



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**

TITULACIÓN DE INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS

**“Mapa de inventario de movimientos de ladera de Malacatos”**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.

**AUTOR:** Carrillo Riofrío, Diego Paúl

**DIRECTOR:** Soto Luzuriaga, John Egverto, M.Sc.

**LOJA-ECUADOR**

**2014**

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

M.Sc. Ingeniero.

John Egverto Soto Luzuriaga

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN DE GEOLOGÍA Y MINAS**

De mi consideración:

Que el presente trabajo de fin de titulación: “**Mapa de Inventario de Movimientos de ladera de Malacatos**”, realizado por Carrillo Riofrío Diego Paúl ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2014.

-----  
M.Sc. John Egverto Luzuriaga

**DIRECTOR DE TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Carrillo Riofrío Diego Paúl declaro ser autor del presente trabajo de fin de titulación: Mapa de inventario de movimientos de ladera de Malacatos, de la Titulación de Ingeniería en Geología y Minas siendo el Ing. John Egverto Soto Luzuriaga director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultado vertido en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Organico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f. ....

Autor: Carrillo Riofrío Diego Paúl

Cedula: 1104463284

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente a mis Padres Luis Aurelio y Narcisa, quienes mediante su apoyo y esfuerzo me han permitido culminar con este objetivo planteado en mi vida, por ser el pilar fundamental en mi formación guiándome y enseñándome buenos valores, demostrándome que las cosas se pueden alcanzar con dedicación y esfuerzo.

A mis hermanos, Luis Andrés, Adriana, de manera muy especial a mi hermanito menor “Luchito” que es mi motivación para seguir adelante, que a lo largo de estos 8 años se ha convertido en un amigo incondicional estando conmigo y apoyándome en todo momento.

A la bendición más linda que Dios me regalo, mi sobrino Nicolás.

A mi abuelitos Aurelio (+) y Cornelio (+) que me cuidan y me bendicen desde el cielo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja, a los docentes investigadores de la Titulación de Geología y Minas, que me brindaron sus conocimientos en mi formación profesional.

Mi especial agradecimiento al M.Sc. John Soto, por sus conocimientos brindados y acertada dirección en el presente trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES .....	5
OBJETIVOS.....	6
<b>CAPITULO I: GENERALIDADES.....</b>	<b>7</b>
1.1. Ubicación .....	8
1.2. Acceso.....	8
1.3. Clima.....	9
1.4. Flora y Fauna .....	9
1.5. Geomorfología e hidrografía.....	10
1.6. Geología Regional .....	12
1.6.1. Unidad Chigüinda .....	13
1.6.2. Formación Loma Blanca.....	13
1.6.3. Formación San José .....	13
1.6.4. Formación Santo Domingo.....	13
1.6.5. Formación Cerro Mandango.....	14
<b>CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>16</b>
2.1. Movimientos de Ladera.....	17
2.1.1. Nomenclatura de un deslizamiento .....	17
2.2. Clasificación .....	18
2.2.1. Caída .....	18
2.2.2. Volcamiento (Topple).....	18
2.2.3. Deslizamientos .....	19
2.2.4. Propagación Lateral.....	20
2.2.5. Flujos .....	20
2.2.6. Reptación.....	20
2.2.7. Movimientos Complejos .....	21
2.3. Inventario de Movimientos en Masa.....	21
2.3.1. Instructivo para el diligenciamiento del formato de captura de datos. ....	21
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>	<b>26</b>
3.1. Documentación y recopilación de información.....	27
3.2. Trabajo de Oficina .....	27
3.2.1. Fotointerpretación de la zona de estudio.....	27

