

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

1820

*AREA DE LA ENERGIA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES*

**CARRERA DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y
ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

**“INVENTARIO DE LOS PRINCIPALES
MOVIMIENTOS DE MASA PRESENTES EN EL
BARRIO SAN CAYETANO DE LA CIUDAD DE LOJA Y
SU AREA DE INFLUENCIA DIRECTA.”**

Tesis de grado previa a la
obtención del Título de
Ingeniera en Geología
Ambiental y Ordenamiento
Territorial

AUTORAS:

Dolores Eufemia Japón Capa

Viviana Cecibel Soto Elizalde

DIRECTOR:

Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho

LOJA – ECUADOR

2010

***“INVENTARIO DE LOS PRINCIPALES MOVIMIENTOS DE MASA PRESENTES EN
EL BARRIO SAN CAYETANO DE LA CIUDAD DE LOJA Y SU AREA DE
INFLUENCIA DIRECTA***

ING.

Julio Eduardo Romero Sigcho

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que el presente trabajo de investigación ha sido realizado bajo mi dirección y asesoría, con las egresadas Dolores Japón y Viviana Soto, previa a la obtención del título de Ingenieras en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, por lo que luego de haber revisado los borradores y cumplidas las sugerencias y observaciones la misma reúne la suficiente validez técnica y profundidad investigativa, por lo cual autorizo su presentación para los fines consiguientes.

Loja, Febrero del 2010

.....

Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA.

Las ideas, contenidos, cálculos, investigaciones, resultados, diseños, discusión, conclusiones y recomendaciones vertidos en la presente Tesis de Ingeniería sobre la **“INVENTARIO DE LOS PRINCIPALES MOVIMIENTOS DE MASA PRESENTES EN EL BARRIO SAN CAYETANO DE LA CIUDAD DE LOJA Y SU AREA DE INFLUENCIA DIRECTA”** son de exclusiva y única responsabilidad de los autores.

f.).....

Dolores Eufemia Japón Capa

f.).....

Viviana Cecibel Soto Elizalde

AGRADECIMIENTOS.

Un especial agradecimiento a Dios y a la Virgen Santísima del Cisne ya que gracias a ellos hemos concluido nuestros estudios universitarios.

Un cordial y extensivo agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja cuyo fin ha sido siempre el de superación profesional con objetivos claros, correctamente definidos en base a una Educación de calidad basada en la enseñanza comprometida desde su concepción. De plasmar nuestros anhelos de superación y tener la posibilidad de servir a la sociedad.

A la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial en cuyas aulas formamos nuestro conocimiento que inculcaron en su diario desempeño una preparación académica de acuerdo a las necesidades profesionales de hoy en día.

Al Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho que supo guiar nuestro trabajo y darnos la asesoría correcta, para que el presente trabajo tenga los resultados positivos propuestos.

A todos nuestros amigos y compañeros que nos brindaron esa confianza, amistad y respeto, esperando mantener esa amistad a futuro.

Las autoras

DEDICATORIA

A mi querido esposo Ing. Carlos Medina, amigo y compañero de mi vida, por compartir mis sueños, apoyar mis decisiones para lograr alcanzar esta meta.

A mis padres Víctor Japón (†) y María Luisa Capa, por sus valiosos consejos, apoyo, entendimiento y darme la oportunidad de conocer el mundo, por la paciencia, amor y por la alegría que me dan en todo momento.

A mis hermanos y hermanas: Por su apoyo, amor y confianza que depositaron en mí. Por los consejos brindados, apoyo, solidaridad y por compartir momentos agradables en mi vida.

Dolores Japón

A Dios por haberme dado el don de la existencia.

A mi querido Padre, que desde el cielo me da fuerzas y es mi guía para salir adelante ya que gracias a su ejemplo y esfuerzo he culminado con éxito este trabajo.

A mi esposo y mi hija, que incondicionalmente me brindan su apoyo en todas las circunstancias de la vida.

A mi madre y hermanos, por apoyarme y estar conmigo siempre.

Con amor a todos ellos.

Viviana Soto

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO	PÁG.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
ESTRATEGIA	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. Movimientos en masa	5
2.2. Clasificación de movimientos en masa	6
2.2.1. Deslizamiento	6
2.2.2. Reptación	8
2.2.3. Flujo	9
2.3. Interrelación de la ingeniería geológica	9
2.4. Factores condicionantes y desencadenantes	10
2.4.1. Mapeo o cartografía	11
2.4.2. Mapas temáticos o específicos	11
2.4.3. Mapa de inventario	12
2.5. SIG (Sistema de Información Geográfica)	12
2.6. Susceptibilidad	13
2.7. Topografía	14
2.8. Geología	14
2.9. Prevención	15
2.10. Control	15

3. MATERIALES Y METODOS

3.1.	Introducción	16
3.2.	Materiales	17
3.3.	Base sobre la información requerida para el análisis de movimientos en masa	18
3.4.	Base para la obtención de datos	19
3.4.1.	Metodología utilizada para el Inventario de Deslizamientos	19
3.4.2.	Metodología utilizada para topografía y pendientes	20
3.4.3.	Metodología utilizada para la geología local y puntual	21
3.4.3.1.	Muestreo	21
3.4.4.	Datos referidos a escenarios de precipitación	22
3.4.5.	Tipo de cobertura	23
3.4.5.1.	Isoyetas	23
3.4.5.2.	Isotermas	24
3.4.6.	Análisis de los factores condicionantes	25
3.4.7.	Análisis de los factores desencadenantes	27
3.5.	Condiciones socio-económicas	28
3.6.	Metodología utilizada para el análisis de riesgos a movimientos en masa	29
3.6.1.	Índice de susceptibilidad	29
3.6.2.	Asignación de pesos relativos	30
3.7.	Definición de rasgos de susceptibilidad	32

3.8. Metodología por objetivos	33
OBJETIVO Nº 1.	
3.8.1. Trabajo de campo	33
3.8.2. Trabajo de gabinete	33
OBJETIVO Nº 2.	
3.8.3. Trabajo de campo	34
3.8.4. Trabajo de gabinete	36
OBJETIVO Nº 3.	
3.8.5. Trabajo de campo	38
3.8.6. Trabajo de gabinete	38

4. RESULTADOS

4.1. Descripción general del área de estudio	
4.1.1. Acceso	39
4.1.2. Ubicación administrativa	39
4.1.3. Topografía	40
4.1.4. Geología	41
4.1.4.1. Geología regional	41
4.1.4.2. Geología local	46
4.1.4.3. Geología Puntual	47
4.1.4.4. Descripción de afloramientos	51
4.1.4.5. Descripción de diaclasas	54
4.1.4.6. Descripción de calicatas	56
4.1.4.7. Geología estructural	59
4.1.5. Geomorfología	60
4.1.6. Clima e hidrología	63

4.1.6.1.	Clima	63
4.1.6.2.	Hidrología	64
4.1.7.	Suelos	65
4.1.7.1.	Cobertura vegetal	66
4.1.8.	Pendientes	67
4.1.9.	Mapa de susceptibilidad de riesgo	68

4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELOS Y ENSAYOS DE ROCAS

Muestra N° 1	71
Muestra N° 2	72
Muestra N° 3	72

4.3. INVENTARIO DE LOS PRINCIPALES MOVIMIENTOS DE MASA

4.3.1. N° 1 DESLIZAMIENTO

4.3.1.1.	Ubicación	75
4.3.1.2.	Condiciones geológicas	75
4.3.1.3.	Factores de inestabilidad	76
4.3.1.4.	Posibles efectos	76
4.3.1.5.	Grado de amenaza	77

4.3.2. N° 2 REPTACIÓN

4.3.2.1.	Ubicación	77
4.3.2.2.	Condiciones geológicas	78
4.3.2.3.	Factores de inestabilidad	78
4.3.2.4.	Posibles efectos	79
4.3.2.5.	Grado de amenaza	79

4.3.3. N° 3 DESLIZAMIENTO

4.3.3.1.	Ubicación	80
4.3.3.2.	Condiciones geológicas	80
4.3.1.1.	Factores de inestabilidad	81
4.3.1.2.	Posibles efectos	81

4.3.2. N° 4 FLUJO

4.3.2.1.	Ubicación	82
4.3.2.2.	Condiciones geológicas	82
4.3.2.3.	Factor de inestabilidad	82
4.3.2.4.	Posibles efectos	83

4.3.3. N° 5 DESLIZAMIENTO

4.3.3.1. Ubicación	83
4.3.3.2. Condiciones geológicas	83
4.3.3.3. Posibles efectos	84

4.3.4. N° 6 DESLIZAMIENTO

4.3.4.1. Ubicación	84
4.3.4.2. Condiciones geológicas	85
4.3.4.3. Posibles efectos	85

4.3.4. N° 7 DESLIZAMIENTO

4.3.4.1. Ubicación	86
4.3.4.2. Condiciones geológicas	86
4.3.4.3. Posibles efectos	86

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL A LOS MOVIMIENTOS DE MASA

5.1. Medidas de prevención	87
5.1.1. Estrategias de prevención	87
5.2. Medidas de control	88
5.3. Diseño de estructuras de protección y control	89
5.3.1. Obras de control	89

6. DISCUSIÓN

7. CONCLUSIONES

8. RECOMENDACIONES	101
9. BIBLIOGRAFIA	103
10. ANEXOS	106

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Deslizamiento	7
Gráfico 2. Reptación	8
Gráfico 3. Flujo	9
Gráfico 4. División política administrativa del barrio San Cayetano	45
Gráfico 5. Columna estratigráfica de la cuenca de Loja	52
Gráfico 6. Columna estratigráfica de la formación san Cayetano	54
Gráfico 7. Pastel de porcentaje de pendientes	67
Gráfico 8. Pastel de porcentaje de susceptibilidad	70
Gráfico 9. Detalle de zanja de coronación	90
Gráfico 10. Zanja de coronación.	91
Gráfico 11. Esquema en planta de canales colectores	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de precipitación	23
Tabla 2. Datos de temperatura	24
Tabla 3. Pendientes	31
Tabla 4. Litología	31
Tabla 5. Vegetación	32
Tabla 6. Precipitación	32
Tabla 7. Deslizamiento	32
Tabla 8. Coordenadas UTM	40
Tabla 9. Rangos de susceptibilidad	68
Tabla 11. Cronograma y presupuesto de zanjas	92
Tabla 12. Cronograma y presupuesto de canales colectores	93
Tabla 13. Cronograma y presupuesto de muro de contención.	95

INDICE FOTOGRAFICO

Foto 1. Arcillas y microconglomerados	48
Foto 2. Arcillas	49
Foto 3. Areniscas	50
Foto 4. Capas de arcillolita con capas de limonita	51
Foto 5. Bancos de arcilla y lutitas	52
Foto 6. Lutitas plegadas – Flujo de detritos.	52
Foto 7. Capas de lutitas con oxidaciones	53
Foto 8. Conglomerados con estratos de arcillolitas	54
Foto 9 Abertura deslizamiento N° 2	55
Foto 10. Rugosidad en la superficie en Deslizamiento N° 2.	55
Foto 11. Calicata 1	57
Foto 12 Calicata 2	58
Foto 13. Calicata 3	58
Foto 14. Calicata 4	59
Foto 15. Foto aérea	64
Foto 16. Hidrología de la quebrada San Cayetano	64
Foto 17. Deslizamiento 1	75
Foto 18. Reptación	77
Foto 19. Deslizamiento 2	80
Foto 20. Flujo	81
Foto 21. Deslizamiento 3	83
Foto 22. Deslizamiento 4	84

ANTECEDENTES

Haciendo un análisis histórico de la identificación de los movimientos de masa se considera que debido a la litología presente en el lugar como son; arcillas, conglomerados, areniscas lutitas y suelo residual y así como los diferentes factores tanto condicionantes como desencadenantes hacen que este sector sea susceptible a diferentes movimientos y se plantea la necesidad de encontrar características que permitan identificar y clasificar estos movimientos.

Con el tiempo los diferentes movimientos que se han generado en el sector San Cayetano han influido de sobremanera en el comportamiento urbanístico del sector, considerando una escasa o casi nula planificación con miras a un ordenamiento del Territorio de esta forma en la actualidad tenemos afectaciones importantes en zonas habitadas, así como de obras viales

Los eventos sísmicos generaron cambios importantes a lo largo del tiempo en el comportamiento de dichos movimientos, así como los cambios en cuanto al clima que se vienen evidenciando.

Al referirnos al Barrio San Cayetano este presenta un notable crecimiento urbanístico, que unido a la litología sedimentaria del sector presenta movimientos rotacionales, traslacionales, reptaciones y flujos que plantean la necesidad urgente de una planificación ordenada del Territorio.

RESUMEN EJECUTIVO

El Sector de San Cayetano específicamente el Barrio de San Cayetano es una zona poblada de la ciudad de Loja que se encuentra afectada por diferentes movimientos en masa debido a las condiciones climáticas y litológicas pertenecientes a la Formación San Cayetano cuyas características son de litologías arcillas, areniscas, lutitas, diatomitas que favorecen a la ocurrencia de deslizamientos.

El crecimiento urbanístico de la ciudad de Loja es evidente, de ahí la necesidad de un ordenamiento territorial acorde a las condiciones del terreno a fin de evitar pérdidas económicas y lo más importante evitar pérdida de vidas humanas, se ha elegido este sector debido a los graves problemas por deslizamientos que se ha venido evidenciado a través de los tiempos.

El desarrollo de mapas de susceptibilidad determinan zonas estables o zonas de alta susceptibilidad a movimientos de esta manera se puede hacer una planificación ordenada del sector.

El inventario de movimientos en masa hace una descripción detallada del tipo de movimiento, características, ubicación de cada movimiento que unido además al proceso antrópico alteran la estabilidad del terreno, de esta manera se da el primer paso en la identificación de movimientos en masa y las posibles soluciones, con la finalidad de actuar a tiempo ante estos eventos de los que nos exponemos a diario.

ABSTRACT

The Sector of San Cayetano specifically the Neighborhood of San Cayetano is a populated area of the city of Loja that is affected by different mass movements due to the climatic conditions and litológicas belonging to the Formation San Cayetano whose characteristics are of litologías clays, gritty, shales, diatomitas that favor to the occurrence of slips.

The growth urbanístico of the city of Loja is evident, of there the necessity of a classification territorial chord to the conditions of the land in order to avoid economic losses and the most important thing to avoid loss of human lives, this sector has been chosen due to the serious problems by slips that one has come evidenced through the times.

The development of maps of susceptibility determines stable areas or areas of high susceptibility to movements this way one can make an orderly planning of the sector.

The inventory of mass movements makes a detailed description of the movement type, characteristic, location of each movement that also united to the process antrópico they alter the stability of the land, this way the first step is taken in the identification of mass movements and the possible solutions, with the purpose of acting on time before these events of those that we expose ourselves to newspaper.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los lugares de la ciudad de Loja que posee un mayor desarrollo de movimientos de masas en taludes y laderas es el Barrio San Cayetano. El estudio de los movimientos representa un análisis complejo de un fenómeno que requiere de la necesidad de identificar y clasificar los diferentes tipos de mecanismos que tiene el lugar; precisamente su comprensión permite la adopción de medidas de corrección y estabilización en las áreas afectadas.

Los procesos geológicos se presentan a lo largo y ancho del planeta, así como se evidencia en la hoya de Loja, particularmente en el sector de estudio donde se asienta la formación San Cayetano, afectado por problemas geológicos estructurales característicos de la zona con predominio de secuencias litológicas con contenidos de arcilla, y carbón en cuanto a minerales.

La urbanización y construcción en zonas propensas a deslizamientos en la ciudad de Loja específicamente en el barrio San Cayetano han llegado a causar pérdidas económicas en la población, El ente encargado del desarrollo urbanístico de la ciudad, como es el Municipio no cuenta con un Plan Urbanístico el cual provoca el asentamiento inadecuado de viviendas y urbanización.

La población y obras civiles se ha vuelto cada vez más vulnerable a los deslizamientos por no estar capacitados para enfrentar estos problemas, la urbanización que se asienta en el barrio San Cayetano es consecuencia directa de una combinación de factores como: la escasa cubierta vegetal que acelera el proceso erosivo, la permeabilidad del estrato y los procesos antrópicos, además, las características físico

mecánicas de los suelos del lugar, las condiciones climáticas y geológicas ya que en el lugar de estudio existe en un mayor porcentaje la presencia de arcillas mismas que lo hacen especialmente propensos a la inestabilidad de taludes.

Es por ello que se hace necesario proceder a la representación de estos movimientos en masa, a través de mapas de inventario de movimientos en masa, para que integrados con otros factores, permitan en este caso, determinar diferentes rangos de susceptibilidad.

Es básico también la utilización y elaboración de los fundamentos técnicos con miras a permitir la acción ingenieril del hombre, para que obras que se realicen a futuro no se vean afectadas por falta de un diagnóstico técnico previo, acerca del aprovechamiento del terreno y establecer una normativa adecuada en el uso del mismo, a fin de dar soluciones que permitan reducir o eliminar el riesgo causado por los diferentes movimientos en masa.

OBJETIVOS

General

Establecer el inventario de los principales movimientos en masa presentes en el Barrio de San Cayetano de la Ciudad de Loja y su área de influencia directa.

Específico

- Ubicar e identificar los principales movimientos en masa en el Barrio de San Cayetano.

- Determinar los factores condicionantes y desencadenantes sobre la base de estudios técnicos como: topografía, geología, pendientes, así como el muestreo respectivo de rocas y suelos, que influyen en la generación de movimientos en masa.

- Proponer posibles medidas de prevención y control para los principales movimientos en masa existentes.

ESTRATEGIA

El presente trabajo está basado principalmente en:

- Determinar diferentes tipos de movimientos en masa presentes en el área de estudio y su respectivo comportamiento.
- Información bibliográfica: tomada de libros tanto de geología, movimientos en masa, deslizamientos, riesgos, SIG, prevención de riesgos, información de mapas de la Ciudad de Loja; geológicos, topografía, isoyetas, isotermas a una escala regional.
- Mapa de isoyetas e isotermas de la cuenca de Loja elaborado por el Centro Integrado de Geomática Ambiental CINFA (UNL) con datos meteorológicos de la estación Malacatos, de los años 1971 a 2000.
- Mapa topográfico y geológico regional elaborado por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.), escala 1:50.000.
- Información Topográfica, Geológica, Cobertura Vegetal: referida a la obtención de datos en cartas, planos y trabajos de campo, esto a una escala local.
- Digitalización de planos en el software ArcMap 9.2, donde se sintetiza gráficamente la información obtenida, mediante una base de datos.
- Enunciar medidas de prevención y control posibles para reducir y detener el impacto o en lugares más susceptibles del lugar de estudio.
- Conclusiones y recomendaciones, elaboradas en base al trabajo de campo "in situ" y a los respectivos conceptos y conocimientos de libros.

2. 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Movimientos en masa

Los movimientos de masa es la transferencia de materiales pendiente abajo, a través de la acción directa de la gravedad. corresponden al mayor y más importante proceso geológico que opera en las pendientes.

Dentro de la variedad de amenazas que existan en nuestro país tales como: sísmica, volcánica, inundaciones, fenómenos atmosféricos, etc., están los movimientos en masa como son; deslizamientos, estos han ocasionado pérdidas en cultivos, viviendas y vidas humanas. Es común que en la estación lluviosa o después de un sismo encontramos obstruidas carreteras y caminos por desprendimientos de materiales de las laderas.

Esto incluye procesos como:

- ❖ Flujos detríticos (debris flows),
- ❖ Reptación de suelos (soil creep),
- ❖ Deslizamiento de roca y tierra.

Los terrenos flojos, quebradizos, con desniveles muy verticales, o con grandes capas de tierra con formas protuberantes, son ideales para que ocurran los

deslizamientos, los que, lógicamente, conllevan pérdidas materiales y muchas veces hasta de vidas¹.

2.2. Clasificación de movimientos en masa

Es importante una taxonomía que explique los mecanismos de los movimientos en masa en el medio tropical andino, pues los fenómenos naturales no se producen siempre de una misma manera regular y uniforme y bajo condiciones simples y homogéneas. Con una clasificación capaz de abarcar todas las especies y géneros del fenómeno se pueden elaborar modelos y teorías útiles en el análisis y cálculo de los fenómenos que han de ser corregidos.

2.2.1. Deslizamiento

Los deslizamientos consisten en un descenso masivo y relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. El deslizamiento se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad.

