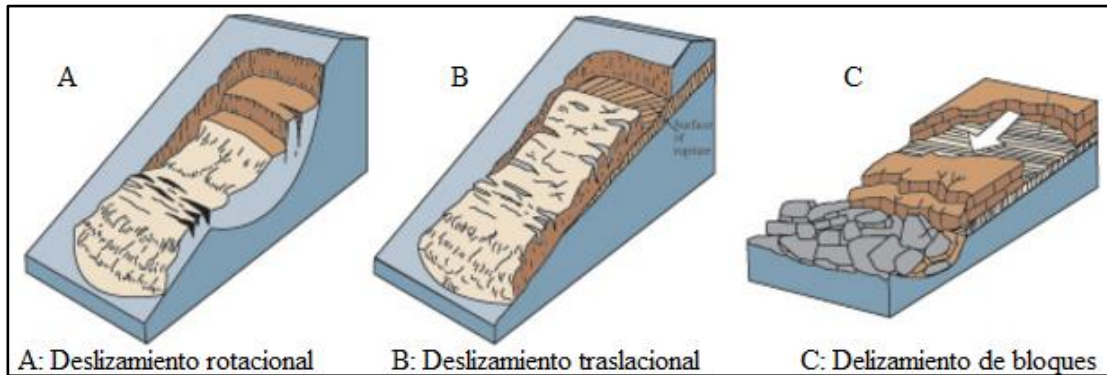


Figura 5-2: Tipos de deslizamientos

Fuente: Highland & Johnson, 2004

2.3.5.1 Deslizamiento rotacional (*Rotational slide*)

Es un deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. La cabeza del movimiento puede moverse hacia abajo dejando un escarpe casi vertical, mientras que la superficie superior puede inclinarse hacia atrás en dirección al escarpe. Estos deslizamientos ocurren frecuentemente en masas de material relativamente homogéneo, pero también puede estar controlado parcialmente por superficies de discontinuidades pre-existentes (Cruden & Varnes, 1996). Ver figura 2.5: A.

2.3.5.2 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 roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden & Varnes, 1996). Ver figura 2.5: B.

2.3.5.3 Deslizamiento de Bloques (*block slide*)

Es un deslizamiento en el cual los bloques de roca se mueven ladera abajo a lo largo de una superficie plana u ondulada. Ocurren frecuentemente a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto. Ver figura 2.5: C

2.3.6 Propagación lateral.

La propagación lateral es un movimiento en masa cuyo desplazamiento ocurre por deformación interna o expansión del material.

(Varnes D. , 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 de flujo plástico.

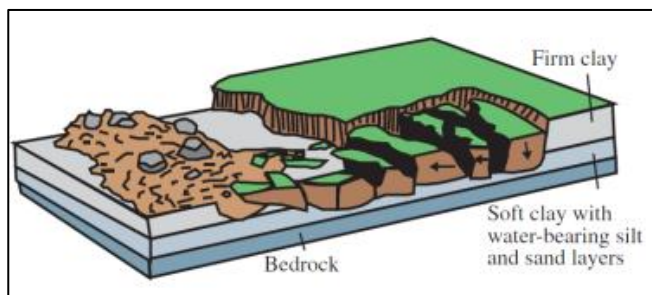


Figura 6-2: Esquema de propagación lateral
Fuente: Varnes, 1978

2.3.7 Flujo (*flow*)

Bajo este sustantivo se agrupan a diferentes movimientos de ladera que tienen en común la deformación interna y continua del material y la ausencia de una superficie neta de

desplazamiento (Varnes D. , 1978). En algunos casos la superficie de rotura se puede asimilar a toda una franja de deformación. Las diferencias estriban en el material implicado, su contenido en agua y la velocidad de desarrollo, de lenta (reptación) a súbita (flujos de rocas). Los más comunes son: los movimientos en suelo (flujos o coladas de tierra o barro), movimientos de derrubios (flujos de derrubios) o bloques rocosos (flujos de bloques), Avalancha de derrubios.

2.3.7.1 Flujo de derrubios:

Un flujo de derrubios o escombros, es un movimiento de masas rápidas en el que una combinación de tierra suelta, roca, materia orgánica, aire y agua se movilizan en forma de suspensión que fluye pendiente abajo. Los flujos de escombros incluyen <50 % de material fino. Los flujos de escombros son comúnmente causados por el flujo de agua superficial intensa, debido a las fuertes precipitaciones o deshielo rápido, que erosiona y moviliza la tierra suelta o roca en pendientes pronunciadas. Estos flujos están totalmente saturados, y consisten en una gran proporción de materiales de limo, arcilla y arena (Varnes D. , 1978).

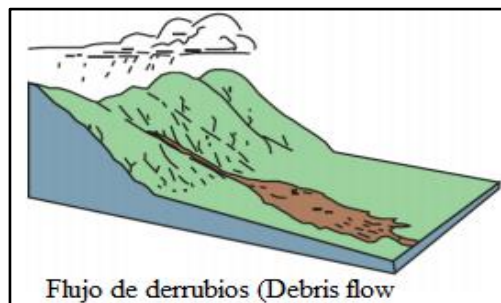


Figura 7-2: Flujo de derrubios

Fuente: Varnes, 1978

2.3.7.2 Avalancha de escombros

Se trata de una masa de materiales finos y gruesos que se desliza por la ladera de una montaña descendiendo de una manera extremadamente rápida, son causados por el flujo de agua superficial intensa debido a las fuertes precipitaciones, que erosiona y moviliza la tierra suelta o rocas.

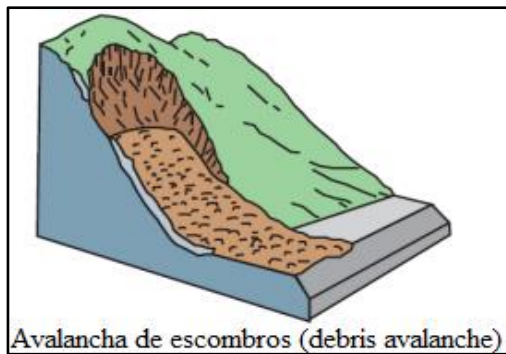


Figura 8-2: Avalancha de escombros
Fuente: Varnes, 1978

2.3.7.3 Flujos de tierra

El material deslizado tiene forma de un cuenco o depresión en la cabeza del flujo. El flujo es alargado y generalmente ocurre en materiales de grano fino o rocas portadoras de arcilla en pendientes moderadas y en condiciones saturadas. Sin embargo, también ocurren estos flujos en materiales granulares secos (Varnes D. , 1978).

2.3.8 Reptación

La reptación es un movimiento extremadamente lento que es imperceptible excepto para largos periodos de tiempo (Sharpe, 1938). No muestra superficies de cizalla definidas. Son desplazamientos, inicialmente muy lentos, que se aceleran progresivamente y que preceden a la rotura de la ladera (Zischinski, 1966). La velocidad de desplazamiento del suelo es lo suficientemente lenta para que la vegetación de los prados alpinos resista y crezca al mismo tiempo que el avance de las partículas. (Corominas, 1989).

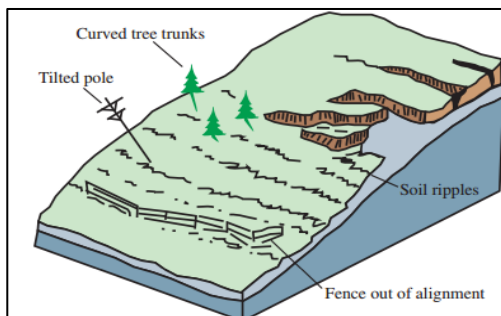


Figura 9-2: Esquema de reptación
Fuente: Varnes, 1978

2.3.9 *Movimientos complejos*

Con frecuencia, los movimientos de ladera implican uno o más tipos de movimientos. Estos movimientos de masa complejos se manifiestan por las diferentes partes de la masa movilizada o por las distintas etapas del desarrollo de los movimientos (Varnes D. , 1978). Así, es común que una masa comience a moverse con un determinado tipo de rotura y posteriormente evolucione en su desplazamiento a otro tipo de movimiento.

2.4 *Ficha de Inventario de deslizamientos.*

Es un registro ordenado de la localización y las características individuales de los diferentes deslizamientos que se encuentran en el área de estudio. El formulario se realizó para recopilar la información de los deslizamientos, se lo debe llenar la mayor parte en el campo y una pequeña parte luego de obtener los datos de laboratorio, para determinar el tipo de suelo y así complementar la información de cada deslizamiento.

Se busca contar con una información completa y precisa sobre todos los aspectos involucrados en los diferentes movimientos, para ello se realizó la siguiente ficha que nos ayudará con la toma de datos.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA				
PARROQUIA: _____		FECHA: _____		
SECTOR: _____		PROYECCION: _____		
TALUD: _____		COORDENADA: _____		
		INSTITUCION: _____		
		PROYECTISTAS: _____		
		CODIGO: _____		
TIPO DE MOVIMIENTO	MATERIAL		OTRAS CARACTERISTICAS	
C Caída L Volcamiento A D. Rotacional S D. Traslacional F D. de bloques I Reptación C Flujos O Prop. Lateral N Complejo	1 2	1 %	<input type="checkbox"/> Mov. canalizado <input type="checkbox"/> Mov. No canalizado <input type="checkbox"/> Licuación <hr/> <input type="checkbox"/> Metamorfico <input type="checkbox"/> Sedimentario <input type="checkbox"/> Coluvial <input type="checkbox"/> Volcánico <hr/> Tipo de suelo sedimentario Clasificación SUCS <hr/> Sistema de clasificación Varnes, 1978 <hr/> Clasificación AASTHO Nombre del movimiento	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Detrito <hr/> Suelos Ingertria <input type="checkbox"/> Gravvas <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Limo <input type="checkbox"/> Arcilla <input type="checkbox"/> M. Organic		<input type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Lig. Húmedo <input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Muy húmedo <input type="checkbox"/> Mojado <hr/> PLASTICIDAD <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> No plástico
	(A) Condicionantes			
	(B) Detonante			
	GENERAL			
	ESQUEMA EN PERFIL			
	FOTOGRAFIA			

Figura 10-2: Ficha de inventario de movimientos
 Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. 2015

2.4.1 Instructivo para la toma de datos de acuerdo al formato realizado.

El formato propuesto contiene la siguiente información:

Encabezado: en el encabezado va la información general como: nombre del encuestador o proyectista, fecha, institución, código del deslizamiento, coordenadas del deslizamiento, tipo de proyección geográfica, parroquia, sector.

Clasificación de los movimientos: cuenta con 9 tipos de movimientos de acuerdo al sistema de clasificación de Varnes, 1978. Mismos que se pueden reconocer fácilmente en el lugar del evento, tiene dos opciones para marcar en cada uno, ya que estos eventos de movimientos suelen contar con 1 o más mecanismos.

Material: dentro del tipo de material se presentan tres alternativas: La primera parte se debe completar de acuerdo a lo que se observa en el lugar del evento, tales como: **roca, suelo y detrito.**

Para **suelos de ingeniería** se lo clasificara de acuerdo al ensayo realizado en laboratorio por tamizado, para obtener porcentajes de grava, arena y finos. Estos porcentajes servirán para determinar el tipo de suelo de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificada de suelos (SUCS), y también mediante la Clasificación AASTHO para una mayor exactitud de resultados.

La segunda parte se refiere a la **humedad y plasticidad del suelo**, estos datos serán llenados después de realizar los ensayos de laboratorio.

La tercera parte hace referencia **origen del suelo**: se debe realizar una descripción en el lugar de la litología y estratigrafía para así obtener los datos geológicos del suelo y determinar si es ígneo, sedimentario o metamórfico. Y también el nombre de la clasificación del suelo de acuerdo a las normas SUCS y AASTHO.

Causas: este cuadro consta de dos alternativas: condicionantes y detonantes, mismas que hay que escoger de acuerdo a las características que se observan en el lugar de evento, para así tener mayor información que nos sirva para determinar el causante de los movimiento.

Nombre del movimiento: según la clasificación por ejemplo: deslizamiento rotacional.

2.5 HUMEDAD DEL SUELO

La humedad de un suelo se conoce como “La relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida” (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005). Para obtener el porcentaje de humedad en laboratorio se lo realiza con la siguiente formula:

$$W = W_W / W_S \times 100 = (W_T - W_S) / W_S \times 100 \%$$

Dónde:

W = Humedad

W_W = es el peso del agua contenida en la muestra de suelo

W_S = es el peso de la fase solida de la muestra de suelo o el suelo seco

W_T = es el peso total de la muestra del suelo

La humedad del suelo es un parámetro muy importante en la realización del estudio ya que ésta representa una de las características más relevantes para explicar el comportamiento del suelo (especialmente en suelos finos que son los que alteran el comportamiento de los taludes o laderas).

2.6 MÉTODO MORA-VAHRSON

Este método propuesto por (Mora, Vahrson, 1993), fue desarrollado en Tapanti, en el valle central de Costa Rica. Es de tipo explícito y semianalítico y tiene por objeto predecir la amenaza por FMR (fenómenos de remoción en masa). En este método se consideran cinco factores que son: el relieve relativo, la litología, la humedad del suelo (elementos pasivos), la combinación de estos tres elementos pasivos se realiza considerando que los FRM ocurre cuando una ladera adquiere un grado de susceptibilidad. La sismicidad, y la intensidad de lluvias o precipitación (elementos activos) actúan como elementos de disparo que destruyen los equilibrios, la mayoría de las veces precarios, que mantienen las laderas.

De esta forma se considera que el grado o nivel de amenaza es el producto de la susceptibilidad y de la acción de los elementos de disparo.

$$\mathbf{H} = \mathbf{EP} * \mathbf{D}$$

Dónde:

H: grado de susceptibilidad al deslizamiento

EP: valor producto de la combinación de los elementos pasivos

D: valor del factor de disparo.

Por su parte el valor de los elementos pasivos se componen de los siguientes parámetros:

$$\mathbf{EP} = \mathbf{S_I} * \mathbf{S_H} * \mathbf{S_P}$$

Dónde:

S_I: valor del parámetro de la susceptibilidad litológica

S_H: valor del parámetro de humedad del terreno

S_P: valor del parámetro de pendiente

El factor de disparo se compone de los siguientes parámetros

$$\mathbf{D} = \mathbf{D_{LL}} + \mathbf{D_S}$$

D_{LL}: valor del parámetro de disparo por lluvia

D_S: Valor del parámetro de disparo por sismicidad

Sustituyendo los parámetros apropiados, la ecuación original se puede expresar como.

$$\mathbf{H} = (\mathbf{S_I} * \mathbf{S_H} * \mathbf{S_P}) * (\mathbf{D_{LL}} + \mathbf{D_S})$$

2.6.1 *Parámetro de susceptibilidad litológica*

Los tipos de suelos y rocas juegan un papel preponderante en el comportamiento dinámico de las laderas. La composición mineralógica, la capacidad de retención de humedad, los espesores y grado de meteorización, el estado de fracturamiento, el ángulo de buzamiento, la posición y variación de los niveles freáticos, etc., influyen claramente en la estabilidad o inestabilidad de las laderas (Mora, Vahrson, 1993).

Tabla 1-2: Parámetro de susceptibilidad litológica

Litología	Calificación	Factor SI
Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo. Calizas duras permeables. Rocas intrusivas, poco fisuradas, bajo nivel freático. Basaltos, andesitas, ignimbritas. Características físicas mecánicas: materiales sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevado, fisuras sanas, sin relleno	Bajo	1
Rocas sedimentarias no o muy poco alteradas, poco fisuradas Calizas duras permeables Rocas intrusivas, calizas duras características físico mecánicas: resistencia al corte media a elevada	Moderado	2
Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, rocas metamórficas mediana a fuertemente alteradas, niveles freáticos relativamente altos	Medio	3
Aluviones fluvio lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas.	Alto	4
Materiales aluviales, coluviales de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre. Se incluyen los casos 3 y 4 con los niveles freáticos muy someros, sometidos a gradientes hidrodinámicos altos	Muy Alto	5

Fuente: Tomado de Mora & Vahrson, 1993

2.6.2 *Parámetros de humedad del suelo del terreno.*

Tabla 2-2: Parámetros de humedad del suelo

Precipitación media mensual (mm/mes)	Valor asignado
< 125	0
125 – 205	1
> 250	2

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson, 1993

Tabla 3-2: Valoración del parámetro de humedad (Sh)

Suma de valores asignados a cada mes	Descripción	Valoración del parámetro Sh
0-4	Muy bajo	1
5-9	Bajo	2
10-14	Medio	3
15-19	Alto	4
20-24	Muy alto	5

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson, 1993

2.6.3 *Parámetros de pendientes del terreno.*

Este parámetro utiliza las clases de pendiente de (Zuidman, 1986) con las cuales se describen los procesos característicos y esperados, y las condiciones del terreno, así como una leyenda de colores sugerida por el mismo autor. Las clases de pendientes pueden coincidir con los sectores críticos, donde los procesos de deslizamiento son dominantes (Zuidman, 1986).

Tabla 4-2: Valoración del parámetro Sp.

Pendiente	Condiciones del terreno	Color sugerido	Valor del parámetro Sp
Grados			
0-2	Planicie, sin denudación apreciable	Verde oscuro	0
2-4	Pendiente muy baja, peligro de erosión	Verde claro	1
4-8	Pendiente baja, peligro severo de erosión	Amarillo	2
8-16	Pendiente moderada, deslizamientos acci3nales, peligro severo de erosión	Naranja	3
16-35	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos	Rojo claro	4
35-55	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible	Rojo oscuro	5
> 55	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada	Morado	6

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson, 1993

2.6.4 Parámetro detonante (precipitación)

Tabla 5-2: Parámetro de precipitación

precipitación máxima mm/día	Descripción	Factor D _{LL}
< 100	Muy bajo	1
101 – 200	Bajo	2
201 – 300	Medio	3
301 – 400	Alto	4
> 400	Muy alto	5

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson, 1993

2.6.5 Parámetro detonante (sismicidad)

Se ha observado que el potencial de generación de deslizamientos por actividad sísmica puede correlacionarse con la escala de intensidades de Mercalli-Modificada (MORA R, 1992).

Tabla 6-2: Parámetro de sismicidad

Intensidad Mercalli- Modificada	Aceleración Pico (%g)	Aceleración PGA (m/s²)	Calificación	Valor Ds
III	1-12	0,098 - 1,226	Leve	1
IV	13-20	1,227 - 2,011	Muy bajo	2
V	21-29	2,012 - 2,894	Bajo	3
VI	30-37	2,895 - 3,679	Moderado	4
VII	38-44	3,680 - 4,365	Medio	5
VIII	45-55	4,366 - 5,445	Elevado	6
IX	56-65	5,446 - 6,426	Fuerte	7
X	66-73	6,427 – 7210	Bastante fuerte	8
XI	74-85	7,211 - 8,388	Muy fuerte	9
XII	>85	> 8,389	Extremadamente fuerte	10

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson, 1993

Para los resultados de la combinación de todos los factores no se puede establecer una escala de valores única, pues los mismos dependen de las condiciones de cada área estudiada. Por este motivo, se sugiere dividir el rango de valores obtenidos, para el área de estudio, en cinco clases de susceptibilidad y asignar los calificativos que se presentan en la siguiente tabla (Mora, 2004).

Tabla 7-2: Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad

SUS = [L * P * H] * [S + LI]		
Potencial	Clase	Grado de amenaza
0 – 6	I	Muy baja
7 – 32	II	Baja
33 – 512	III	Moderado
513 – 1251	IV	Alto
> 1251	V	Muy alta

Fuente: Mora Vahrson, 1991.

2.6.6 Clases de susceptibilidad y sus calificativos de acuerdo al grado de amenaza

Tabla 8-2: Clasificación de la susceptibilidad al deslizamiento

Clase	Calificativo de susceptibilidad	CARACTERÍSTICAS
I	Muy baja	Sectores estables, no se requieren medidas correctivas. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños con susceptibilidad de moderada a muy alta. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, estaciones de policía, bomberos, etc.
II	Baja	Sectores estables que requieren medidas correctivas menores, solamente en caso de obras de infraestructura de gran envergadura. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños son susceptibilidad de moderada a muy alta. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, estaciones de policía, bomberos, etc. los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado

III	Moderada	No se debe permitir la construcción de infraestructura si no se realizan estudios geotécnicos y se mejora la condición del sitio. Las mejoras pueden incluir: movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, bioestabilización de terrenos, etc. los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado. Recomendado para usos urbanos de baja densidad.
IV	Alta	Probabilidad de deslizamiento alta (< 50%) en caso de lluvias de intensidad alta. Para su utilización se debe realizar estudios de estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas que aseguren la estabilidad del sector, en caso contrario, deben mantenerse como áreas de protección.
V	Muy alta	Probabilidad de deslizamiento muy alta (> 50%) en caso de lluvias de intensidad alta. Prohibido su uso con fines urbanos, se recomienda usarlos como áreas de protección.

Fuente: Tomado de Mora R, 1992.

Se debe enfatizar que esta clasificación relativa de la susceptibilidad, se basa en la influencia que tienen las diferentes condiciones examinadas en un área específica; es decir, las áreas de susceptibilidad determinadas para un sitio son válidas únicamente para este sitio. Condiciones similares, encontradas fuera del sitio, pueden producir un resultado diferente por una pequeña diferencia en alguno de los factores (Mora, 2004).

CAPÍTULO III

3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.1 Metodología

3.1.1 *Documentación y recopilación de información*

Para realizar el inventario de movimientos de ladera no se contó con información previa de estudios realizados en la zona, consecuentemente todos los datos fueron obtenidos por el levantamiento de campo realizado.

Los datos de las propiedades físicas mecánicas del suelo se obtuvieron mediante análisis en el laboratorio del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, estos datos nos ayudaron a conocer el grado de saturación de suelo del área de estudio, confirmando así los datos de las estaciones meteorológicas.

Para la aplicación del método Mora - Vahrson se realizó la recopilación de información de los datos de humedad y precipitación de las estaciones meteorológicas de Zuñac y del sector Sangay proporcionados por el GAD Provincial de Morona Santiago, datos de la estación meteorológica de Macas proporcionados por la Aviación Civil de Macas y de la estación meteorológica de Jimbitono proporcionado por Hidroabánico. Y los demás datos como: Litología y pendiente se lo obtuvo del levantamiento de campo.

3.1.2 *Elaboración de mapas preliminares*

Se realizó un mapa preliminar basándonos en la topografía y geología regional para geo-referenciar todos los tipos de movimientos de ladera, pues no se contó con información, como imágenes satelitales ni orto fotos, que nos ayuden a ubicar estos movimientos. Así que este mapa preliminar nos sirvió para tomar datos de movimientos de ladera, datos geológicos, litológicos y estructurales en el campo y posteriormente la validación de los mismos.

El mapa preliminar está georeferenciado con el Datum WGS 84 zona 17.

3.2 TRABAJO DE CAMPO

Una vez realizado el mapa preliminar procedimos a realizar el levantamiento y la validación de campo, que consistió en recorrer toda el área de estudio geo-referenciando todos los

movimientos de ladera existentes en la zona, las estructuras geológicas, litológicas, geomorfología, pendientes, y humedades. También se recogieron muestras para el análisis de laboratorio con la finalidad de determinar las posibles causas que generan los movimientos de ladera.

El equipo que se utilizó consiste en: Cámara fotográfica, GPS Map 78s Garmin, brújula Brunton, martillo de geólogo, machete, pico, pala, libreta de campo, lápiz, inventario de movimientos de ladera, mapas. En esta etapa se realizó las siguientes actividades.

3.2.1 Geología local

PUNTO 1: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 791.415 E

Y (latitud): 9'755.758 N

Altura: 15 metros; Pendiente: 90 grados.

Se observa un macizo rocoso en forma de escarpe de 15 m de altura aproximadamente, todo el macizo rocoso es de roca metamórfica (cuarcita bandeada). Presenta poca alteración y varias familias de discontinuidades que producen muy poco fracturamiento.



Fotografía 1-3: Macizo rocos (Cuarcita bandeada)
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

PUNTO 2: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 791949 E

Y (latitud): 9756303 N

Altura: 20 metros; Pendiente: 85 grados.

Se observa un coluvial que está formado por 3 capas que son: conglomerado, filita y arena.

1.- El conglomerado tiene una altura aproximada de 15 m y está compuesta por cantos rodados con tamaños similares que varían desde los 5 cm hasta los 20 cm con una matriz arena arcillosa.

2.- La capa de filita se encuentra por debajo del conglomerado con una altura de unos 2 m se nota claramente la estratificación laminar, que es una característica principal de este tipo de roca metamórfica de bajo grado, su formación fue a partir de una roca sedimentaria (limo, arcilla) que se depositó en un ambiente tranquilo, y que posteriormente tubo un grado de metamorfismo transformándose en roca metamórfica.

3.- La capa de arena se encuentra debajo de la capa de filita, tiene un espesor de 30 cm observándose una alineación de las partículas de arena, lo que nos da a entender que se depositó en un ambiente fluvial.



Fotografía 2-3: Coluvial.

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

PUNTO 3: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 792314 E

Y (latitud): 9756539 N

Altura: 5 metros; Pendiente: 90 grados.

Macizo rocoso metamórfico de bajo grado (esquisto), presenta poca alteración y poco fracturamiento, roca moderadamente sana y sin relleno en las discontinuidades.



Fotografía 3-3: Macizo rocoso de esquisto.
Elaborado por: Jaramillo, J, y Pasato, J. (2015)

PUNTO 4: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 793032 E

Y (latitud): 9756061 N

Altura: 10 metros; Pendiente: 105 grados.

Se observa un macizo rocoso metamórfico de una mezcla de gneis y esquisto, teniendo porcentajes de 65% de gneis y un 35% de esquisto. El bandeamiento claro que presenta el gneis se debe en su gran porcentaje a cuarcita. Dándole el nombre de gneis micáceo.



Fotografía 4-3: Macizo rocoso de Gneis micáceo
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

PUNTO 5: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 793339 E

Y (latitud): 9757805 N

Altura: 25 metros; Pendiente: 60 grados.

Se observa un afloramiento de roca ígnea volcánica con una altura de 25 m y 100 m de ancho aproximadamente, toda la roca no se plegó completamente debido a que su grado de plasticidad es baja, lo que ocasiona el alto grado de fracturamiento. De acuerdo a la textura y mineralogía de la roca se determinó que el protolito es de una roca ígnea volcánica (andesita) que ha sufrido un metamorfismo por solidificación, por lo que se denominó como una meta-andesita.