Los deslizamientos pueden ser rotacionales (superficie de falla curva y suelo cohesivo) o traslacionales (superficie de falla plana y suelo friccionante).

¹ JUAN MONTERO OLARTE, 2005. Movimientos en masa en la Región Andina. Curso Latinoamericano de movimientos en masa. Bogotá-Colombia, Pág. 13-16.

Los deslizamientos o derrumbes se presentan sobre todo en la época lluviosa o durante períodos de actividad sísmica.²

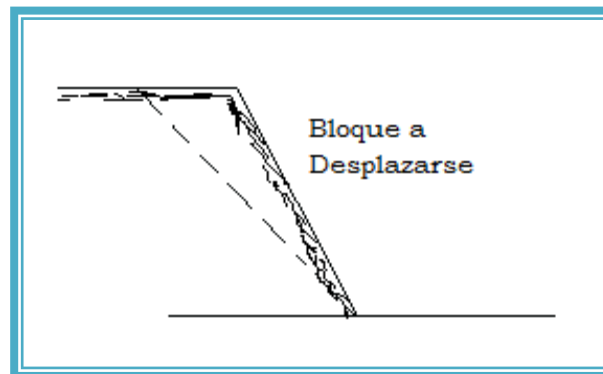


Gráfico 1. Deslizamiento

Existen dos tipos de deslizamientos o derrumbes

- **Deslizamientos lentos.-** Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tan lento que no se percibe. Este tipo de deslizamiento genera unos pocos centímetros de material al año. Se identifican por medio de una serie de características marcadas en el terreno.
- **Deslizamientos rápidos.-** Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tal que la caída de todo el material puede darse en pocos minutos o segundos. Son frecuentes durante las épocas de lluvias o actividades sísmicas intensas. Como son difíciles de identificar, ocasionan importantes pérdidas materiales y personales.³

² JAIME ZUAREZ DIAZ, 2002. Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas Tropicales. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander. Colombia.

³ Cruden, D.M. y Varnes, D.J. (1996) "Landslide types and processes. En: Turner, A.A.K. and Schuster, R.L. P. 36-75.

2.2.2. Reptación

La reptación o reptamiento (flujo lento) se reconoce por la ondulación del terreno, el desplazamiento de líneas de acueducto, la inclinación de postes y árboles. La velocidad se excita en épocas de invierno aunque en los más profundos ésta es más uniforme. Hay reptación de suelos en zonas interfluviales (material inconsolidado y húmedo), reptación de rocas en capas inclinadas hacia valles y reptación de talud.

Los escurrimientos son derrumbes o colapsos de masas irregulares asociados a excavaciones lineales (vías canales).

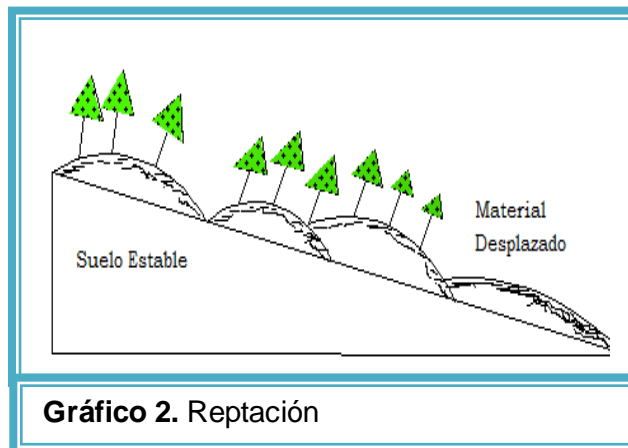


Gráfico 2. Reptación

Se da incluso en pendientes suaves y en climas templados y tropicales, cuando el material no consolidado, en estado húmedo, fluye sin dejar

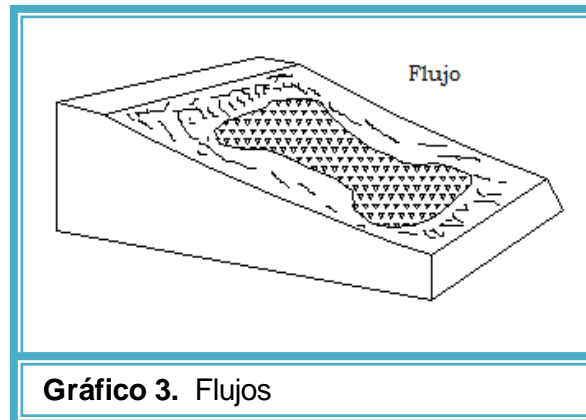
marcas superficiales sobre la cubierta vegetal, como fisuras o quiebres en la cubierta⁴.

2.2.3. Flujo

Constituyen materiales no consolidado, frecuentemente se presentan cuando el nivel freático es poco profundo y con topografía moderada, suelen desplazarse a grandes distancias desde donde se originan formando un fluido viscoso.

Existen dos clases de flujos que son: Flujos de Tierra y Flujos de Lodo. Los Flujos de Tierra, son generalmente lentos y arrastran la capa superficial del suelo conocida como capa vegetal.

Los Flujos de Lodo, se forman cuando hay presencia de agua y forman una mezcla con el suelo y la vegetación.



2.3. Interrelación de la ingeniería geológica

La herramienta aplicada a la ingeniería de estudio de movimientos en masa permite solucionar los problemas de varios sectores de la ciudad de Loja y

⁴ VALAREZO, 2002. Estabilidad de taludes en la ciudad de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja.

como es el caso del Barrio San Cayetano el cual se vive diariamente estos problemas de movimientos en masa.

Estos movimientos en masa ocurren en roca firme o como también en depósitos superficiales, por lo tanto el grado de peligro depende de los factores condicionantes o desencadenantes que intervengan, por ende la ingeniería geológica analiza los diferentes parámetros y así determina las zonas de inestabilidad con el propósito de establecer medidas de prevención y control, esto evitará a que en el futuro se presentes desastres graves que ocasionen pérdidas económicas y lo más importante evitar pérdidas de vidas humanas.

2.4. Factores condicionantes y desencadenantes

Factores condicionantes, son aquellos denominados también factores pasivos ya que estos dependen de la naturaleza como forma y estructura del terreno tanto de rocas y suelos.

Factores desencadenantes, llamados también factores activos, actúan sobre el material y dan lugar a modificaciones en las condiciones iniciales de las laderas, provocando o desencadenando las roturas debido a las variaciones que ejercen en el estado de equilibrio de aquellas. Tres tipos de acciones se incluyen aquí; la infiltración de agua en el terreno, las vibraciones y las modificaciones antropicas.⁵

⁵. López García Johny, Deslizamiento del Tapezco, Análisis de Estabilidad y Soluciones, Escuela de Ingeniería Civil, UCR, Costa Rica, 1996.

2.4.1. Mapeo o cartografía

El concepto de cartografía es un instrumento de enorme interés y aplicabilidad en la ordenación y planificación territorial, debido a que permite valorar el potencial riesgo del territorio para ubicar en él usos del suelo y diferentes actividades humanas: industria, servicios, comercio, etc.

Se puede decir que la cartografía de riesgos tiene como objetivo: identificar las áreas geográficas susceptibles de sufrir daño en caso de que una amenaza se haga realidad.

2.4.2. Mapas temáticos o específicos

Son los mapas de información que caracterizan al medio físico. Entre ellos se cuentan: mapas geológicos, topográficos, geomorfológicos, uso del suelo, fotografías aéreas, ensayos geotécnicos, precipitaciones y sismos. Se recopilaron y analizaron los mapas geológicos.

2.4.3. Mapa de inventario

Indica los principales y más probables tipos de movimientos de masa que pueden ocurrir en el área, representa de forma exhaustiva la distribución geográfica de un fenómeno determinado, estos vienen a escala menores a 1:100000.

La mayoría de países suelen utilizar este mapa para inventario general de deslizamientos, desprendimientos, flujos, hundimientos y reptación. Los mapas de inventario se utilizan solo para geodinámica externa y rara vez para una interna.

2.5. SIG (Sistema de Información Geográfica)

Conjunto de métodos, herramientas y datos diseñados para actuar coordinada y lógicamente, que permite capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

Un sistema de computación para un SIG está compuesto de hardware, software y procedimientos diseñados para manejar la captura de datos, procedimientos, análisis, modelado y visualización de información geoespacial (Murai, 1999).⁶. Los sistemas de información geográfica permiten realizar dicho análisis mediante superposición de mapas temáticos de los diferentes factores condicionantes, gracias al establecimiento de bases de datos asociadas.

2.6. Susceptibilidad

La susceptibilidad es la potencialidad de un terreno o área a la ocurrencia de deslizamientos y no implica el aspecto temporal del fenómeno. La susceptibilidad generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno.

El mapa de susceptibilidad es un mapa en el cual se zonifica las

⁶.Murai, S. (1999). SIG, Manual Base: Conceptos fundamentales. Selper, 15 (1), 1-72.

unidades de terreno que muestran una actividad de deslizamientos similar o de igual potencial de inestabilidad, la cual es obtenida de un análisis multivariable entre los factores que pueden producir deslizamientos.

Los factores que intervienen en el análisis de susceptibilidad se cuantifican mediante variables, que se les asignan un valor numérico a cada factor en función de su importancia en la probabilidad de que se produzcan deslizamientos en una zona y del riesgo de estos para la actividad humana. ⁷.

2.7. Topografía

La topografía es una ciencia que se utiliza para realizar una representación plana y a escala de un determinado lugar de la superficie de la Tierra, a través de los mapas y cartas geográficas.

Por tal motivo, los mapas topográficos constituyen una herramienta básica dentro de los estudios geológicos, puesto que son útiles para conocer la morfología del terreno, situar localizaciones concretas, determinar altitudes, proporcionar la dirección de diversos elementos, así como orientarse en el terreno.

A partir de un mapa topográfico se puede realizar la estimación de distancias entre objetos que estén contenidos en él. Es importante destacar que los mapas topográficos son la base para elaborar cartografías

⁷ SUAREZ, D. JAIME. Deslizamientos y estabilidad de Taludes en zonas Tropicales. Colombia. Ingeniería de Suelos Ltda. – Publicaciones UIS.1998. Pp. 355.

temáticas como mapas geológicos, mapas de suelos, mapas de riesgos geológicos, mapas de vegetación, entre otros.⁸

2.8. Geología

La Geología es la ciencia que estudia la corteza de la Tierra; su origen, su historia, su estructura, su forma, su composición, y los procesos que actúan o han actuado sobre ella. Las ciencias auxiliares de la geología son la geofísica, edafología, geoquímica y la petrología.

2.9. Prevención

La prevención incluye el manejo de la susceptibilidad, evitando la posibilidad de que se presenten riesgos o amenazas. La prevención debe ser un programa del estado, en todos sus niveles mediante una legislación y un sistema de manejo de amenazas que permita disminuir los riesgos a deslizamiento en un área determinada.

2.10. Control

Métodos tendientes a controlar la amenaza activa antes de que se produzca el riesgo a personas o propiedades. Generalmente, consisten en estructuras que retienen la masa en movimiento. Este tipo de obras se construyen abajo del deslizamiento para detenerlo después de que se ha iniciado⁹.

⁸ Documento de apoyo UNL Docente Ing. Hugo Orellana

⁹ Kockelman, W.J. (1986) "Some techniques for reducing landslide hazards". Bulletin of the Association of Engineering Geologists, Vol. 23, No. 1, pp. 29-52.

Se construye además obras de drenaje que permiten evacuar aguas subterráneas o superficiales provenientes de las precipitaciones que provocan la inestabilidad de los taludes, como medidas económicamente rentables, pero que deben poseer una continuidad para garantizar el éxito de los mismos.

3. 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Introducción

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizó diversos materiales de precisión y de tecnología actual tanto, para el trabajo de campo como para el que se desarrollo en oficina, así mismo se aplicó diferentes métodos para todas las etapas de avance del estudio.

La metodología utilizada se basa en la aplicabilidad de conceptos referentes a movimientos en masa que incluyen una clasificación previa de cada movimiento presente en el sector de estudio mediante la técnica de observación directa, a más de ello la descripción mediante fichas de identificación, el muestreo respectivo tanto de suelos como de rocas para ser analizadas en el laboratorio.

Toda la información obtenida será procesada mediante la creación de diferentes bases de datos perteneciente a cada mapa temático desarrollado en el programa informático arcMap 9.2, la correlación de datos y la

determinación de puntos de Georeferenciación, permitirá ubicar exactamente cada movimiento en el mapa de inventario final.

3.2. MATERIALES

De campo

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS marca GARMIN)
- Libreta de Campo
- Rayador
- Lupa
- Lápiz, Borrador, Pinturas.
- Graduador
- Escalímetro
- Estación Total Trimble 5000 para realizar el levantamiento topográfico.
- Prisma
- Brújula acimutal marca BRUNTÓN
- Martillo Geológico
- Mapas de Campo tanto topográficos como geológicos
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Formatos o fichas descriptivas de movimientos en masa.
- Fundas plásticas para recolección de muestras de roca.
- Sacos para recolección de muestras de suelo.

De Oficina

- Computadora portátil.

- Programa informáticos como Geodimeter, Foresight, Autocad, ArcMap 9.2 para la elaboración de los diferentes mapas.
- Datos referidos a Isoyetas e Isotermas (CINFA)
- Fotografías Aéreas
- Estereoscopio
- Textos de Consulta
- Tesis
- Internet

De Laboratorio

- Muestras enviadas al Proyecto y consultoría proyeConsul del Ing. Francisco Carrión.

3.3. Base sobre la información requerida para el análisis de movimientos en masa

Para determinar los principales movimientos en masa, es necesario el estudio de los movimientos que están afectando directamente a la vía y viviendas en el sector de San Cayetano. Además se procedió a recopilar información de diversas cartas como son: topográficas, geológicas a diferente escala, a bibliografías referentes al lugar de estudio, tesis, mapa de isoyetas, isotermas información que fue proporcionada por el CINFA, con los datos obtenidos en el campo se procedió a crear una base de datos en el ArcMap 9.2.

Para la descripción de los principales movimientos en masa en el barrio San Cayetano, se procedió a hacer el recorrido a lo largo del tramo de la vía Loja-Zamora comprendida una distancia de 1 km y el barrio San Cayetano, para de esta manera identificar de forma visual las zonas en las que existen movimientos en masa los cuales están afectando directamente a la vía o a viviendas.

3.4. Base para la obtención de datos

3.4.1. Metodología utilizada para el Inventario de Deslizamientos

La metodología empleada para realizar el inventario de los principales movimientos en masa en el Barrio San Cayetano y su área de influencia directa, se utilizó el “Formato para Inventario de Movimientos en Masa, utilizado por el Proyecto Multinacional Andino; en donde de acuerdo a los datos analizados se identifico siete movimientos en masa de los cuales se especifico tres que se constituyen en los más importantes y que se encuentran afectando tanto a la vía y viviendas presentes en el Barrio San Cayetano los cuales corresponden a un total de 7 Movimientos de masa; 5 deslizamientos rotacionales, 1 flujo y 1 reptación.

3.4.2. Metodología utilizada para topografía y pendientes

TOPOGRAFIA: Para identificar los principales movimientos en masa en el Barrio San Cayetano, se realizó un levantamiento topográfico local a escala 1:750 de cada uno de los movimientos más importantes del lugar de estudio, para ello se utilizó la estación Total Trimble 5000 en formato PSAD 56.

Posteriormente de haber concluido el levantamiento se descargan los datos en la computadora a través del programa GEODIMETER, para luego en forma de puntos ser pasados al programa ForeSight para generar curvas de nivel, el cual después, la información es exportada al programa Autocad para editar el dibujo mediante la creación de capas. Luego se utiliza el programa arcMap 9.2 para llevar a cabo la elaboración de todos los mapas útiles para cada movimiento en masa.

PENDIENTES: Para las pendientes se procederá a utilizar el programa Arcmap 9.2, el mismo que se procede a la asignación de pesos a cada uno de las unidades, para así proceder a clasificar en cinco clases de intervalos de pendientes como: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta, a partir de un modelo digital de elevaciones.

Posteriormente estos mapas serán integrados mediante procesos de adición, obteniendo como resultado final el “Mapa de Susceptibilidad a Movimientos en Masa”.

3.4.3. Metodología utilizada para la geología local y puntual

Para la descripción de la geología local y puntual se utilizó la base topográfica local de cada movimiento de masa, para lo cual se realizó calicatas para describir la litología geológica más a detalle utilizando las Fichas técnicas para Levantamiento Geológico.

Además se llevó a cabo la descripción de afloramientos presentes en la zona de estudio, donde se pudo notar los cambios de litología, se recogió muestras tanto de roca y de suelo en cada movimiento de masa para luego enviar a laboratorio.

3.4.3.1. Muestreo

Antes de realizar el muestreo de roca y suelos se procede a establecer los lugares de mayor importancia como en donde se encuentren afectando más los movimientos en masa, capaz de obtener los resultados más reales de lo que se va a muestrear, se realiza mediante la observación directa en el campo y luego en el computador en el mapa base.

Para el muestreo se realizan calicatas con dimensiones de 1,00 metro de profundidad por 1 metro de ancho. Se toma varias muestras provenientes de cada movimiento identificado a fin de determinar las propiedades de rocas y suelos, luego se guarda y se etiquetan cada una de de las muestras, para lo cual se toma una cantidad de 35 Kg. de

suelos, y muestras de mano de rocas que fueron enviadas al laboratorio. (Ver anexos, mapas N° 10/17)

Se continúa con los trabajos de laboratorio, con el fin de revalidar los trabajos de campo y profundizar en el análisis de los suelos y ensayos de rocas, para conocer sus características, propiedades y su influencia en la generación de movimientos en masa.

3.4.4. Datos referidos a escenarios de precipitación

En cuanto a escenarios de precipitación se tomó como base la información obtenida del mapa de isoyetas e Isotermas obtenida en base digital del CINFA (Centro Integrado de Geomática Ambiental de la UNL) con datos meteorológicos de la estación, La Argelia.

3.4.5. Tipo de cobertura

En cuanto a la metodología que se utilizó para determinar el tipo de cobertura vegetal es mediante la fotointerpretación en oficina con la ayuda de un estereoscopio y las fotografías aéreas de la formación San Cayetano, así se definió el tipo de cobertura, a más de esto se observó directamente en el campo para así poder verificar que es real.

Para la observación de la cobertura en el campo se tomo mediante la utilización del GPS puntos que delimiten los diferentes tipos de cobertura.

3.4.5.1. Isoyetas

De acuerdo a datos climáticos las lluvias se incrementan desde los sectores orientales con precipitaciones de 904.7 mm de lluvia anual. (Véase anexos, Mapas N° 14/17).

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL														
COD	estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Annual
MO 33	Argelia 1	96.	114.9	139.6	87. 6	54. 3	53. 2	56. 4	46. 4	42.9	69. 6	60. 6	83.0	904.7

Tabla N° 1. Datos de precipitación tomados de la Estación Meteorológica LA ARGELIA

De acuerdo a los datos obtenidos de la estación meteorológica desde los años 1971 a 2000. Nos muestra que en los meses de Enero a Mayo son los meses donde se han registrado la mayor cantidad de precipitaciones en la Ciudad de Loja, y los meses de Junio a Diciembre son donde las precipitaciones han sido en menor cantidad.

3.4.5.2. Isotermas

Para el análisis de este parámetro climático se tomó los valores registrados de la estación meteorológica existente en la Argelia.

Los valores de la temperatura media anual es de 15.8°C.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL														
COD	estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
MO 33	Ar ge lia	15.8	16.0	16.0	16.2	16.0	15.3	14.8	15.1	15.7	16.1	16.3	16.2	15.8

Tabla Nº 2. Datos de temperatura de la Estación Meteorológica LA ARGELIA

En cuanto al clima es similar al resto de la serranía del país, pero esta durante el año cambia de temperatura, ya que así mismo en los meses de invierno es frío y llega hasta una temperatura de 14° y en verano alcanza temperaturas de hasta 16.3°C. Datos proporcionados por el CINFA (Centro Integrado de Geomática Ambiental UNL).¹⁰

3.4.6. Análisis de los factores condicionantes

¹⁰ anuario meteorológico del inamhi.

- **Factor clima.-** Este factor es muy importante, dentro de este podemos referirnos a las precipitaciones, temperatura y humedad, debido a que contribuyen con la generación o la aceleración para que el material se desplace, ya que el agua actúa como peso, presión o lubricante en el terreno reduciendo así la resistencia de este.

En el sector, las altas precipitaciones en combinación con el tipo de suelo, fomentan la formación e incremento de los deslizamientos.

Las precipitaciones y los suelos arcillosos se hacen más pesados, y unido con el grado de pendiente existente, se puede deslizar.

- **Factor suelos.-** En la mayor parte de los suelos están conformado por arcillas de baja plasticidad y fácil de erosionar, cuando estos suelos están en contacto con el agua en épocas invernales tienen un potencial de hinchamiento elevado.

En los períodos de verano al perder el agua estos suelos forman grietas de desecación bien profundas, que permiten que el agua se percole en invierno hasta las capas poco impermeables y origina niveles freáticos que también provocan inestabilidad de taludes.

- **Factor abertura o espaciamiento de lineamientos estructurales.**- La medida de estas estructuras permite conocer las condiciones del macizo, mientras exista mayor espaciamiento y abertura en las diaclasas permitirá mayor infiltración de agua al interior, lo que aumentará la inestabilidad del macizo y el riesgo a movimientos en masa.
- **Factor hidrológico.**- La presencia de la hidrología es un factor importante ya que el agua actúa como peso para que se den los movimientos, en el lugar de estudio es en gran cantidad ya que en los lugares de ubicación de los principales movimientos en masa se encuentra presente el agua estancada la cual no tiene salida pero algunas escorrentías si desemboca a la quebrada San Cayetano.

3.4.7. Análisis de los factores desencadenantes

- **Factor topográfico.**- Tienen gran influencia para que se dé el movimiento del suelo o de la roca, ya que, si las pendientes son pronunciadas tienen más probabilidad a que ocurra una de las diferentes clases de movimientos en masa.

- **Factor pendiente.-** Este factor está combinado con el tipo de relieve, los materiales que se encuentren en vertientes escarpadas, serán las más susceptibles a movimientos en masa, mientras que los que se hallen en laderas poco inclinadas, serán menos susceptibles.

- **Factor geológico.-** La composición del suelo es importante ya que si la litología, las propiedades físico mecánicas de las rocas, y la estructura de estos son favorables, contribuirán para que exista movimientos de masa.

- **Factor antrópico.-** El ser humano altera el equilibrio del terreno, esto a través de la construcción de obras de infraestructura como viviendas, tanques o vías, los cuales ejercen presión y peso o carga, de esta manera contribuyendo con la inestabilidad del terreno.

- **Cobertura vegetal.-** Se generan mayores problemas en terrenos desnudos o cubiertos con vegetación herbácea, lo contrario ocurre con la vegetación boscosa, cuyas raíces hacen las veces de anclas, pero que en zonas cercanas a filos de taludes se convierten en una carga para los suelos, tornando a la zona más vulnerable a movimientos en masa.

3.5. Condiciones socio-económicas

En el barrio San Cayetano habitan aproximadamente 325 familias (Según estudiantes de la UNL, de la carrera de Comunicación Social). El 50% de la población del sector trabaja en el centro de la Ciudad; en diferentes actividades como la construcción, pintura, carpintería y choferes, etc. Mientras que un 30% de la población se dedica a la agricultura y ganadería, ya que el resto lo constituye estudiantes y desempleados.

El 15% de estos habitantes está constituida por estudiantes de primaria, secundaria y universitarios además algunos universitarios tienen trabajo a medio tiempo en el centro de la ciudad ya sea al comercio o también como ayudantes de algunos profesionales.

Económicamente el Barrio San Cayetano debido al esfuerzo de su gente, ha salido adelante venciendo grandes dificultades, viendo en la industria, la ganadería, el turismo, el comercio, como fuente de ingresos económicos. También existen 5 tiendas aquellas dueñas nos comunicaron que no es tan bueno este negocio ya que las compras las realizan en los mercados del centro de la ciudad esto también se debe a la parte económica ya siempre se busca donde se encuentre barato.

3.6. Metodología utilizada para el análisis de riesgos a movimientos en masa

3.6.1. Índice de susceptibilidad

El índice de susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes, se expresa a través de la siguiente relación:

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

Donde:

P= Valor de la variable pendiente.

L = Valor de la variable litológica.

V = Valor de la variable fisonomía del uso del suelo y vegetación.

Pr = Valor de la variable precipitación.

D = Valor de la variable ocurrencia de deslizamientos inventariados.

3.6.2. Asignación de pesos relativos

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

A continuación se describen las características que indican cada peso asignado.

Peso relativo 1.- Se refiere a las condiciones biofísicas menos favorables para que se produzcan los movimientos en masa.

Peso relativo 2.- A diferencia del anterior, las características de las variables consideradas en este estudio van cambiando y con ello, aumentando la susceptibilidad a movimientos en masa.

Peso relativo 3.- Las condiciones que presentan las variables tienden hacia niveles críticos, volviéndose en condiciones severas y susceptibles a movimientos en masa.

Peso relativo 4.- Las condiciones biofísicas se presentan muy severas haciendo que los espacios geográficos que presentan estas características, sean muy susceptibles a remociones en masa.

Peso relativo 5.- Las condiciones que se presentan son seguras para que se dé un movimiento en masa.

Variables, indicadores y pesos:

Pendientes (%):

PENDIENTE (%)	ANGULO DE INCLINACIÓN (°)	PESO
0 a 15	0 a 8,5	1

15 a 30	8,5 a 16,7	2
30 a 50	16,7 a 26,6	3
> 50	26,6 a 45	4

Tabla 3. Pendientes

Litología:

INDICADOR	PESO
Conglomerado	1
Limonitas Lutitas, arcillas	2
Areniscas, Coluviales	3

Tabla 4. Litología

Vegetación:

INDICADOR	PESO
Bosque denso	1
Bosque semidenso	2
Complejo pastizal-bosque	3
Intervenido	4

Tabla 5. Vegetación

Precipitación (mm. Prom. Anual)

INDICADOR	PESO
1000 - 1250	3

1250 – 1500	4
-------------	---

Tabla 6. Precipitación

Deslizamientos

INDICADOR	PESO
Ausencia	0
Presencia	4

Tabla 7. Deslizamiento

3.7. Definición de rangos de susceptibilidad

Utilizando el método estadístico de cortes naturales de ArcGIS 9.2, se obtuvo 4 rangos: 1 a 6, 7 a 10, 11 a 13 y 14 a 18 que corresponden a las categorías: estables, poco susceptibles, susceptibles y muy susceptibles, respectivamente.

3.8. Metodología por objetivos

OBJETIVO N° 1.

Definir la ubicación e identificación de los principales movimientos en masa en el Barrio de San Cayetano.

3.8.1. Trabajo de campo

Para la ubicación de los principales movimientos en masa se realizó tomando puntos GPS, pero para su correcta ubicación se procedió a geo-referenciarlos en la base topográfica lo cual fue tomado con

Estación Total siendo los más exactos a la hora de plantear su ubicación, y para la identificación se utilizó el método de toma de información se lo hizo mediante fichas descriptivas que permitieron la identificación de los principales movimientos en masa presente en la Barrio San Cayetano.

3.8.2. Trabajo de gabinete

Referente al trabajo de gabinete se procedió a crear una base de datos en Excel para ordenarlos, con su respectiva descripción luego estos datos se exportaron al programa informático de cartografía arcMap 9.2, que genero un Shape de puntos de ubicación de los principales movimientos en masa.

Se procedió a determinar la longitud exacta, altura y ancho, es decir dimensiones reales de cada movimiento con el mapa digital topográfico en AUTOCAD 2008, con la utilización del programa arcMap 9.2, se pudo obtener áreas, volúmenes que definen las características de los movimientos presentes.

OBJETIVO N° 2.

Determinar los factores condicionantes y desencadenantes sobre la base de estudios técnicos como: topografía, geología, pendientes, así

como el muestreo respectivo de rocas y suelos, que influyen en la generación de movimientos en masa.

3.8.3. Trabajo de campo

Topografía.- Para la elaboración de la base topográfica se utilizó la estación Total Trimble 5000 en formato PSAD 56, determinando en el lugar de estudio los puntos geo-referenciados aplicados a cada movimiento, de esta manera se obtuvo la base topográfica local a escala 1:750, luego se generó las curvas de nivel en el programa Foresight, y se exportó para el formato de Autocad que es un programa de carácter lineal que nos permitió dibujar algunos detalles antes de guardar para el formato Shapes utilizados en la base de datos de arcMap 9.2 en la que se elaborarán todos los mapas a obtenerse, a nivel regional se obtuvo una base topográfica digitalizada obtenida proporcionada por el Ing. Danilo Ortega.

Geología.- Para la determinación de la geología local se procedió a utilizar los siguientes equipos como son: un GPS marca Garmin, Brújula marca Brunton, un martillo geológico, cinta, lupa, rayador, libreta de campo, para esto se utilizó una base topográfica local para de cada movimiento en masa a escala 1:750, también se tomaron muestras de mano para determinar el tipo de roca, y con la elaboración de calicatas se determinó la disposición de capas estratigráficas.

Pendientes.- Para las pendientes se procederá a utilizar el programa Arcmap 9.2, el mismo que se procede a la asignación de pesos a cada uno de las unidades, para así proceder a clasificar en cinco clases de intervalos de pendientes como: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta, previo a un modelo digital de elevaciones obtenidos por las cotas determinadas en las curvas de nivel.

Muestreo.- Antes de realizar el muestreo de roca y suelos se establecieron los lugares de mayor influencia capaz de obtener los resultados más reales de lo que se va a muestrear, se realiza mediante la observación directa en el campo y luego en el computador en el mapa base y otros que nos pueden orientar sobre los mejores lugares para la toma de muestras.

Para realizar el muestreo de suelos se procedió a hacer calicatas hasta llegar a la roca dura siendo estas de escasa dimensión en algunos casos de inmediato fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis, para la muestra de roca se tomo fragmentos de 15 a 20 cm para realizar los respectivos ensayos los mismos que constan en el análisis de muestras entregado por el laboratorio Proyeconsur, con estos resultados se procedió a elaborar algunas obras de contención.

3.8.4. Trabajo de gabinete

Topografía.- Se determina las curvas de nivel a partir de levantamientos topográficos locales con la utilización de la estación

total, y del mapa regional para la ubicación de movimientos a diferente escala.

Pendientes.- Para elaborar el mapa de pendientes se categorizó en rangos que van de 0 a 25%, 25 a 50 %, 50 a 75% siendo estas las pendientes más altas y consideradas como un factor importante en la inestabilidad de taludes, toda esta información se incluye en el programa arcMap 9.2, y se crea a partir del mapa de elevaciones.

La metodología utilizando el programa arcMap 9.2 es la siguiente: Utilizando la opción 3D Analyst, marcando la opción Surface analyst seleccionamos derive slope, en la opción output measurement marcamos degree, posterior a ello ponemos el valor de la celda y aceptamos, se crea un GRIDCODE con diferentes valores que nos tocara corregir, para ello vamos nuevamente a 3D Analyst, y hacemos un reclassify, hacemos una clasificación ordenada dependiendo del número de valores que se va a estimar en el rango de pendientes.

Muestreo.- Con los resultados de laboratorio se realizó las respectivas interpretaciones de los resultados de las muestras, y tomando en cuenta estos resultados se llevó a cabo la elaboración de las medidas de prevención y de control.

OBJETIVO N° 3.

Determinar las medidas de prevención y control para los principales movimientos en masa existentes.

3.8.5. Trabajo de campo

Para la determinación de las medidas de prevención y control se observó directamente en el campo y así poder determinar las medidas más seguras para los diferentes movimientos en masa.

3.8.6. Trabajo de gabinete

Para la determinación de medidas de prevención y control, se tomó en consideración las características de cada movimiento, dimensiones, aéreas, volúmenes, y los resultados de las muestras de suelos y rocas las mismas que permiten diseñar obras de contención destinadas al control de cada movimiento.

4. 4. RESULTADOS

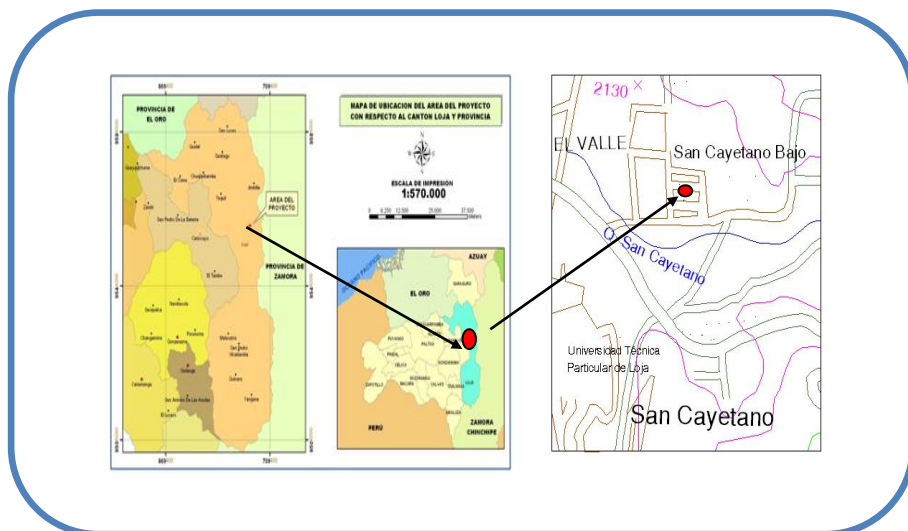
5. 4.1. Descripción general del área de estudio

4.1.1. Acceso

Al área de estudio se lo puede realizar desde el centro de la ciudad de Loja por diversas calles urbanas, vías lastradas y sobre todo por la vía principal a Zamora a través de una carretera de primer orden.

4.1.2. Ubicación administrativa

El área de estudio de inventario de los principales movimientos en masa presentes en el Barrio San Cayetano y su influencia directa se encuentra ubicado en la Región Sur del Ecuador, en la Provincia de Loja, Cantón Loja, ocupando específicamente la parte centro-oriental de la cuenca de Loja.



El sitio se encuentra localizado en la sierra Austral del Ecuador con un relieve colinado alto con altitudes que varían entre 2010 hasta 2080 m.s.n.m. La superficie comprendida es de 18 hectáreas se encuentra entre las coordenadas UTM:

PTO.	X	Y
1	700000	9559000
2	700008	9560000
3	700115	9560419
4	702000	9560420

Tabla 8. Coordenadas UTM

Por el área de estudio se encuentra atravesando la quebrada San Cayetano el cual se une con la cuenca del río Zamora con un clima Templado Andino con temperaturas que fluctúan entre los 15.8° C.

De acuerdo a datos climáticos¹¹, se desprende que las lluvias al interior de la cuenca, se incrementan desde los sectores orientales con precipitaciones de 904.7 mm de lluvia anual.

4.1.3. Topografía

¹¹ Mapa de isoyetas de la cuenca de Loja elaborado por el Centro Integrado de Geomática Ambiental CINFA (UNL) con datos meteorológicos de la estación La Argelia, desde los años 1971 a 2000.

Dentro de las primeras actividades a realizarse fue los levantamientos topográficos a detalle a escala 1:750 de cada uno de los 3 movimientos en masa del Barrio San Cayetano y su área de influencia directa los cuales se encuentran afectando a la vía y a viviendas.

Topográficamente el lugar de estudio se caracteriza por la presencia de valles y llanuras mismo que se produce un relieve variado en cuanto a la elevación con alturas que van desde 2010 hasta 2080 msnm; se caracteriza también por poseer pendientes que superan los 45° de inclinación lo cual en varias partes se puede ver la presencia de erosión.

4.1.4. Geología

4.1.4.1. Geología regional

Regionalmente el área de estudio se encuentra localizada en lo que sería la zona de transición o contacto entre lo que es la parte sedimentaria de la Cuenca de Loja y el basamento metamórfico. (Ver anexos, Mapas, lamina N° 7/17).

UNIDAD CHIGUINDA (paleozoico)

El metamorfismo de la parte sur de la Cordillera Real es denominado Serie Zamora (Kennerley 1973) la edad supuesta es

el paleozoico. Litherland et al. (1993,1994) dedujo que las series metamórficas de calidad inferior están agrupadas por filitas, esquistos grafiticos, cuarcitas, metalimolitas que pertenecen a la Unidad Chiguinda de edad Devoniana a Permiano; que aflora en la parte occidental de la Cuenca de Loja y en la parte oriental Loja-Zamora.

FORMACION SAN CAYETANO (Mioceno Tardío a último)

Aflora en el Barrio San Cayetano en la parte occidental de la ciudad de Loja y está presente solo al este del Río Zamora. La Formación está dividida en tres miembros con límites transicionales:

Miembro Inferior de Arenisca.- contiene areniscas de color marrón, algunas pequeñas capas de conglomerado y lutitas; dentro de las lutitas hay unas pequeñas capas de carbón.

Miembro Limolitas.- abarca lutitas de color marrón, gris y blanco, abundantes capas de diatomita y algunos piroclastos horizontales. Hay también algunas hojas y bastantes gastrópodos impresos entre superficies estratificadas y esqueletos enteros de peces que están preservados en estas laminaciones.

Miembro Superior de Arenisca.- Está dominado por areniscas de color marrón y lutitas.

Debido al fuerte plegamiento la estimación del espesor de esta formación es difícil, pero su potencia total puede llegar a 800

msnm. Descansa discordantemente en la Unidad metamórfica Chiguinda y la Formación Quillollaco la sobreyace con una discordancia angular.

FORMACION QUILLOLLACO (Mioceno Tardío)

La formación yace en la Quebrada Quillollaco en la cuenca de Loja está dominada por conglomerados muy granulados con pocas intercalaciones de arenisca. Los conglomerados son sostenidos y están compuestos por clastos metamórficos redondeados, filitas, cuarcitas, vetas de cuarzo y esquistosa hasta 50 cm. de diámetro; también hay intervalos menores de arenisca que son ínterestratificadas. Su espesor varía entre 600 m al sur de la cuenca, 100 m en la parte central y 500 m en la parte este de la cuenca.

Los sedimentos muestran la facie típica asociada de un ambiente de abanico aluvial con depósitos detríticos dispersos dominado por canales fluviales, le sugiere una edad del Mioceno Tardío.

FORMACIÓN BELEN

La Formación se localiza cerca del sector de Belén, está caracterizada por gruesas capas de areniscas de color marrón granuladas que contienen lentes de conglomerados horizontalmente estratificados; las areniscas muestran

estratificación cruzada en escalas métricas; los clastos de los conglomerados son en su mayor parte metamórficos con menos clastos volcánicos. Estas capas son asociadas con capas finas de arenisca y en menor de lutitas. El máximo espesor es de 300 m con evidencias de variaciones no regionales.

FORMACIÓN TRIGAL

La Formación Trigal presente a lo largo del margen nor-occidental de la Cuenca. Consiste de areniscas de grano grueso con láminas finas de conglomerados y capas menores de limolitas. La potencia varía de 50 m a 150 m hacia el contacto con la Formación La Banda. Descansa discordantemente sobre las rocas metamórficas de las Unidades Chiguinda y Agoyan, y esta sobrepuesta por la Formación La Banda.

FORMACIÓN LA BANDA

Esta constituida principalmente por intervalos de calizas blancas las cuales son: calizas masivas conteniendo moluscos y ostracodos; repetición rítmica de escasas láminas finas de lutitas carbonatadas y calizas; capas de cherts (sílices) y areniscas amarillas de un granulado fino. Tiene un espesor de 10 m a 20 m y en forma continua, horizontal muy persistente.