Fotografía 5-3: Macizo rocoso de meta-andesita
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

PUNTO 6: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 794557 E

Y (latitud): 9757917 N

Se observa un afloramiento de roca metamórfica con una altura de 20 m y 150 m de ancho aproximadamente y una inclinación del talud de 80° aproximadamente, todo el macizo tiene un alto grado de fracturamiento y alteración moderada. Se nota claramente los planos de foliación y minerales de mica, por lo tanto de acuerdo a la textura y mineralogía de la roca se determinó que es un esquistos.



Fotografía 6-3: Esquistos alterados (roca metamórfica)
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

PUNTO 7: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 794557 E

Y (latitud): 9757917 N

Se observa un afloramiento de roca metamórfica con una altura de 40 m y 25 m de ancho aproximadamente y una inclinación del talud de 45° aproximadamente, todo el macizo está altamente fracturado y alterado. Los fragmentos son de esquistos, con ondulaciones.



Fotografía 7-3: Esquistos ondulados (roca metamórfica)
Elaborado por: Jaramillo, J y Pasato, J. (2015)

PUNTO 8: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 796951 E

Y (latitud): 9758439 N

Se observa un afloramiento de roca metamórfica con una altura de 10 m y 30 m de ancho aproximadamente con una inclinación de 85° . Todo el macizo está altamente fracturado presentando alteración y tiene intrusiones de cuarzo de hasta 45 cm de potencia.



Fotografía 8-3: Esquisto con intrusiones de cuarzo
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

PUNTO 9: (Margen izquierdo de la vía).

Coordenadas UTM – WGS 84 de los afloramientos.

X (longitud): 799378 E

Y (latitud): 9756327 N

Se observa un afloramiento de roca metamórfica con una altura de 60 m y 40 m de ancho aproximadamente y una inclinación del talud de 60° aproximadamente, todo el macizo está altamente fracturado, y alterado se trata de un esquisto.



Fotografía 9-3: Esquisto (Roca metamórfica)
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 1-3: Tabla de datos estructurales del área de estudio

DATOS	X	Y	DESCRIPCIÓN
NS/70E	793075	9757696	Gneis micáceos
EW/30S	790678	9756000	Gneis micáceos
N10E/10NW	790912	9755670	Gneis micáceos
N30E/10SE	791647	9755666	Levantamiento cuarcíticos
N65E/22NW	791909	9756426	Coluvial
N10W/47SW	793992	9757794	Meta andesita
N20W/25SW	795604	9757843	Esquisto cuarcíticos
N30W/16NE	796903	9758437	Depósitos volcánicos
N20W/50NE	797884	9756329	Meta andesita
N30W/35SW	799052	9756499	Material aluvial
NS/40E	800545	9754331	Esquisto cuarcíticos

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

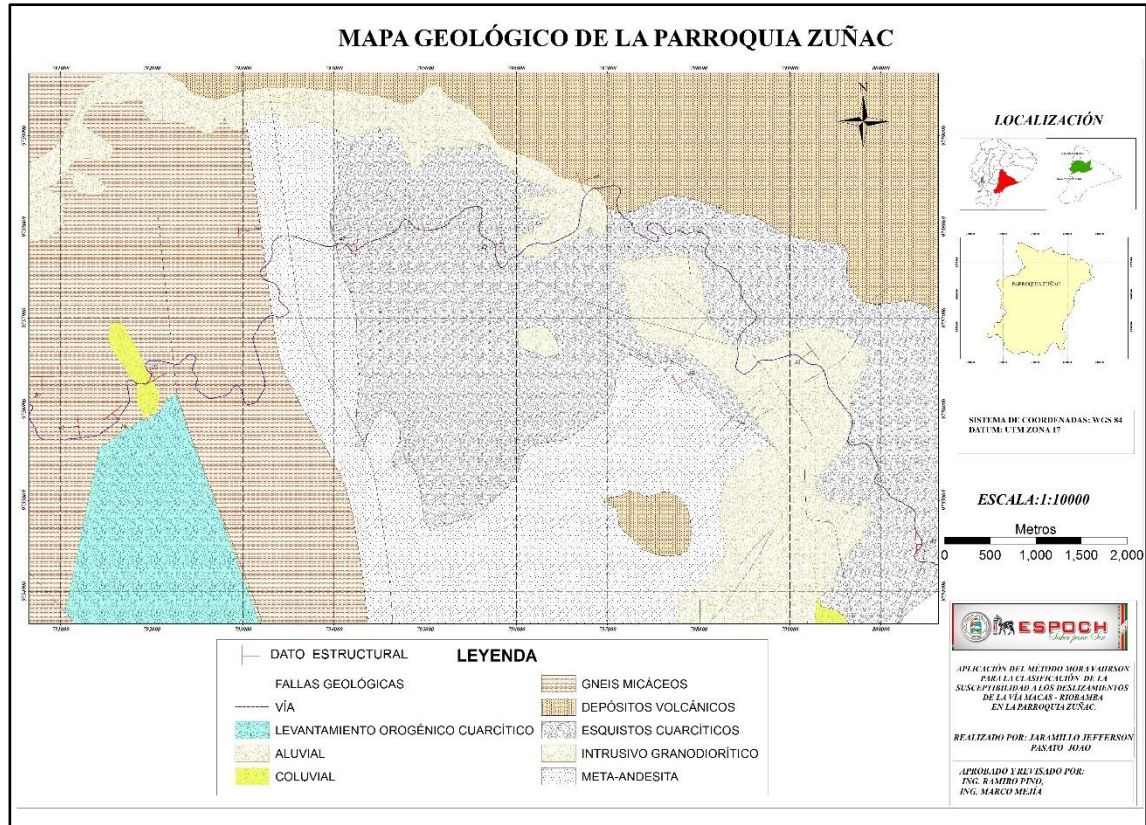
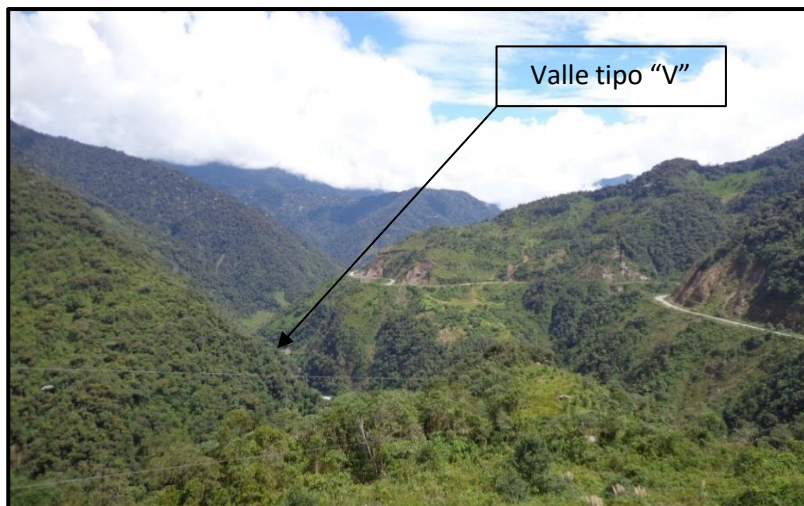


Figura 1-3: Mapa geológico del área de estudio
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

El levantamiento geológico de campo, determinó que las rocas que predominan en el área de estudio son: esquistos cuarcíticos y gneis micáceos, con alto fracturamiento y elevada meteorización. Para una mejor visualización se puede observar en el Anexo A “Mapa geológico de la parroquia Zuñac”.

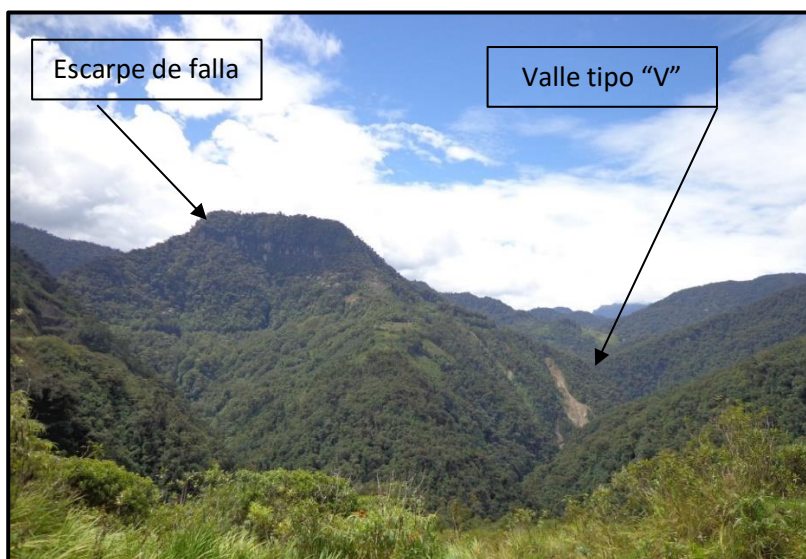
3.2.2 Geomorfología

Como se observa en la fotografía 3.10 presenta un valle en V (valle fluvial), la hendidura es producida por la acción del río que al ir excavando constantemente por millones de años deja a los lados dos laderas, que se van erosionando con el pasar del tiempo. Este valle fluvial se encuentra en terrenos metamórficos altamente fracturados facilitando la erosión, causando un grave daño a las zonas donde hay suficiente escorrentía y al incidir en este tipo de rocas el canal genera una mayor pendiente desestabilizando todas estas zonas.



Fotografía 10-3: Valle Fluvial.
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

En la fotografía 3.11 se observa claramente la geomorfología de la zona estudiada, identificando una cara del escarpe producto del levantamiento de esta estructura de composición metamórfica (cuarcita). Levantamiento que posiblemente se produjo por la presencia de varias fallas regionales a los flancos del escarpe. Y siguiendo la vía a margen derecho se distingue claramente el valle fluvial.



Fotografía 11-3: Escarpe de falla y Valle fluvial Tipo "V"
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.2.3 Ensayos de laboratorio

3.2.3.1 Recolección de la muestra para ensayos de laboratorio

Para realizar los ensayos de laboratorio se procedió a tomar muestras representativas de los diferentes tipos de movimientos de ladera. Se recolecto dos muestras por cada movimiento. La primera muestra con un peso aproximado de 10 kg, que servirá para los ensayos de granulometría.

La segunda muestra con un peso aproximado de 1 kg, fue obtenida a una profundidad de 150 cm, la cual fue sellada herméticamente con el fin de no alterarla, esta nos servirá para los ensayos de humedad media del suelo, limite plástico, limite líquido, peso específico y absorción del suelo.



Fotografía 12-3: Recolección de muestras para ensayos de laboratorio A) Extracción de la muestra. B) Ubicación de la muestra

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.2.3.2 Preparación y ensayo granulométrico (ASTM D422)

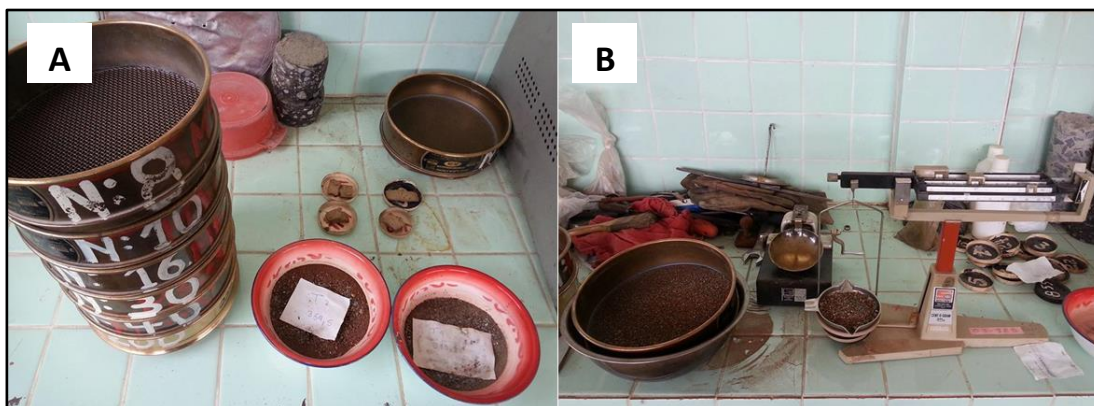
Una vez obtenidas las muestras para granulometrías, se procede a secarlas al ambiente para no alterar sus propiedades físicas. Luego es cuarteada para obtener un peso aproximado de 5 kg, con esta muestra representativa del talud se procede a realizar los respectivos ensayos.

Serie gruesa: se toma en cuenta el material que pasa los siguientes tamices: 3", 2½", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", hasta lo que retiene el tamiz № 4, para luego pesar los valores retenidos por cada tamiz, para su respectivo calculo granulométrico.



Fotografía 13-3: Preparación de la muestra y ensayo granulométrico
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Serie fina: se toma en cuenta las partículas que pasan el tamiz № 4 hasta lo que retiene el tamiz № 200, la muestra es lavada y secada al horno a una temperatura de 120 °C por 24 horas, para luego tamizarla en los siguientes tamices: № 8, 10, 16, 30, 40, 200 y pesar todos los valores retenidos por cada tamiz, para finalmente realizar el cálculo granulométrico.



Fotografía 14-3: Ensayo granulométrico. A) Tamizado de la serie fina. B) Pesado de la muestra retenida por cada tamiz.
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.2.3.3 Ensayo de humedad natural del suelo (ASTM D2216)

La muestra de aproximadamente 1 kg de peso se pasa por el tamiz № 4 obteniendo 3 muestras representativas, las cuales serán pesadas con su humedad natural, luego secadas al horno a temperatura de 120° C por 24 horas. Una vez secadas las muestras se las pesa nuevamente para obtener su peso en seco y así calcular el porcentaje de humedad natural de suelo.



Fotografía 15-3: Ensayo de humedad del suelo. A) Muestras húmedas. B) Pesado de las muestras
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.2.3.4 Ensayo de límites líquido y plástico (ASTM D 4318)

De la muestra de 10 kg secada al ambiente se obtiene una parte representativa de aproximadamente 2 Lb que se la pasa por el tamiz № 40 y se usara para el ensayo de límites.

Límite líquido: se toma una parte de la muestra de 100 g aproximadamente, luego se adiciona agua gradualmente hasta que se haga una masa homogénea, esta masa se coloca en el recipiente de casa grande, con un espesor aproximado de 1 cm y se procede a realizar el respectivo ensayo.

Límite plástico: se toma una parte de la masa homogénea y se moldea para formar un cilindro con el menor diámetro posible, hasta que se pueda apreciar las fisuras por el cambio de límite líquido a plástico, esta muestra se la pesa húmeda y seca para el respectivo análisis.



Fotografía 16-3: Ensayo de límite líquido y plástico. A) Muestra homogénea. B) Utilización de casa grande
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.2.3.5 Ensayo de picnómetro

Para este ensayo se toma la muestra húmeda con peso aproximado de 500 g que es introducido al picnómetro, se procede a eliminar todos los espacios vacíos llenándolas con agua. Para luego pesarla y secarla al horno por 24 horas a 120°C. Una vez obtenida la muestra seca se pesa y se realiza los respectivos cálculos para determinar el peso específico y la absorción de la muestra.



Fotografía 17-3: Ensayo de picnómetro. A) Eliminación de los vacíos de la muestra. B) Pesado de la muestra saturada

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Todos los datos y resultados de estos ensayos se encuentran en las tablas del capítulo IV “Análisis y Resultados”.

3.2.4 Toma de datos para ficha de inventario de los movimientos de ladera

Para realizar este estudio se generó una ficha de inventario de acuerdo a las características de la zona, la toma de datos se lo realiza en campo según el instructivo del formato realizado. A continuación se tiene las fichas de inventario

3.2.4.1 Fichas de inventario de los movimientos de ladera

Tabla 2-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 1



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA

PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 04/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: 1 **COORDENADA:** 790642, 9755959 **CÓDIGO:** PJ-01

C L A S I F I C A C I Ó N	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS						
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO						
			<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	70	<input type="checkbox"/>	Seco	<input checked="" type="checkbox"/>	Metamórfico	<input type="checkbox"/>	Mov. Canalizado	
			<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	30	<input type="checkbox"/>	Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/>	Sedimentario	<input type="checkbox"/>	Mov. No canalizado	
				Detrito		<input checked="" type="checkbox"/>	Húmedo	<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Licuación	
				Suelos Ingeniería		<input type="checkbox"/>	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>	Volcánico			
						<input type="checkbox"/>	Mojado	Tipo de suelo sedimentario				
			<input checked="" type="checkbox"/>	Gravas	5	PLASTICIDAD		Clasificación SUCS		Sistema de clasificación		
			<input checked="" type="checkbox"/>	Arena	38	<input type="checkbox"/>	Alta	ML		Varnes, 1978		
			<input checked="" type="checkbox"/>	Limo	30	<input checked="" type="checkbox"/>	Media	Clasificación AASTHO		Nombre del movimiento		
			<input checked="" type="checkbox"/>	Arcilla	27	<input type="checkbox"/>	Baja	A-6		<u>Deslizamiento Rotacional</u>		
			<input checked="" type="checkbox"/>	M. Orgánica		<input type="checkbox"/>	No plástico					
	(A) Condicionantes		GENERAL									
	Material Plástico débil		<input checked="" type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (20 m) Pendiente del deslizamiento: (40 °) Ancho del deslizamiento: (50 m)								
	Material sensible		<input type="checkbox"/>	ESQUEMA EN PERFIL								
	Material meteorizado		<input checked="" type="checkbox"/>									
	Material Fallado por corte		<input type="checkbox"/>									
	Material fisurado o agrietado		<input type="checkbox"/>									
	Orientación desfavorable de discontinuidades.		<input type="checkbox"/>									
	Contraste en permeabilidad.		<input checked="" type="checkbox"/>									
	(B) Detonante											
	Movimientos Tectónicos		<input type="checkbox"/>									
	Lluvias		<input checked="" type="checkbox"/>									
	Excavación de la pata del talud		<input type="checkbox"/>									
	Carga en la corona del talud		<input checked="" type="checkbox"/>									
	Irrigación		<input type="checkbox"/>									
	Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje		<input checked="" type="checkbox"/>									
	Escapes de aguas de tuberías		<input type="checkbox"/>									
	Deforestación o ausencia de vegetación		<input type="checkbox"/>									
	Vibración (tráfico, explosiones)		<input type="checkbox"/>									
				FOTOGRAFÍA								

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

ML: Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos lípidos, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad. **A-6:** Suelos arcillosos.

Tabla 3-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 04/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: 2 **COORDENADA:** 791776, 9755743 **CÓDIGO:** PJ-02

C L A S I F I C A C I O N	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL				OTRAS CARACTERÍSTICAS	
					HUMEDAD DEL SUELO		ORIGEN DEL SUELO	
	1	2	1	%				
		X	X	75	<input type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Lig. Húmedo <input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Muy húmedo <input type="checkbox"/> Mojado		<input checked="" type="checkbox"/> Metamórfico <input type="checkbox"/> Sedimentario <input type="checkbox"/> Coluvial <input type="checkbox"/> Volcánico	
					PLASTICIDAD <input type="checkbox"/> Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> No plástico		<input type="checkbox"/> Mov. Canalizado <input type="checkbox"/> Mov. No canalizado <input type="checkbox"/> Licuación	
							<input type="checkbox"/> Tipo de suelo sedimentario	
			X	23,01			<input type="checkbox"/> Clasificación SUCS ML	
			X	27,3			<input type="checkbox"/> Sistema de clasificación Varnes, 1978	
			X	29,69			<input type="checkbox"/> Clasificación AASTHO A-4	
			X	20			<input type="checkbox"/> Nombre del movimiento <u>Deslizamiento Rotacional</u>	
	(A) Condicionantes		GENERAL					
	Material Plástico débil		X	Altura del deslizamiento: (70m)		Pendiente del deslizamiento: (60°)		Ancho del deslizamiento: (960m)
	Material sensible			ESQUEMA EN PERFIL				FOTOGRAFÍA
	Material meteorizado		X					
	Material Fallado por corte		X					
	Material fisurado o agrietado							
	Orientación desfavorable de discontinuidades.							
	Contraste en permeabilidad		X					
	(B) Detonante							
	Movimientos Tectónicos		X					
	Lluvias		X					
	Excavación de la pata del talud		X					
	Carga en la corona del talud							
	Irrigación							
	Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje		X					
	Escapes de aguas de tuberías							
	Deforestación o ausencia de vegetación							
	Vibración (tráfico, explosiones)							

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

ML: Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos lípidos, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad. **A-4:** Suelos limosos.

Tabla 4-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 04/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: 3 **COORDENADA:** 791965, 9756306 **CÓDIGO:** PJ-03

CLASIFICACIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL				OTRAS CARACTERÍSTICAS		
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO			
CLASIFICACIÓN	Caída	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	70	<input type="checkbox"/>	Seco	<input type="checkbox"/>	Mov. Canalizado
	Volcamiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	30	<input type="checkbox"/>	Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/>	Mov. No canalizado
	D. Rotacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detrito		<input type="checkbox"/>	Húmedo	<input type="checkbox"/>	Licuación
	D. Traslacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suelos Ingeniería		<input type="checkbox"/>	Muy húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	
	D. de bloques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Mojado		
	Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gravas	23	<input type="checkbox"/>	Residual	
	Flujos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arena	27	<input type="checkbox"/>	Sedimentario	
	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Limo	30	<input type="checkbox"/>	Coluvial	
	Complejo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arcilla	20	<input checked="" type="checkbox"/>	Volcánico	
					M. Orgánica		<input type="checkbox"/>	Tipo de suelo sedimentario	
(A) Condicionantes			GENERAL						
Material Plástico débil			Altura del deslizamiento: (20m) Pendiente del deslizamiento: (70°) Ancho del deslizamiento: (40m)						
Material sensible			ESQUEMA EN PERFIL				FOTOGRAFÍA		
Material meteorizado									
Material Fallado por corte									
Material fisurado o agrietado									
Orientación desfavorable de las Discontinuidades.									
Contraste en permeabilidad.									
(B) Detonante									
Movimientos Tectónicos									
Lluvias									
Excavación de la pata del talud									
Carga en la corona del talud									
Irrigación									
Manten. Deficiente del sistema de drenaje									
Escapes de aguas de tuberías									
Deforestación o ausencia de vegetación									
Vibración (tráfico, explosiones)									

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

ML: Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos lípidos, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad. **A-4:** Suelos limosos.

Tabla 5-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA:	ZUÑAC	FECHA:	04/11/2015	INSTITUCIÓN:	ESPOCH
SECTOR:	SAN VICENTE	PROYECCIÓN:	WGS-84	PROYECTISTAS:	Pasato J. Jaramillo J.
TALUD:	4	COORDENADA:	792111, 9756508	CÓDIGO:	PJ-04

CLASIFICACIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			ORIGEN DEL SUELO		OTRAS CARACTERÍSTICAS	
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO				
CLASIFICACIÓN	Caída	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Roca	60	<input type="checkbox"/> Seco	<input checked="" type="checkbox"/> Metamórfico	<input type="checkbox"/> Mov. Canalizado		
	Volcamiento		<input checked="" type="checkbox"/> Suelo	40	<input type="checkbox"/> Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado		
	D. Rotacional		<input type="checkbox"/> Detrito		<input type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación		
	D. Traslacional		Suelos Ingeniería			<input checked="" type="checkbox"/> Muy húmedo	Tipo de suelo sedimentario		
	D. de bloques		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Mojado				
	Reptación		<input checked="" type="checkbox"/> Gravas	50	PLASTICIDAD				
	Flujos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	22	<input type="checkbox"/> Alta	Clasificación SUCS	Sistema de clasificación		
	Propagación lateral		<input checked="" type="checkbox"/> Limo	16	<input type="checkbox"/> Media	GM	Varnes, 1978		
	Complejo		<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	12	<input checked="" type="checkbox"/> Baja	Clasificación AASTHO	Nombre del movimiento		
			<input type="checkbox"/> M. Orgánica		<input type="checkbox"/> No plástico	A-2-5	Flujo de derrubios		
(A) Condicionantes			GENERAL						
Material Plástico débil			<input checked="" type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (25m)		Pendiente del deslizamiento: (50°)		Ancho del deslizamiento: (140m)	
Material sensible				ESQUEMA EN PERFIL					
Material meteorizado			<input checked="" type="checkbox"/>						
Material Fallado por corte									
Material fisurado o agrietado			<input checked="" type="checkbox"/>						
Orientación desfavorable de las discontinuidades.									
Contraste en permeabilidad.			<input checked="" type="checkbox"/>						
(B) Detonante									
Movimientos Tectónicos			<input checked="" type="checkbox"/>						
Lluvias			<input checked="" type="checkbox"/>						
Excavación de la pata del talud									
Carga en la corona del talud									
Irrigación									
Mantenimiento deficiente de sistema de drenaje			<input checked="" type="checkbox"/>						
Escapes de aguas de tuberías									
Deforestación o ausencia de vegetación			<input checked="" type="checkbox"/>						
Vibración (tráfico, explosiones)									
						FOTOGRAFÍA			

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-2-5:** Grava y arena arcillosa o limosa

Tabla 6-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 04/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: 5 **COORDENADA:** 793389, 9757374 **CÓDIGO:** PJ-05

CLASIFICACIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL				OTRAS CARACTERÍSTICAS				
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO					
CLASIFICACIÓN	Caída	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	40	<input type="checkbox"/>	Seco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mov. Canalizado	
	Volcamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	60	<input type="checkbox"/>	Lig. Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	Mov. No canalizado	
	D. Rotacional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detrito		<input type="checkbox"/>	Húmedo	<input type="checkbox"/>	Licuefacción	
	D. Traslacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suelos Ingeniería			<input checked="" type="checkbox"/>	Muy húmedo	<input type="checkbox"/>		
	D. de bloques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gravas	43	<input type="checkbox"/>	Mojado	Tipo de suelo sedimentario		
	Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arena	23	<input type="checkbox"/>	Alta	Clasificación SUCS	Sistema de clasificación	
	Flujos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Limo	19	<input checked="" type="checkbox"/>	Media	GM	Varnes, 1978	
	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arcilla	15	<input type="checkbox"/>	Baja	Clasificación AASTHO	Nombre del movimiento	
	Complejo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M. Orgánica		<input type="checkbox"/>	No plástico	A-2-5	Deslizamiento Rotacional	
		(A) Condicionantes		GENERAL							
	Material Plástico débil	<input checked="" type="checkbox"/>	Material sensible		<input type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (20m)		Pendiente del deslizamiento: (40°)		Ancho del deslizamiento: (15m)	
	Material meteorizado	<input checked="" type="checkbox"/>	Material Fallado por corte		<input type="checkbox"/>	ESQUEMA EN PERFIL				FOTOGRAFÍA	
	Material fisurado o agrietado	<input type="checkbox"/>	Orientación desfavorable de las discontinuidades		<input type="checkbox"/>						
	Contraste en permeabilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	(B) Detonante		<input type="checkbox"/>						
	Movimientos Tectónicos	<input type="checkbox"/>	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	Excavación de la pata del talud	<input type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	Irrigación	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	Escapes de aguas de tuberías	<input type="checkbox"/>	Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
	Vibración (tráfico, explosiones)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-2-5:** Grava y arena arcillosa o limosa

Tabla 7-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 04/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: 6 **COORDENADA:** 793339, 9757805 **CÓDIGO:** PJ-06

CLASIFICACIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL				OTRAS CARACTERÍSTICAS	
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO		
CLASIFICACIÓN	Caída	X	X	90	<input type="checkbox"/> Seco	<input type="checkbox"/> Metamórfico	<input type="checkbox"/> Mov. Canalizado	
	Volcamiento		X	10	<input type="checkbox"/> Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado	
	D. Rotacional				<input checked="" type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación	
	D. Traslacional				<input type="checkbox"/> Muy húmedo	<input checked="" type="checkbox"/> Volcánico		
	D. de bloques				<input type="checkbox"/> Mojado	Tipo de suelo sedimentario		
	Reptación				PLASTICIDAD			
	Flujos				<input type="checkbox"/> Alta			
	Propagación lateral				<input type="checkbox"/> Media			
	Complejo				<input checked="" type="checkbox"/> Baja			
					<input type="checkbox"/> No plástico			
	(A) Condicionantes		GENERAL					
	Material Plástico débil		X	Altura del deslizamiento: (30m)		Pendiente del deslizamiento: (70°)		Ancho del deslizamiento: (30m)
	Material sensible			ESQUEMA EN PERFIL				FOTOGRAFÍA
	Material meteorizado		X					
	Material Fallado por corte							
	Material fisurado o agrietado		X					
	Orientación desfavorable de las discontinuidades.		X					
	Contraste en permeabilidad		X					
	(B) Detonante							
	Movimientos Tectónicos		X					
	Lluvias		X					
	Excavación de la pata del talud							
	Carga en la corona del talud							
	Irrigación							
	Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje							
	Escapes de aguas de tuberías							
	Deforestación o ausencia de vegetación							
	Vibración (tráfico, explosiones)							

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-4:** Suelos limosos.