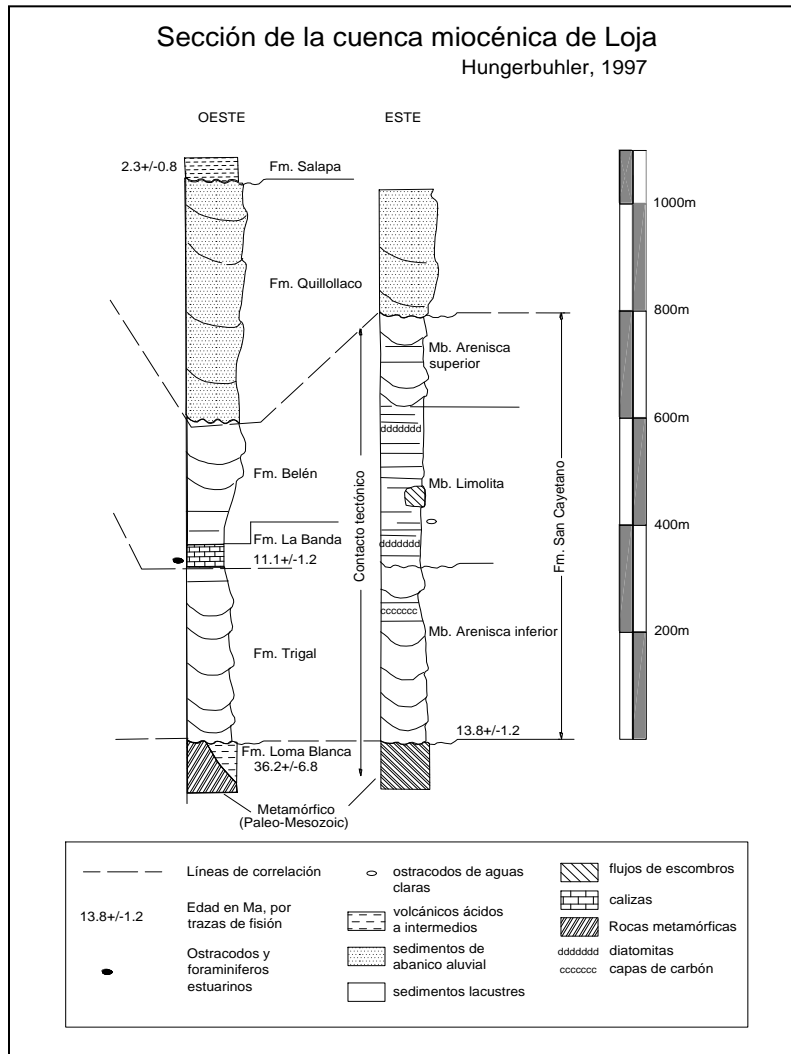


Gráfico 5.- Columna Estratigráfica de la Cuenca de Loja¹².

4.1.4.2. Geología local

Con referente a la geología local tenemos;

Aluviales: se encuentran a los laterales con un espacio de 4 m a cada lado de la quebrada San Cayetano.

¹² HUNGERBUHLER Dominik, 1997, Neogene basins in the Andes of southern Ecuador: evolution, deformation and tectonic implications, Swiss federal Institute of Zurich. 182

Conformadas principalmente de material pétreo como arena y grava, están formando zonas planas que generalmente están recubiertos por pastizales y en otros lugares matorrales.

Conglomerado: en concerniente a los conglomerados se puede encontrar a lo largo de la vía Loja Zamora a unos 100 m del Valle, también se pudo notar mediante el recorrido y descripción de afloramientos.

También podemos encontrar a unos 200 m de la Iglesia del Valle, se puede definir una alternancia de conglomerados cuyos clastos son redondeados e imbricados, varían de 10 a 15 cm. de diámetro constituidos por cuarzo y esquistos en una matriz arcillo-arenosa cuya disposición presenta una evolución grano y estrato creciente

Arcillas, lutitas y limolitas: la mayor parte de la geología local se encuentra conformada por arcillas de color amarillo y en algunas partes de color crema, lutitas con algunas intercalaciones de limolitas.

Arcilla con alternancia de bancos de conglomerados cuyos clastos varían entre 10 a 15 cm. de diámetro. Las lutitas tienen una orientación de 22° NE. Compuesto litológicamente de limolitas color cremas, yaciendo sobre estas las lutitas plegadas de color marrón, gris y blanco, en estas aparecen capas de arcillolita.

En la vía a Yanacocha (Coordenadas UTM.: 700902 - 9559800) se observan capas de arcillolita de color gris, cuya dimensión es de 3 m de altura por 50 m de ancho, de color crema y marrón, capas de limolitas de 1 a 3 m.

Areniscas con intercalaciones de lutitas: se encuentran en poco porcentaje, aflora en la parte alta del lugar de estudio está en contacto con las arcillas, lutitas y limonitas. Se encuentran en capas delgadas de areniscas color marrón, entre los bancos de conglomerados y arcillolitas tienen una potencia de 1 metro de espesor. (Ver anexos, Mapas lamina N° 9/17).

4.1.4.3. Geología puntual

La Geología puntual describe a detalle la litología de cada deslizamiento correlacionando las características del terreno, las condiciones de inestabilidad están ligadas a la litología existente.

La litología de los principales afloramientos encontrados, las calicatas realizadas y los diferentes contactos existentes, se describen a continuación de manera detallada capaz de comprender como está el terreno en sus condiciones geológicas.

Movimiento N° 1

Arcillas de colores grises rojizos y plomo-azuladas de consistencia dura que determina un ambiente lacustre. Con un buzamiento de 78° SW, además se puede ver intercalaciones de conglomerados con clastos redondeados de 10 a 15 cm de diámetro con una matriz arcillo-arenosa, con una potencia de 2 m con buzamiento de 18° NW y en ciertos lugares microconglomerados con clastos de 1 a 9 cm de diámetro

En las coordenadas X=700260 Y=9559010 Z=2060. (Ver anexos, mapas lamina N° 2/17).

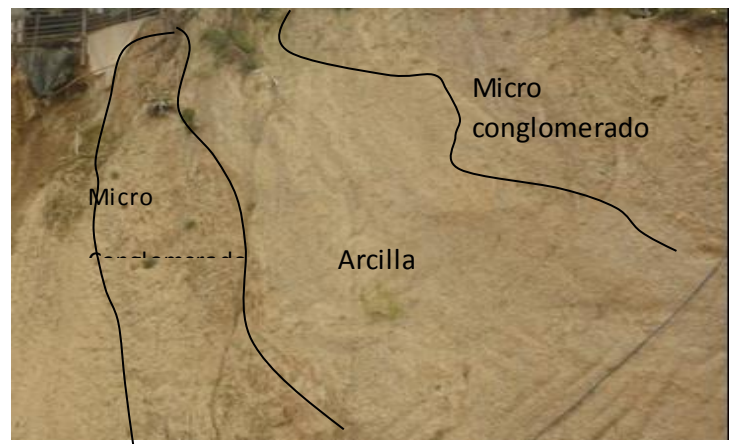


Foto 1. Arcillas-microconglomerados

Movimiento N° 2

Se encuentran arcillas de color rojo con un alto contenido de humedad ya que la arcilla tiene un alto potencial de hinchamiento se encuentra el suelo alzado. X=700780 Y=9559940 Z=2090.



Foto 2. Arcillas

También se puede notar la presencia de materia de suelo residual en la parte intermedia de la reptación es decir tiene un 40% de este movimiento.

Sin embargo las características geológicas del área, no están documentadas a mayor detalle por lo que fue necesario el levantamiento de información local a fin de determinar con exactitud las relaciones geológicas y su influencia en la generación de los diferentes movimientos de masa.

De igual forma, se observa que en el segundo movimiento en masa está compuesto litológicamente en la base por bancos de limolitas color cremas, yaciendo sobre estas las arcillas plegadas de color marrón, gris y blanco. (Ver anexos, Mapas lamina N° 4/17).

Movimiento N° 3

En este tercer movimiento encontramos conformado de arcillas de color amarillo y suelo residual. (Ver anexos, mapas lamina N° 6/17).

Areniscas de color marrón, entre los bancos de conglomerados y arcillollitas, donde los estratos de arenisca color marrón tienen una potencia de 1 metro. Dentro del estudio de la geología local se determina que esta zona de estudio se encuentra conformada por rocas sedimentarias características del Miembro Inferior. X=700245 Y=9560120 Z=2090.



Foto 3. Areniscas

4.1.4.4. Descripción de afloramientos

Afloramiento N° 1

En la vía a Yanacocha en las coordenadas UTM: 700902 – 9559800 al margen derecho cuya potencia es de 4 m de altura por 40 m de ancho, con respecto a la litología se observan capas de arcillolitas de color gris y cremas con una potencia de 3.7 m, también se puede observar que existen aberturas que se encuentran rellenas de arcillas de color amarillo y capas de limonitas de 0.30 a 0.5 cm. Con un buzamiento de 50° NW.

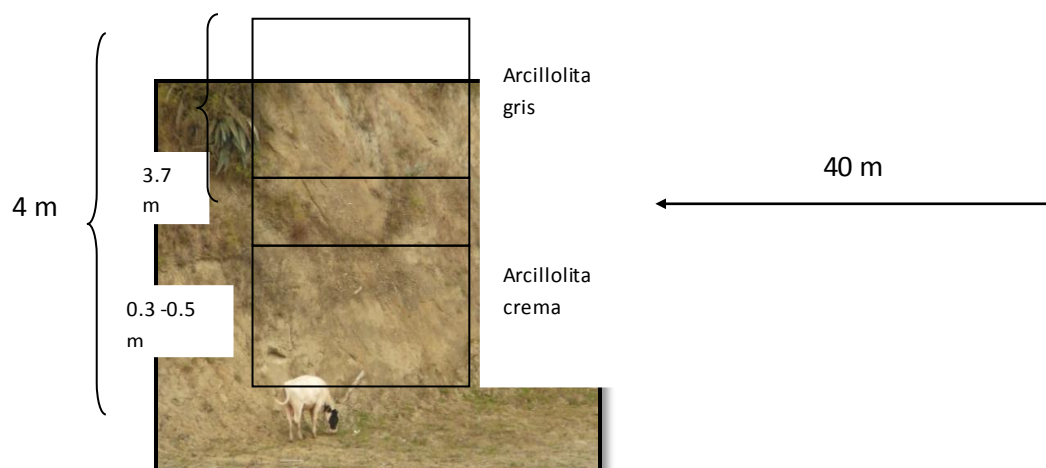


Foto 4. Capas de arcillolita con capas de limonita

Afloramiento N° 2

Tomando como base la vía a Zamora aproximadamente a unos 50 m del Valle en las coordenadas UTM: 700155– 955994 se observa compuestos litológicos de arcillas de color amarillo yaciendo sobre estas lutitas de color gris y blanco con un buzamiento de 25° SE, cuya potencia es de 8 m.

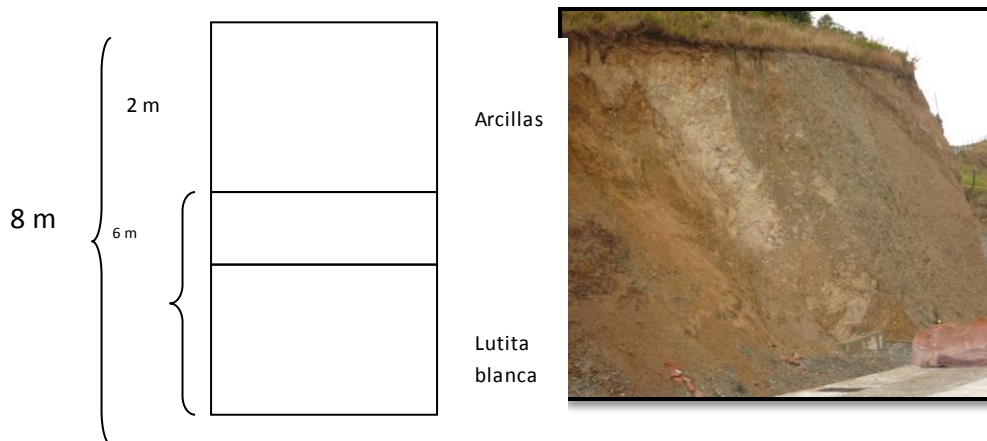


Foto 5. Bancos de arcilla y lutitas

Afloramiento N° 3

Continuando por la vía a Zamora en el Km 1 en las coordenadas 701085 - 9559879 encontramos la secuencia de las lutitas plegadas con intercalaciones de flujos de detritos con una potencia de 1m, sobreyaciendo estratos de limolitas volcados la potencia es de 8 m y su potencia total es de 9 m. Los flujos de detritos tienen un buzamiento de 48° NE. Se encuentra diaclasas principalmente en las lutitas, color crema con intercalaciones de limonitas.

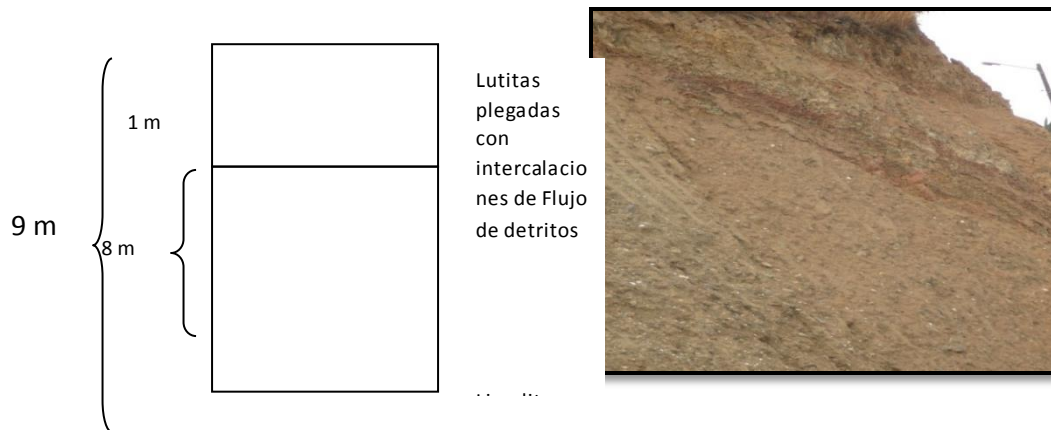


Foto 6. Lutitas plegadas – Flujo de detritos.

Afloramiento N° 4

Se encuentra localizado en las coordenadas UTM: 70089 - 9560390 donde se observa en la parte central del afloramiento las capas de lutitas se presentan volcadas y fuertemente plegadas de aproximadamente de 5 m, y se observa oxidaciones en las partes de contacto con los limos de 1.8 m, existen capas de arcillolita gris de hasta 20 cm. de potencia al contacto con los bloques de flujos, cuyo afloramiento tienen una longitud de 85 m y 7 m de altura. El afloramiento encontramos con un buzamiento de 32° NE en las capas de lutitas.

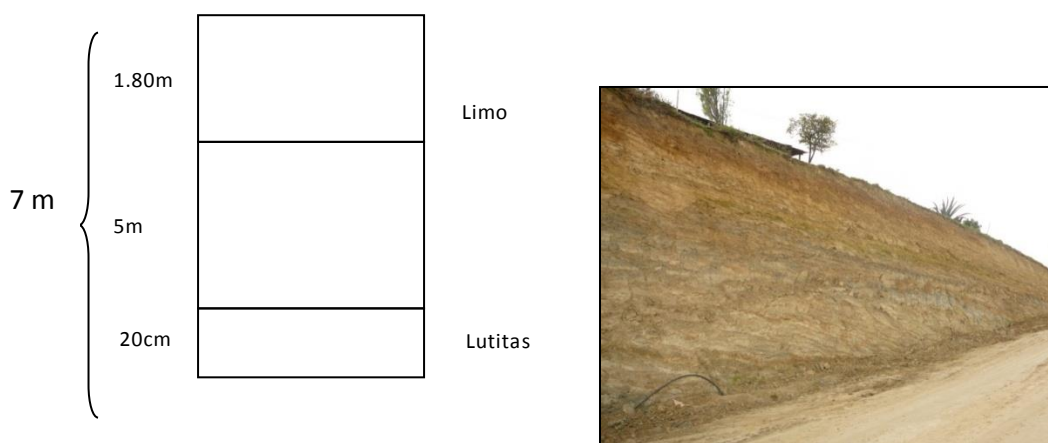


Foto 7. Capas de lutitas con oxidaciones

Afloramiento N° 5

Se encuentra localizado en las coordenadas UTM: 700240 - 9559920: Se caracteriza por poseer estratos de arcillolita de color gris cuya potencia es de 4 m, con un bloque de conglomerado constituidos por esquistos en una matriz arcillo-arenosa, con una potencia de 2 m de 1 a 15 cm de diámetro. Los conglomerados están separados entre sí por estratos de arcillolitas con un buzamiento de 47° NW.

Todo el afloramiento tiene una potencia de 8 m de largo con unos 6 m de altura.

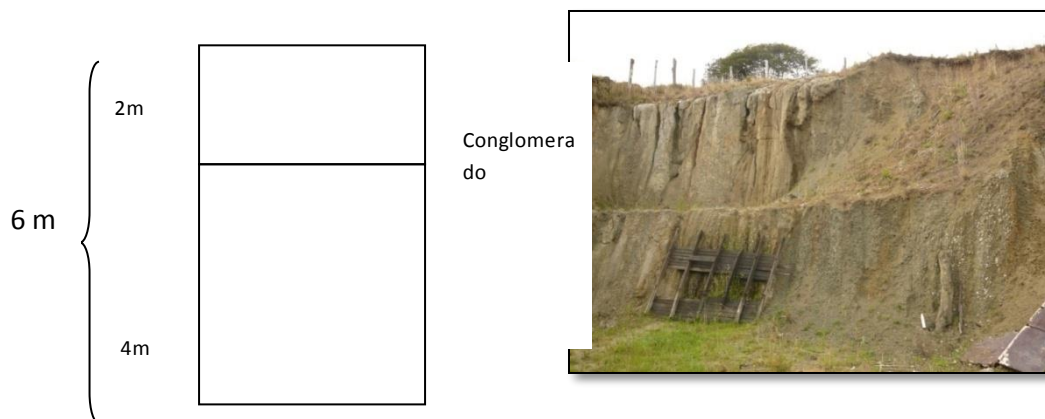


Foto 8. Conglomerados con estratos de arcillolitas

4.1.4.4. Descripción de diaclasas

Las Diaclasas son discontinuidades que se localizan en la superficie, a lo largo de las cuales, la consistencia de la roca intacta se interrumpe¹³.

¹³ SUAREZ, JAIME, Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Ingeniería de Suelos Ltda., 1998, Colombia, Pp. 169

Mediante la descripción detallada del lugar de estudio se puede detallar las siguientes características:

- **Abertura:** Esto determina el comportamiento de la masa rocosa, puede ser cerrada, abierta o rellena.

La abertura de diaclasas está comprendida entre 0.2 cm a 15 cm, determinando en si condiciones de inestabilidad del terreno.



Foto 9. Abertura deslizamiento N° 2

- **La rugosidad:** Viene caracterizada por su ondulación y su aspereza, su importancia disminuye al aumentar la abertura.

Es fácil observar las condiciones del terreno y el sentido de las diaclasas a más de las características que modifican las condiciones del terreno.



Foto 10. Rugosidad en la superficie en Deslizamiento N° 2.

4.1.4.5. Descripción de calicatas

En el área de estudio, se utilizó principalmente la construcción de calicatas; se optó por este procedimiento debido a que es un método directo de identificar la disposición de la litología en el subsuelo y en especial porque nos permite la recolección de muestras alteradas e inalteradas de los suelos para los ensayos de laboratorio.

Se caracterizan por ser excavaciones superficiales que permiten la investigación directa del suelo y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa, en nuestro estudio de 1,00 m a 1,00 m de profundidad por 1 m de ancho, ubicadas sistemáticamente en los tres movimientos en masa ubicados en el Barrio San Cayetano, las cuales nos proporcionaron la descripción de la litología presente y la toma de muestras alteradas e inalteradas para los ensayos de laboratorio.

Calicata N° 1

Ubicada en las coordenadas UTM: 700764 – 9560075, se realizó una excavación de 1.00 m de altura x 1.00 metros de ancho aproximadamente, en la superficie presenta una capa de relleno de materia orgánica de 0,15 cm. en la siguiente capa aparecen arcillas de color gris oscuro con una longitud de 80 cm de espesor más al fondo se puede ver el nivel freático, es evidente el grado de humedad que unido al tipo de material arcilloso hacen difícil la excavación, tomando en consideración esto la zona con este tipo de material en tiempo de invierno se convierten en potenciales zonas de susceptibilidad.



Foto 11. Calicatas 1

Calicata N° 2

Ubicada en las coordenadas UTM: 700272 – 9560117, tiene una profundidad de 1,00 m a partir de la superficie se observa una primera capa de relleno limo-arcilloso de 0,15 cm de potencia de color blanco grisáceo, seguidamente presenta una segunda capa hasta la base de la calicata, que consta de limolitas de color verde oscuro con una potencia de 0.60cm, existe

intercalaciones pequeñas de arcilla de 0,5 a 4 cm de espesor, color crema con una capa de materia orgánica de 0.5 cm.

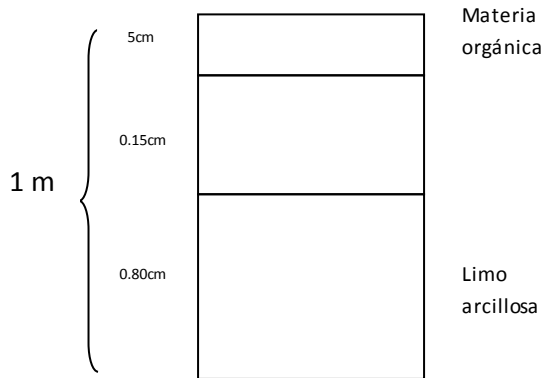


Foto 12. Calicatas 2

Calicata N° 3

Se localiza en las coordenadas UTM: 702080 – 9557739, desde la superficie presenta 3 capas hasta la base de la calicata, con 1,20 m de profundidad. La primera capa de 0,15 m de humus, la segunda capa de 0,70 m de suelo arcilloso de coloración amarilla, se observa la presencia de raíces; y la tercera y última capa es una arenisca de grano fino con matriz arcillosa color ploma con una potencia de 0.35, esta ultima capa se destaca por su grado de cementación el cual es muy fuerte.

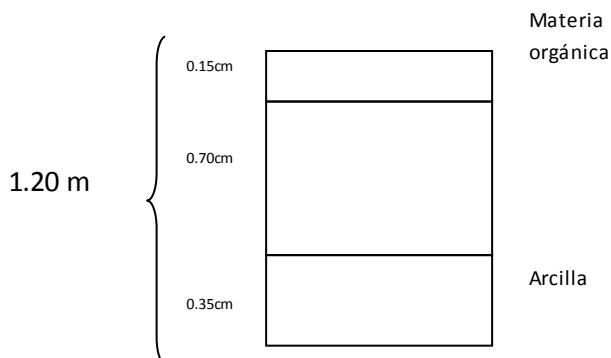


Foto 13. Calicatas 3

Calicata N° 4

Tiene una profundidad de 1,0 m ubicada en las coordenadas UTM: 700475 – 9559233, presenta en la primera capa un suelo residual de 0,20 m de potencia color amarillo rojizo, la segunda capa se trata de un suelo arcilloso color rojizo de 0,60 m de potencia, el cual se presenta muy fisurado; la tercera capa de 0,20 m llega hasta la base de la calicata, consta de un suelo limo-arcilloso color café rojizo.

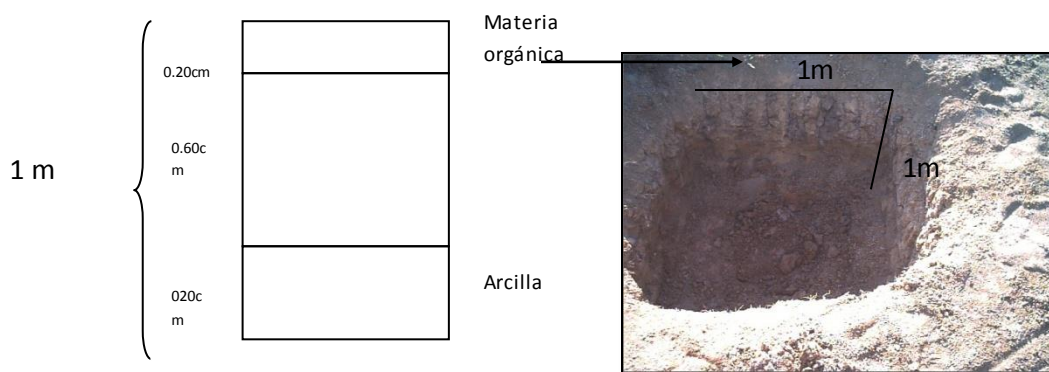


Foto 14. Calicatas 4

4.1.4.6. Geología estructural

El más importante que se encuentra dentro del área de estudio es de rumbo NO-SE cuyo eje marca la deformación de los estratos en un pliegue regional de tipo Sinclinal formado a partir de esfuerzos compresionales en dirección perpendicular E-W.

Con respecto a la estructura no está completamente entendida, en general, los sedimentos están plegados en un sinclinal asimétrico que presenta un eje en dirección norte-sur, la estratificación buza suavemente al este 15 grados, formando escarpes y taludes inclinados.

Estratos de poca inclinación en superficies de limolitas y areniscas existen concentraciones de humedad.

Un lineamiento importante es el que se observa en la quebrada San Cayetano cuyo rumbo es SW, sin embargo aquí no se observa un cambio anormal entre los bloques norte y sur.

4.1.5. Geomorfología

Se considera la geomorfología como un parámetro importante en la consecución de movimientos en masa, por ello la definición de las características geomorfológicas del sector:

La geomorfología del área de estudio es el resultado de un programa de mapeo a través de fotografías aéreas del año 1984 a escala 1:30 000 producidas por el IGM, para el proyecto Ciudad de Loja.

Las características de las imágenes fotográficas utilizadas para la interpretación geomorfológica son las siguientes:

- Procedencia : I. G. M.
- Proyecto : Ciudad de Loja.
- Emulsión : Pancromática.
- Escala : 1:30.000.
- Fecha de toma : 01 08 1984
- Calidad : Muy Buena a Buena

El barrio San Cayetano corresponde a la microcuenca de la quebrada San Cayetano, este valle formado es de tipo consecuente, el curso principal corre de forma sinuosa, en dirección SW y se forma en una valle de fondo plano, generalmente con poca agua en su mayor parte del año, por eso se ve disminuido la erosión lateral y vertical, y no muestra las misma características que la cuenca anterior. Los afluentes forman un drenaje de tipo enrejado (Trellis), la dirección relativa de estas corrientes son de tipo subsecuente y el avenamiento inferior paralelo cuyas corrientes fluyen de forma obsecuente y frecuente.

A continuación se detallan cada una de estas geoformas según su origen y morfología.

- ❖ Relieves colinados bajos

❖ Coluviales

Las características principales de la zona de estudio son las siguientes:

❖ **Relieve colinado bajo**

Forman relieves bajos con desniveles relativos de hasta 80m de altura con laderas de forma recta forman cimas agudas, con pendientes moderadamente escarpadas del 26 al 55%, con cotas que llegan hasta los 2200 m.s.n.m.

Existe presencia de urbanizaciones. Los procesos erosivos son erosión en surcos moderada y laminar. Aquí es donde se encuentra la totalidad de las viviendas.

❖ **Cuerpos coluviales**

De forma convexa y alargada. Están formando cuerpos coluviales cubiertos con flujos de escombros provenientes de las laderas que lo rodean, la pendiente generalmente es suave a escarpada.

Estas geoformas forman relieves colinados bajos. Los procesos activos son erosión en surcos y cárcavas moderada.¹⁴

¹⁴. Tesis Moras Macas UTPL Descripción Geomorfológica del Sector San Cayetano

El drenaje es semi-dendrítico con poco caudal considerable. La erosión es en surcos moderada, forman superficies de forma recta con pendientes moderadamente escarpadas. Las cotas que llegan hasta los 2050 m.s.n.m.

4.1.6. Clima e hidrología

4.1.6.1. Clima

En la ciudad de Loja, se encuentra un clima Templado Andino con temperaturas que fluctúan entre los 15.8° C un máximo índice de calor de 17.2 °C. Pues esto se debe a que se asienta en la cuenca alta de Zamora, además influenciado por el clima tipo amazónico y los vientos alisios.

De acuerdo a datos climáticos¹⁵, se desprende que las lluvias al interior de la cuenca, se incrementan desde los sectores orientales con precipitaciones de 904.7 mm de lluvia anual: (ver mapa de isoyetas 14/17), Una temperatura máxima 18.4 °C, mínima 15.8 °C.

¹⁵ Mapa de isoyetas de la cuenca de Loja elaborado por el Centro Integrado de Geomática Ambiental CINFA (UNL) con datos meteorológicos de la estación La Argelia desde los años 1971 a 2000.

En el transcurso del año suceden dos estaciones bien definidas como son; invierno y verano el cual durante los 12 meses del año existe la presencia de que los 5 meses primeros es de invierno donde no favorece ya que el agua se infiltra y hace que los movimientos en masa se activen y siete restantes son secos, posee una humedad máxima de 82% y una humedad mínima de 64%, con un máximo punto de rocío 12.8 °C y un mínimo punto de rocío 10.6 °C.

Con respecto a la velocidad máxima del viento que se presenta en la ciudad de Loja es de 4.5 m/s NW, con una temperatura mínima del viento de 15.6 °C.

4.1.6.2. Hidrología

La hidrología del Barrio San Cayetano está constituida por la quebrada San Cayetano, que en la parte baja pasa a formar parte del caudal del río Zamora sus aguas fluyen hacia el norte por la parte central de la hoya de Loja. Cuyo rumbo es SW. (Ver anexos, Mapas, lamina N° 11/17)



Foto 15. Foto aérea

En general esta hidrográfica se caracteriza por ser semi-dendrítica con poco caudal considerable.



Foto 16. Hidrología de la quebrada San Cayetano

Los principales movimientos en masa también se encuentran afectados por escorrentía de aguas, en el deslizamiento N° 1 existe la presencia de aguas superficiales a causa de que los habitantes no tienen tubería instalada para el desembogue de estas aguas residuales por la falta de alcantarillado, también estas aguas se infiltran provocando inestabilidad en el talud y por otro lado el agua va directamente a la alcantarilla.

En el caso de de reptación, el agua desaparece en ciertos lugares donde existe espaciamento y luego aparece en la parte baja hasta desembocar en la quebrada San Cayetano.

En el deslizamiento 3 el agua se infiltra y hace que el suelo se vuelva propenso a moverse por la existencia de arcillas ya que estas tienen un alta potencial de inlamiento.

4.1.7. Suelos

De acuerdo al análisis de laboratorio de suelo y rocas en el primer deslizamiento según el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) es una arcilla media plasticidad con arena CL, y por el sistema de clasificación de suelos (AASHTO) se obtuvo un suelo A-6 Arcilloso.

En el segundo deslizamiento según al sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) es una arcilla media plasticidad gravosa CL, y por el sistema de clasificación de suelos (AASHTO) que considera las mismas variables de la clasificación anterior se obtuvo un suelo A-6 Arcilloso. (Véase anexo, Análisis de Laboratorio).

En el tercer deslizamiento se determino, la cohesión de la roca es de 38.92kg/cm^2 , un espesor de 5.29 cm^2 , un peso de 312.40 g . El contenido de la humedad es de 2.73% , en el caso del volumen de la muestra se obtuvo un resultado de 140.82cm^3 .

4.1.7.1. Cobertura vegetal

El tipo de cobertura que existe en la zona de estudio influye de una manera directa en la estabilidad de taludes, pero la vegetación cambia en función del clima y de las características del suelo. (Ver anexo, Mapas, lamina N° 12/17).

La vegetación en el sector de estudio se encuentra básicamente representada por dos tipos de cobertura vegetal, que son característicos de acuerdo a la ubicación en la que se encuentran. Se encuentra claramente definida por los espacios ocupados con cultivos y pastos.

El otro tipo de vegetación baja ubicado en valles y llanuras se encuentran principalmente cultivos de hortalizas, cereales, frutales

y árboles ornamentales, etc. y el área urbana de la ciudad de Loja.

Todos los factores antes mencionados más el atributo de análisis de terreno y cobertura vegetal que es la unidad de paisaje permitirán zonificar el área.

4.1.8. Pendientes

Este factor está ligado con el tipo de relieve y se refiere al grado de inclinación que presentan las laderas de los relieves, expresado en porcentaje; así, los materiales que se encuentren en vertientes escarpadas (con pendientes mayores al 75 %), serán las más susceptibles a movimientos en masa, mientras que los que se hallen en laderas poco inclinadas (pendientes menores al 25 %), serán menos susceptibles. (Ver anexos, mapas, lamina N° 15/17).

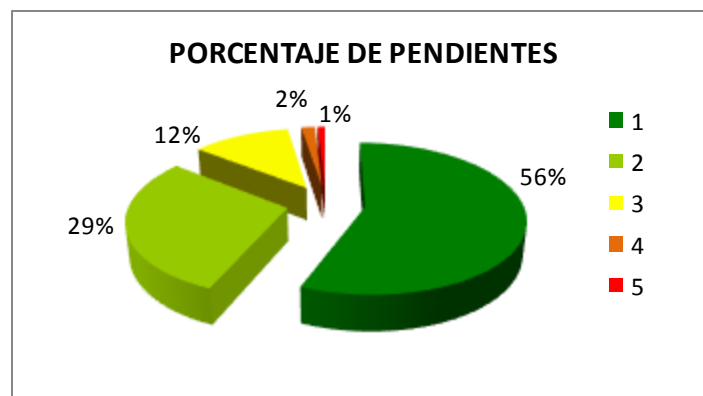


Gráfico 7. Porcentaje de pendientes

4.1.9. Mapa de susceptibilidad de riesgo

CATEGORIAS	Area (ha)
Zonas estables	26,75
Poco Susceptibles	34.64
Susceptibles	24.57
Muy Susceptibles	22.48

Tabla 9. Rangos de susceptibilidad

Áreas estables.

Son las zonas bajas, valles que debido a su topografía plana a ondulada, con pendientes menores al 15 %, no presentan las condiciones para que se desarrollen movimientos en masa. Sin embargo es importante mencionar que estas zonas en épocas de torrenciales pueden en algún momento ser receptores de los materiales provenientes de las partes altas, volviéndose funcionales; estos fenómenos pueden suceder en las partes bajas pendiente menor, generalmente donde están siendo sometidas a una gran presión por parte del hombre (construcción de vías de comunicación, ampliación de la frontera agrícola, sobre utilización del recurso suelo, entre otros).

Áreas poco susceptibles.

Laderas con algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.

Caracterizados por presentar relieves, poco a moderadamente disectados, pendientes generalmente inferiores al 25 %; aquí también se incluyen antiguos coluviones, afloramientos de rocas alteradas. La fisonomía del uso del suelo y cobertura vegetal está compuesta por una comunidad herbácea a arbustiva, principalmente.

Áreas susceptibles.

Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos pero no existe completa seguridad de que no ocurran.

Los relieves en estas áreas tienen pendientes dominantes del 25 al 55%; litológicamente constituidas por rocas sedimentarias fuertemente meteorizadas, así como coluviales antiguos. Los terrenos en estas unidades generalmente se encuentran con una vegetación arbustiva y boscosa.

Áreas muy susceptibles.

Está ligada a laderas, masas de suelos altamente meteorizadas y saturadas donde han ocurrido deslizamientos o existe alta probabilidad de que ocurran.

Estas áreas se caracterizan por presentar las condiciones bióticas y abióticas, que las hacen las más susceptibles para la generación de movimientos en masa; y un sustrato rocoso constituido por volcánicos erosionados principalmente; la fisonomía de la vegetación, está ligada a comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas (pastizales).

Cabe destacar que en el mapa realizado, los polígonos en color rojo no indican zonas de deslizamientos, sino zonas de alta susceptibilidad a movimientos en masa que coinciden con zonas de deslizamientos y la reptación los cuales se llevo a cabo el estudio. (Ver anexos, Mapas, lamina N°16/17).

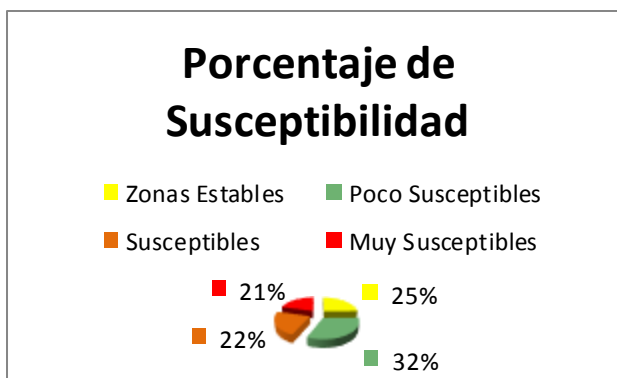


Gráfico 8. Porcentaje de susceptibilidad

4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELOS Y ENSAYO DE ROCAS

Los resultados obtenidos en laboratorio son los siguientes:

Muestra Nº 1

Se determinó en el análisis de suelo en la muestra número 1 un contenido de humedad de 27.70%; además se obtuvo valores del límite líquido un 31.4% y límite plástico es del 17.2% y el índice de plasticidad es de 14.3%.

El porcentaje del material que pasa por el tamiz número 4 es del 93% el porcentaje del material que es retenido es de 7%; material que pasa por el tamiz número 200 es un 78%, el porcentaje del material que es retenido es de 15%; a más de esto se procedió a realizar la clasificación de los suelos por los métodos de S.U.C.S. y AASHTO: el primero se determinó a partir del Abaco de casa grande considerando las variables del índice de plasticidad colocado en el eje Y el límite líquido en el eje de las X, obteniendo de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) una arcilla media plasticidad con arena CL, y por el sistema de clasificación de suelos (AASHTO) que considera las mismas variables de la clasificación anterior se obtuvo un suelo A-6 Arcilloso. (Véase anexo, Análisis de Laboratorio).

Muestra Nº 2

Se determinó en el análisis de suelo en la muestra número 2 un contenido de humedad de 23.32%; además se obtuvo valores del límite líquido un 34.4% y límite plástico es del 15.8% y el índice de plasticidad es de 19%.

El porcentaje del material que pasa por el tamiz número 4 es del 80% el porcentaje del material que es retenido es de 20%; material que pasa por el tamiz número 200 es un 66%, el porcentaje del material que es retenido es de 14%; a más de esto se procedió a realizar la clasificación de los suelos por los métodos de S.U.C.S. y AASHTO: el primero se determinó a partir del Abaco de casa grande considerando las variables del índice de plasticidad colocado en el eje Y el límite líquido en el eje de las X, obteniendo de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) una arcilla media plasticidad gravosa CL, y por el sistema de clasificación de suelos (AASHTO) que considera las mismas variables de la clasificación anterior se obtuvo un suelo A-6 Arcilloso. (Véase anexo, Análisis de Laboratorio).

Muestra N° 3

En el respectivo ensayo de la muestra N° 3, que es a la muestra de roca se obtuvo la compresión inconfiada: en este ensayo se determina la resistencia de la roca del deslizamiento en estudio, teniendo así los resultados de esta muestra de roca sometida a los diferentes esfuerzos por las deformaciones unitarias siendo el valor de la compresión inconfiada de 77.83 kg/cm² con un valor de deformación unitaria 14.57 con un ángulo de fricción

interna 00°00'00" una densidad seca de 2.159 g/cm³. La cohesión que se determinó en el análisis de la roca es de 38.92kg/cm², un espesor de 5.29 cm², un peso de 312.40 g.

Con respecto a los resultados de la muestra en el contenido de la humedad nos permite determinar qué porcentaje de agua contiene dicha roca y de qué forma puede esto afectar para que el deslizamiento se active además el tipo de material y pendientes teniendo así el siguiente resultado 2.73% de contenido de humedad. En el caso del volumen de la muestra se obtuvo un resultado de 140.82cm³. (Véase anexos, Análisis de Laboratorio).

4.3. INVENTARIO DE LOS PRINCIPALES MOVIMIENTOS DE MASA

Para el análisis de los principales movimientos en masa se realizó la observación directa en el barrio San Cayetano y a lo largo de la vía que conduce Loja - Zamora y con la ayuda de un GPS se determino las coordenadas de ubicación de los principales movimiento en masa.

Los que se determinaron 7 movimientos en masa; un flujo, una reptación y cinco deslizamientos. (Ver anexos, Mapas, lamina N°17/17).

En lo cual se llevo a cabo el estudio de tres movimientos más importantes como son dos deslizamientos de tipo rotacional y la reptación, es el caso del deslizamiento número se encuentra afectando a varias viviendas y a la vía

principal que conduce a Zamora Chinchipe, lo cual es una gran pérdida económica al momento de que esta vía se tape con los escombros, ya que estas poblaciones se quedarían sin comunicación. También al momento de que se desprenda el material este caiga sobre algún vehículo o persona que esté pasando.

Con respecto a la reptación este se encuentra afectando al paisaje y a viviendas aquí se encuentra la presencia de agua por esto es que se ha tomado en consideración para el estudio. En cuanto al movimiento número tres se lo estudio ya que este se encuentra afectando a las viviendas y en este lugar continúan con la construcción, además de esto afecta al paisaje.