Tabla 8-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA

PARROQUIA:	ZUÑAC	FECHA:	04/11/2015	INSTITUCIÓN:	ESPOCH
SECTOR:	SAN VICENTE	PROYECCIÓN:	WGS-84	PROYECTISTAS:	Pasato J. Jaramillo J.
TALUD:	7	COORDENADA:	795670, 9757830	CÓDIGO:	PJ- 07

CLASIFICACION	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS	
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO		
	Caída	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	85	<input type="checkbox"/> Seco	<input checked="" type="checkbox"/> Metamórfico	<input type="checkbox"/> Mov. Canalizado	
	Volcamiento			15	<input type="checkbox"/> Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado	
	D. Rotacional				<input type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación	
	D. Traslacional				<input checked="" type="checkbox"/> Muy húmedo	<input type="checkbox"/> Volcánico		
	D. de bloques				<input type="checkbox"/> Mojado	Tipo de suelo sedimentario		
	Reptación				PLASTICIDAD			
	Flujos				<input type="checkbox"/> Alta			
	Propagación lateral				<input type="checkbox"/> Media			
	Complejo				<input checked="" type="checkbox"/> Baja			
					<input type="checkbox"/> No plástico			
	(A) Condicionantes		GENERAL					
	Material Plástico débil		<input checked="" type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (40m)		Pendiente del deslizamiento: (50°)		Ancho del deslizamiento: (25m)
	Material sensible			ESQUEMA EN PERFIL				FOTOGRAFÍA
CAUSAS	Material meteorizado		<input checked="" type="checkbox"/>					
	Material Fallado por corte							
	Material fisurado o agrietado		<input checked="" type="checkbox"/>					
	Orientación desfavorable de las discontinuidades							
	Contraste en permeabilidad		<input checked="" type="checkbox"/>					
	(B) Detonante							
	Movimientos Tectónicos		<input checked="" type="checkbox"/>					
	Lluvias		<input checked="" type="checkbox"/>					
	Excavación de la pata del talud							
	Carga en la corona del talud		<input checked="" type="checkbox"/>					
Irrigación								
Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje								
Escapes de aguas de tuberías								
Deforestación o ausencia de vegetación		<input checked="" type="checkbox"/>						
Vibración (tráfico, explosiones)								

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-5:** Suelos limosos

Tabla 9-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA:	ZUÑAC	FECHA:	05/11/2015	INSTITUCIÓN:	ESPOCH
SECTOR:	SAN VICENTE	PROYECCIÓN:	WGS-84	PROYECTISTAS:	Pasato J. Jaramillo J.
TALUD:	8	COORDENADA:	796823, 9758421	CÓDIGO:	PJ- 08

CLASIFICACION	TIPO DE MOVIMIENTO			MATERIAL				OTRAS CARACTERÍSTICAS		
		1	2	1		%	HUMEDAD DEL SUELO		ORIGEN DEL SUELO	
Caída	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	65	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Metamórfico		<input type="checkbox"/> Mov. canalizado
Volcamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sedimentario		<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado
D. Rotacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detrito		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Coluvial		<input type="checkbox"/> Licuación
D. Traslacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suelos Ingeniería			<input type="checkbox"/>	Tipo de suelo sedimentario		
D. de bloques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gravas	40	<input type="checkbox"/>	PLASTICIDAD		
Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arena	28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Alta		Sistema de clasificación
Flujos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Limo	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Media		Varnes, 1978
Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arcilla	15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Baja		Nombre del movimiento
Complejo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	M. Orgánica		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> No plástico		Caída de rocas
(A) Condicionantes				GENERAL						
Material Plástico débil				<input checked="" type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (25m)		Pendiente del deslizamiento: (65°)		Ancho del deslizamiento: (40m)	
Material sensible				<input type="checkbox"/>	ESQUEMA EN PERFIL					
Material meteorizado				<input checked="" type="checkbox"/>						
Material Fallado por corte				<input type="checkbox"/>						
Material fisurado o agrietado				<input checked="" type="checkbox"/>						
Orientación desfavorable de las discontinuidades.				<input type="checkbox"/>						
Contraste en permeabilidad				<input checked="" type="checkbox"/>						
(B) Detonante										
Movimientos Tectónicos				<input checked="" type="checkbox"/>						
Lluvias				<input checked="" type="checkbox"/>						
Excavación de la pata del talud				<input type="checkbox"/>						
Carga en la corona del talud				<input type="checkbox"/>						
Irrigación				<input type="checkbox"/>						
Mantenimiento deficiente de sistema de drenaje				<input type="checkbox"/>						
Escapes de aguas de tuberías				<input type="checkbox"/>						
Deforestación o ausencia de vegetación				<input type="checkbox"/>						
Vibración (tráfico, explosiones)				<input type="checkbox"/>						

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravetas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-2-4:** Grava y arena arcillosa o limosa

Tabla 10-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA:	ZUÑAC	FECHA:	05/11/2015	INSTITUCIÓN:	ESPOCH
SECTOR:	SAN VICENTE	PROYECCIÓN:	WGS-84	PROYECTISTAS:	Pasato J. Jaramillo J.
TALUD:	9	COORDENADA:	797208, 9758070	CÓDIGO:	PJ-09

CLASIFICACION	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL		MATERIAL		OTRAS CARACTERÍSTICAS		
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO			
CLASIFICACION	Caída	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Roca	90	<input type="checkbox"/> Seco	<input checked="" type="checkbox"/> Metamórfico	<input type="checkbox"/> Mov. Canalizado		
	Volcamiento		<input checked="" type="checkbox"/> Suelo	10	<input checked="" type="checkbox"/> Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado		
	D. Rotacional		<input type="checkbox"/> Detrito		<input type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación		
	D. Traslacional		Suelos Ingeniería		<input type="checkbox"/> Muy húmedo	<input type="checkbox"/> Volcánico			
	D. de bloques		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Mojado	Tipo de suelo sedimentario			
	Reptación		<input checked="" type="checkbox"/> Gravas	63	PLASTICIDAD				
	Flujos		<input checked="" type="checkbox"/> Arena	28	<input type="checkbox"/> Alta	Clasificación SUCS	Sistema de clasificación		
	Propagación lateral		<input checked="" type="checkbox"/> Limo	6	<input type="checkbox"/> Media	GM	Varnes, 1978		
	Complejo		<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	4	<input checked="" type="checkbox"/> Baja	Clasificación AASTHO	Nombre del movimiento		
			<input type="checkbox"/> M. Orgánica		<input type="checkbox"/> No plástico	A2-4	Caída de rocas		
(A) Condicionantes			GENERAL						
Material Plástico débil			<input checked="" type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (40m)		Pendiente del deslizamiento: (70°)		Ancho del deslizamiento: (30m)	
Material sensible				ESQUEMA EN PERFIL				FOTOGRAFÍA	
Material meteorizado			<input checked="" type="checkbox"/>						
Material Fallado por corte									
Material fisurado o agrietado			<input checked="" type="checkbox"/>						
Orientación desfavorable de las discontinuidades			<input checked="" type="checkbox"/>						
Contraste en permeabilidad									
(B) Detonante									
Movimientos Tectónicos			<input checked="" type="checkbox"/>						
Lluvias			<input checked="" type="checkbox"/>						
Excavación de la pata del talud									
Carga en la corona del talud									
Irrigación									
Mantenimiento deficiente de sistema de drenaje									
Escapes de aguas de tuberías									
Deforestación o ausencia de vegetación									
Vibración (tráfico, explosiones)									

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-2-4:** Grava y arena arcillosa o limosa

Tabla 11-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 10

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 06/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: F. E. **COORDENADA:** 797295, 9757939 **CÓDIGO:** PJ

CLASIFICACION	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS	
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO	
			<input checked="" type="checkbox"/> Roca	75	<input type="checkbox"/> Seco	<input type="checkbox"/> Metamórfico	<input type="checkbox"/> Mov. Canalizado
			<input checked="" type="checkbox"/> Suelo	15	<input type="checkbox"/> Lig. Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado
			<input checked="" type="checkbox"/> Detrito	10	<input type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación
			Suelos Ingeniería		<input checked="" type="checkbox"/> Muy húmedo	<input type="checkbox"/> Volcánico	
			<input type="checkbox"/> Gravas		<input checked="" type="checkbox"/> Mojado	Tipo de suelo sedimentario	
			<input checked="" type="checkbox"/> Arena		PLASTICIDAD		
			<input checked="" type="checkbox"/> Limo		<input type="checkbox"/> Alta	Clasificación SUCS	Sistema de clasificación
			<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla		<input type="checkbox"/> Media		Varnes, 1978
			<input type="checkbox"/> M. Orgánica		<input type="checkbox"/> Baja	Clasificación AASTHO	Nombre del movimiento
					<input checked="" type="checkbox"/> No plástico		Flujo de derrubios o escombros
	(A) Condicionantes		GENERAL				
	Material Plástico débil		Largo de deslizamiento: (60m) Pendiente del deslizamiento: (5°) Ancho del deslizamiento: (25m)				
	Material sensible		ESQUEMA EN PERFIL				
	Material meteorizado						
	Material Fallado por corte						
	Material fisurado o agrietado						
	Orientación desfavorable de las discontinuidades						
	Contraste en permeabilidad						
	(B) Detonante		FOTOGRAFÍA				
	Movimientos Tectónicos						
	Lluvias						
	Excavación de la pata del talud						
	Carga en la corona del talud						
	Irrigación						
	Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje						
	Escapes de aguas de tuberías						
	Deforestación o ausencia de vegetación						
	Vibración (tráfico, explosiones)						

Tabla 13-3: Ficha de movimiento de ladera del talud 12



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA

PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 07/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: 11 **COORDENADA:** 799378, 9756327 **CÓDIGO:** PJ-11

CLASIFICACION	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS		
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO		
CLASIFICACION	Caída	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Roca	80	<input type="checkbox"/> Seco	<input checked="" type="checkbox"/> Metamórfico	<input type="checkbox"/> Mov. canalizado	
	Volcamiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Suelo	20	<input type="checkbox"/> Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado	
	D. Rotacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Detrito		<input checked="" type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación	
	D. Traslacional	<input type="checkbox"/>	Suelos Ingeniería			<input type="checkbox"/> Muy húmedo	Tipo de suelo sedimentario	
	D. de bloques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Mojado			
	Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Gravas	55	PLASTICIDAD		Clasificación SUCS GM Clasificación AASTHO A-1-b	Sistema de clasificación Varnes, 1978 Nombre del movimiento Caída de rocas
	Flujos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Arena	26	<input type="checkbox"/> Alta			
	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Limo	10	<input type="checkbox"/> Media			
	Complejo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	9	<input checked="" type="checkbox"/> Baja			
			<input type="checkbox"/> M. Orgánica		<input type="checkbox"/> No plástico			
(A) Condicionantes			GENERAL					
Material Plástico débil			<input checked="" type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (70m)		Pendiente del deslizamiento: (55°)		Ancho del deslizamiento: (40m)
Material sensible			<input type="checkbox"/>	ESQUEMA EN PERFIL				FOTOGRAFIA
Material meteorizado			<input checked="" type="checkbox"/>					
Material Fallado por corte			<input type="checkbox"/>					
Material fisurado o agrietado			<input checked="" type="checkbox"/>					
Orientación desfavorable de las discontinuidades			<input type="checkbox"/>					
Contraste en permeabilidad			<input checked="" type="checkbox"/>					
(B) Detonante								
Movimientos Tectónicos			<input checked="" type="checkbox"/>					
Lluvias			<input checked="" type="checkbox"/>					
Excavación de la pata del talud			<input type="checkbox"/>					
Carga en la corona del talud			<input type="checkbox"/>					
Irrigación			<input type="checkbox"/>					
Mantenimiento deficiente de sistema de drenaje			<input type="checkbox"/>					
Escapes de aguas de tuberías			<input type="checkbox"/>					
Deforestación o ausencia de vegetación			<input type="checkbox"/>					
Vibración (tráfico, explosiones)			<input type="checkbox"/>					

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-1-b:** Fragmentos de roca, grava y arena

Tabla 14-3: Ficha de movimiento de ladera del 13

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA:	ZUÑAC	FECHA:	07/11/2015	INSTITUCIÓN:	ESPOCH
SECTOR:	SAN VICENTE	PROYECCIÓN:	WGS-84	PROYECTISTAS:	Pasato J. Jaramillo J.
TALUD:	12	COORDENADA:	799940, 9755401	CÓDIGO:	PJ-12

CLASIFICACION	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL				OTRAS CARACTERÍSTICAS			
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO				
CLASIFICACION	Caída	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Roca	60	<input type="checkbox"/>	Seco	<input type="checkbox"/>	Mov. Canalizado	
	Volcamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelo	40	<input type="checkbox"/>	Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/>	Mov. No canalizado
	D. Rotacional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detrito		<input type="checkbox"/>	Húmedo	<input type="checkbox"/>	Licuación
	D. Traslacional	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Suelos Ingeniería			<input checked="" type="checkbox"/>	Muy húmedo		
	D. de bloques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Mojado		
	Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gravas	51	PLASTICIDAD			
	Flujos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arena	33	<input type="checkbox"/>	Alta		
	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Limo	10	<input type="checkbox"/>	Media		
	Complejo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Arcilla	6	<input type="checkbox"/>	Baja		
				<input type="checkbox"/>	M. Orgánica		<input checked="" type="checkbox"/>	No plástico		
(A) Condicionantes			GENERAL							
Material Plástico débil			<input checked="" type="checkbox"/>	Altura del deslizamiento: (5m)		Pendiente del deslizamiento: (80°)		Ancho del deslizamiento: (20m)		
Material sensible			<input type="checkbox"/>	ESQUEMA EN PERFIL						
Material meteorizado			<input type="checkbox"/>							
Material Fallado por corte			<input type="checkbox"/>							
Material fisurado o agrietado			<input checked="" type="checkbox"/>							
Orientación desfavorable de las discontinuidades			<input type="checkbox"/>							
Contraste en permeabilidad			<input checked="" type="checkbox"/>	FOTOGRAFÍA						
(B) Detonante										
Movimientos Tectónicos										<input type="checkbox"/>
Lluvias										<input checked="" type="checkbox"/>
Excavación de la pata del talud										<input checked="" type="checkbox"/>
Carga en la corona del talud										<input checked="" type="checkbox"/>
Irrigación										<input type="checkbox"/>
Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje										<input type="checkbox"/>
Escapes de aguas de tuberías										<input type="checkbox"/>
Deforestación o ausencia de vegetación			<input type="checkbox"/>							
Vibración (tráfico, explosiones)			<input type="checkbox"/>							

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

GM: Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. **A-1-b:** Fragmentos de roca, grava y arena

Tabla 15-3: Ficha de movimiento de ladera del 14

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

INVENTARIO DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA



PARROQUIA: ZUÑAC **FECHA:** 07/11/2015 **INSTITUCIÓN:** ESPOCH
SECTOR: SAN VICENTE **PROYECCIÓN:** WGS-84 **PROYECTISTAS:** Pasato J. Jaramillo J.
TALUD: 13 **COORDENADA:** 800501, 9754306 **CÓDIGO:** PJ-13

C L A S I F I C A C I O N	TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS			
	1	2	1	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO			
			<input checked="" type="checkbox"/> Roca	25	<input type="checkbox"/> Seco	<input checked="" type="checkbox"/> Metamórfico	<input type="checkbox"/> Mov. canalizado		
			<input checked="" type="checkbox"/> Suelo	75	<input type="checkbox"/> Lig. Húmedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Mov. No canalizado		
			<input type="checkbox"/> Detrito		<input type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación		
			Suelos Ingeniería		<input checked="" type="checkbox"/> Muy húmedo	<input type="checkbox"/> Volcánico			
			<input checked="" type="checkbox"/> Gravas	16	<input checked="" type="checkbox"/> Mojado	Tipo de suelo sedimentario			
			<input checked="" type="checkbox"/> Arena	40	PLASTICIDAD				
			<input checked="" type="checkbox"/> Limo	24	<input type="checkbox"/> Alta	Clasificación SUCS	Sistema de clasificación		
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	15	<input type="checkbox"/> Media	SM	Varnes, 1978		
			<input type="checkbox"/> M. Orgánica	5	<input checked="" type="checkbox"/> Baja	Clasificación AASTHO	Nombre del movimiento		
					<input type="checkbox"/> No plástico	A-4	Flujo de tierra		
	(A) Condicionantes		GENERAL						
			<input checked="" type="checkbox"/> Material Plástico débil	Altura del deslizamiento: (30m)		Pendiente del deslizamiento: (55°)			
			<input type="checkbox"/> Material sensible	Ancho del deslizamiento: (60m)					
			<input checked="" type="checkbox"/> Material meteorizado	ESQUEMA EN PERFIL					
			<input type="checkbox"/> Material Fallado por corte					FOTOGRAFÍA	
			<input type="checkbox"/> Material fisurado o agrietado						
			<input type="checkbox"/> Orientación desfavorable de las discontinuidades						
			<input checked="" type="checkbox"/> Contraste en permeabilidad						
			<input type="checkbox"/> Vibración (tráfico, explosiones)						
			(B) Detonante						
			<input type="checkbox"/> Movimientos Tectónicos						
			<input checked="" type="checkbox"/> Lluvias						
			<input type="checkbox"/> Excavación de la pata del talud						
			<input checked="" type="checkbox"/> Carga en la corona del talud						
			<input type="checkbox"/> Irrigación						
			<input type="checkbox"/> Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje						
			<input type="checkbox"/> Escapes de aguas de tuberías						
			<input type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación						

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

SM: Arenas limosas, mezclas de arena y limo. **A-4:** Suelos limosos

3.3 TRABAJO DE OFICINA FINAL

Obtenidos los datos de los ensayos de laboratorio se realizó el cálculo de cada uno utilizando el software Excel 2013, en una hoja de cálculo proporcionado por el MTOP, mismas que se pueden observar en el capítulo IV sección 4.1.1.

Identificados y geo-referenciados los diversos movimientos de ladera, con el levantamiento de campo, se procedió a realizar una base de datos obteniendo así el mapa de inventario de movimientos de ladera mediante el uso del software ArcGis 10.3.

Se realizó una estadística mediante el uso del software Excel 2013 de los movimientos de ladera para su respectivo análisis tomando en cuenta los tipos de movimientos, la geología en donde ocurren estos movimientos, el área afectada de la zona de estudio y de acuerdo a los condicionantes y detonantes que causan estos movimientos.

Mediante el uso del software ArcGis 10.3 se realizaron los mapas de los factores pasivos los cuales son: pendiente, humedad y litología. Los factores de disparo: precipitación y actividad sísmica. Una vez obtenido todos los mapas de los factores pasivos y de disparo, se realizó la combinación mediante el Método Mora Vahrson en el mismo software.

3.3.1 MODELAMIENTO CON EL MÉTODO MORA-VAHRSON

3.3.1.1 Elaboración del mapa de pendientes

Para la elaboración del mapa de pendientes, importamos las curvas de nivel del área, elaboradas con el software Global Mapper. Con la herramienta *CREAR NUEVO TIN* realizamos el modelado en 3D del terreno

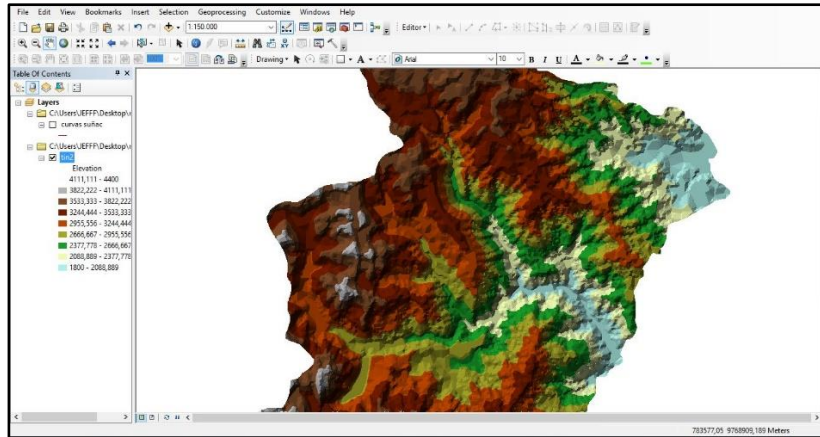


Figura 2-3: Modelamiento en 3D del área de estudio
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Usando la herramienta *TIN TO RASTER*, creamos un nuevo mapa con información de rangos de pendiente, y usando la herramienta *SLOPE*, creamos nuestro mapa de pendientes. Para finalmente clasificarlo de acuerdo al parámetro de pendientes de Mora Vahrson usando la herramienta *RECLASSIFY*.

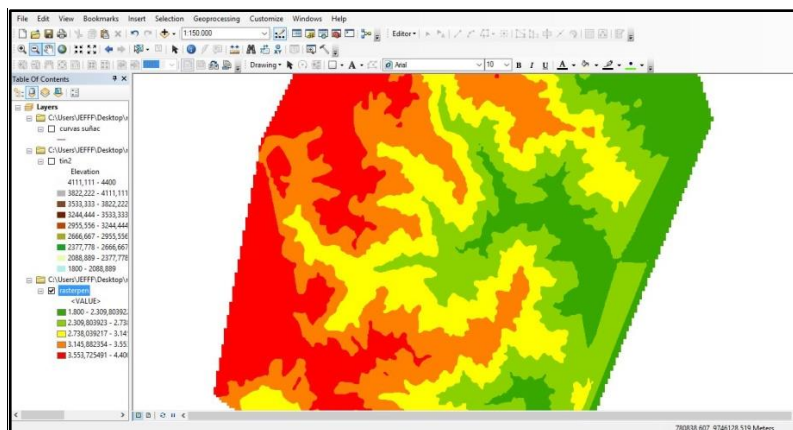


Figura 3-3: Modelamiento del mapa de pendientes
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.3.1.2 Elaboración del mapa de humedad del suelo

A partir de una tabla en Excel con la información de precipitación media mensual debidamente geo-referenciada (de las estaciones meteorológicas) se importa al software ArcGIS. Y utilizando la herramienta de análisis espacial *IDW* (interpolación inversa a la distancia) nos genera las diferentes bandas de humedad del suelo de cada mes.

Tabla 16-3: Promedios acumulados de precipitación mensual en mm

Estación	X,Y	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Sangay	838813 9804175	276	255	333	369	317	276	340	235	219	217	204	204
Zuñac	794069 9758052	244	202	301	349	309	312	344	222	215	222	236	247
Abanico	808421 9744050	297	310	356	419	468	384	374	229	207	261	318	300
Macas	820321 9744995	157	192	243	271	271	243	190	158	184	188	190	178

Fuente: GAD de Morona Santiago, Hidro Abanico, DAC Macas

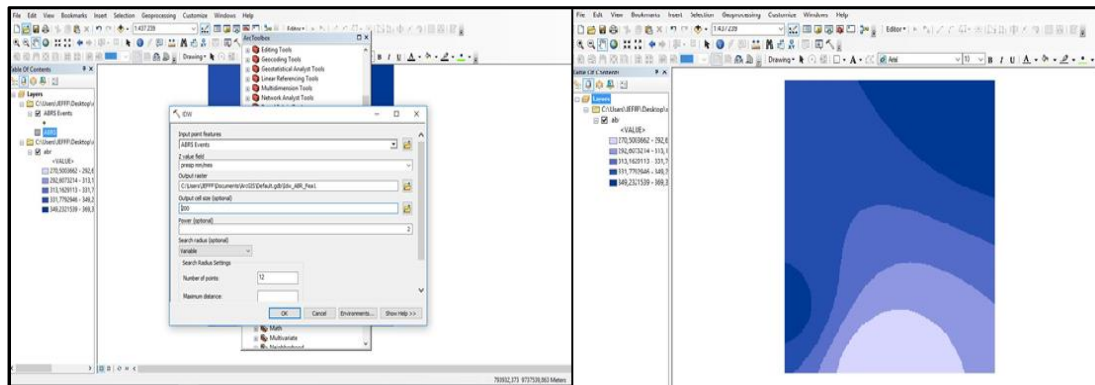


Figura 4-3: Modelamiento del mapa mensual de humedades

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Una vez obtenido los doce mapas correspondientes a los meses del año se clasifica y se suma según los parámetros de método Mora Vahrson obteniendo el mapa de humedad del suelo.