Los movimientos en masa son los siguientes:

4.3.1. Nº 1 DESLIZAMIENTO



Foto 17. Movimiento de masa 1

4.3.1.1. Ubicación

Se localiza a la parte derecha de la vía hacia Zamora a la salida del Valle. Se ubica en las coordenadas UTM 700228 y 9559856 de estudio ocupa un área de 7481.2 m²; se trata de un movimiento de deslizamiento, con una longitud de 214 m un volumen de 186218.287 m³.

4.3.1.2. Condiciones geológicas

El talud se desarrolla en la formación San Cayetano, el cual está constituido por rocas sedimentarias en las que consiste en arcillas con oxidación, conglomerados que está compuesto de matriz arenosa y clastos de diámetro 5-8cm y microconglomerados, resaltando que existe un mayor porcentaje de arcillas, se pudo notar la presencia de

humedad. Caracterizado por la presencia de vegetación herbácea, y en la parte alta existen viviendas. El buzamiento es de (45°) NE. Con una altura promedio de la zona de 54 m. (Ver anexos, mapas, lamina N° 2 SC1).

4.3.1.3. Factor de inestabilidad

Calidad de macizo rocoso es mala. Existe la presencia de humedad, es un deslizamiento de tipo Traslacional.

4.3.1.4. Posibles efectos

Los efectos que este movimiento en masa presenta son en primer lugar a 15 viviendas, a la vía que conduce a Provincia de Zamora Chinchipe, a la cuneta y una alcantarilla. Por ende es que afecta a la economía de los pobladores del Barrio San Cayetano ya que se encuentra afectando a los cultivos como: plantas medicinales, plantas ornamentales que cultivan las amas de casa de este barrio.

4.3.1.5. Grado de amenaza

El grado de amenaza es alto debido a los desbordes que se producen con frecuencia y que afectan directamente a las construcciones habitacionales y a la vía. La actividad en que se encuentra es latente con estilo único y una distribución progresiva.

4.3.2. N° 2 REPTACIÓN

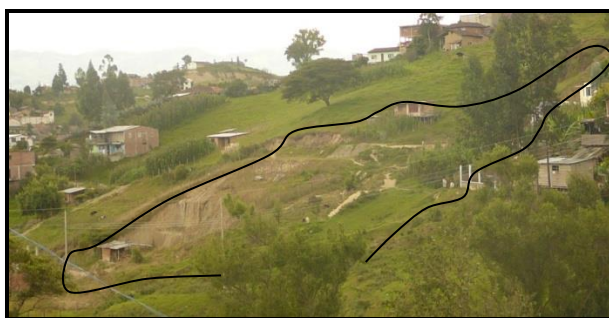


Foto 18. Reptación

4.3.2.1. Ubicación

Con la ayuda de un GPS se determinó las coordenadas de ubicación de los principales movimiento en masa. El cual se localizó el segundo movimiento en masa que es una reptación, se encuentra en la parte céntrica del barrio san Cayetano. Se ubica en las coordenadas UTM 700768 y 9560055 ocupa un área de 13114.2 m² un volumen de 307064.684 m³.

4.3.2.2. Condiciones geológicas

Este movimiento en masa, está constituido por rocas sedimentarias en las que consiste en arcillas, arenisca de color blanco y gris, lutitas y suelo residual, en este movimiento se puede observar directamente los espaciamientos en la superficie terrestre, además se pudo ver la presencia de humedad y en ciertos lugares acumulaciones de agua.

Se encuentra una vegetación herbácea y unas viviendas en la parte alta y una en la parte baja, además un camino de herradura, con una altura de 223 m. con un ancho promedio de la zona de 90 m, la dirección del buzamiento y ángulo de buzamiento es de (35°) NW. (Ver anexos, mapas, lamina N° 4 SC2).

4.3.2.3. Factor de inestabilidad

Calidad de macizo rocoso: media

Presencia de humedad y presencia de nivel freático no muy profundo.

El estado de actividad del deslizamiento es ACTIVO, la calidad del macizo rocoso es media.

Se puede ver la presencia de agua en los flancos del deslizamiento que han sido canalizados por tubería pero esta tubería se encuentra destruida.

4.3.2.4. Posibles efectos

Los efectos que este movimiento en masa que presenta son en primer lugar al paisaje, viviendas, la vía, cultivos y pastizal donde los habitantes utilizan para la crianza de ganado vacuno. Por ende es que afecta a la economía de los pobladores del Barrio San Cayetano.

4.3.2.5. Grado de amenaza

El movimiento es un evento sencillo y lento, la actividad en que se encuentra es latente con estilo único y una distribución progresiva. Debido a los desbordes que se producen con frecuencia y que afectan directamente a las viviendas y un camino de herradura.

4.3.3. Nº 3 DESLIZAMIENTO



Foto 19. Deslizamiento

4.3.3.1. Ubicación

Este tercer movimiento de masa se ubica en las coordenadas UTM 700277 y 9560100, ocupa un área de 473810 m²; se trata de un movimiento denominado deslizamiento un volumen de 64134.054 m³.

4.3.3.2. Condiciones geológicas

En este movimiento en masa, se encuentran rocas sedimentarias en las que consistentes en arcillas de color naranja y gris y suelo residual, además se puede ver la presencia de agua, se encuentra varias viviendas y un camino de segundo orden. Con una altura de 82 m. con un ancho promedio de la zona de 62 m. la dirección del buzamiento y ángulo de buzamiento es de (20°) NW. (Ver anexos, mapas, lamina Nº 7 SC3).

4.3.3.3. Factor de inestabilidad

Calidad de macizo rocoso: mala

Presencia de humedad al pie del deslizamiento.

El estado de actividad del deslizamiento es **ACTIVO**, el deslizamiento es de tipo rotacional.

4.3.3.4. Posibles efectos

Los efectos presentes en este movimiento en masa son la mayor parte a viviendas, al paisaje y una carretera de segundo orden.

4.3.4. N° 4 FLUJO



Foto 20. Flujo

4.3.4.1. Ubicación

Este cuarto movimiento de masa se ubica en las coordenadas UTM 701094 y 9560145 del área de estudio, ocupa un área de 2120 m²; se trata de un mecanismo de rotura denominado flujo.

4.3.4.2. Condiciones geológicas

En este movimiento en masa, se encuentran rocas sedimentarias en las que consiste arcillas y arenisca de color predominante el gris y en un porcentaje menor de color gris claro, no se puede notar mucha humedad. Con una longitud de 60 m. con un ancho promedio de la zona de 55 m. La dirección del buzamiento y ángulo de buzamiento es de (25°) NW.

4.3.4.3. Factor de inestabilidad

Calidad de macizo rocoso: Media. Presencia de un depósito coluvial y de pie de talud sobre una ladera de pendiente no muy pronunciada. Presencia de humedad poca.

4.3.4.4. Posibles efectos

Los efectos que se encuentran afectados por este movimiento en masa son el paisaje y unas tres viviendas que se encuentran ubicadas en la parte alta del flujo.

4.3.5. N° 5 DESLIZAMIENTO



Foto 21. Deslizamiento

4.3.5.1. Ubicación

Este quinto movimiento de masa se ubica en las coordenadas UTM 700000 y 9559556 del área de estudio, ocupa un área de 1245 m²; se trata de un movimiento denominado deslizamiento.

4.3.5.2. Condiciones geológicas

En este movimiento en masa, se encuentran rocas sedimentarias en las que consiste arcillas y arenisca de color predominante el gris y en

un porcentaje menor de color gris claro, no se puede notar mucha humedad. Con una longitud de 20 m. con un ancho promedio de la zona de 35 m, La dirección del buzamiento y ángulo de buzamiento es de (20°) EW.

4.3.5.3. Posibles efectos

Se encuentra afectando a la vía que conduce a la parte céntrica de la ciudad, a viviendas y a un cerramiento.

4.3.6. N° 6 DESLIZAMIENTO

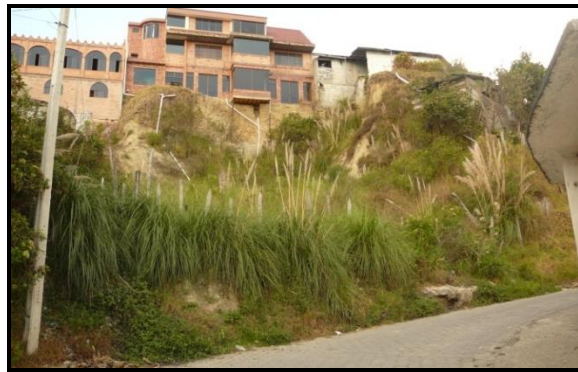


Foto 22. Deslizamiento

4.3.6.1. Ubicación

Este movimiento de masa se ubica en las coordenadas UTM 700145 y 9560022 del área de estudio, ocupa un área de 3421m²; se trata de un movimiento denominado deslizamiento.

4.3.6.2. Condiciones geológicas

Está conformado por arcillas y lutitas de colores grises y amarillentos se encuentra una vegetación herbácea y lugares denudados, se puede notar la destrucción de las tuberías de las viviendas. Con una longitud de 85 m. con un ancho promedio de la zona de 40 m. La dirección del buzamiento y ángulo de buzamiento es de (15°) EW.

4.3.6.3. Posibles efectos

Se encuentra afectando a viviendas, cunetas, alcantarillado y a la vía, es un deslizamiento rotacional y su estado de actividad es latente.

4.3.7. N° 7 DESLIZAMIENTO



Foto 23. Deslizamiento

4.3.7.1. Ubicación

Este movimiento de masa se ubica en las coordenadas UTM 700785 y 9559557 del área de estudio, ocupa un área de 3988 m²; se trata de un movimiento denominado deslizamiento rotacional.

4.3.7.2. Condiciones geológicas

Se constituye de arcillas con alto contenido de humedad que en tiempo de invierno se observa las grietas que provoca la erosión hídrica, las características litológicas hacen propensas a condiciones de inestabilidad en este tipo de movimiento, con una longitud de 95 m. con un ancho promedio de la zona de 60 m. La dirección del buzamiento y ángulo de buzamiento es de (45°) SW.

4.3.7.3. Posibles efectos

Se encuentra ubicado en una zona donde se va a construir se está actualmente vendiendo lotes en este sector si nos referimos a los efectos se afecta directamente a zonas en donde van a residir grupos de personas y lo que se busca es evitar pérdidas no tan solo económicas sino más bien de vidas humanas.

6. 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL A LOS MOVIMIENTOS DE MASA

5.1. Medidas de prevención

Son medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar o impedir que se presente un fenómeno peligroso o para reducir sus efectos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente.

5.1.1. Estrategias de prevención

Los riesgos debidos a deslizamientos de tierra se pueden reducir utilizando cuatro estrategias:

- a. Restricciones al desarrollo en áreas susceptibles a deslizamientos
- b. Códigos para excavaciones, explanaciones, paisajismo y construcción.
- c. Medidas físicas tales como drenaje, modificación de la geometría y estructuras para prevenir o controlar los deslizamientos o los fenómenos que los pueden producir.

d. Desarrollo de sistemas de aviso o alarma.

Los métodos de mitigación o prevención de amenaza pueden reducir en forma importante la ocurrencia de deslizamientos.

La prevención permite el manejo de áreas relativamente grandes, teniendo en cuenta que los procesos naturales pueden ocurrir en diversos sectores dentro de un área de susceptibilidad similar, en forma repetitiva o múltiple. La mejor estrategia para la reducción de amenaza de deslizamiento, generalmente, envuelve una mezcla de varias técnicas o sistemas en donde se requiere la cooperación de geólogos, ingenieros, planeadores, propietarios de la tierra, constructores, organizaciones financieras y de seguros y entidades del Estado.

5.2. Medidas de control

Una masa de suelos y roca deslizándose o en proceso de deslizamiento posee un comportamiento mecánico que obedece a leyes físicas, como tal se deben monitorear los asentamientos de la masa y su movimiento horizontal con el fin de determinar la dirección y magnitud del movimiento.

5.3. Diseño de estructuras de protección y control

Esta se refiere principalmente a la infraestructura que servirá de soporte y de esta forma generar barreras artificiales para evitar o disminuir el daño directo al ser humano. Algunas de estas son diques o muros, construcción de canales de bifurcación para el transporte del agua excesiva, construcción de embalses.

Para el diseño de un programa adecuado de protección se requiere:

- a. Una base técnica completa de las amenazas y riesgos, en el lugar de estudio.
- b. Un grupo técnico capaz de interpretar y manejar la información existente con programas actualizados de acuerdo a los adelantos tecnológicos.
- c. Entidades del Estado Municipio, Consejo Provincial, COE (Comité de Operaciones Especiales) etc. conocedoras y conscientes de los problemas que se producen con los deslizamientos.
- d. Una comunidad participativa que comprenda el valor y los beneficios de estos programas.

5.3.1. Obras de Control

Además las estructuras de protección están propuestas para la reparación y prevención de deslizamientos y reptación desarrollados a consecuencia de la inestabilidad del suelo. Estas estructuras están formadas por las estructuras de contención que se describen a continuación:

Zanjas de corona

Las zanjas en la corona o parte alta de un talud son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud. La zanja de coronación no debe construirse muy cerca al borde superior del talud, para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento en cortes recientes o de una nueva superficie de falla en deslizamientos ya producidos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe.

Se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas, así como debe proveerse una suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua captada.

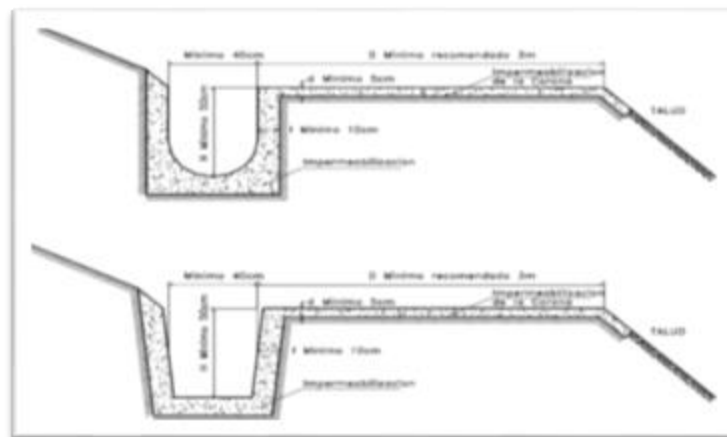


Grafico 9. Detalle de zanjas de coronación

Las dimensiones y ubicación de la zanja pueden variar de acuerdo a la topografía de la zona. Generalmente, se recomienda una zanja rectangular de

mínimo 40 centímetros, de ancho y 50 centímetros de profundidad. Esta obra es para el primer movimiento en masa.



Grafico 10. Zanja de coronación.

Se procura que queden localizadas a lo largo de una curva de nivel para un correcto drenaje y que estén suficientemente atrás de las grietas de tensión en la corona. La separación mínima recomendada es de tres metros del borde de la corona.

Zanjas de coronación (SC1)					
Cronograma y presupuesto referencial					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	P.UNIT.	P.TOTAL
	DRENAJE				
1	Excavación y relleno para estructura	m3	249.89	5.37	1341.91
	Desalojo de material	m3	100.00	5.25	525.00

3	Tubería	ml	18.57	17.50	324.98
	INFRAESTRUCTURA				
4	Replanteo de hormigón simple $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$	m3	8.18	134.27	1098.33
TOTAL OFERTADO (NO INCLUYE 12% IVA) =					3280.22
SON: TRES MIL DOCIENTOS OCHENTA CON , 22/100 DÓLARES					

Tabla 11. Cronograma y presupuesto de zanjas

Canales colectores en espina de pescado

Para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud se acostumbra construir canales colectores en espina de pescado, las cuales conducen las aguas colectadas, por la vía más directa hacia afuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a canales en gradería. Esta obra es recomendable para el segundo movimiento en masa.

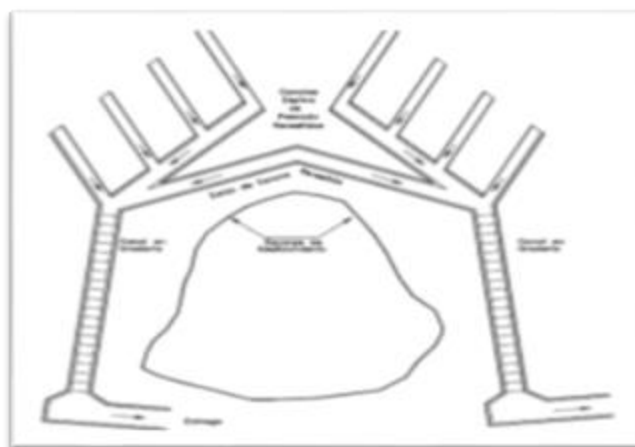


Grafico 11. Esquema en planta de canales colectores

Canales colectores en espina de pescado (SC2)					
Cronograma y presupuesto referencial					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	P.UNIT.	P.TOTAL
	DRENAJE				
1	excavación y relleno para estructura	m3	232.10	5.37	1246.38
	desalojo de material	m3	120.22	5.25	631.16
3	tubería	ml	35.56	17.50	622.30
	INFRAESTRUCTURA				
4	Replanteo de hormigón simple f'c=180 kg/cm ²	m3	12.45	134.27	1671.66
5	Hormigón est. de cemento portland, f'c=210kg/cm ²	m3	222.34	165.35	36763.92
TOTAL OFERTADO (NO INCLUYE 12% IVA) =					49935.42
SON: CUARENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO CON , 42/100 DÓLARES					

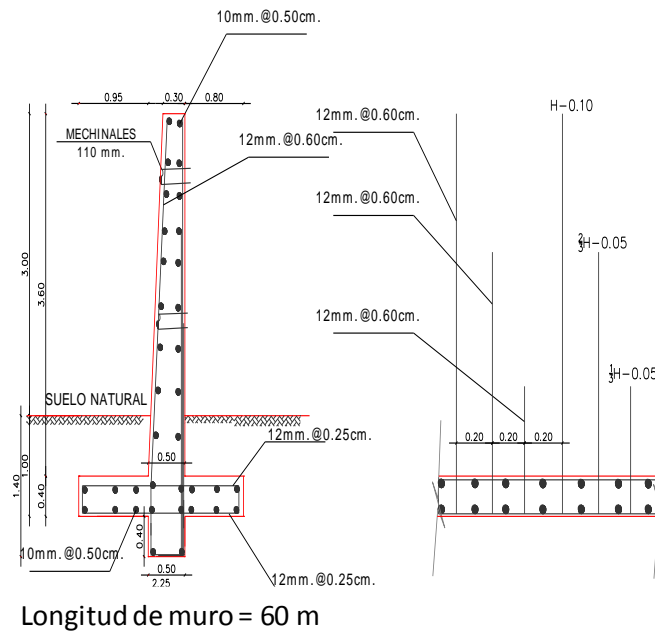
Tabla 12. Cronograma y presupuesto de canales colectores

Muro de contención

Es aquel muro diseñado y construido para mantener en forma permanente una diferencia en los niveles del suelo a uno y otro lado del mismo, con un margen de seguridad en cuanto a estabilidad, resistencia y durabilidad en los aspectos económicos y estéticos.

Debe ser capaz de resistir las fuerzas que ejerce la masa y tener todas las especificaciones técnicas, previas a un estudio técnico del

movimiento, considerando mecinales, materiales para la construcción, drenes en el muro que permita el paso seguro de aguas, y la base del muro debe estar por debajo de la línea de deslizamiento para garantizar su efectividad.



Realizar drenes con tubería perforada en los lados del deslizamiento para que almacene el agua que se infiltra y disminuya el peso al muro, utilizando tubos PVC corrugados.

MURO DE CONTENCIÓN (SC3)					
Cronograma y presupuesto referencial					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	P.UNIT.	P.TOTAL

	DRENAJE				
1	excavación y relleno para estructura	m3	150.00	5.37	805.50
	desalojo de material	m3	105.56	5.25	554.19
3	tubería	ml	15.12	17.50	264.60
	INFRAESTRUCTURA				
4	Replanteo de hormigón simple f _c =180 kg/cm ²	m3	5.30	134.27	711.63
5	Hormigón est. de cemento portland, f _c =210kg/cm ²	m3	90.45	165.35	14955.91
6	acero de refuerzo f _y =4200 kg/cm ²	kg	124.56	1.94	241.65
TOTAL OFERTADO (NO INCLUYE 12% IVA) =					17533.48
SON: diecisiete mil quinientos treinta y tres con, 48/100 DÓLARES					

Tabla 13. Cronograma y presupuesto de muro de contención.