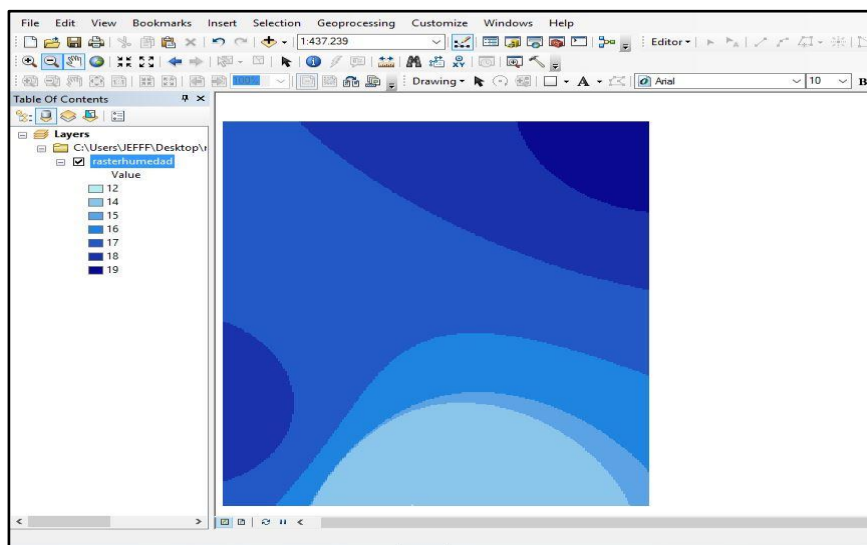


Figura 5-3 Modelamiento final de la sumatoria de humedades mensuales

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.3.1.3 Elaboración del mapa litológico

De acuerdo a la información obtenida en campo de las estructuras litológicas y georreferenciadas todos los contactos se proceden a proyectar los rumbos de las estructuras para así generar el mapa litológico.

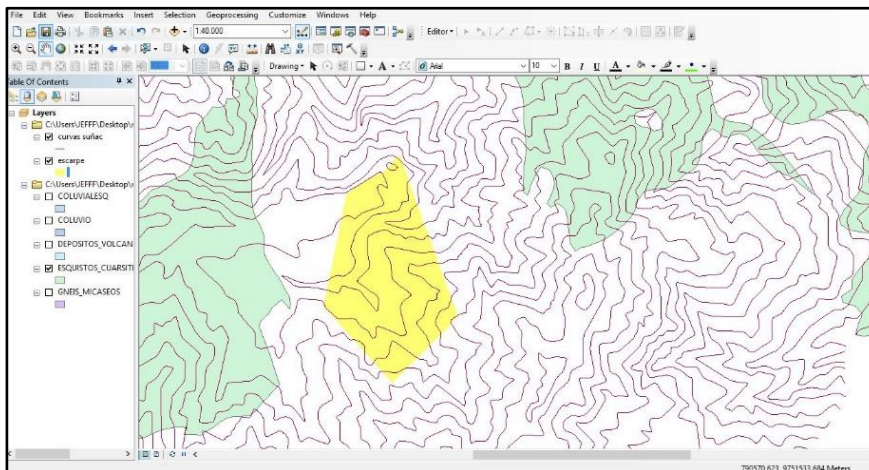


Figura 6-3: Modelamiento del mapa litológico
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Una vez proyectado los diferentes contactos litológicos se procede a realizar la clasificación según el parámetro litológico de Mora Vahrson, usando la herramienta *RECLASSIFY*.

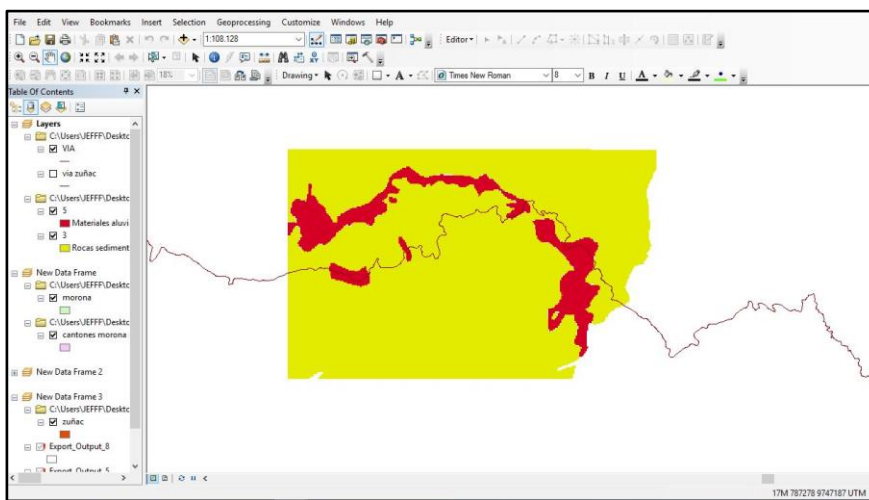


Figura 7-3: Modelamiento y clasificación del mapa litológico de acuerdo a los parámetros del método Mora-Vahrson
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.3.1.4 Elaboración del mapa de precipitación

Con una tabla en Excel de la información de precipitación máxima en 24 horas debidamente geo-referenciada se importa al software ArcGis, utilizando la herramienta de análisis espacial *IDW* (interpolación inversa a la distancia) Nos generara las diferentes bandas con la máxima precipitación, una vez obtenido el mapa correspondiente se clasifica y según los parámetros de método Mora Vahrson obteniendo el mapa de precipitación.

Tabla 17-3: Precipitación máxima en 24 horas

Estación	X-Y	Precipitación máx. en 24 horas
Sangay	838813 9804175	175 mm
Zuñac	794069 9758052	160 mm
Abanico	808421 9744050	118 mm
Macas	820321 9744995	113 mm

Fuente: GAD de Morona Santiago, Hidro Abanico, DAC Macas

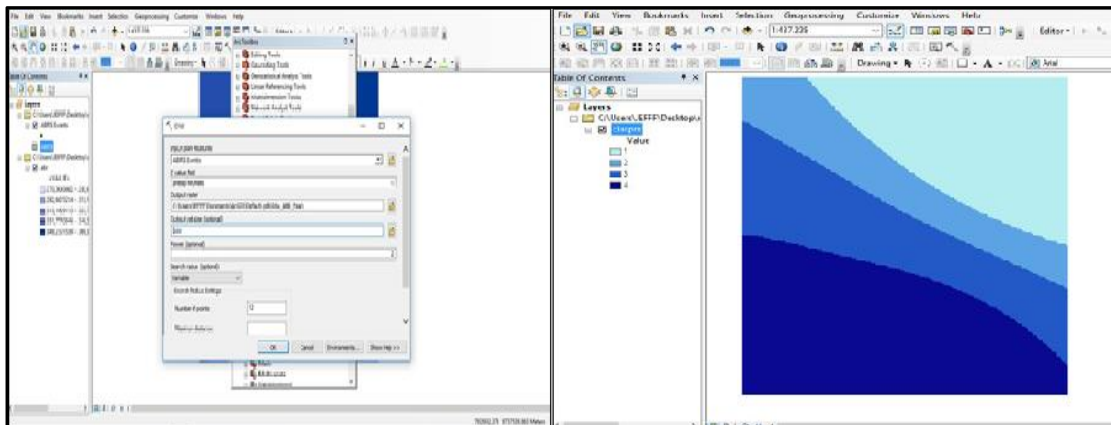


Figura 8-3: Modelamiento del mapa de precipitación
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.3.1.5 Elaboración del mapa de actividad sísmica.

Con la información obtenida del Mapa para Diseño Sísmico, Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011, se procedió a geo-referenciarlo y a clasificarlo en base a la aceleración sísmica de acuerdo al método (Mora, Vahrson, 1993), para modelar las diferentes bandas de actividad sísmica, obteniendo nuestro valor de susceptibilidad por actividad sísmica.

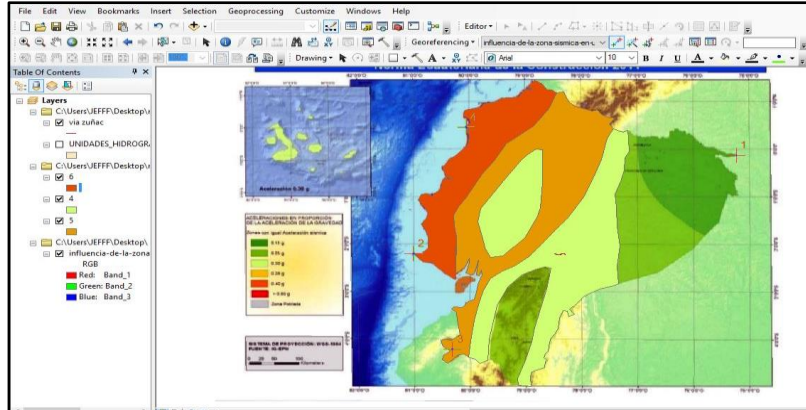


Figura 9-3: Modelamiento del mapa de actividad sísmica
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

3.3.1.6 Elaboración del mapa de susceptibilidad.

Una vez modelado todos los mapas con sus respectivos parámetros, se procede a realizar la combinación de los mismos. Utilizando la herramienta *RASTER CALCULATOR* en donde multiplicamos cada parámetro de los elementos pasivos (pendiente * humedad * litología) y a su vez multiplicamos estos valores por los elementos de disparo (precipitación + actividad sísmica). Obteniendo los diferentes rangos de susceptibilidad los cuales se los reclasifica con los valores de potencial de susceptibilidad de acuerdo a la siguiente tabla, para obtener el mapa de susceptibilidad de los deslizamientos del área de estudio.

Tabla 18-3: Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad

SUS = [L * P * H] * [S + Ll]		
Potencial	Clase	Grado de amenaza
0 – 6	I	Muy baja
7 – 32	II	Baja
33 – 512	III	Moderado
513 – 1251	IV	Alto
> 1251	V	Muy alta

Fuente: Mora Vahrson, 1991.

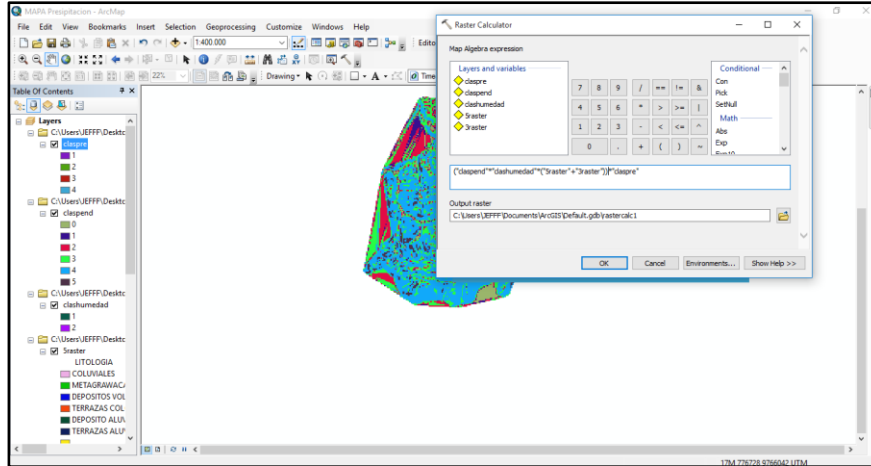


Figura 10-3: Modelamiento final del mapa de susceptibilidad.
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN EL ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1 Ensayos de granulometrías, humedades, límites y clasificación del suelo.

Tabla 1-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 1 del talud 1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicata Talud UNO

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 1

MUESTRA : Limo arenoso

ENSAYADO: Hermel Sasintuña; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 01

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S. ; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"			-	100,0	
3/4"		12,90	0,6	99,4	
1/2"		59,50	2,8	97,2	
3/8"		102,00	4,8	95,2	
N°4		195,70	9,1	(90,9)	
< N°4		1.944,30	(90,9)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		323,78	15,13	84,87	21,89
N°10		358,59	16,76	83,24	27,84
N°16		484,62	22,65	77,35	49,38
N°30		648,57	30,31	69,69	77,40
N°40		741,37	34,64	65,36	93,26
N°200		1.544,77	72,19	27,81	230,57
< N°200		595,23	27,81		101,7
TOTAL	2.140		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

332,3 grms

DESPUES

1544,77388 grms

TRITURADO

GRAVA 9 %
ARENA 63 %
FINOS 28 %

		HUMEDAD NATURAL:	17,42 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	29,12 %
SUCS	SC	INDICE PLASTICO:	8,80
AASTHO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

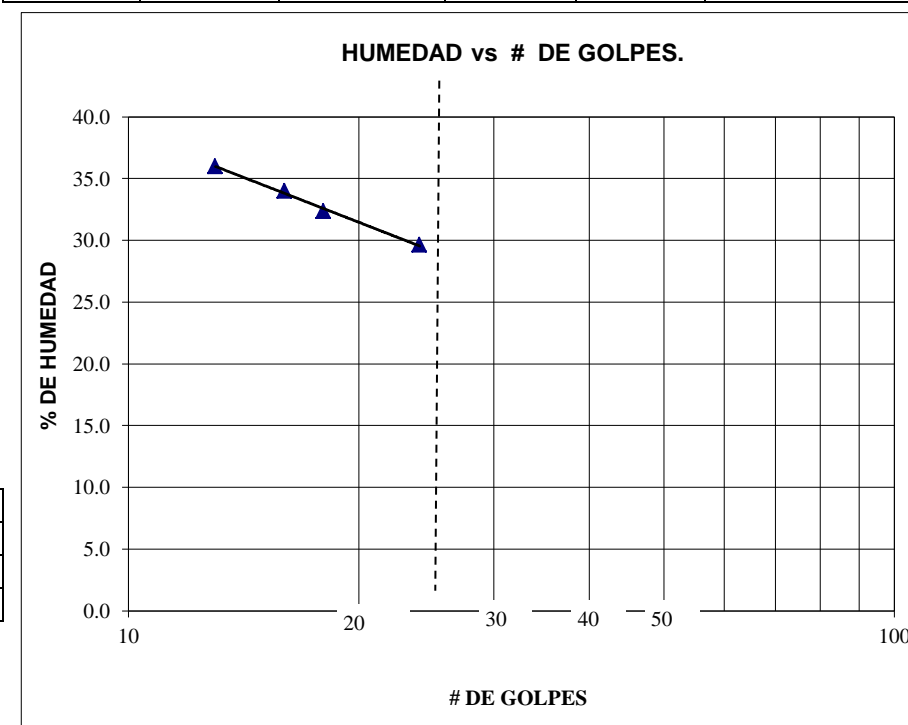
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
31		130,98	114,97	23,51	17,50	
8	----	147,5	129,1	23,63	17,45	
6	----	133,81	117,45	22,95	17,31	17,42

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

11	24	26,37	22,49	9,38	29,60	
1	18	23,46	19,94	9,06	32,35	
22	16	20,87	17,88	9,08	33,98	
43	13	24,15	20,04	8,61	35,96	
						29,12

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

32	----	8,36	8	6,38	22,22	
33	----	10,56	9,93	6,55	18,64	
48	----	9,28	8,85	6,71	20,09	20,32



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 2-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 2 del talud 1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud UNO

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 1

MUESTRA : Limo arenoso

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S. ; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 02

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S. ; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"			-	100,0	
3/4"		-	-	100,0	
1/2"		15,40	0,9	99,1	
3/8"		31,40	1,8	98,2	
N°4		90,00	5,1	(94,9)	
< N°4		1.679,90	(94,9)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		115,65	6,53	93,47	5,53
N°10		122,28	6,91	93,09	6,96
N°16		145,66	8,23	91,77	12,00
N°30		201,31	11,37	88,63	24,00
N°40		246,95	13,95	86,05	33,84
N°200		765,02	43,22	56,78	145,54
< N°200		1.004,88	56,78		216,7
TOTAL	1.769,9		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

362,2 grms

DESPUES

765,02111 grms

TRITURADO

GRAVA 5 %
ARENA 38 %
FINOS 57 %

		HUMEDAD NATURAL:	21,02 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	39,07 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	12,74
AASTHO	A-6	INDICE DE GRUPO:	5,5

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

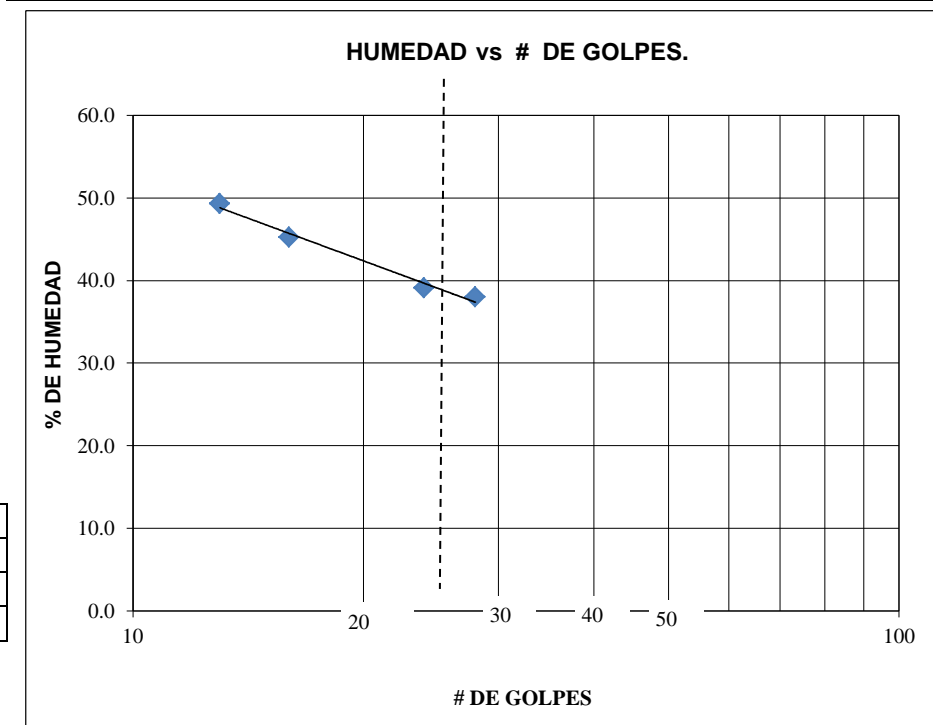
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
28		137,19	117,79	23,11	20,49	
17	----	131,81	112,44	22,98	21,65	
3	----	136,05	116,54	23,25	20,91	21,02

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

8	28	24,96	20,45	8,58	37,99	
14	24	23,85	19,59	8,69	39,08	
42	16	25,06	20,00	8,8	45,18	
18	13	24,12	18,81	8,04	49,30	
						39,07

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

23	----	11,79	11,2	8,55	22,26	
30	----	8,35	7,94	6,45	27,52	
39	----	8,18	7,78	6,41	29,20	26,33



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 3-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 3 del talud 1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud UNO

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 1

MUESTRA : Arena limosa

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S. ;Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 03

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S. ;Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"		52	2,4	97,6	
3/4"		82,20	3,7	96,3	
1/2"		163,50	7,4	92,6	
3/8"		234,10	10,6	89,4	
N°4		480,00	21,7	(78,3)	
< N°4		1.736,90	(78,3)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		599,73	27,05	72,95	22,70
N°10		624,63	28,18	71,82	27,42
N°16		714,82	32,24	67,76	44,52
N°30		814,88	36,76	63,24	63,49
N°40		857,76	38,69	61,31	71,62
N°200		1.271,18	57,34	42,66	150,00
< N°200		945,72	42,66		179,3
TOTAL	2.216,9		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

329,3 grms

DESPUES

1271,17826 grms

TRITURADO

GRAVA 22 %
ARENA 35,7 %
FINOS 42,7 %

		HUMEDAD NATURAL:	60,49 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	70,54 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	4,43
AASTHO	A-5	INDICE DE GRUPO:	2,3

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

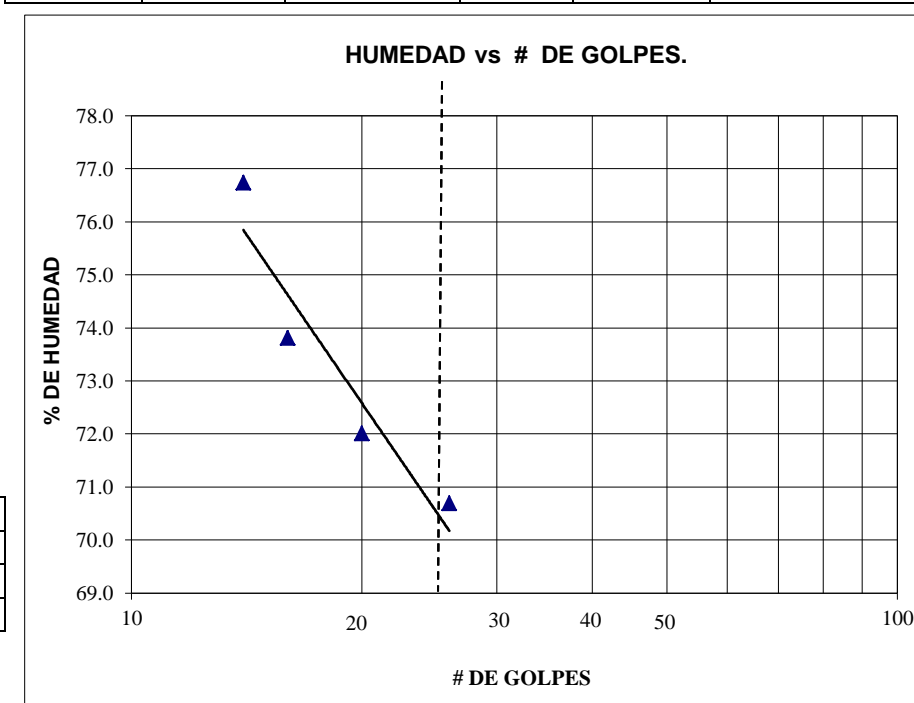
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
7		94,45	67,9	23,49	59,78	
15	----	102,45	72,78	24,42	61,35	
14	----	102,75	72,98	23,64	60,34	60,49

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

43	26	22,47	16,73	8,61	70,69	
17	20	20,49	15,45	8,45	72,00	
26	16	20,71	15,78	9,1	73,80	
12	14	18,12	14,03	8,70	76,74	
						70,54

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

48	----	8,43	7,75	6,71	65,38	
46	----	8,56	7,89	6,92	69,07	
33	----	7,91	7,38	6,55	63,86	66,10



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 4-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 4 del talud 2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud dos

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 2

MUESTRA : limo arenoso

ENSAYADO: Hermel Sasintuña; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 04

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 ½"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1½"			-	100,0	
1"		143	8,4	91,6	
¾"		149,00	8,7	91,3	
½"		201,50	11,8	88,2	
3/8"		241,60	14,2	85,8	
N°4		392,20	23,0	(77,0)	
< N°4		1.312,50	(77,0)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		434,48	25,49	74,51	10,72
N°10		443,86	26,04	73,96	13,10
N°16		476,91	27,98	72,02	21,48
N°30		544,67	31,95	68,05	38,66
N°40		585,01	34,32	65,68	48,89
N°200		857,57	50,31	49,69	118,00
< N°200		843,98	49,51		214,0
TOTAL	1.704,70		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

332,8 grms

DESPUES

857,569591 grms

TRITURADO

GRAVA 23,01 %

ARENA 27,30 %

FINOS 49,69 %

		HUMEDAD NATURAL:	39,99 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	32,62 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	7,76
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	2,9

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
24		117,54	90,01	22,87	41,00	
2	----	152,82	116,83	23,5	38,56	
20	----	131,85	100,58	23,2	40,41	39,99

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

2	23	25,5	21,31	8,68	33,17	
20	18	23,05	19,46	8,65	33,21	
5	15	22,3	18,82	8,56	33,92	
28	12	19,95	16,94	8,36	35,08	
						32,62

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

6	----	11,07	10,62	8,99	27,61	
16	----	9,78	9,53	8,5	24,27	
19	----	9,99	9,77	8,8	22,68	24,85

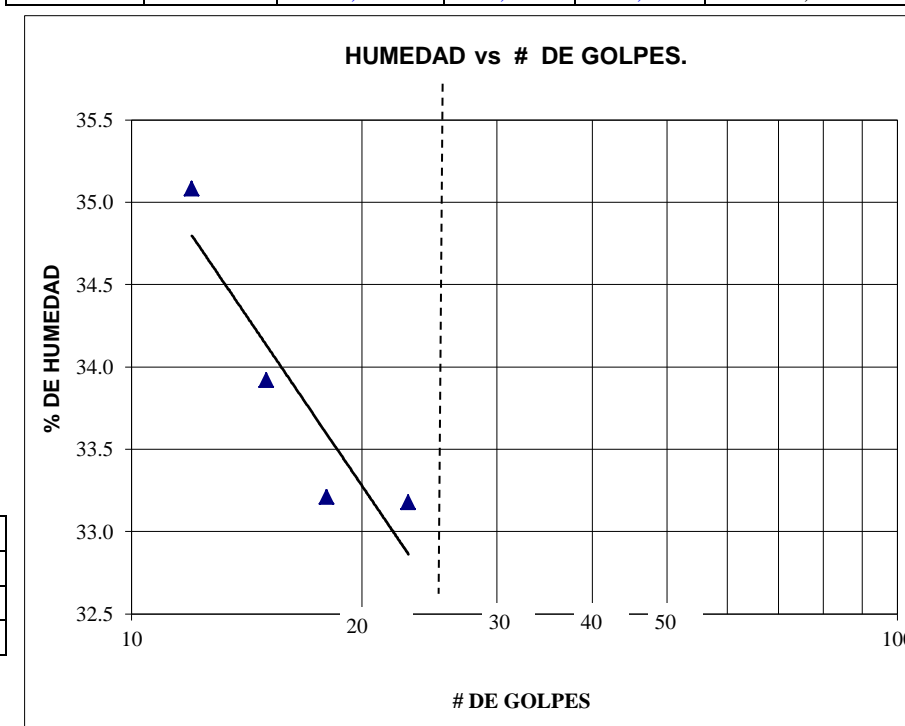


Tabla 5-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 5 del talud 2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud dos

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 2

MUESTRA : Suelo arenoso

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 05

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"		64,50	3,8	96,2	
1"		182,50	10,8	89,2	
3/4"		237,60	14,0	86,0	
1/2"		269,90	16,0	84,0	
3/8"		310,00	18,3	81,7	
N°4		535,70	31,7	(68,3)	
< N°4		1.155,70	(68,3)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		553,19	32,71	67,29	4,54
N°10		557,54	32,96	67,04	5,67
N°16		574,11	33,94	66,06	9,97
N°30		591,25	34,96	65,04	14,42
N°40		600,23	35,49	64,51	16,75
N°200		700,62	41,42	58,58	42,81
< N°200		990,78	58,58		257,2
TOTAL	1.691,40		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

300 grms

DESPUES

700,61839 grms

TRITURADO

GRAVA 31,67 %

ARENA 9,75 %

FINOS 58,58 %

		HUMEDAD NATURAL:	79,72 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	59,40 %
SUCS	MH	INDICE PLASTICO:	7,34
AASTHO	A-5	INDICE DE GRUPO:	7,0

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
1		128,24	81,57	22,95	79,61	
30	----	104,42	68,56	24,08	80,62	
32	----	128,15	81,79	23,05	78,92	79,72

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

24	30	21,5	16,7	8,55	58,90	
25	28	19,03	15,41	9,28	59,05	
3	25	19,83	15,72	8,8	59,39	
4	22	21,15	16,44	8,56	59,77	
						59,40

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

11	----	10,14	9,93	9,38	38,18	
22	----	9,92	9,58	9,08	68,00	
26	----	9,91	9,64	9,1	50,00	52,06

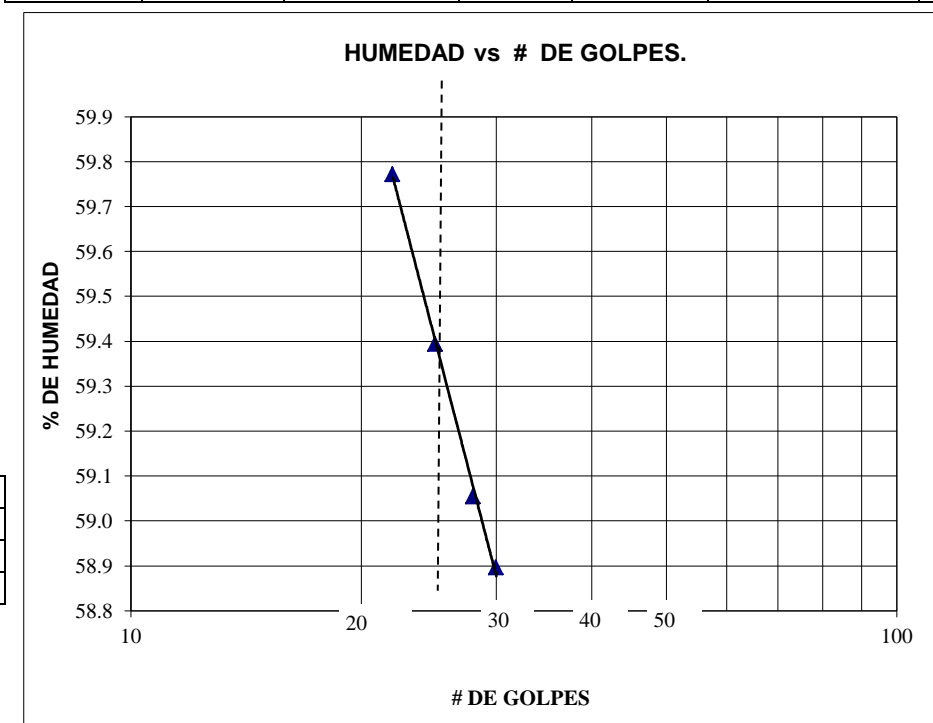


Tabla 6-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 6 del talud 3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud tres

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 3

MUESTRA : Limo arenoso

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 06

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 ½"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 ½"			-	100,0	
1"		143	8,4	91,6	
¾"		149,00	8,7	91,3	
½"		201,50	11,8	88,2	
3/8"		241,60	14,2	85,8	
N°4		392,20	23,0	(77,0)	
< N°4		1.312,50	(77,0)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		434,48	25,49	74,51	10,72
N°10		443,86	26,04	73,96	13,10
N°16		476,91	27,98	72,02	21,48
N°30		544,67	31,95	68,05	38,66
N°40		585,01	34,32	65,68	48,89
N°200		857,57	50,31	49,69	118,00
< N°200		843,98	49,51		214,0
TOTAL	1.704,70		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

332,8 grms

DESPUES

857,569591 grms

TRITURADO

GRAVA 23,01 %

ARENA 27,30 %

FINOS 49,69 %

		HUMEDAD NATURAL:	11,41 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	32,62 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	7,76
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	2,9

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

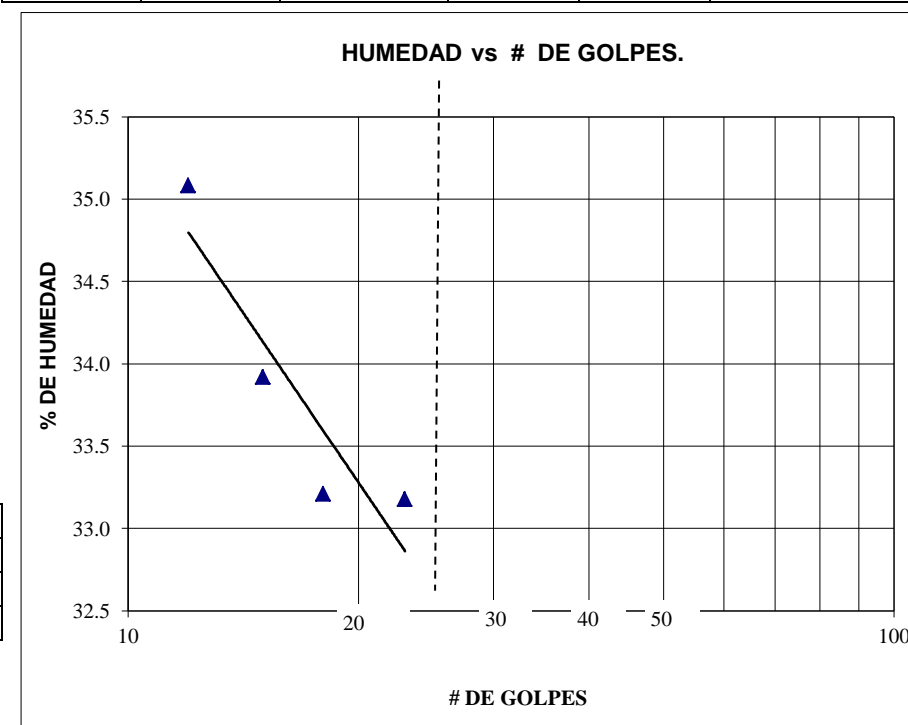
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
43		1504,1	1124,2	14,4	34,23	
						11,41

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

2	23	25,5	21,31	8,68	33,17	
20	18	23,05	19,46	8,65	33,21	
5	15	22,3	18,82	8,56	33,92	
28	12	19,95	16,94	8,36	35,08	
						32,62

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

6	----	11,07	10,62	8,99	27,61	
16	----	9,78	9,53	8,5	24,27	
19	----	9,99	9,77	8,8	22,68	24,85



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 7-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 7 del talud 3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud tres

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 3

MUESTRA : Arena

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 07

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"		-	-	100,0	
2"		-	-	100,0	
1 1/2"		-	-	100,0	
1"		-	-	100,0	
3/4"		-	-	100,0	
1/2"		-	-	100,0	
3/8"		-	-	100,0	
N°4		-	-	(100,0)	
< N°4		322,10	(100,0)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		15,25	4,73	95,27	15,25
N°10		18,83	5,85	94,15	18,83
N°16		30,83	9,57	90,43	30,83
N°30		46,76	14,52	85,48	46,76
N°40		56,56	17,56	82,44	56,56
N°200		160,00	49,67	50,33	160,00
< N°200		162,10	50,33		162,1
TOTAL	322,10		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

322,1 grms

DESPUES

160 grms

TRITURADO

GRAVA 0,00 %

ARENA 49,67 %

FINOS 50,33 %

		HUMEDAD NATURAL:	27,13 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	ML	INDICE PLASTICO:	0,00
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	3,1

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
50		119,4	99,39	24,89	26,86	
26	----	133,79	110	22,78	27,28	
33	----	129,78	107,09	23,81	27,25	27,13

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

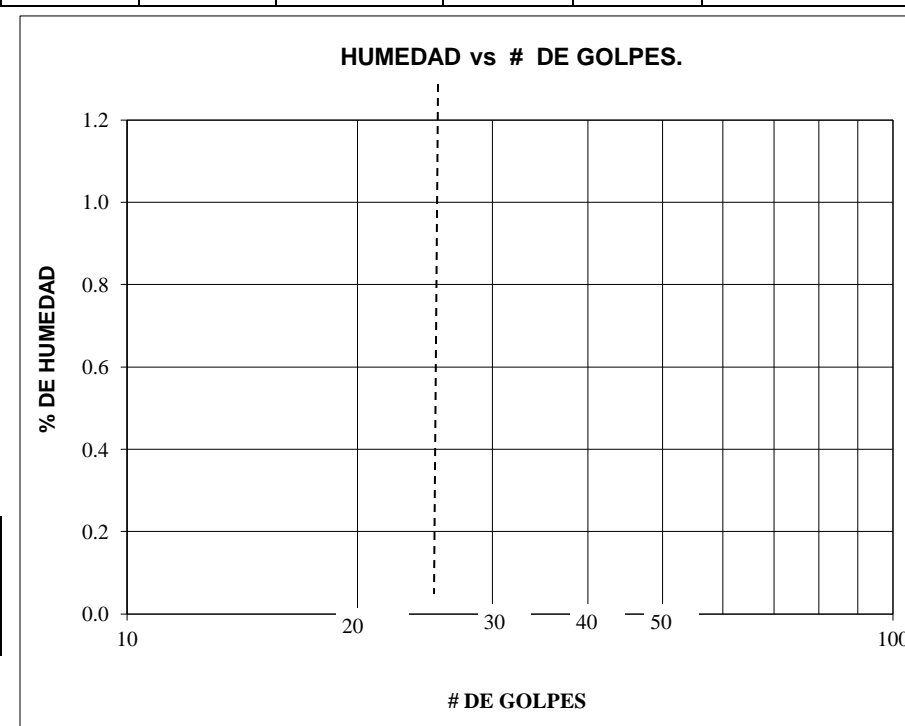


Tabla 8-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 8 del talud 4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud cuatro

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 4

MUESTRA : Gravas limosas

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 08

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"		208,00	6,9	93,1	
1"		577,00	19,1	80,9	
3/4"		686,20	22,8	77,2	
1/2"		841,10	27,9	72,1	
3/8"		993,70	33,0	67,0	
N°4		1.513,00	50,2	(49,8)	
< N°4		1.502,50	(49,8)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		1.656,99	54,95	45,05	30,60
N°10		1.684,52	55,86	44,14	36,45
N°16		1.776,98	58,93	41,07	56,10
N°30		1.861,92	61,75	38,25	74,15
N°40		1.900,74	63,03	36,97	82,40
N°200		2.196,49	72,84	27,16	145,25
< N°200		819,01	27,16		174,1
TOTAL	3.015,50		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

319,3 grms

DESPUES

2196,48927 grms

TRITURADO

GRAVA 50,17 %

ARENA 22,67 %

FINOS 27,16 %

		HUMEDAD NATURAL:	42,98 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	46,34 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	7,75
AASHTO	A-2-5	INDICE DE GRUPO:	0,0

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
13		137,73	103,48	23,48	42,81	
23	----	113,24	85,44	22,72	44,32	
29	----	127,39	96,43	22,36	41,80	42,98

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

42	16	21,3	17,27	8,8	47,58	
29	14	21,15	17,08	8,54	47,66	
26	13	23,05	18,54	9,1	47,78	
14	12	22,4	17,93	8,69	48,38	
						46,34

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

39	----	8	7,55	6,41	39,47	
41	----	8,65	8	6,31	38,46	
46	----	8,45	8,03	6,92	37,84	38,59

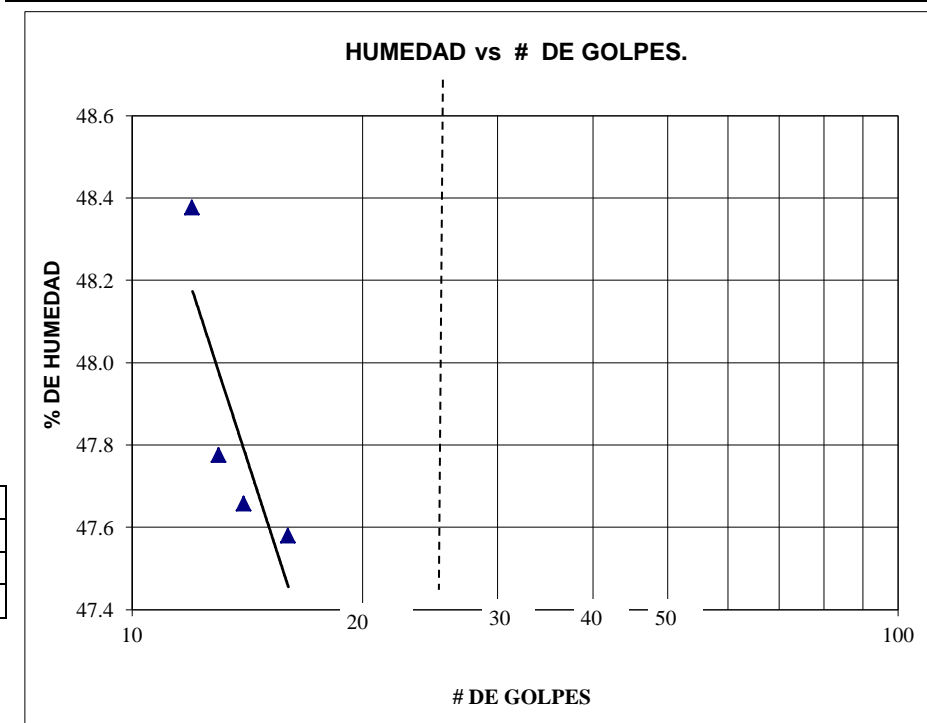


Tabla 9-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 9 del talud 5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud cinco

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 5

MUESTRA : Gravas limosas

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 9

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"		71	2,5	97,5	
3/4"		168,00	5,9	94,1	
1/2"		351,00	12,3	87,7	
3/8"		631,60	22,1	77,9	
N°4		1.227,60	43,0	(57,0)	
< N°4		1.627,80	(57,0)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		1.302,45	45,61	54,39	14,70
N°10		1.321,69	46,29	53,71	18,48
N°16		1.386,46	48,56	51,44	31,20
N°30		1.461,82	51,19	48,81	46,00
N°40		1.498,93	52,49	47,51	53,29
N°200		1.879,18	65,81	34,19	127,97
< N°200		976,22	34,19		191,7
TOTAL	2.855,4		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

319,7 grms

DESPUES

1879,17825 grms

TRITURADO

GRAVA 43 %
ARENA 23 %
FINOS 34 %

		HUMEDAD NATURAL:	37,03 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	45,33 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	9,46
AASTHO	A-2-5	INDICE DE GRUPO:	0,0

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
18		105,49	84,54	23,51	34,33	
19	----	117,76	91,95	22,56	37,20	
10	----	132,27	101,31	23,09	39,58	37,03

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

12	40	27,98	22,28	8,7	41,97	
5	35	25,05	20,1	8,56	42,89	
1	30	26,65	21,30	9,06	43,71	
43	28	17,57	14,8	8,61	44,75	45,33

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

45	----	10,78	10,32	8,85	31,29	
28	----	9,94	9,53	8,36	35,04	
6	----	10,77	10,25	8,99	41,27	35,87

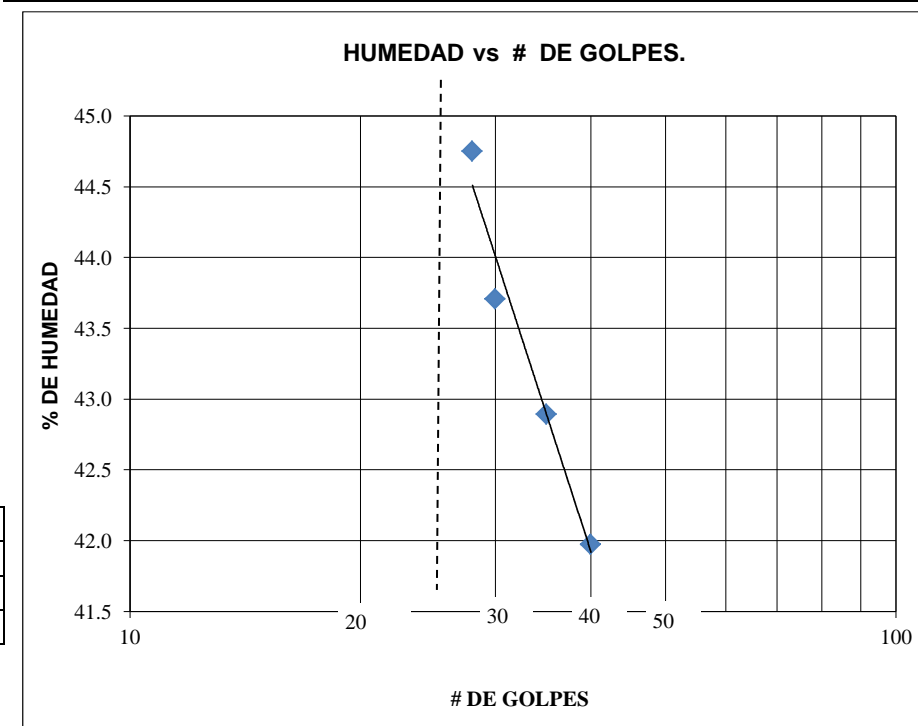


Tabla 10-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 10 del talud 6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud seis

FECHA: Noviembre 04 del 2015

SECTOR: Talud 6

MUESTRA : Gravas limosas

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 10

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"		187	8,7	91,3	
3/4"		239,30	11,2	88,8	
1/2"		419,40	19,6	80,4	
3/8"		554,00	25,9	74,1	
N°4		865,00	40,4	(59,6)	
< N°4		1.277,10	(59,6)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		964,41	45,02	54,98	29,82
N°10		982,68	45,87	54,13	35,30
N°16		1.040,08	48,55	51,45	52,52
N°30		1.103,05	51,49	48,51	71,41
N°40		1.133,62	52,92	47,08	80,58
N°200		1.348,74	62,96	37,04	145,11
< N°200		793,36	37,04		238,0
TOTAL	2.142,1		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

383,1 grms

DESPUES

1348,73788 grms

GRAVA 40 %
ARENA 23 %
FINOS 37 %

TRITURADO

		HUMEDAD NATURAL:	32,74 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	39,97 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	6,98
AASTHO	A-4	INDICE DE GRUPO:	0,4

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

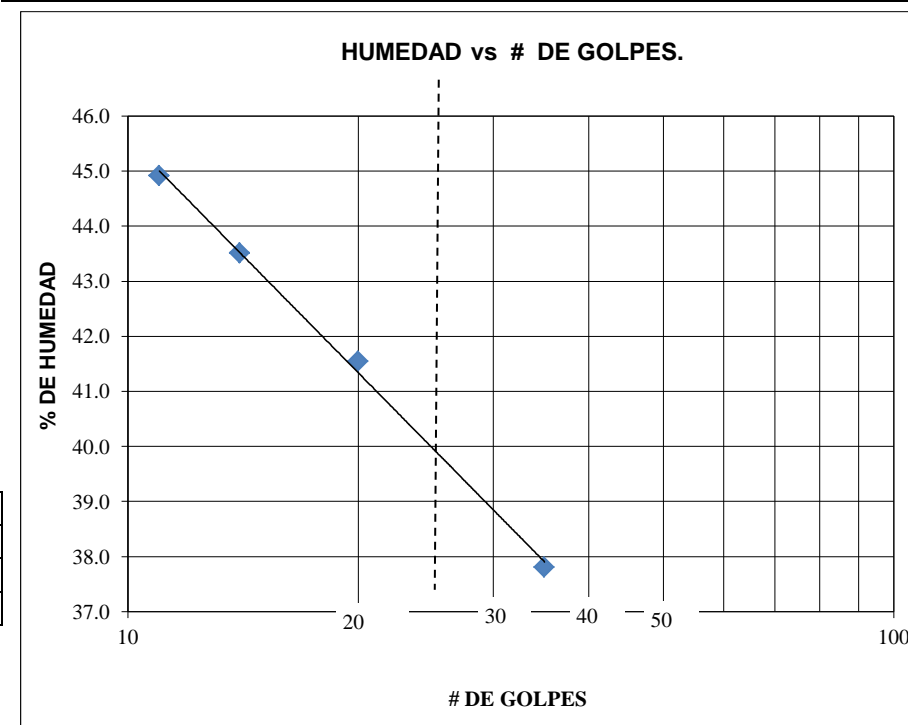
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
22		112,84	90,76	22,76	32,47	
11	----	104,72	83,7	22,8	34,52	
27	----	113,43	91,94	23,11	31,22	32,74

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

5	35	25,84	21,1	8,56	37,80	
19	20	24,2	19,68	8,80	41,54	
44	14	22,97	18,68	8,82	43,51	
23	11	21,23	17,3	8,55	44,91	
						39,97

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

33	----	8,98	8,35	6,55	35,00	
35	----	8,33	7,8	6,08	30,81	
36	----	8,72	8,15	6,43	33,14	32,98



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 11-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 11 del talud 7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud siete

FECHA: Noviembre 05 del 2015

SECTOR: Talud 7

MUESTRA : Gravas limosas

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 11

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"		148	6,2	93,8	
3/4"		208,60	8,8	91,2	
1/2"		397,70	16,7	83,3	
3/8"		519,90	21,9	78,1	
N°4		859,30	36,2	(63,8)	
< N°4		1.517,40	(63,8)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		972,03	40,90	59,10	27,08
N°10		994,22	41,83	58,17	32,41
N°16		1.064,53	44,79	55,21	49,30
N°30		1.142,05	48,05	51,95	67,92
N°40		1.176,31	49,49	50,51	76,15
N°200		1.521,42	64,01	35,99	159,05
< N°200		855,28	35,99		205,5
TOTAL	2.376,7		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES

364,5 grms

DESPUES

1521,41926 grms

TRITURADO

GRAVA 36 %

ARENA 28 %

FINOS 36 %

		HUMEDAD NATURAL:	86,77 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	66,80 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	7,34
AASTHO	A-5	INDICE DE GRUPO:	0,3

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
21		104,17	62,45	22,59	104,67	
16	----	110,42	70,18	24,07	87,27	
9	----	107,87	73,49	23,2	68,36	86,77

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

42	26	20,83	16,03	8,8	66,39	
44	19	19,48	15,15	8,82	68,40	
48	16	19,33	14,13	6,71	70,08	
20	13	19,7	15,14	8,65	70,26	
						66,80

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

33	----	8,98	8,05	6,55	62,00	
35	----	8,33	7,5	6,08	58,45	
36	----	8,72	7,88	6,43	57,93	59,46

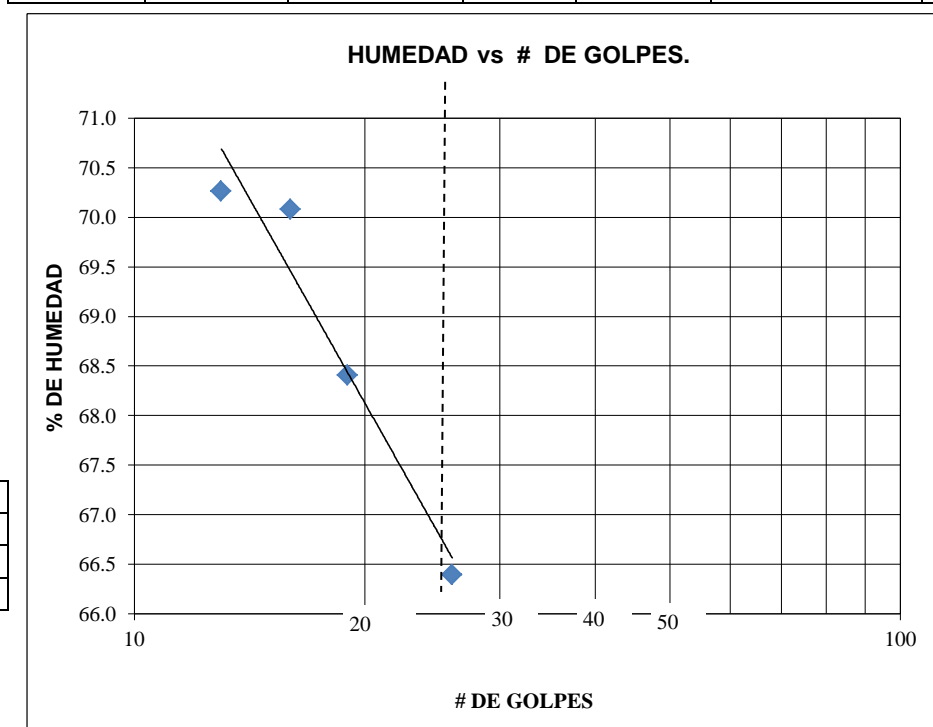


Tabla 12-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 12 del talud 8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud ocho

FECHA: Noviembre 05 del 2015

SECTOR: Talud 8

MUESTRA : Gravas limosas

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 12

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"		150	4,2	95,8	
3/4"		424,00	11,9	88,1	
1/2"		849,50	23,9	76,1	
3/8"		1.088,20	30,6	69,4	
N°4		1.400,00	39,3	(60,7)	
< N°4		2.159,00	(60,7)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		1.521,14	42,74	57,26	18,19
N°10		1.542,91	43,35	56,65	21,46
N°16		1.610,57	45,25	54,75	31,62
N°30		1.694,22	47,60	52,40	44,18
N°40		1.744,69	49,02	50,98	51,76
N°200		2.407,51	67,65	32,35	151,29
< N°200		1.151,49	32,35		172,9
TOTAL	3.559,0		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES **324,2** grms