7. 6. DISCUSIÓN

Nuestro trabajo se baso fundamentalmente en la aplicación de una serie de elementos y conocimientos para llegar a obtener una base de datos con la aplicación de técnicas practicas y herramientas de tecnologías actualizadas que nos permiten agilizar y minimizar tiempos a la hora de definir movimientos en masa, es así que en la hoya se encuentran formaciones geológicas que con el tiempo han sido alteradas por diferentes agentes naturales y antrópicos, originando con esto una serie de movimientos de masa, los cuales a través de proyectos de esta naturaleza coadyuvan a un mejor entendimiento y fortalecer la información sobre estos fenómenos.

En la ciudad de Loja, se encuentra la formación san Cayetano de la cual se han realizado algunos trabajos como por ejemplo el realizado por la UTPL, la misma que de forma generalizada ha llegado a determinar que existen más de 50 movimientos de masa caracterizados de diferentes tipos como deslizamientos, hundimientos y flujos, los mismos, en el área de estudio lo hemos encontrado y hemos realizado un estudio más detallado para su determinación, se debe destacar que el presente trabajo se desarrollo sobre una área de la formación San Cayetano encontrando 7 movimientos de masa de las características siguientes: 5 deslizamientos rotacional, 1 reptación y 1 flujo, que para su determinación se ha considerado en primer lugar el levantamiento tipográfico del área , y sobre este, el levantamiento geológico, caso que en trabajos realizados con anterioridad no se ha intensificado la geología, la hidrología, las pendientes, la geomorfología entre otros, siendo parte de este trabajo, permitiéndonos elevar en grado de conocimiento de la zona, así mismo con nuestro trabajo se determino la calidad de los suelos y rocas a través de análisis y ensayos, que han sido parte fundamental para caracterizar en primer lugar los materiales desplazados y los que aun se desplazan siendo estos siete movimientos de masa presentes en el Barrio

San Cayetano de los cuales se estudio tres de los más importantes, mientras que en los trabajos realizados se determino que eran de las siguientes características, dos deslizamientos de tipo rotacional y una reptación importante abrir una discusión con el tema de muestreo, ya que en un inicio se tenía la información de los suelos, mientras que en nuestro trabajo se prioriza la información como línea base para el establecimiento de las condiciones reales de los 7 deslizamientos encontrados en el área de estudio. Es así que los materiales encontrados luego de contrastar la información del laboratorio donde se practico los análisis y ensayos podemos decir que los suelos encontrados y el material desplazado es arcilloso y de baja plasticidad.

De la misma manera en el área de estudio se ha determinado que existen tanto condicionantes y desencadenantes para la formación de los deslizamientos y demás fenómenos, siendo de estos la presencia de las aguas subterráneas y las superficiales de escurrimiento, las cuales se percolan por la estructuras y grietas del terreno facilitando de esta manera la identificación de aquellos fenómenos, abriendo la posibilidad de buscar alternativas para su prevención, control y mitigación, y proyectar medidas ingenieriles para reducir los impactos que puedan ocurrir en caso de colapso.

Importante la relación con la escasa información de los trabajos realizados con anterioridad, no solamente en el área de estudio sino en la hoya de Loja, para contrastar con el desarrollo urbanístico de la ciudad, sino también con el planteamiento de un ordenamiento territorial observando todas la variables posibles e incluso la vulnerabilidad de los terrenos a producir fenómeno de remoción de masa (FMR), información veraz que contribuirá al desarrollo sostenible de la ciudad de Loja.

Un punto importante del presente trabajo y que hasta la actualidad no se lo ha realizado es la recopilación de información de campo y el procesamiento de la misma, para la generación de información grafica a través de los sistemas de información geográfica (SIG), y que son las actuales herramientas para generar a través de diferentes variables un mapa en el cual se contrasta algunos elementos como son, las pendientes, geomorfología, clima (precipitaciones), hidrología entre otros para la obtención de un mapa con las características de dar una información concisa y más detallada del área de estudio.

8. 7. CONCLUSIONES

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte oriental del área urbana de la ciudad de Loja y tiene un área de 18 hectáreas. La identificación de los movimientos en masa se realizó mediante fichas de observación directa que definió zonas favorables al desarrollo como deslizamientos flujo y reptación.

Se determinó siete movimientos de masa en el Sector de San Cayetano de los cuales se estudio tres de los más importantes con sus respectivos análisis de laboratorio. Determinando 7 movimientos en masa 5 deslizamientos de tipo: rotacional, 1 reptación y flujo a escala 1:4000, esto sirve como base para un estudio más a detalle para la elaboración a un futuro análisis de susceptibilidad.

Los principales factores o agentes desencadenante para que se produzcan los deslizamientos son las precipitaciones anuales en época de invierno preferentemente en los meses de Enero a Mayo cabe destacar que el periodo invernal últimamente se ha vuelto variable.

Los factores que intervienen en la inestabilidad de los taludes en el Barrio San Cayetano de la Ciudad de Loja son; el factor sísmico, precipitaciones, litología, tipo o calidad del suelo, la resistencia de los materiales, antrópicos y un deficiente sistema de drenaje que provocan la inestabilidad del terreno. Los mismos que han contribuido al fracturamiento y movimiento de las rocas en el sector.

En cuanto a los resultados de análisis de laboratorio, estos concuerdan con la información obtenida y observada en el campo el cual está constituido por suelo

arcilloso.

Se concluye que como medidas de prevención y control para los principales movimientos en masa es necesario programas de prevención así como la construcción de obras de drenaje superficial, muro de contención. Para su respectivo control.

El segundo movimiento de masa se concluye que es necesaria la construcción de canales en forma de espina de pescado.

En el mapa los porcentajes de Susceptibilidad previa la delimitación del sector de estudio dan como resultado las siguientes zonas, el 25 % representa a las zonas estables el 32 % representa a las zonas Poco Susceptibles el 22 % representa a las zonas Susceptibles el 21 % representa a las zonas muy Susceptibles en donde en las dos últimas se debe aplicar una planificación para el manejo de riesgos.

9. 8. RECOMENDACIONES

Realizar un análisis morfológico detallado con el fin de entender los procesos geodinámicas puntuales que ocurren en las zonas a movimientos en masa.

Desarrollar un levantamiento geológico a detalle especificando formaciones, series, rocas y depósitos. Se puede complementar con levantamientos geoestructurales a fin de determinar las condiciones de inestabilidad por problemas litológicos de esta forma se le puede dar soluciones oportunas a diferentes movimientos en masa existentes.

Se requiere de una constante campaña de prevención a nivel de las comunidades y así crear conciencia entre los habitantes para de esta forma empujar a la búsqueda de acciones o alternativas propias que aminoren o eliminen los efectos de un evento que pudiera provocar un desastre.

Desarrollar un contingente de propuestas relacionadas a métodos de estabilización de taludes: Modificación geométrica, Corrección por drenaje, Muros, Corrección superficial: Mallas, Siembra.

La información existente es muy generalizada, por lo que se requiere de datos e informaciones más precisas que posibiliten la aplicación de metodologías para la zonificación de amenazas y riesgos a niveles locales.

Se recomienda la construcción de obras drenajes laterales en la corona de cada deslizamiento, terracedo y zanjas de coronación para minimizar el daño producido por las precipitaciones, pendientes, litología.

Se debe realizar un monitoreo cada cierto periodo a cada movimiento en masa a fin de determinar los cambios que se producen en los mismos y actuar de la manera más oportuna.

10.9. BIBLIOGRAFIA

LIBROS

AYALA, F. J. (1998). Introducción a los riesgos geológicos. En IGME (1988) Riesgos geológicos. Serie Geología Ambiental. Madrid.

COROMINAS, J. Y GARCÍA, A.. 1997: Terminología de los movimientos de laderas (conferencia). IV Simp. Nac. Sobre taludes y laderas inestables, Granada. Vol (2): 320-329.

CRUDEN, D.M. Y VARNES, D.J. (1996) "Landslide types and processes. En: Turner, A.A.K. and Schuster, R.L.

FERRER, M. (1987) "Deslizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas". Serie Geología Ambiental.

GONZALES Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C., (2004), Ingeniería geológica. Pearson Educación, S.A, Madrid-España.

HONRIGHT, Numan Guía metodológica, Ingeominas, Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa,

KENNERLEY, J. B.; ALMEIDA, L. y ALVARADO, G. "Hoja Geológica de Loja" escala 1:100.000, publicada en 1969

LÓPEZ GARCÍA Johnny, Deslizamiento del Tapezco, Análisis de Estabilidad y Soluciones, Escuela de Ingeniería Civil, UCR, Costa Rica , 1996

MENDOZA, M. J., DOMÍNGUEZ, L. y MELARA, E., “Deslizamiento y flujo de tierras en una ladera debidos a un sismo: el caso de “Las Colinas”, Santa Tecla, El Salvador C. A., del 13 de enero del 2001”, *Memorias de la XXI Reunión Nacional. de Mecánica de Suelos*, Querétaro , Vol. 1.

MENDOZA, M. J., DOMÍNGUEZ, L., NORIEGA, I. Y GUEVARA, E., Monitoreo de laderas con fines de evaluación y alertamiento, Informe Técnico del CENAPRED, 78 pp. México, 2002.

MURAI, S. (1999). SIG, Manual Base: Conceptos fundamentales. Selper, 15 (1), 1-72.

ZUAREZ DÍAZ Jaime, 2002.Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas tropicales. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander. Colombia.

TESIS

JAPÓN, SOTO; Inventario de los principales movimientos de masa en el Barrio San Cayetano de la ciudad de Loja y su área de influencia directa.

MORA, MACAS; Caracterización Geológica-Estructural de la Formación San Cayetano de la Hoya de Loja

SITOS WEB

[www.Altavista. Com](http://www.Altavista.Com) / Movimientos en Masa

[www.Google.com/](http://www.Google.com) Medidas de Prevención, Control

[www.Terra.com/](http://www.Terra.com) Deslizamientos

[www.Yahoo.com/](http://www.Yahoo.com) Inventarios de Movimientos en masa

10. ANEXOS

FORMATO DE INVENTARIO

ANALISIS DE LABORATORIO



PROYECONSUL

TELF: (072) 640-630

CONTENIDO DE HUMEDAD				
SAN CAYETANO				
PROYECTO:	TESIS DESLIZAMIENTO 1	SOLICITADO:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	
PROCEDENCIA:	SAN CAYETANO			
USO:	ANÁLISIS DE MATERIAL			
FECHA:	10/07/2009	OPERADOR:	PROYECONSUL	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
72.83	57.99	4.42	27.70	27.70

ING. FRANCISCO CARRIÓN
RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ
LABORATORIO



PROYECONSUL

Tel: 072-540630

Proyectos y Consultoría

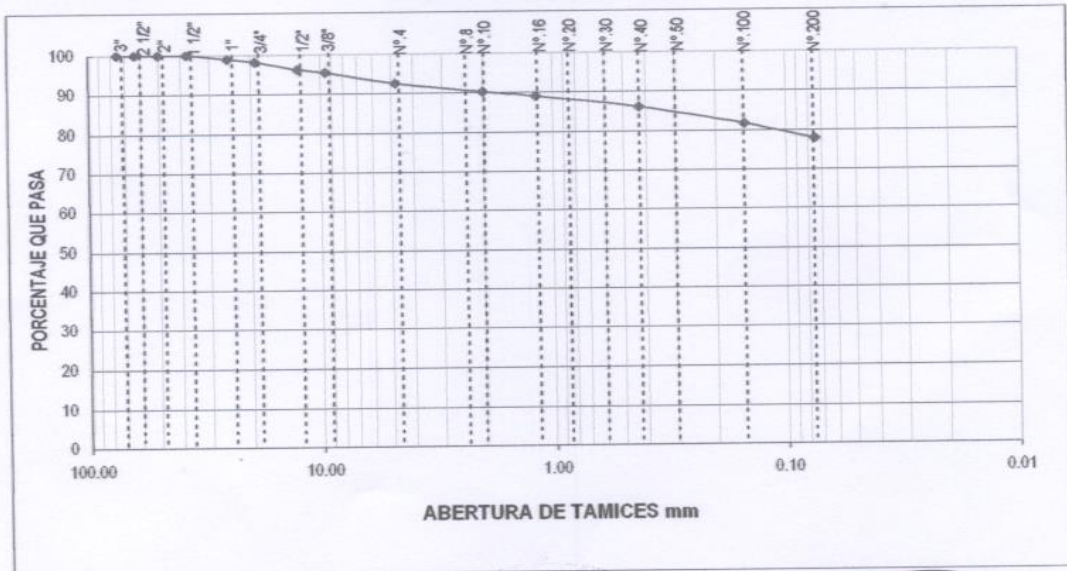
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: TESIS DESLIZAMIENTO 1
USO: ANÁLISIS DE MATERIAL
SOLICITADO POR: DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO
ENSAYADO POR: PROYECONSUL
FECHA DE ENSAYO: 10/07/2009
PROCEDENCIA: SAN CAYETANO

MICR.	TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (Gr.)	% RETENIDO	% QUE PASA	FAJA DE DISEÑO
75	3"	0	0	100	
63	2 1/2"	0	0	100	
50	2"	0	0	100	
37.5	1 1/2"	0	0	100	
25	1"	24	1	99	
19	3/4"	44	2	98	
12.5	1/2"	93	4	96	
9.5	3/8"	110	5	95	
4.750	Nº.4	179	7	93	
	Pasa Nº.4	2213	93	7	
2.360	Nº.8				
2.000	Nº.10	14	2	90	
1.180	Nº.16	21	4	89	
0.850	Nº.20				
0.600	Nº.30				
0.425	Nº.40	38	6	86	
0.300	Nº.50				
0.150	Nº.100	64	11	82	
0.075	Nº.200	87	15	77.7	
	Pasa Nº.200	457	77.7		
	TOTAL	2392			

Peso Total de Lavado:	544.00	Peso antes de Lavado:	
Peso Total después de Lavado:	87.00	Peso después del Lavado:	
Módulo de Finura:			

CURVA GRANULOMÉTRICA



ING. FRANCISCO CARRIÓN
RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ
LABORATORIO

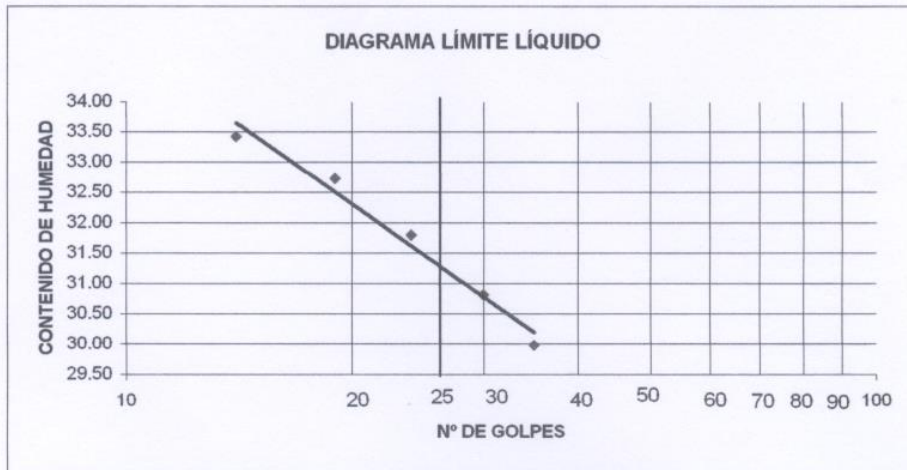


PROYECTOS Y CONSULTORÍA

Telf: 072-540630

Proyecto :	TESIS DESLIZAMIENTO 1	Norma:	A.A.S.H.O. T 90-56
Procedencia:	SAN CAYETANO	Fecha Ensayo:	10/07/2009
Solicitado por:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	USO:	ANÁLISIS DE MATERIAL

NUMERO DE CÁPSULA	15	16	17	18	19
Peso de la Cápsula (gr.)	4.17	4.32	4.20	4.34	4.39
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	14.63	16.57	16.51	15.97	16.79
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	12.01	13.55	13.54	13.23	13.93
Peso del suelo Seco (gr.)	7.84	9.23	9.34	8.89	9.54
Peso del Agua (gr.)	2.62	3.02	2.97	2.74	2.86
Contenido de Humedad (%)	33.42	32.72	31.80	30.82	29.98
NUMERO DE GOLPES	14	19	24	30	35

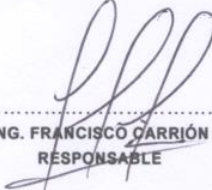


LÍMITE PLÁSTICO

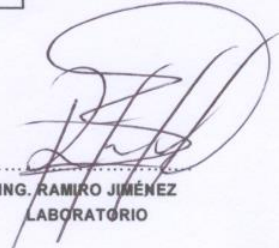
NUMERO DE CÁPSULA	20	21	22
Peso de la Cápsula (gr.)	4.41	4.27	4.26
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	4.91	4.81	4.79
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	4.84	4.73	4.71
Peso del suelo Seco (gr.)	0.43	0.46	0.45
Peso del Agua (gr.)	0.07	0.08	0.08
Contenido de Humedad (%)	16.28	17.39	17.78
Contenido Medio de Humedad (%)		L.P. = 17.15 %	

RESULTADOS

VALORES ENSAYO	VALORES ENTEROS SEGÚN NORMA
L.L. = 31.4%	L.L. = 31%
L.P. = 17.2 %	L.P. = 17 %
I.P. = 14.3%	I.P. = 14%


 ING. FRANCISCO CARRIÓN
 RESPONSABLE

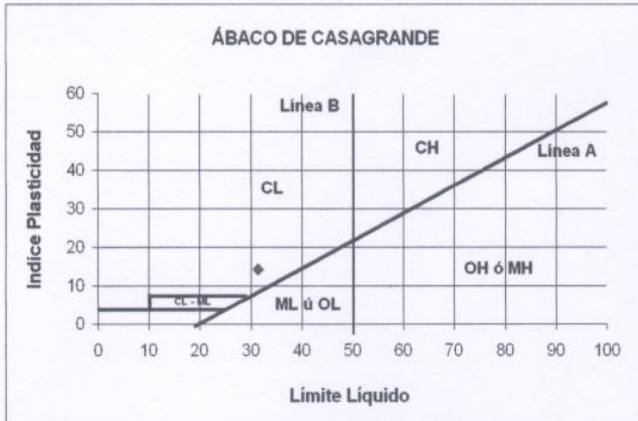



 ING. RAMIRO JIMÉNEZ
 LABORATORIO

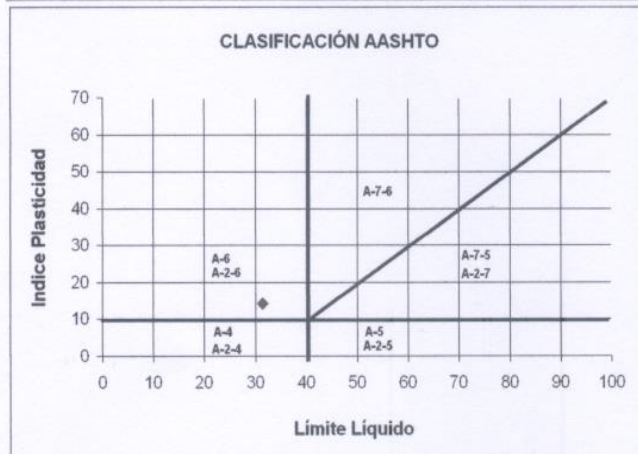


CLASIFICACIÓN MÉTODO S.U.C.S. Y AASHTO

Muestra :	TESIS DESLIZAMIENTO 1	Realizado:	PROYECONSUL
Procedencia:	SAN CAYETANO	Fecha Ensayo:	10/07/2009
Solicitado por:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	USO:	ANÁLISIS DE MATERIAL



LÍMITE LÍQUIDO L.L.	31 %
LÍMITE PLÁSTICO L.P.	17 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD I.P.	14 %



CLASIFICACIÓN	
Pasa tamiz N° 4 :	93 %
Pasa tamiz N° 200 :	78 %
D60 :	
D30 :	
D ₁₀ (diámetro efectivo) :	
Coefficiente de Uniformidad (Cu) :	
Grado de Curvatura (Cc) :	
Valor del índice de grupo (IG)	10