DESPUES **2407,51114** grms

TRITURADO

GRAVA 39 %

ARENA 28 %

FINOS 32 %

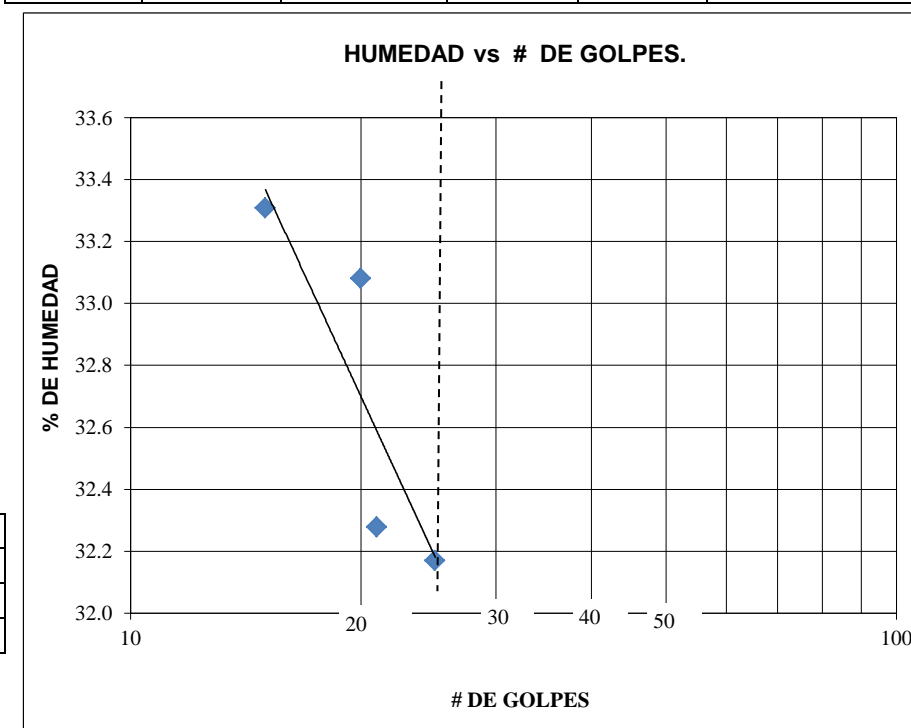
		HUMEDAD NATURAL:	23,25 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	32,18 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	1,65
AASTHO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
27		114,81	97,47	23,11	23,32	
11	----	117,98	99,99	22,8	23,31	
16	----	127,37	107,97	24,07	23,12	23,25
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
19	25	25,07	21,11	8,8	32,17	
17	21	25,99	21,71	8,45	32,28	
23	20	22,55	19,07	8,55	33,08	
40	15	23,41	19,26	6,80	33,31	
						32,18

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

15	----	8,98	8,38	6,55	32,79	
30	----	8,33	7,79	6,08	31,58	
25	----	8,72	8,23	6,43	27,22	30,53



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 13-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 13 del talud 9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud nuevo

FECHA: Noviembre 05 del 2015

SECTOR: Talud 9

MUESTRA : arena arcillosa o limosa

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 13

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 ½"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1½"		131	4,4	95,6	
1"		583	19,5	80,5	
¾"		1.012,80	33,9	66,1	
½"		1.347,10	45,1	54,9	
3/8"		1.512,40	50,6	49,4	
N°4		1.874,00	62,7	(37,3)	
< N°4		1.114,00	(37,3)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		2.176,14	72,83	27,17	99,70
N°10		2.207,50	73,88	26,12	110,05
N°16		2.339,48	78,30	21,70	153,60
N°30		2.460,85	82,36	17,64	193,65
N°40		2.508,28	83,95	16,05	209,30
N°200		2.699,50	90,34	9,66	272,40
< N°200		288,50	9,66		95,2
TOTAL	2.988,0		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES **367,6** grms
 DESPUES **2699,49946** grms

GRAVA **63 %**
ARENA **28 %**
FINOS **10 %**

TRITURADO

		HUMEDAD NATURAL:	19,47 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	33,05 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	7,35
AASHTO	A-2-4	INDICE DE GRUPO:	0,0

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

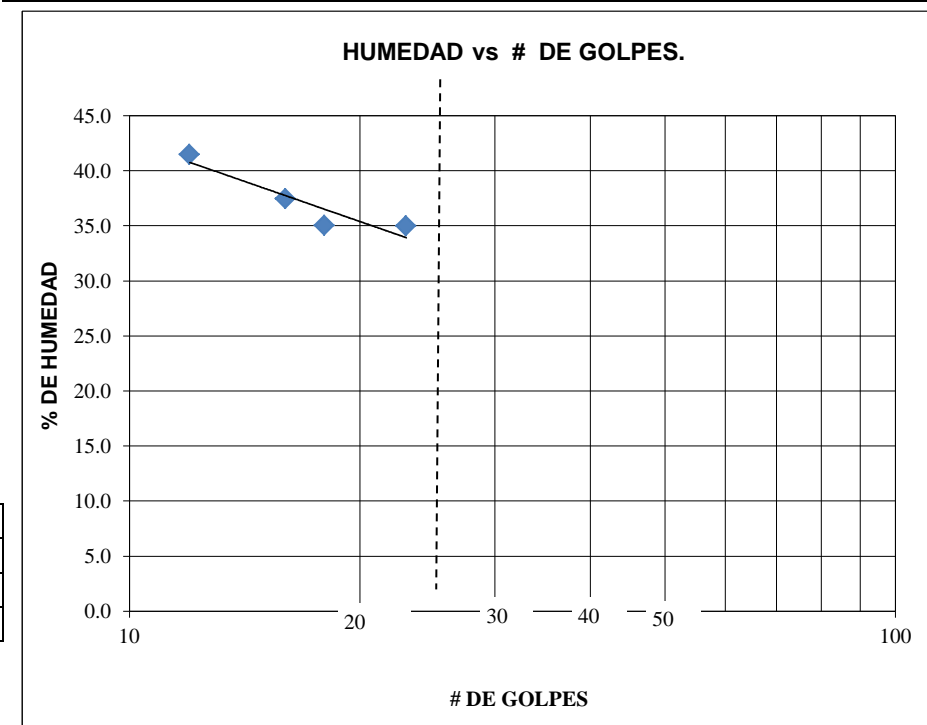
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
20		141,36	121,85	23,2	19,78	
10	----	131,29	113,84	23,09	19,23	
50	----	140,18	121,45	24,89	19,40	19,47

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

4	23	29,52	24,09	8,56	34,96	
2	18	23,98	20,01	8,68	35,04	
19	16	25,54	20,98	8,8	37,44	
16	12	22,28	18,24	8,50	41,48	
						33,05

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

40	----	8,42	8,1	6,8	24,62	
41	----	7,79	7,48	6,36	27,68	
32	----	7,69	7,37	6,08	24,81	25,70



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 14-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 14 del talud 10

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud diez

FECHA: Noviembre 05 del 2015

SECTOR: Talud 10

MUESTRA : arena limosa

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 14

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 ½"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1½"		533	18,4	81,6	
1"		533	18,4	81,6	
¾"		644,50	22,2	77,8	
½"		673,50	23,2	76,8	
⅜"		801,00	27,6	72,4	
Nº4		1.306,60	45,1	(54,9)	
< Nº4		1.592,10	(54,9)		PESO ACUMULADO LAVADO
Nº8		1.538,30	53,07	46,93	48,65
Nº10		1.584,97	54,68	45,32	58,45
Nº16		1.736,65	59,91	40,09	90,30
Nº30		1.887,15	65,10	34,90	121,90
Nº40		1.945,01	67,10	32,90	134,05
Nº200		2.241,71	77,34	22,66	196,35
< Nº200		656,99	22,66		138,0
TOTAL	2.898,7		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES **334,3** grmsDESPUES **2241,71467** grms

TRITURADO

GRAVA **45 %**ARENA **32 %**FINOS **23 %**

		HUMEDAD NATURAL:	118,10 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	40,10 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	11,11
AASTHO	A-2-7	INDICE DE GRUPO:	0,1

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

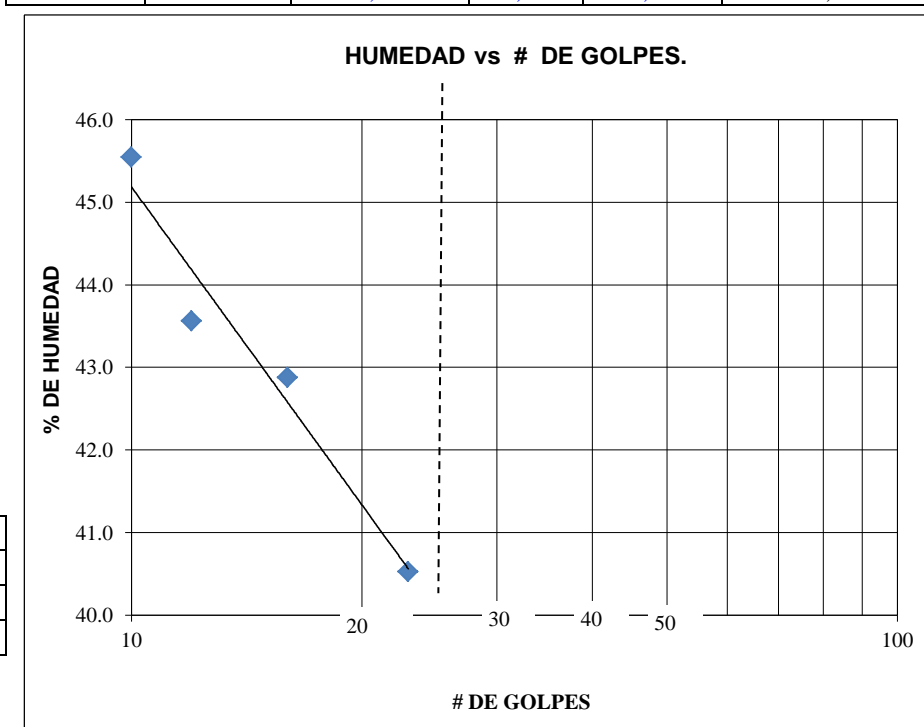
Nº TARRO	Nº GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
13		100,11	58,75	23,48	117,27	
17	----	95,1	55,01	22,98	125,16	
19	----	106,55	62,2	22,56	111,88	118,10

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

1	23	20,85	17,45	9,06	40,52	
17	16	19,88	16,45	8,45	42,88	
43	12	22,09	18,00	8,61	43,56	
45	10	23,04	18,6	8,85	45,54	
						40,10

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

30	----	9,64	8,95	6,45	27,60	
40	----	9,53	8,9	6,8	30,00	
48	----	9,09	8,55	6,71	29,35	28,98



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 15-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 15 del talud 11

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud once

FECHA: Noviembre 05 del 2015

SECTOR: Talud 11

MUESTRA : Arena limosa

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 15

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"		361	10,2	89,8	
1"		738	20,9	79,1	
3/4"		1.026,80	29,1	70,9	
1/2"		1.278,80	36,3	63,7	
3/8"		1.480,20	42,0	58,0	
N°4		1.934,20	54,8	(45,2)	
< N°4		1.592,90	(45,2)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		2.183,11	61,90	38,10	49,02
N°10		2.222,57	63,01	36,99	56,79
N°16		2.353,22	66,72	33,28	82,52
N°30		2.481,89	70,37	29,63	107,86
N°40		2.535,10	71,88	28,12	118,34
N°200		2.841,80	80,57	19,43	178,74
< N°200		685,30	19,43		135,0
TOTAL	3.527,1		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES 313,7 grms
 DESPUES 2841,80263 grms

TRITURADO

GRAVA 55 %
 ARENA 26 %
 FINOS 19 %

		HUMEDAD NATURAL:	19,83 %
CLASIFICACION:		LIMITE LIQUIDO:	29,15 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO:	4,53
AASTHO	A-1-b	INDICE DE GRUPO:	0,0

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

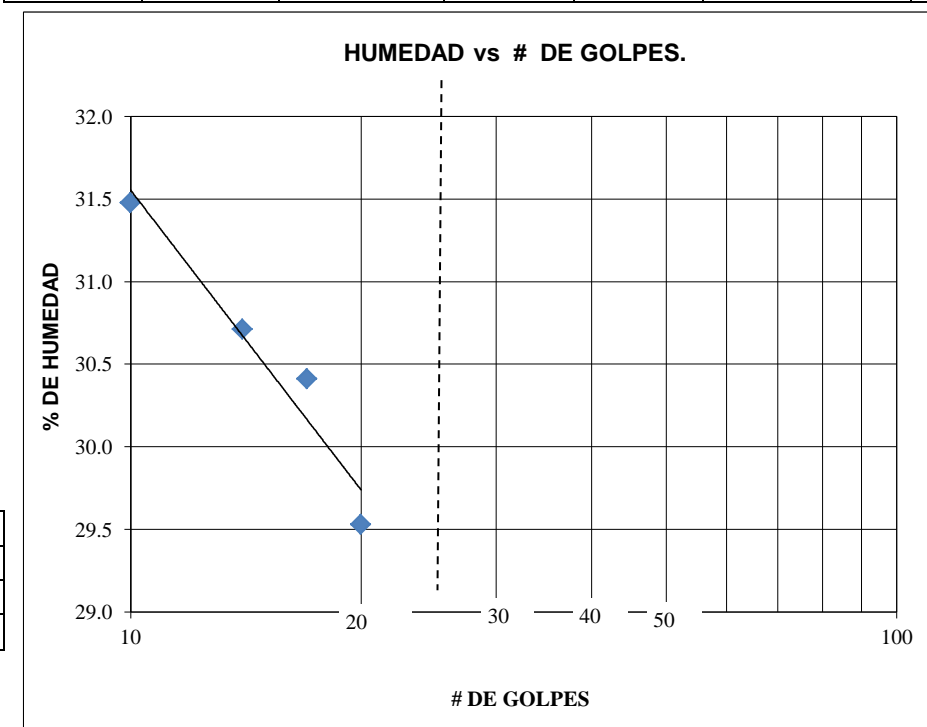
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
9		132,22	113,92	23,2	20,17	
31	----	132,05	113,86	23,51	20,13	
22	----	123,08	106,94	22,76	19,17	19,83

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

6	20	21,93	18,98	8,99	29,53	
25	17	25,79	21,94	9,28	30,41	
28	14	22,15	18,91	8,36	30,71	
5	10	21,3	18,25	8,56	31,48	
						29,15

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

24	----	11,42	10,84	8,55	25,33	
29	----	11,74	11,12	8,54	24,03	
3	----	12,51	11,78	8,8	24,50	24,62



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla 16-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 16 del talud 12

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud doce

FECHA: Noviembre 05 del 2015

SECTOR: Talud 12

MUESTRA : gravas limosas

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 16

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"		755	14,8	85,2	
1 1/2"		1.096	21,4	78,6	
1"		1.396	27,3	72,7	
3/4"		1.677,80	32,8	67,2	
1/2"		1.938,30	37,9	62,1	
3/8"		2.131,20	41,7	58,3	
N°4		2.596,40	50,8	(49,2)	
< N°4		2.514,50	(49,2)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		2.917,26	57,08	42,92	40,45
N°10		2.983,49	58,38	41,62	48,80
N°16		3.180,21	62,22	37,78	73,60
N°30		3.429,04	67,09	32,91	104,97
N°40		3.558,97	69,63	30,37	121,35
N°200		4.302,21	84,18	15,82	215,05
< N°200		808,69	15,82		102,0
TOTAL	5.110,9		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES 317 grms

DESPUES 4302,21459 grms

GRAVA 51 %

ARENA 33 %

FINOS 16 %

TRITURADO

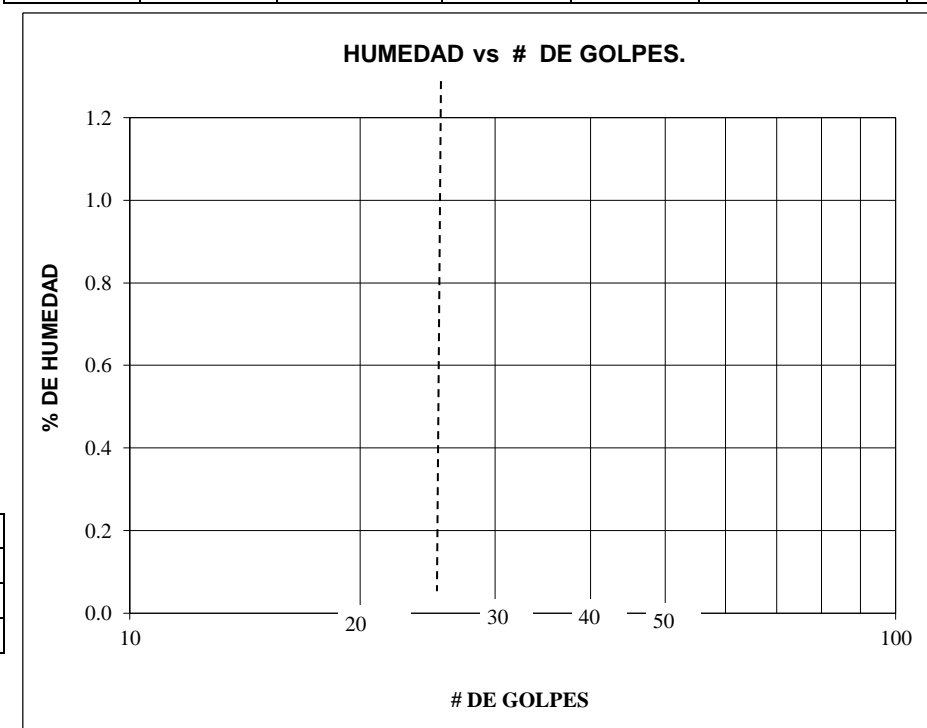
	HUMEDAD NATURAL:	32,89 %
CLASIFICACION:	LIMITE LIQUIDO:	0,00 %
SUCS	GM	INDICE PLASTICO: 0,00
AASHTO	A-1-b	INDICE DE GRUPO: 0,0

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
24		115,39	94,34	22,87	29,45	
23	----	133,49	100,09	22,72	43,17	
32	----	144,89	119,71	23,05	26,05	32,89

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Tabla17-4: Ensayos de laboratorio de la muestra 17 del talud 13

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

ENSAYO DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO: 9 de Octubre - Sn. Vicente

YACIMIENTO: Calicatas Talud trece

FECHA: Noviembre 05 del 2015

SECTOR: Talud 13

MUESTRA : Arena limosa

ENSAYADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

Muestra N 17

PROFUNDIDAD: 150 Cm.

CALCULADO: Hermel Sasintuña S.; Pasato J. ; Jaramillo J.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAM	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICO
3"			-	100,0	
2 1/2"			-	100,0	
2"			-	100,0	
1 1/2"			-	100,0	
1"		76	2,7	97,3	
3/4"		122,00	4,3	95,7	
1/2"		188,00	6,6	93,4	
3/8"		247,10	8,7	91,3	
N°4		448,70	15,8	(84,2)	
< N°4		2.399,70	(84,2)		PESO ACUMULADO LAVADO
N°8		582,52	20,45	79,55	19,15
N°10		615,37	21,60	78,40	23,85
N°16		734,65	25,79	74,21	40,92
N°30		894,12	31,39	68,61	63,74
N°40		974,34	34,21	65,79	75,22
N°200		1.706,34	59,91	40,09	179,97
< N°200		1.142,06	40,09		163,4
TOTAL	2.848,4		100		

CUARTEO(PESO)

ANTES 343,4 grms
DESPUES 1706,34126 grms

TRITURADO

GRAVA **16 %**
ARENA **44 %**
FINOS **40 %**

		HUMEDAD NATURAL:	32,00 %
		LIMITE LIQUIDO:	36,21 %
SUCS	SM	INDICE PLASTICO:	0,53
AASHTO	A-4	INDICE DE GRUPO:	1,0

HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)

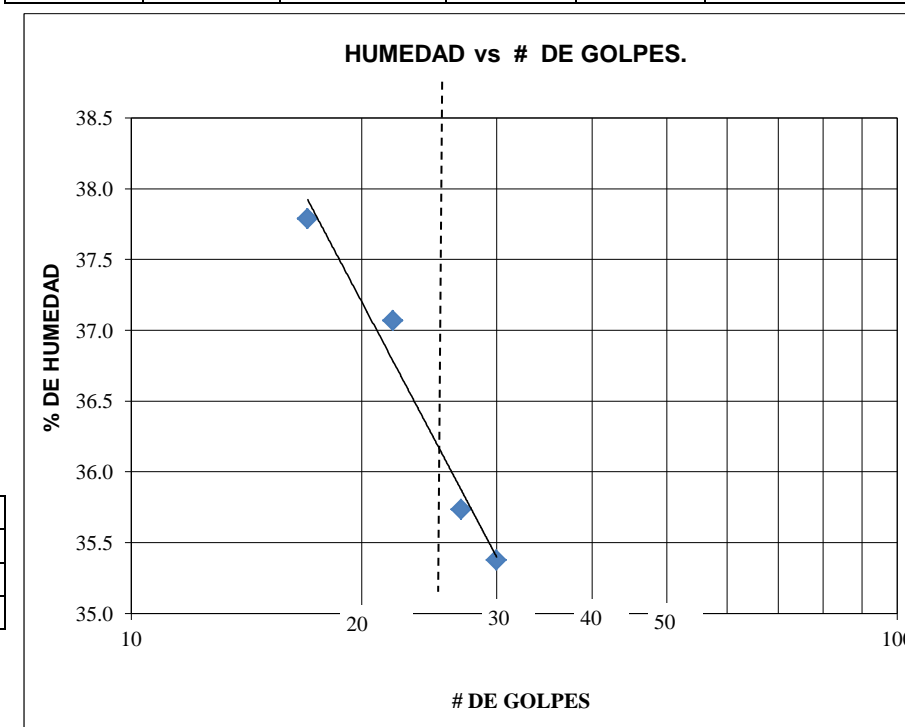
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
14		152,68	120,37	23,64	33,40	
29	----	140,58	112,78	22,36	30,75	
21	----	138,74	110,68	22,59	31,85	32,00

LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)

32	30	26,7	21,39	6,38	35,38	
25	27	30,21	24,7	9,28	35,73	
22	22	25,72	21,22	9,08	37,07	
3	17	25,5	20,92	8,80	37,79	
						36,21

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)

15	----	12,45	11,38	8,44	36,39	
13	----	12,29	11,12	7,99	37,38	
17	----	13,52	11,78	6,55	33,27	35,68



Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.1.2 Datos de ensayo del picnómetro

Tabla 18-4: Porcentaje de absorción de las muestras analizadas

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO



PROYECTO: Zuñac - San. Vicente

**PESOS
ESPECÍFICOS**

FECHA: 4-5/11/2015

ENSAYADO Y

CALCULADO: Joao P. Jefferson J.

MUESTRA	PPV	PP+H2O	PP+H2O+M	P MH AIRE	PM SECADO HORNO	GRAVEDAD ESPECIFICA SECA	GRAVEDAD ESPECIFICA SUP SATURADA SECA	GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE	ABSORCION %
T1-M1	270,08	771,3	1040	500	429	1,855	2,162	2,676	16,55
T1-M2	270,08	771,3	928,7	300	249,8	1,752	2,104	2,703	20,10
T1-M3	270,08	771,3	959	500	308,9	0,989	1,601	2,549	61,86
T2-M1	270,08	771,3	1003,7	500	366,4	1,369	1,868	2,734	36,46
T2-M2	270,08	771,3	947,4	500	289,9	0,895	1,544	2,547	72,47
T3-M2	270,08	771,3	1021,3	500	398,2	1,593	2,000	2,687	25,57
T4-M1	270,08	771,3	1004	500	364,6	1,364	1,871	2,764	37,14
DT5-M1	270,08	771,3	1007,4	500	372,9	1,413	1,895	2,726	34,08
T6-M1	270,08	771,3	1019	500	385,5	1,528	1,982	2,798	29,70
T7-M1	270,08	771,3	924,1	463	254,3	0,820	1,493	2,505	82,07
T8-M1	270,08	771,3	1027,9	500	406,9	1,672	2,054	2,707	22,88
T9-M1	270,08	771,3	1045,9	500	427	1,894	2,218	2,802	17,10
T10-M1	270,08	771,3	930	482,3	256,8	0,794	1,490	2,618	87,81
T11-M2	270,08	771,3	1040	500	422,9	1,828	2,162	2,743	18,23
T12-M1	270,08	771,3	1009,7	500	374,3	1,431	1,911	2,754	33,58
T13-M1	270,08	771,3	1023,2	500	390	1,572	2,015	2,824	28,21

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.1.3 Grado de saturación de las muestras analizadas

Tabla 19-4: Grado de saturación de las muestras analizadas

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

GRADO DE SATURACION DEL SUELO

CALCULADO: Joao P. Jefferson J.

FECHA

4-5/11/2015

MUESTRA	HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	PORCENTAJE DE ABSORCION	GRADO DE SATURACION
T1-M1	17,42	16,55	-0,87
T1-M2	21,02	20,1	-0,92
T1-M3	60,49	61,86	1,37
T2-M1	39,99	36,46	-3,53
T2-M2	79,72	72,47	-7,25
T3-M2	27,13	25,57	-1,56
T4-M1	42,98	37,14	-5,84
T5-M1	37,03	34,08	-2,95
T6-M1	32,74	29,7	-3,04
T7-M1	86,77	82,07	-4,7
T8-M1	23,25	22,88	-0,37
T9-M1	19,47	17,1	-2,37
T10-M1	118,1	87,81	-30,29
T11-M2	19,83	18,23	-1,6
T12-M1	32,89	33,58	0,69
T13-M1	32	28,21	-3,79

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Análisis: Según los resultados obtenidos en laboratorio, se determinó que la humedad natural del suelo es mayor al porcentaje de absorción máxima de los suelos del área estudiada, dando como resultado que los suelos están altamente saturados. Confirmando así los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas.

4.2 Inventario de movimientos de ladera

La realización del inventario de movimientos de ladera nos tomó alrededor de 1 mes de acuerdo al levantamiento de campo y al modelamiento en el software ArcGis. Este inventario consta de un total de 14 movimientos de ladera.

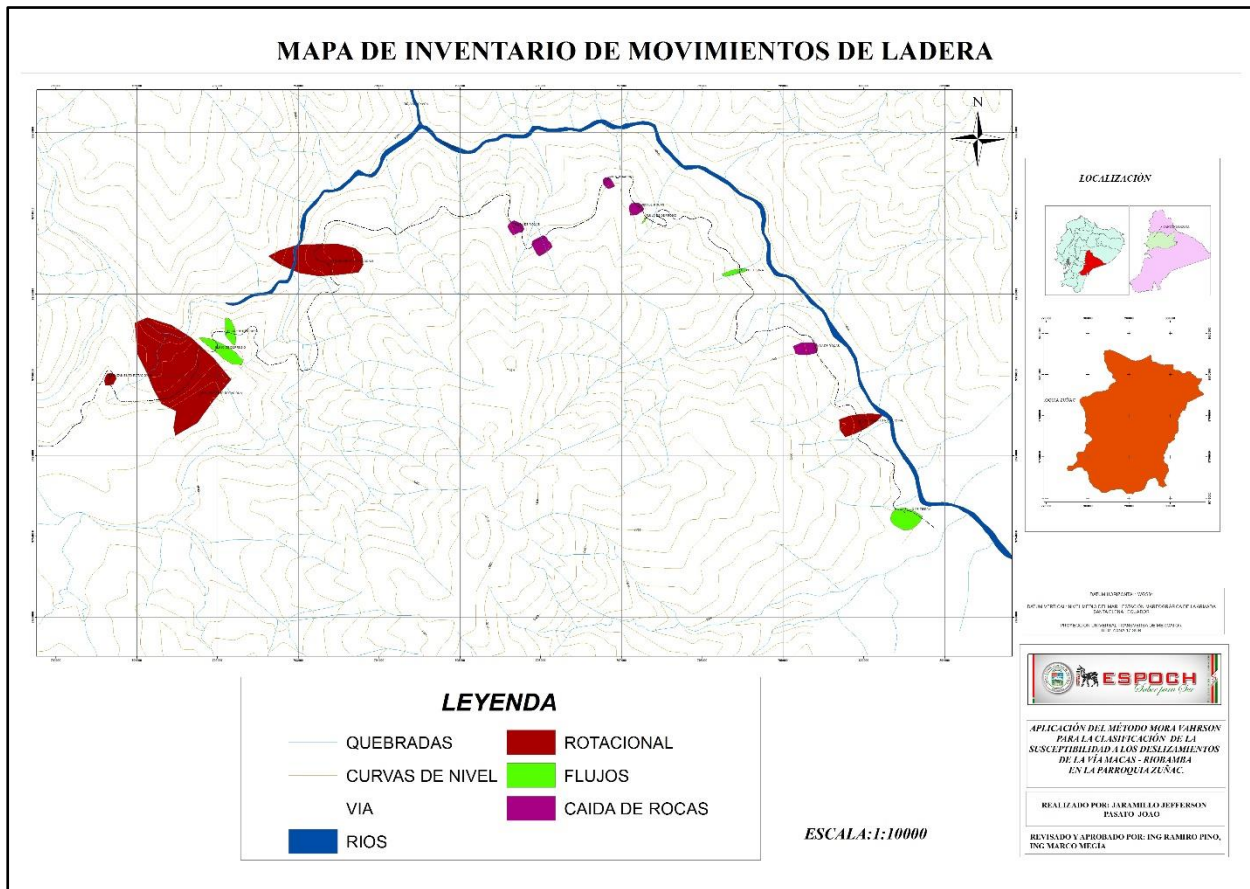


Figura 1-4: Mapa de inventario de movimientos de ladera
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Para una mejor visualización se puede observar el Anexo B “Mapa de inventario de movimientos de ladera”.

4.2.1 Distribución de los movimientos de ladera

De acuerdo al trabajo de campo se inventario según la tipología los siguientes movimientos:

4 deslizamientos, 5 caídas de rocas, 5 flujos.

Entre los tipos de flujos tenemos:

2 de tierra y 3 de derrubios.

Como se observa en la figura 4.2, de acuerdo a la distribución de los movimientos de ladera, el 36 % pertenece a caída de rocas, el 28 % a deslizamientos rotacionales y el 36 % a Flujos.

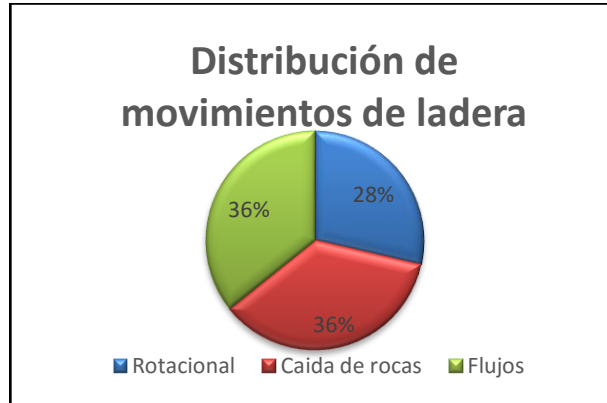


Figura 2-4: Distribución de movimientos de ladera
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.2.1.1 Deslizamientos

Se inventario un total de 4 deslizamientos que son de tipo rotacional, estos representan el 60.6% del área total de los movimientos de ladera estudiados y afectando un área de 196.372 m².



Fotografía 1-4: Deslizamiento rotacional
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.2.1.2 Caída de rocas.

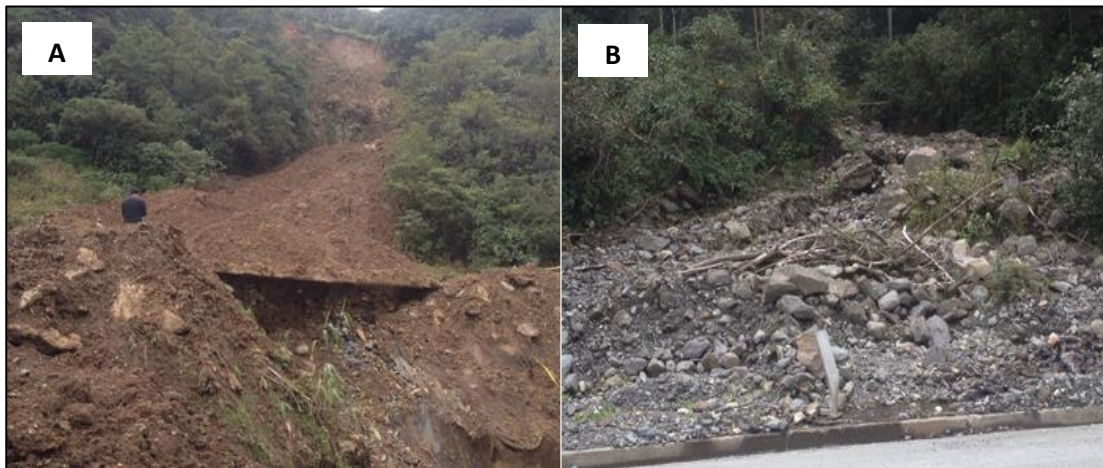
Se inventario un total de 5 movimientos de ladera tipo caída de rocas, estos representan el 29.1% del área total de movimientos de ladera estudiados y afecta un área de 94.350m².



Fotografía 2-4: Caída de rocas
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.2.1.3 Flujos

Se inventario un total de 5 tipos de movimientos tipo flujos, mismos que se componen de 2 flujos de tierra y 3 flujos de derrubios, que representan un total de 10.3% del área total de movimientos de ladera estudiados y afecta un área de 33.465m².



Fotografía 3-4: Flujos. A) Flujo de tierra. B) Flujo de derrubios
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.2.2 Porcentaje del área afectada por movimientos de ladera de acuerdo a la zona de estudio

Según el mapa del inventario de movimientos de ladera, el área estudiada es de 2600 Ha aproximadamente que equivale al 99% del área total, y el área afectada es de 32,187 Ha. aproximadamente y a su vez conforma el 1,24 % del área total.

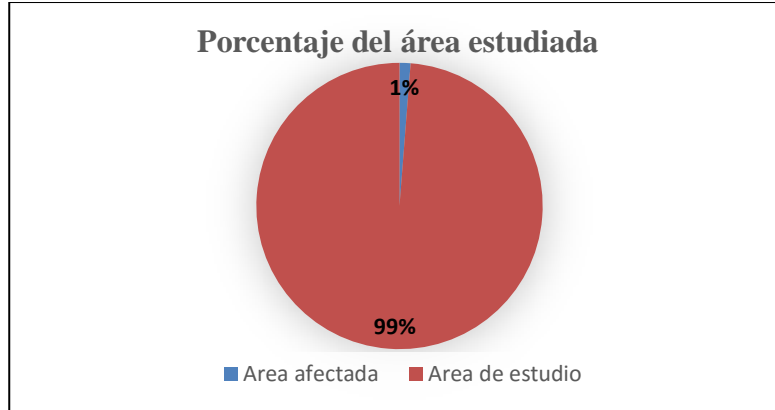


Figura 3-4: Porcentaje del área afectada por movimientos de ladera en a la zona de estudio
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.2.3 *Distribución de los movimientos según la geología regional*

De acuerdo a la geología Regional, se realizó la distribución de movimientos de ladera obteniendo que, todos los movimientos se encuentran dentro de la formación del grupo Zamora el cual está compuesto en su totalidad por rocas metamórficas de alto y bajo grado.

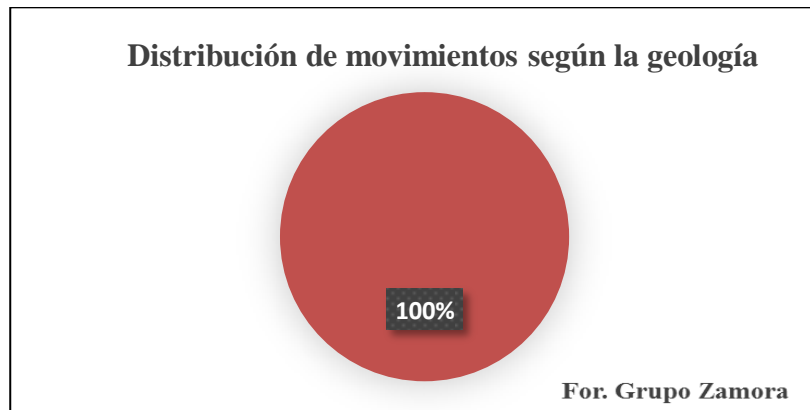


Figura 4-4: Distribución de los movimientos según la geología.
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.2.4 Resumen de los movimientos de ladera

Tabla 20-4: Resumen de movimientos de ladera

CODIGO	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	CONDICIONANTE	DETONANTE	AREA TOTAL AFECTADA (m2)
PJ - 01	Rotacional	Húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Contraste de permeabilidad	Lluvias Carga en la corona del talud Mant. def. sistema de drenaje	1.400
PJ - 02	Rotacional	Muy húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Material fallado por corte Contraste de permeabilidad	Movimientos tectónicos Lluvias Excavación de la pata del talud Mant. Def. sistema de drenaje	150.722
PJ - 03	Flujo de derrubios	Mojado	Material sensible Material meteorizado Contraste de permeabilidad	Lluvias Carga en la corona del talud Mant. def. sistema de drenaje	6.555
PJ - 04	Flujo de derrubios	Muy húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Material fisurado o agrietado Contraste de permeabilidad	Movimientos tectónicos Lluvias Mant. Def. sistema de drenaje Deform. o ausencia de	11.200
PJ - 05	Rotacional	Muy húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Contraste de permeabilidad	Lluvias Mant. def. sistema de drenaje	41.000
PJ - 06	Caida de rocas	Húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Material fisurado o agrietado Orient. Desfavorable descont. Contraste de permeabilidad	Movimientos Tectónicos Lluvias	25.000
PJ - 07	Caida de rocas	Muy húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Material fisurado o agrietado Contraste de permeabilidad	Movimientos tectónicos Lluvias Carga en la corona del talud Deform. o ausencia de	46.300
PJ - 08	Caida de rocas	Húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Material fisurado o agrietado Contraste de permeabilidad	Movimientos Tectónicos Lluvias	6.500
PJ - 09	Caida de rocas	Ligeramente húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Material fisurado o agrietado Orient. Desfavorable Discont.	Movimientos Tectónicos Lluvias	7.100
PJ	Flujo de derrubios	Mojado		Excavación de la pata del talud	1.380

CODIGO	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	CONDICIONANTE	DETONANTE	AREA TOTAL AFECTADA (m ²)
PJ - 10	Flujo de tierra	Mojado	Material plástico débil Contraste de permeabilidad	Lluvias Excavación de la pata del talud Carga en la corona del talud Mant. def. sistema de drenaje	8650
PJ - 11	Caída de rocas	Húmedo	Material plástico débil Material meteorizado Material fisurado o agrietado Contraste de permeabilidad	Movimientos Tectónicos Lluvias	9.450
PJ - 12	Rotacional	Muy húmedo	Material plástico débil Material fisurado o agrietado Contraste de permeabilidad	Lluvias Excavación de la pata del talud Carga en la corona del talud	3.250
PJ - 13	Flujo de tierra	Mojado	Material plástico débil Material meteorizado Contraste de permeabilidad	Lluvias Carga en la corona del talud	5.680
Total Área m ²					324187

Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

En base al inventario de los movimientos de ladera realizado en campo, se ha tomado en cuenta los factores condicionantes y detonantes con el fin de realizar una estadística y análisis de estos factores que son los que provocan estos movimientos.

4.2.5 Porcentaje de factores condicionantes y detonantes según el total de casos

4.2.5.1 Condicionantes

Los factores condicionantes son aquellos factores propios del terreno, que dependiendo del tipo de material que esté compuesto el movimiento, tendrán características únicas para cada sector estudiado.

Según el total de movimientos inventariados obtuvimos la siguiente distribución de los factores condicionantes presentes en el área estudiada:

Material plástico débil 12 casos

Material sensible 1 caso

Material meteorizado 10 casos

Material fallado por corte 1 caso

Material fisurado o agrietado 8 casos

Orientación desfavorable de las discontinuidades 2 casos,

Contraste de permeabilidad 12 casos.

En la siguiente figura se muestra la distribución porcentual de las condiciones según el total de casos.

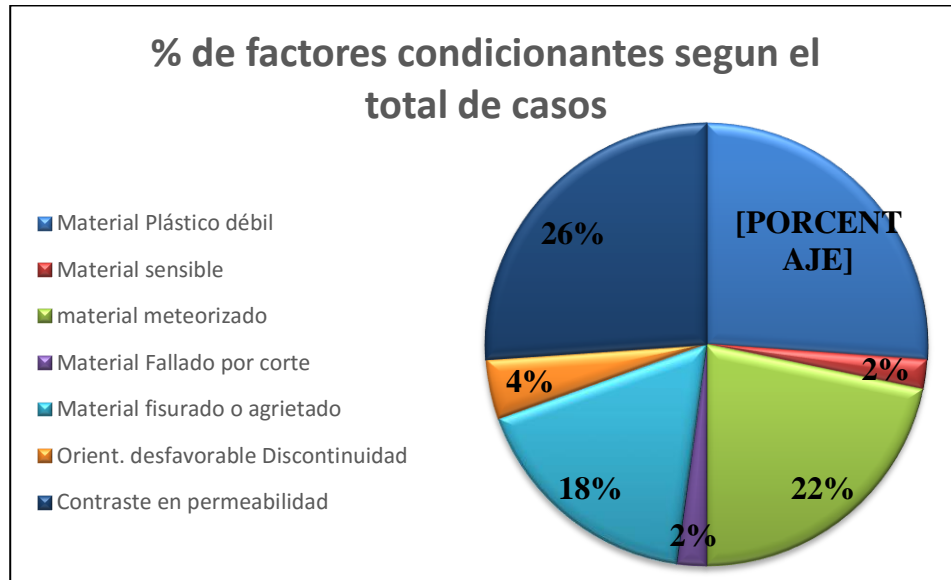


Figura 5-4: Porcentaje de factores condicionantes según el total de casos
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Análisis:

Según los porcentajes obtenidos tenemos que el 52% de los factores condicionantes le pertenece a: material plástico débil y a contraste de permeabilidad, el 22% para material meteorizado. Este tipo de material débil es característico de los suelos de composición limoso y poco arcilloso mismos que se encuentran en toda la zona de estudio como material fino, que al entrar en contacto con el agua se saturan rápidamente generando condiciones favorables para que se generen los movimientos de masas.

De acuerdo al porcentaje del contraste de permeabilidad se ve que los suelos presentan condiciones altas de este factor y se debe al tipo de material presente en la zona que es limo - arenoso en su gran mayoría y suelos poco arcillosos con baja plasticidad que son altamente permeables según los datos obtenidos en laboratorio.

De acuerdo al material meteorizado, estas alteraciones se pueden observar claramente en las oxidaciones que presentan las rocas y suelos ya que están expuestos a factores físicos y químicos que alteran la composición de estas masas.

4.2.5.2 Detonantes.

Los factores detonantes o también conocidos como: desencadenantes o la causa directa e inmediata de un movimiento o también como disparador. Son aquellos que cumplen la función de provocar un movimiento.

Según el total de movimientos inventariados obtuvimos la siguiente distribución de los factores detonantes presentes en el área de estudio:

Movimientos tectónicos 7 casos

Lluvias 13 casos

Excavación de la pata de talud 5 casos

Carga en la corona del talud 5 casos

Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje 6 casos

Deforestación o ausencia de vegetación 2 casos.

En la siguiente figura se muestra la distribución porcentual de los factores detonantes según el total de casos presentes en el área de estudio.

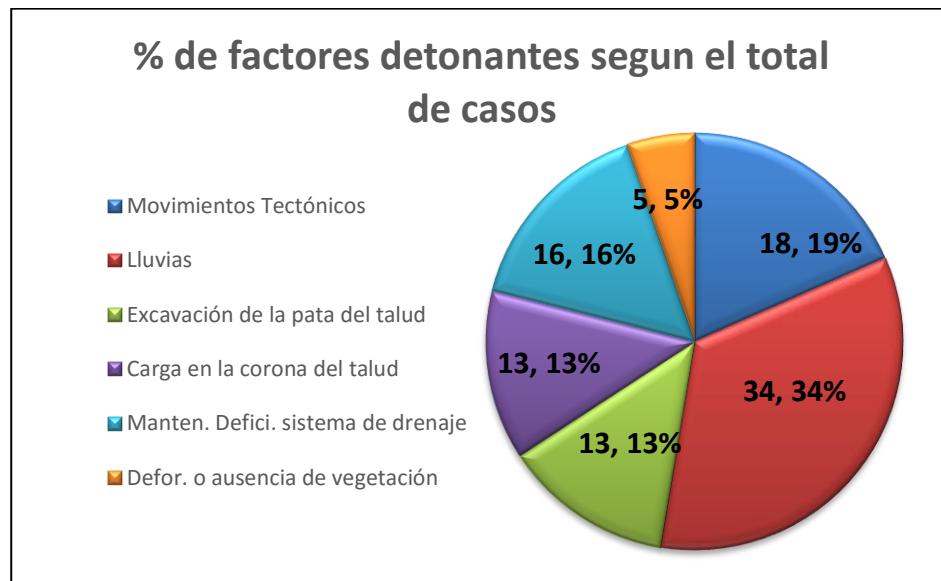


Figura 6-4: Porcentaje de factores detonantes según el total de casos
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Análisis

Las lluvias es el factor detonante más importante en el área de estudio ya que tiene el mayor porcentaje que es de 34.34 % este factor provoca saturación y meteorización en estos suelos

generando así los movimientos de ladera. Las precipitaciones en la zona son muy altas es por eso que este factor es el causante principal de los movimientos.

4.3 Mapa de susceptibilidad del área de estudio

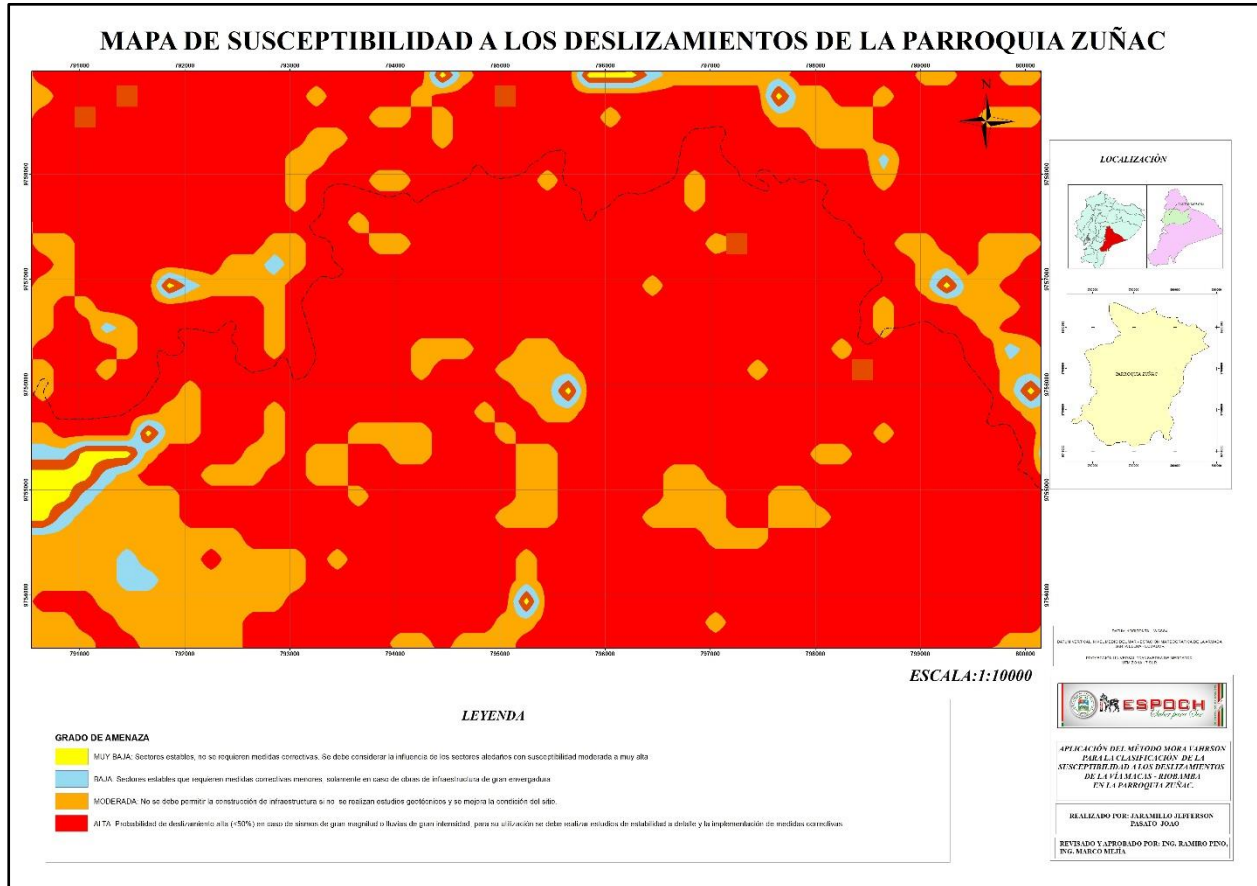


Figura 7-4: Mapa de susceptibilidad de riesgos activados por lluvias
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Análisis:

Como se observa en el mapa de susceptibilidad el trazado vial está ubicada en un área altamente susceptible a deslizamientos, las zonas más estables se encuentran a las partes planas de las cuencas de los ríos y en las cimas de las montañas.

Para una mejor visualización ir al Anexo D “Mapa de susceptibilidad de la parroquia Zuñac”.

4.4 Mapa de correlación entre el mapa de inventario de movimientos y el mapa de susceptibilidad de la parroquia Zuñac

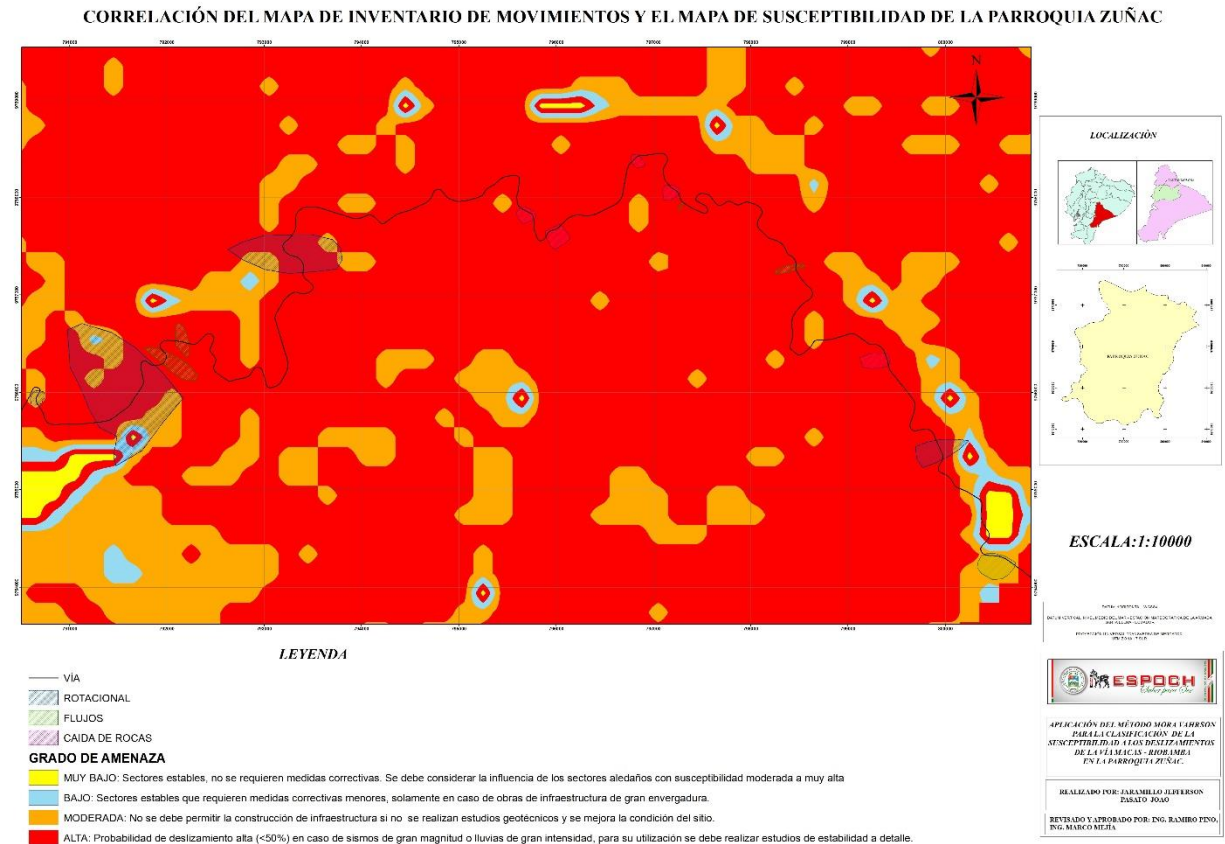


Figura 8-4: Correlación del mapa de inventario de movimientos y el mapa de susceptibilidad
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

Análisis:

La relación entre la ocurrencia de deslizamientos puntuales y los niveles de susceptibilidad son: El 67 % de los movimientos de ladera se encuentran en un nivel de susceptibilidad alto, el 28 % de movimientos se encuentran en un nivel de susceptibilidad moderado y el 5 % de movimientos se encuentran en un nivel de susceptibilidad bajo, observándose que la mayoría de movimientos se encuentran dentro de una zona alta de susceptibilidad como se muestra en la figura 4.9.