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

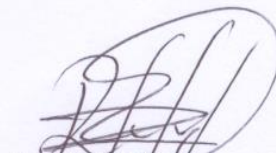
Arcilla media plasticidad con arena CL

Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO)

A-6 Suelo arcilloso


 ING. FRANCISCO CARRIÓN
 RESPONSABLE




 ING. RAMIRO JIMÉNEZ
 LABORATORIO



PROYECONSUL

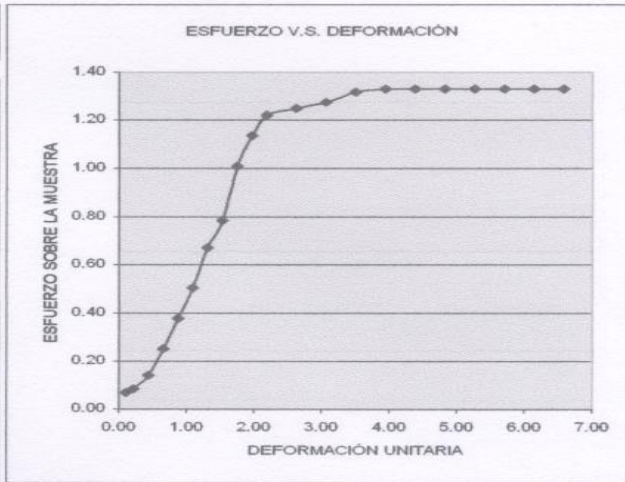
(072) 540-630

ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA

Integrantes :	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	Norma:	AASHTO T 208
MUESTRA:	Nº 1 SAN CAYETANO	Fecha:	10/07/2009
Solicitado:	ANÁLISIS DE MATERIAL	Realizó:	PROYECONSUL

Diámetro:	6.42 cm	Altura:	11.57 cm	Area:	32.371 cm ²
Cont. Humedad:	27.7 %	qu:	1.33 Kg/cm ²	Cohesión:	0.67 Kg/cm ²

DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA
0.11	0.07
0.22	0.08
0.44	0.14
0.66	0.25
0.88	0.38
1.10	0.50
1.32	0.67
1.54	0.78
1.76	1.01
1.98	1.14
2.20	1.22
2.63	1.25
3.07	1.28
3.51	1.32
3.95	1.33
4.39	1.33
4.83	1.33
5.27	1.33
5.71	1.33
6.15	1.33
6.59	1.33



ANGULO FRICCIÓN INTERNA θ
$\theta = 00^{\circ}00'00''$



ING. FRANCISCO CARRIÓN
RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ
LABORATORIO



PROYECONSUL

Proyectos y Consultoría

Telf: 072-540630

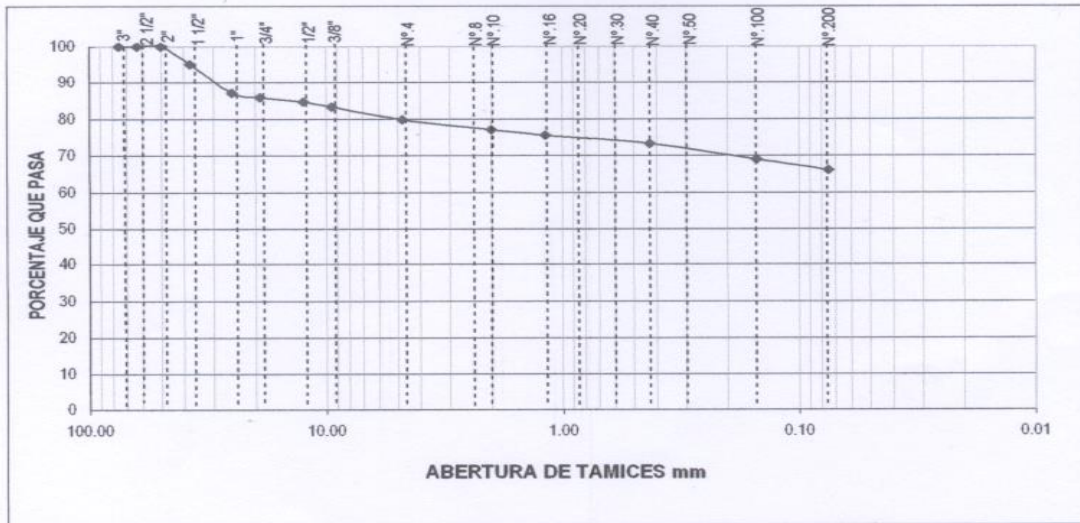
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO: TESIS DESLIZAMIENTO 2
USO: ANÁLISIS DE MATERIAL
SOLICITADO POR: DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO
ENSAYADO POR: PROYECONSUL
FECHA DE ENSAYO: 10/07/2009
PROCEDECENCIA: SAN CAYETANO

MICR.	TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (Gr.)	% RETENIDO	% QUE PASA	FAJA DE DISEÑO
75	3"	0	0	100	
63	2 1/2"	0	0	100	
50	2"	0	0	100	
37.5	1 1/2"	202	5	95	
25	1"	520	13	87	
19	3/4"	571	14	86	
12.5	1/2"	620	15	85	
9.5	3/8"	675	17	83	
4.750	Nº.4	821	20	80	
	Pasa Nº.4	3247	80	20	
2.360	Nº.8				
2.000	Nº.10	18	3	77	
1.180	Nº.16	27	4	76	
0.850	Nº.20				
0.600	Nº.30				
0.425	Nº.40	42	7	73	
0.300	Nº.50				
0.150	Nº.100	69	11	69	
0.075	Nº.200	88	14	66.0	
	Pasa Nº.200	420	66.0		
	TOTAL	4068			

Peso Total de Lavado:	508.00	Peso antes de Lavado:	
Peso Total después de Lavado:	88.00	Peso después del Lavado:	
Módulo de Finura:			

CURVA GRANULOMÉTRICA



ING. FRANCISCO CARRIÓN
 RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ
 LABORATORIO



PROYECONSUL

TELF: (072) 540-630

CONTENIDO DE HUMEDAD				
SAN CAYETANO				
PROYECTO:	TESIS DESLIZAMIENTO 2	SOLICITADO:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	
PROCEDENCIA:	SAN CAYETANO	USO:	ANÁLISIS DE MATERIAL	
FECHA:	10/07/2009	OPERADOR:	PROYECONSUL	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
53.83	44.51	4.54	23.32	23.32


.....
ING. FRANCISCO CARRIÓN
RESPONSABLE




.....
ING. RAMIRO JIMÉNEZ
LABORATORIO

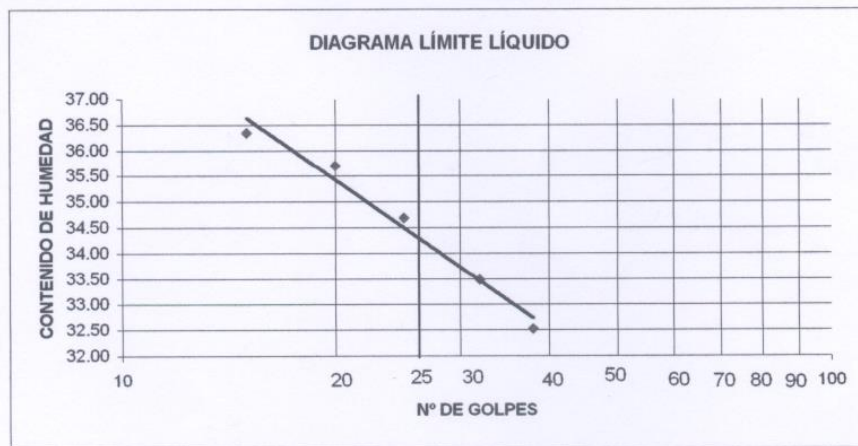


PROYECTOS Y CONSULTORÍA

Telf: 072-540630

Proyecto :	TESIS DESLIZAMIENTO 2	Norma:	A.A.S.H.O. T 90-56
Procedencia:	SAN CAYETANO	Fecha Ensayo:	10/07/2009
Solicitado por:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	USO:	ANÁLISIS DE MATERIAL

NUMERO DE CÁPSULA	0	1	2	3	4
Peso de la Cápsula (gr.)	4.22	4.57	4.52	4.53	4.45
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	14.65	17.38	17.76	13.10	12.60
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	11.87	14.01	14.35	10.95	10.60
Peso del suelo Seco (gr.)	7.65	9.44	9.83	6.42	6.15
Peso del Agua (gr.)	2.78	3.37	3.41	2.15	2.00
Contenido de Humedad (%)	36.34	35.70	34.69	33.49	32.52
NUMERO DE GOLPES	15	20	25	32	38



LÍMITE PLÁSTICO

NUMERO DE CÁPSULA	5	6	7
Peso de la Cápsula (gr.)	4.33	4.45	4.43
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)	5.22	5.28	5.12
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)	5.10	5.16	5.03
Peso del suelo Seco (gr.)	0.77	0.71	0.60
Peso del Agua (gr.)	0.12	0.12	0.09
Contenido de Humedad (%)	15.58	16.90	15.00
Contenido Medio de Humedad (%)	L.P. = 15.83 %		

RESULTADOS

VALORES ENSAYO	VALORES ENTEROS SEGÚN NORMA
L.L. = 34.4%	L.L. = 34%
L.P. = 15.8 %	L.P. = 16 %
I.P. = 18.6%	I.P. = 19%

ING. FRANCISCO CARRIÓN
 RESPONSABLE



ING. FAMIRO JIMÉNEZ
 LABORATORIO

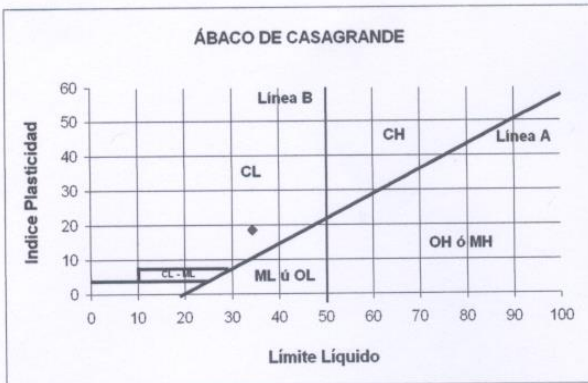


PROYECTOS Y CONSULTORÍA

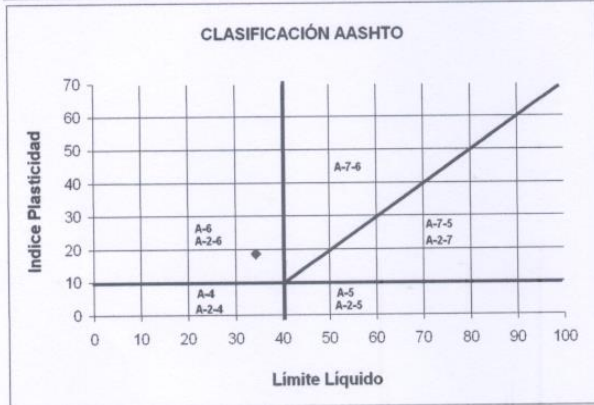
Tel: 072-540630

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

Muestra :	TESIS DESLIZAMIENTO 2	Realizado:	PROYECONSUL
Procedencia:	SAN CAYETANO	Fecha Ensayo:	10/07/2009
Solicitado por:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	USO:	ANÁLISIS DE MATERIAL



LÍMITE LÍQUIDO L.L.	34 %
LÍMITE PLÁSTICO L.P.	16 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD I.P.	19 %



CLASIFICACIÓN	
Pasa tamiz N°.4 :	80 %
Pasa tamiz N°.200 :	66 %
D60 :	
D30 :	
D10 (diámetro efectivo) :	
Coefficiente de Uniformidad (Cu) :	
Grado de Curvatura (Cc) :	
Valor del índice de grupo (IG)	10

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

Arcilla media plasticidad gravosa CL

Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO)

A-6 Suelo arcilloso

ING. FRANCISCO CARRIÓN
 RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ
 LABORATORIO



PROYECONSUL

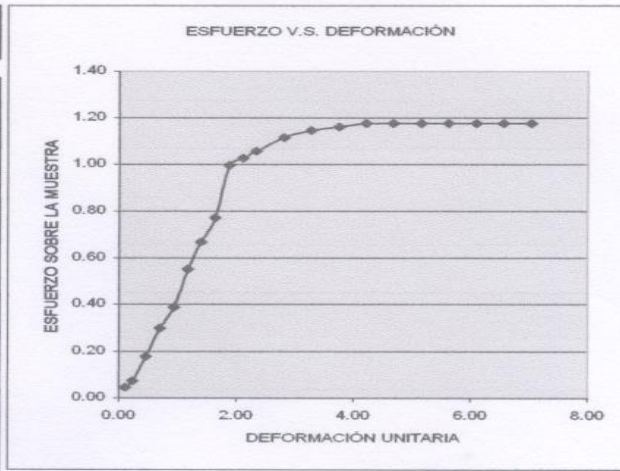
(072) 540-630

ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA

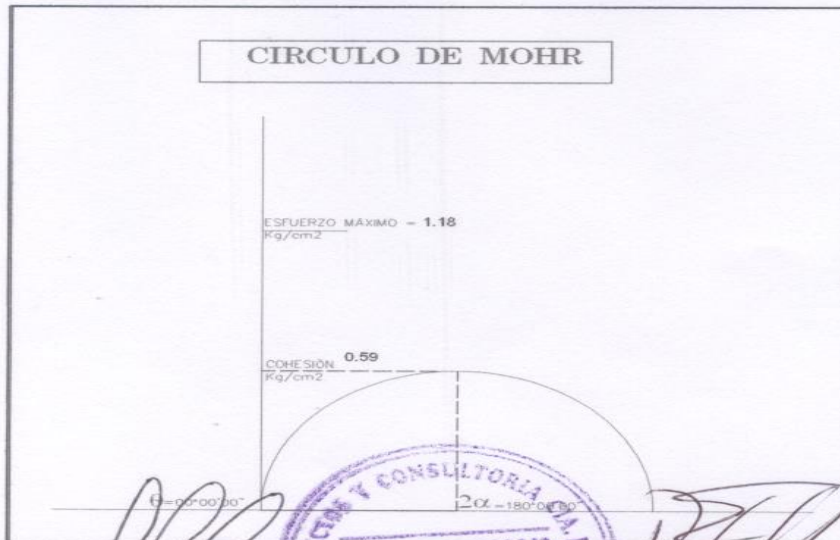
Integrantes :	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	Norma:	AASHTO T 208
MUESTRA:	Nº 2 SAN CAYETANO	Fecha:	10/07/2009
Solicitado:	ANÁLISIS DE MATERIAL	Realizó:	PROYECONSUL

Diámetro:	6.23 cm	Altura:	10.82 cm	Area:	30.484 cm ²
Cont. Humedad:	23.32 %	qu:	1.18 Kg/cm ²	Cohesión:	0.59 Kg/cm ²

DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA
0.12	0.04
0.24	0.07
0.47	0.18
0.70	0.30
0.94	0.39
1.17	0.55
1.41	0.67
1.64	0.77
1.88	1.00
2.11	1.03
2.35	1.06
2.82	1.12
3.29	1.15
3.76	1.16
4.23	1.18
4.70	1.18
5.17	1.18
5.63	1.18
6.10	1.18
6.57	1.18
7.04	1.18



ANGULO FRICCIÓN INTERNA θ
$\theta = 00^{\circ}00'00''$



ING. FRANCISCO CARRIÓN
RESPONSABLE



ING. RAMIRO JIMÉNEZ
LABORATORIO



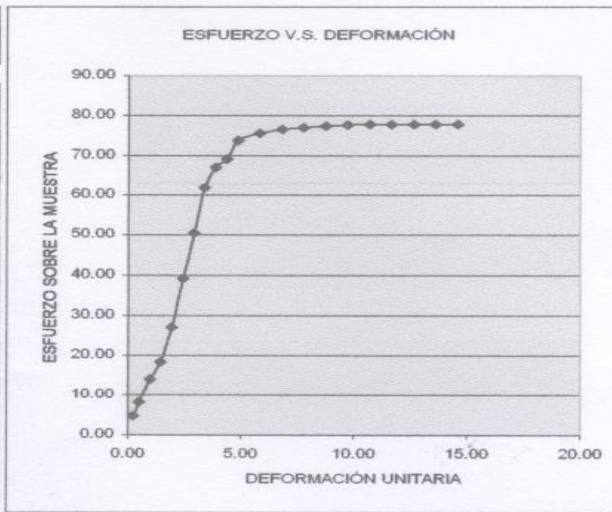
PROYECONSUL

(072) 540-630

ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA

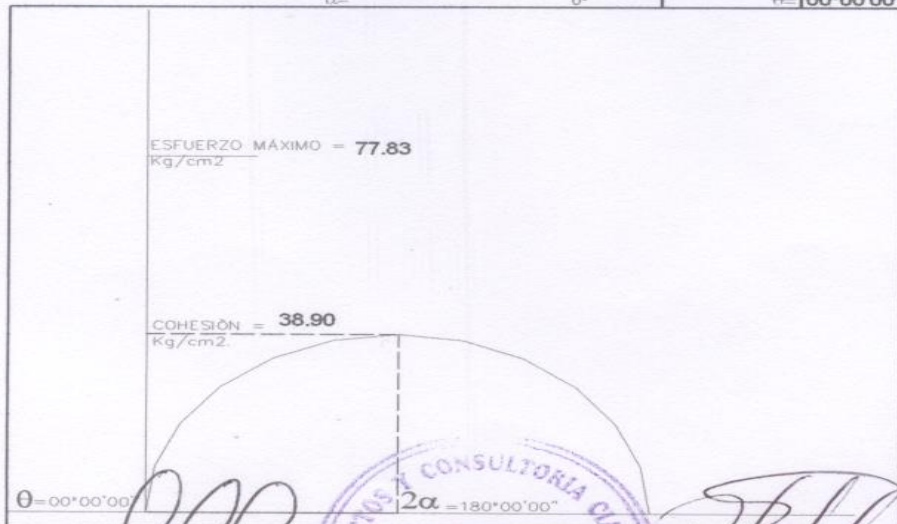
Muestra :	INALTERADA REMOLDEADA	Norma:	AASHTO T 208
Procedencia:	TESIS DESLIZAMIENTOS	Fecha:	13/07/2009
N° de muestra	ROCA EXTRAIDA N°3	Solicitado:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO
Ancho:	5.09 cm	Largo:	5.23 cm
Cont. Humedad:	2.73 %	qu:	77.83 Kg/cm ²
Volumen:	140.82 cm ³	Peso:	312.40 g
		Densidad Seca :	2.159 g/cm ³
		Espesor:	5.29 cm ²
		Cohesión:	38.92 Kg/cm ²
		Dens. Humed	2.2184 g/cm ³

DEFORMACIÓN UNITARIA	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA
0.24	4.77
0.49	8.11
0.97	14.05
1.46	18.37
1.94	27.08
2.43	39.14
2.91	50.49
3.40	61.91
3.89	67.05
4.37	69.19
4.86	73.74
5.83	75.58
6.80	76.52
7.77	76.93
8.74	77.35
9.71	77.61
10.69	77.83
11.66	77.83
12.63	77.83
13.60	77.83
14.57	77.83



ALTURA Y= 0 cm
DISTANCIA X= 2.18 cm
α= 0°

ANGULO FRICCIÓN INTERNA θ
θ= 00°00'00"



[Signature]
ING. FRANCISCO CARRIÓN
RESPONSABLE



[Signature]
ING. RAMIRO JIMÉNEZ
LABORATORIO



PROYECONSUL

TELF:2540-630

PROYECTOS Y CONSULTORÍA

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ROCA EXTRAIDA N°3				
MATERIAL:	ROCA EXTRAIDA N°3	SOLICITADO:	DOLORES JAPÓN Y VIVIANA SOTO	
PROCEDENCIA:	TESIS DESLIZAMIENTOS			
SITIO:	SAN CAYETANO			
FECHA:	13/07/2009	REALIZADO:	PROYECONSUL	
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
16.20	15.89	4.53	2.73	2.73

.....
ING. FRANCISCO CARRIÓN
RESPONSABLE



.....
ING. RAMIRO JIMÉNEZ
LABORATORIO

MAPAS