Para una mejor visualización del mapa ir a Anexo E “Mapa de correlación del inventario de movimientos y el mapa de susceptibilidad”.



Figura 9-4: Relación entre la ocurrencia de deslizamientos puntuales y los niveles de susceptibilidad
Elaborado por: Jaramillo, J. y Pasato, J. (2015)

4.5 Comprobación de la hipótesis.

4.5.1 Hipótesis

Luego de realizar el levantamiento de los 5 factores: Litológico, pluviométrico, humedad relativa del suelo, de pendientes y actividad sísmica de la vía Macas - Riobamba en la Parroquia Zuñac, será posible realizar el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos.

4.5.2 Comprobación

Una vez realizado los levantamientos: Litológico, Pendientes, Humedad relativa del suelo, precipitación y actividad sísmica. Mismos datos que han sido correlacionados conforme al Método “Mora Vahrson”, han permitido generar el análisis de susceptibilidad expresado gráficamente en los mapas temáticos específicos y el mapa de susceptibilidad como producto final al estudio. Expresado en el Anexo D. “Resumen del Método Mora Vahrson”.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Según los ensayos realizados en laboratorio se determinó que existen 3 tipos de suelos en todo el área de estudio, según las normas SUCS estas son: Tipo ML: suelo limoso de baja plasticidad; Tipo GM: Grava limosa y Tipo SM: suelo areno limoso.
- De los resultados obtenidos en laboratorio se determinó que la humedad natural es mayor al porcentaje de absorción de los suelos del área estudiada, dando como resultado que estos están totalmente saturados, factor que provoca meteorización, generando así los movimientos de ladera.
- El mapa de inventario de movimientos de ladera, nos indica tres tipos en el área de estudio, los cuales son: caída de rocas, flujos y deslizamientos rotacionales. Y que los factores condicionantes más importantes son: material plástico débil y contraste de permeabilidad.
- El levantamiento geológico de campo, determinó que las rocas que predominan en el área de estudio son: esquistos cuarcíticos y gneis micáceos, con alto fracturamiento y elevada meteorización.
- Se determinó que el deslizamiento rotacional del talud N° 2 al estar activo por la falla regional y por su dinamismo provoca hundimiento en un tramo de 900 metros de la vía, y es el deslizamiento más importante que hay que tener en cuenta. Siendo imposible detener su movimiento constante, por lo que hay que convivir con este problema.
- Trabajando con todos los parámetros planteados según el Método Mora Vahrson, se obtuvo una correlación muy técnica que permite obtener un análisis de susceptibilidad a los deslizamientos expresados en mapas temáticos individuales y en un mapa temático absoluto de susceptibilidad.
- De acuerdo al mapa de susceptibilidad realizado se concluyó que el trazado vial está ubicada en un área altamente susceptible a deslizamientos, y que las zonas más estables se encuentran a las partes planas de las cuencas de los ríos y en las cimas de las montañas.
- Se determinó que los meses más susceptibles a deslizamientos son: febrero, marzo y abril según los datos de precipitación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las instituciones del control y mantenimiento de la red vial (MTOPE), realizar los estudios respectivos sobre la falla activa en el sector del levantamiento de cuarcita para determinar su dinamismo y así poder dar solución a este gran problema.
- Se sugiere realizar el respectivo mantenimiento de los drenajes de la vía y los taludes, para evitar que los suelos se saturen de agua y así disminuir el riesgo de los movimientos de ladera.
- Al momento de realizar un nuevo trazado vial o algún proyecto de ingeniería civil en el sector, se recomienda realizar estudios geotécnicos y geológicos-estructurales, debido a la susceptibilidad alta de movimientos de ladera en la zona de estudio.
- Se recomienda tener en cuenta el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos para el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Zuñac.
- Se recomienda aplicar el método Mora Vahrson a otras partes de nuestro país, tomando en cuenta que para zonas tropicales el factor de disparo más importante es la precipitación y para las regiones costa y sierra es la actividad sísmica.

CAPITULO VI

6.1 RESUMEN

La presente investigación propone: realizar un análisis de la susceptibilidad a los deslizamientos de la vía Macas - Riobamba en la parroquia Zuñac, Cantón Morona, provincia de Morona Santiago; dicho análisis será expresado en un mapa temático absoluto. El método planteado para el análisis de susceptibilidad a los deslizamientos, es denominado método Mora Vahrson, este determina el grado de amenaza a deslizamientos para zonas tropicales con altas precipitaciones y actividad sísmica, consta de 5 factores: 3 intrínsecos o de susceptibilidad y 2 externos denominados de disparo. Los factores intrínsecos: pendiente, litología y humedad del suelo; datos que fueron obtenidos con el levantamiento de campo a excepción del de humedad del suelo. Los factores externos o de disparo: precipitación y actividad sísmica, fueron obtenidos por las estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas en la zona de estudio y del mapa de riesgo sísmico de la Norma Ecuatoriana para la construcción 2011. Adicionalmente se realizó como complemento del proyecto 2 mapas, el inventario de movimientos de ladera y el mapa geológico, mapas que nos sirvieron para realizar un análisis técnico sobre la recurrencia de los deslizamientos con respecto al mapa de susceptibilidad obtenido. Se concluye que la vía se encuentra trazada sobre un área altamente susceptible a deslizamientos y el factor de disparo más importante es por excesos de lluvias. Las rocas más importantes que predominan en el área de estudio son esquistos cuarcíticos y gneis micáceos. Adicional se anexan ensayos de laboratorio de granulometría, ensayos de humedad del suelo, ensayo de pesos específicos y ensayo de límites.

Palabras claves.

Susceptibilidad a deslizamientos – Factores Intrínseco – Deslizamiento de laderas – Movimiento de ladera – Riesgo sísmico.

Por: Joao Pasato y Jefferson Jaramillo



6.2 ABSTRACT

This research proposes: to perform an analysis of the landslide susceptibility of Macas – Riobamba road in parish Zuñac, canton Morona, Morona Santiago province; This analysis will be expressed as an absolute thematic map. The raised method for analyzing landslide susceptibility, is called Mora Vahrson method, this determines the degree of threat to landslides for tropical areas with high rainfall and seismic activity, it consists of 5 factors: 3 intrinsic or called susceptibility and 2 external called shooting. Intrinsic factors: slope, lithology and soil moisture; data were obtained with the exception field survey of soil moisture. External or shooting factors: rainfall and seismic activity, were obtained by meteorological stations that are located in the study area and seismic risk map of the Standard Ecuadorean construction 2011.

Additionally it was conducted to complement the project 2 maps, inventory of landslides movements and geological map, maps that served us for a technical analysis on the recurrence of landslides regarding susceptibility obtained map. It is concluded that the route is drawn on an area is highly susceptible to landslides and shooting more important factor is by excess rains. The most important rocks prevailing in the study area are quartzitedo schist and micaceous gneis. Additional, it appended laboratory tests of particle size, soil moisture tests, test specific weights and test limits.

Keywords: Susceptibility to landslides - Intrinsic factors - Landslides - Movement hillside - seismic risk.



6.3 BIBLIOGRAFÍA

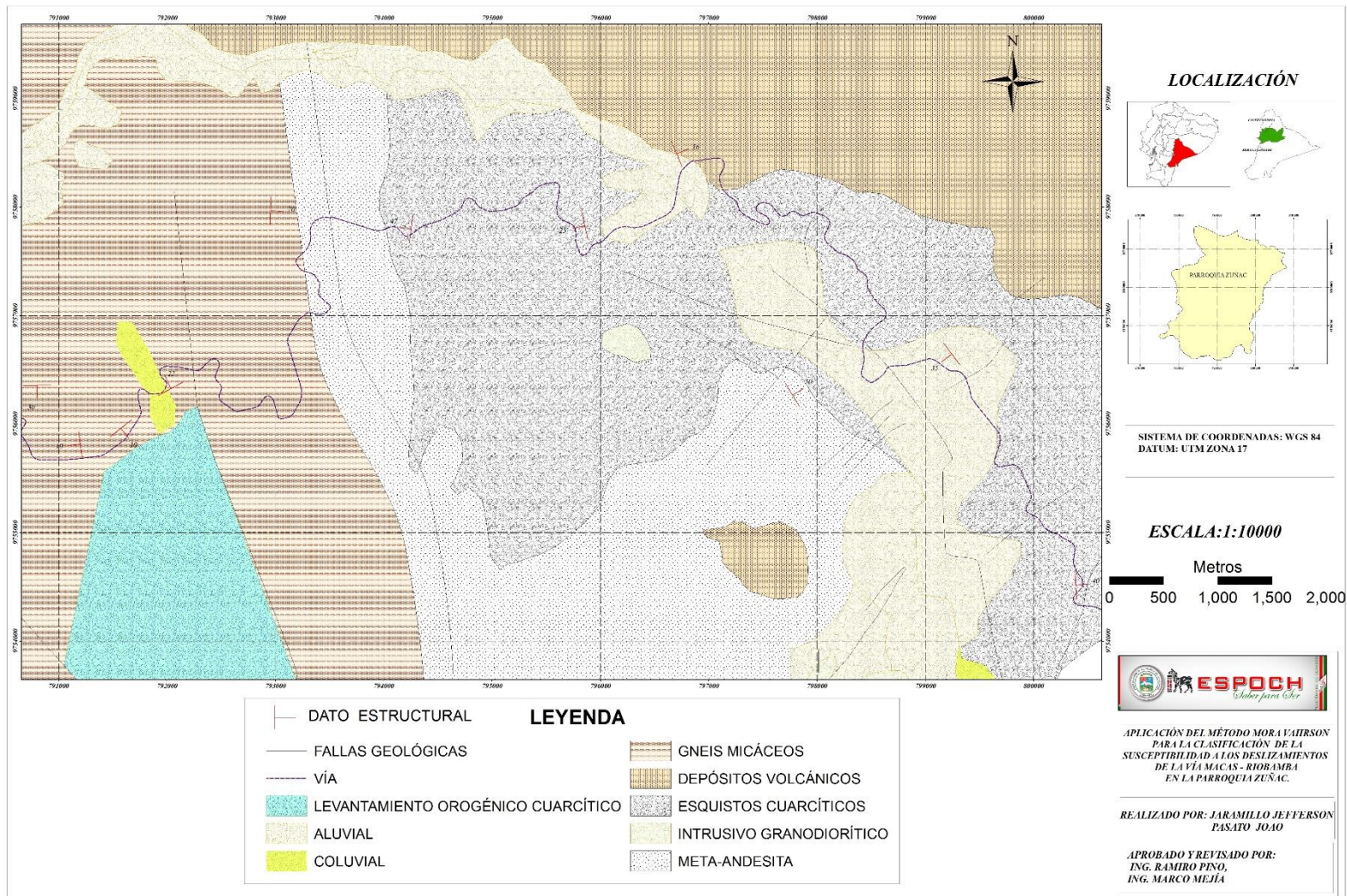
- Abanicons Cia. Ltada. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Zuñac. Macas. p. 16.*
- Ayala, F. J., Elizaga, E. & González de Vallejo, L. I. (1987). Impacto económico y social de los riesgos geológicos en España. España. *Serie Geológica Ambiental. p. 91. mapas.*
- Baldock, J. W. (1982). *Geología del Ecuador: boletín de explicación del mapa geológico de la república del Ecuador, Esc. 1:1,000,000.* (D.G.G.M., Trad.). Quito - Ecuador: Ministerio de Recursos Naturales y Energeticos Direccion General de Geología y Minas. pp. 25-39.
- Corominas, J. (1989). *Tipos de roturas en laderas y taludes.* Zaragoza: Sociedad española de geomorfología. pp. 6-8.
- Corominas, J. & Yagüe, A. (11-14 de junio, 2013). Terminología de los moviminetos de ladera. *Actas del IV Simposio nacional sobre taludes y laderas inestables.* Palma de Mallorca-España. pp.1051-1072.
- Cruden. (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin International Association for Engineering Geology, 43(1), 27-29.*
- Cruden & Varnes. (1996). Landslide Types and Processes. Landslide: investigations and mitigation. Turner, A.K. & Schuster, R.L. (eds). *National Academy of Sciences,* Washington D. C. pp. 36-75.
- Fernández. (2001). *Cartografía, análisis y modelado de la susceptibilidad a los movimientos de ladera en macizos rocosos mediante SIG: aplicación a diversos sectores del sur de la provincia de Granada .* (Tesis Doctoral) Universidad de Granada, Granada. p. 648.
- Goodman & Bray. (1976). Toppling of rock slopes. En *specialty conference on rock engineering for foundations and slopes ASCE/Boulder.* Colorado. pp. 201-234.
- Highland & Johnson. (2004). *Landslide Types and Processes.* USGS science for a changing world, U.S. Department of the Interior. Virginia.

- Asociación Internacional de Geología Aplicada a la Ingeniería (1990). Suggested nomenclature for landslides. *bulletin of the association of ENGINEERING GEOLOGY and the Environment. Alberta - Canada.* p. 41.
- Juárez Badillo & Rico Rodríguez. (2005). *Mecánica de suelos Tomo 1. Fundamentos de la mecánica de suelos.* Mexico, D.F.: Limusa Noriega. p. 61.
- Mora R, M. S. (1992). *Macrozonificación de la amenaza de deslizamientos y resultados obtenidos en el área del valle central de Costa Rica.- Escala 1:286 000.* San José - Costa Rica: CEPREDENAC.
- Mora, R. (2004). *Evaluación de la susceptibilidad al deslizamiento del cantón de San José. provincia de San José. Costa Rica.* San Jose - Costa Rica. p. 17.
- Mora & Vahrson. (1993). *Mapa de amenaza de deslizamientos, valle central, Costa Rica.* Costa Rica: CEPREDENAC.
- Pérez, G. (2010). *Precipitación.* Consultado el 15 de diciembre del 2015. Obtenido de Ciclo Hidrologico .com: <http://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>
- Sharpe, C. (1938). *Landslides and Related Phenomena: a Study of mass-movements of Soil and Rock.* Columbia University Press. p. 137.
- Varnes. (1958). Landslide types and processes. Landslides and engineering practice. *Beckel, E.D. (ed.), Highway Research Board, Special Report.* pp. 20-47.
- Varnes, D. (1978). Slope movements types and proceeses. Landslides: analysis and control. (R. J. Robert L Schuster, Ed.) *National Academy of Sciences. Washington D.C. Special rep. Vol. 176.* pp. 11-33.
- Zuidman, V. (1986). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping.* the Hague: Smits Publishers.

6.4 ANEXOS

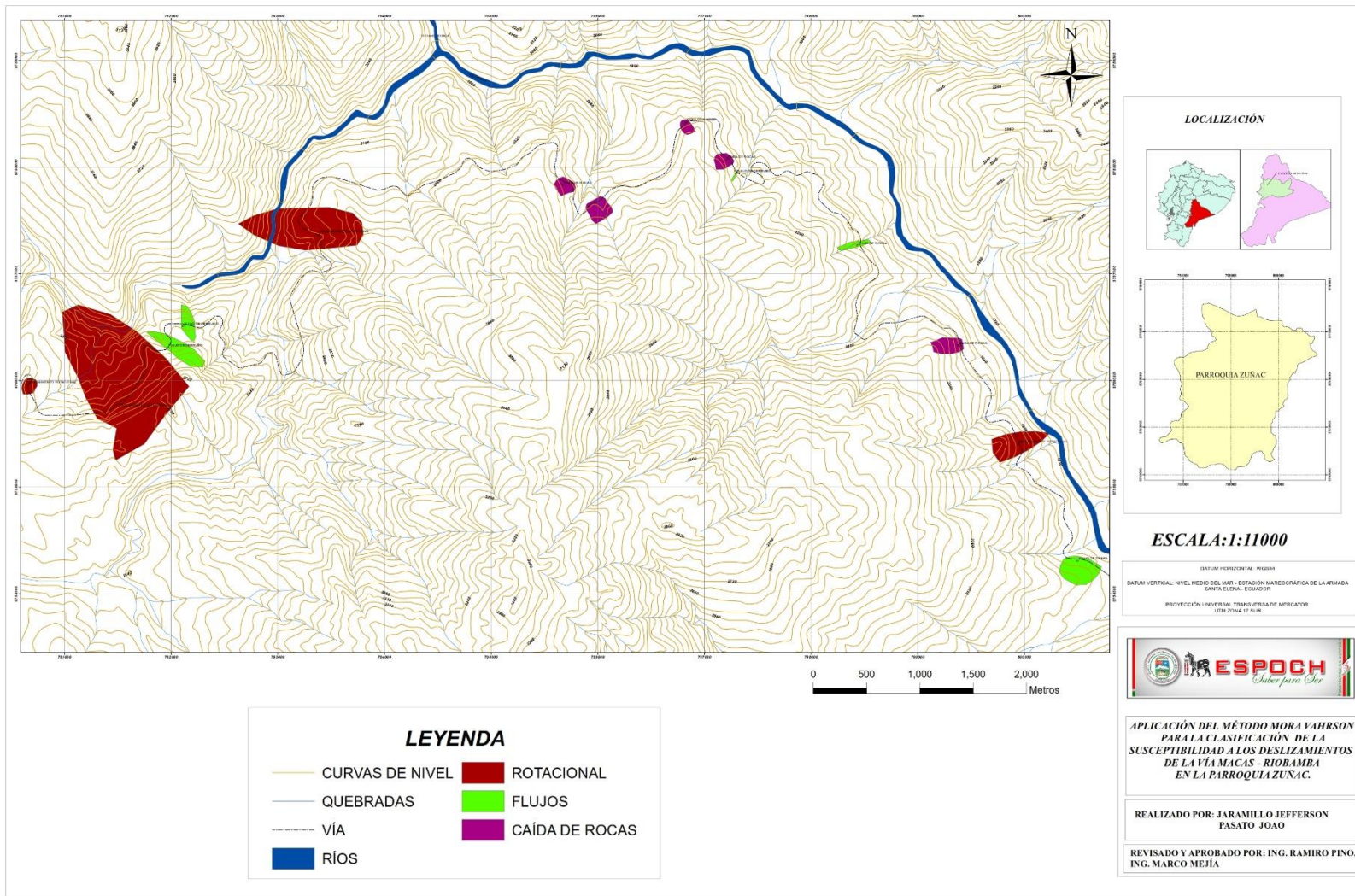
A. Mapa geológico de la parroquia Zuñac.

MAPA GEOLÓGICO DE LA PARROQUIA ZUÑAC



B. Mapa de inventario de movimientos de ladera

MAPA DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS DE LADERA



C. Mapa de resumen del método Mora Vahrson

RESUMEN DEL MÉTODO MORA VAHRSON

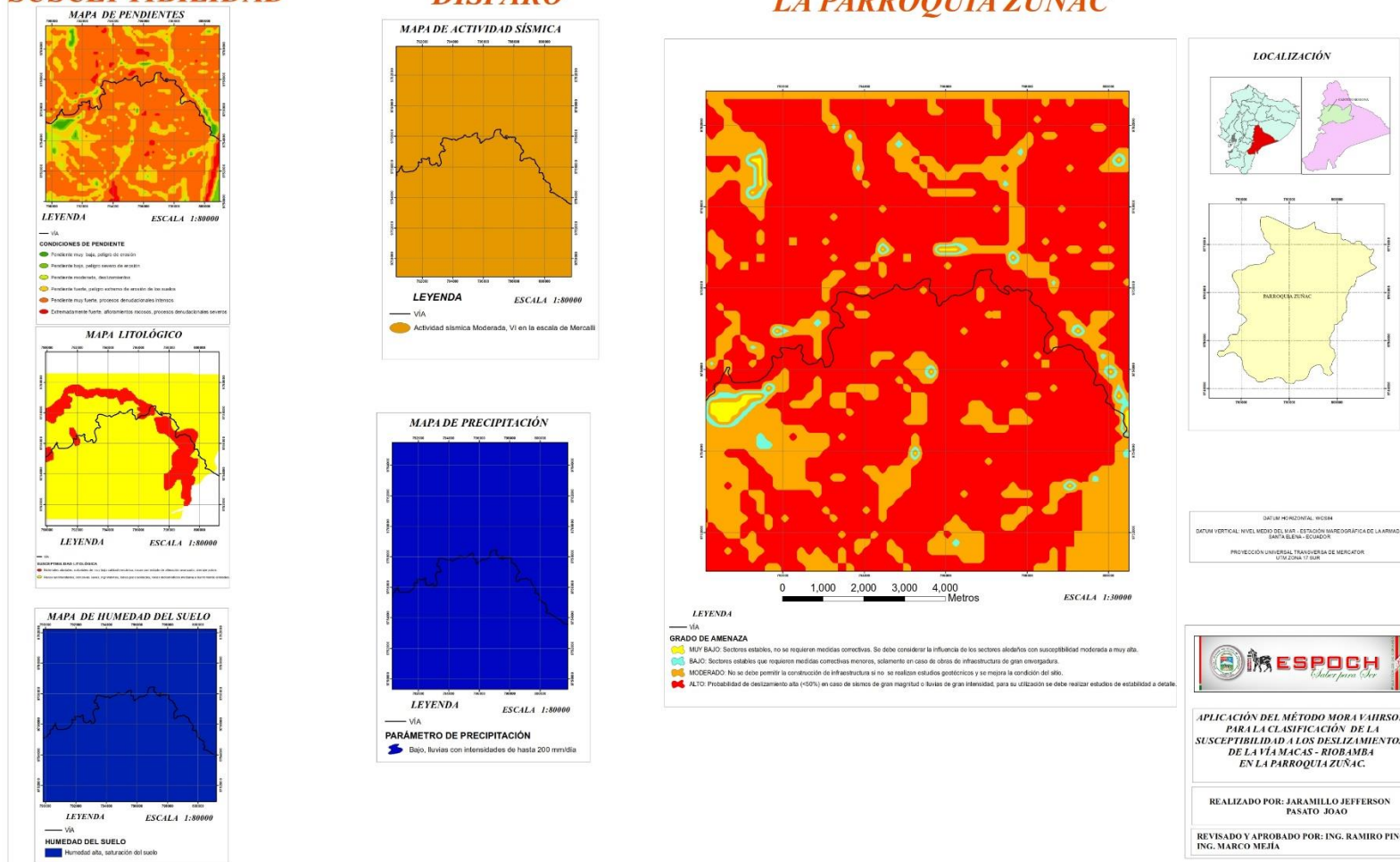
FACTORES DE SUSCEPTIBILIDAD

*

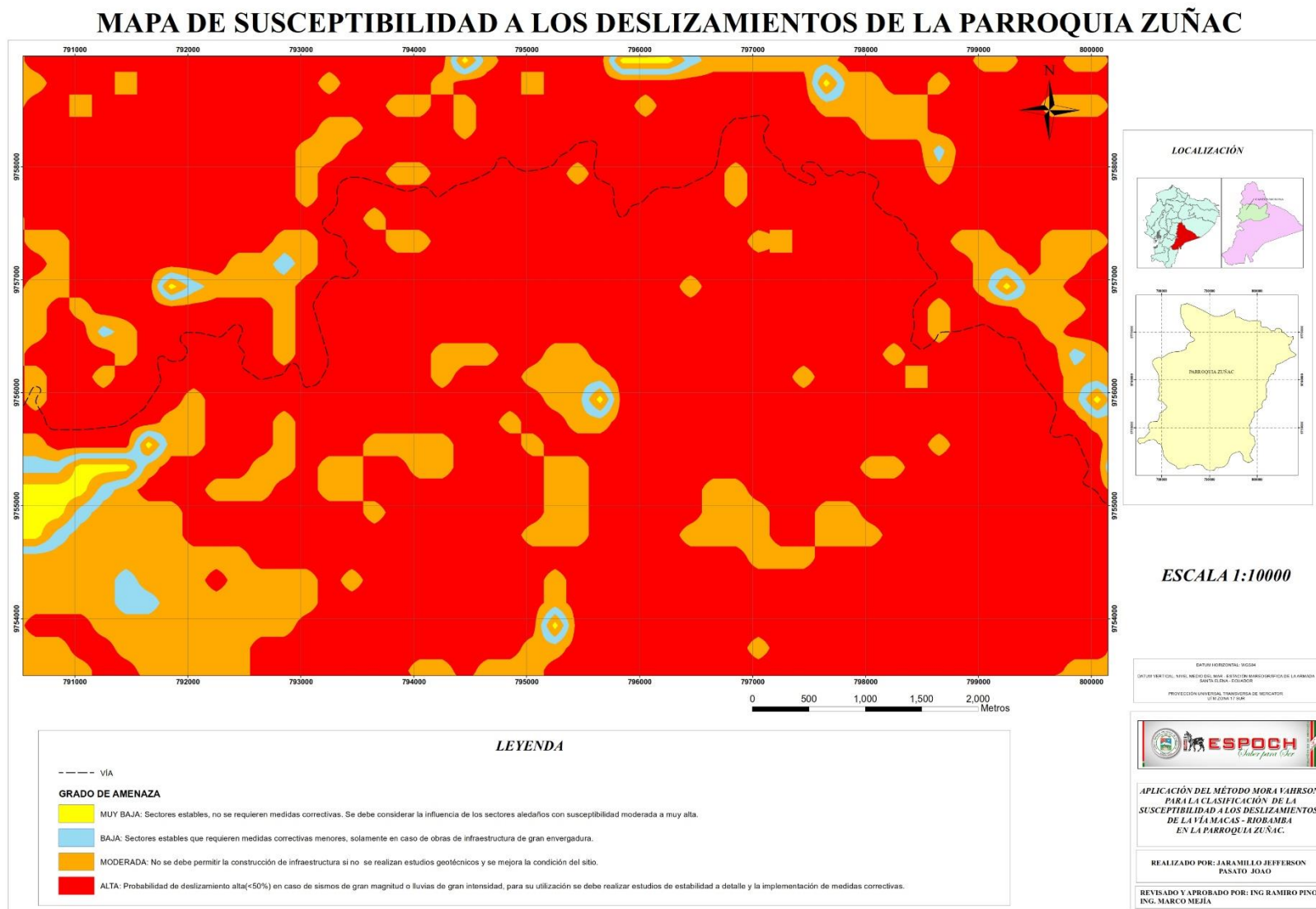
FACTORES DE DISPARO

=

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD DE LA PARROQUIA ZUÑAC



D. Mapa de susceptibilidad a los deslizamientos de la parroquia Zuñac



E. Correlación del mapa de inventario de movimientos y el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos.