3.2.2.	Análisis de ortofotos.....	28
3.2.3.	Elaboración de mapa preliminar .....	28
3.3.	Trabajo de campo .....	28
3.3.1.	Validación de campo mediante fichas de inventario de deslizamientos.....	29
3.3.2.	Captura de datos para ficha de inventario de movimientos de ladera. ....	29
3.4.	Medición de la morfometría de movimientos de ladera. ....	31
3.5.	Trabajo de oficina final.....	31
<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>32</b>
4.1.	Inventario de Movimientos de ladera .....	33
4.1.1.	Deslizamientos .....	35
4.1.2.	Flujos .....	36
4.1.3.	Reptacional.....	37
4.1.4.	Caída .....	38
4.1.5.	Complejos.....	40
4.2.	Factores que influyen a la inestabilidad .....	47
4.2.1.	Factores Condicionantes.....	47
4.2.1.1.	Orientación desfavorable de las discontinuidades .....	47
4.2.1.2.	Naturaleza de los materiales.....	48
4.2.1.2.1.	Material plástico débil .....	48
4.2.1.2.2.	Material sensible y Colapsible.....	49
4.2.1.2.3.	Material Meteorizado, fisurado y agrietado.....	50
4.2.2.	Factores Detonantes.....	50
4.2.2.1.	Excavación del pie del talud .....	51
4.2.2.2.	Carga en la corona del Talud .....	52
4.2.2.3.	Deforestación o ausencia de vegetación .....	52
4.2.3.	Lluvias .....	53
4.2.4.	Irrigación.....	54
4.2.5.	Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje.....	55
4.2.6.	Escapes de aguas de tuberías .....	56
4.3.	Fotointerpretación y Ortofotos.....	57
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>58</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>63</b>
<b>ANEXO I FOTOINTERPRETACIÓN.....</b>		<b>64</b>
<b>ANEXO II FICHAS DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS DE LADERA.....</b>		<b>66</b>
<b>ANEXO III MAPA DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS DE LADERA .....</b>		<b>69</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. 1 Ubicación de la Cuenca de Malacatos.
- Figura 1. 2 Mapa de Hidrografía y Elevaciones de Malacatos.
- Figura 1. 3 Mapa de la Geología Regional de Malacatos.
- Figura 1. 4 Sección estratigráfica de la Cuenca Malacatos - Vilcabamba.
- 
- Figura 2. 1 Elementos morfológicos y morfométricos de un deslizamiento.
- Figura 2. 2 Esquema de la caída de rocas.
- Figura 2. 3 A) Volcamiento en Bloque. B) Volcamiento Flexural.
- Figura 2. 4 Deslizamiento rotacional y traslacional.
- Figura 2. 5 Esquema de expansión lateral.
- Figura 2. 6 Tipos de Flujo.
- Figura 2. 7 Esquemas. A) Reptación. B) Solifluxión.
- Figura 2. 8 Tipo de Movimiento.
- Figura 2. 9 Tipo de Materia.
- Figura 2. 10 Dimensiones de un deslizamiento.
- 
- Figura 3. 1 Digitalización de los Movimientos de Ladera.
- 
- Figura 4. 1 Mapa de Inventario de Movimientos de Ladera de Malacatos.
- Figura 4. 2 Porcentajes de los movimientos de ladera por tipología en la zona de estudio.
- Figura 4. 3 Porcentaje de afectación de área por movimientos de ladera respecto al total del área estudiada.
- Figura 4. 4 Distribución de Movimientos de Ladera por Formaciones Geológicas.
- Figura 4. 5 Distribución de Deslizamientos por Formaciones Geológicas.
- Figura 4. 6 Distribución de Flujos por Formaciones Geológicas.
- Figura 4. 7 Distribución de Movimientos tipo Reptacional por formaciones Geológicas.
- Figura 4. 8 Distribución de Movimientos tipo Caída por Formaciones Geológicas.
- Figura 4. 9 Distribución de los Movimientos Complejos.
- Figura 4. 10 Distribución de los Movimientos Complejos por formaciones Geológicas.
- Figura 4. 11 Distribución de los Factores Condicionantes.
- Figura 4. 12 Distribución de los Factores Detonantes.



## LISTA DE FOTOS

Foto 1. 1 Zonas de terrazas y llanuras aluviales. A: río Malacatos sector Este. B: río Solanda sector Oeste.

Foto 1. 2 Zona de erosión columnar y de escarpes, Formación Cerro Mandango.

Foto 3. 1 Realización de Fotointerpretación.

Foto 3. 2 Movimiento de Ladera en la Vía Loja-Malacatos.

Foto 3. 3 Cobertura y Uso del Suelo (ML-28).

Foto 3. 4 Mediciones en campo. A: Ancho de la masa desplazada. B. Medición de Pendientes de ladera pre-falla, post-falla y Fahrboschung.

Foto 4. 1 Movimientos de Ladera tipo Deslizamiento. a) Deslizamiento Rotacional en sector "Barrio la Granja" (ML-21). B) Deslizamiento Traslacional, sector "Vía a la Merced" (ML-44).

Foto 4. 2 Movimientos de ladera tipo Flujo. A). ML-58, Unidad Chigüinda. B). ML-26, Unidad Chigüinda.

Foto 4. 3 Movimiento tipo Reptacional. A) ML-07, Y de Landagui. B). ML-16, Barrio el Carmen.

Foto 4. 4 Movimiento tipo Caída. A) ML-48 vía al Barrio San Francisco Medio, caída de bloques de arenisca, producto de lluvias en el mes de febrero del 2014. B). ML-42, vía al Barrio Sotahuayco, Caída de fragmentos de arenisca, producto de la erosión.

Foto 4. 5 Movimiento complejo tipo "Rotacional-Flujo", sobre la Formación Santo Domingo (ML-09).

Foto 4. 6 Movimiento complejo tipo "Traslacional-Flujo" (ML-13).

Foto 4. 7 Orientación desfavorable de las discontinuidades, Formación Loma Blanca.

Foto 4. 8 Tipo de material plástico débil. A: Suelo Limo-Arcilloso, erosionado por lluvias y mal manejo del drenaje. B: Suelo Arcilloso, saturado con agua de precipitaciones. C: Suelo arcilloso saturado.

Foto 4. 9 Coluvios sobre la Formación Cerro Mandango. A: Coluvio de Matriz limo-arcillosa afectando a un movimiento tipo Reptacional (ML-14). B: Coluvio de Matriz limo-arenosa, produciendo un movimiento de tipo flujo (ML-41).

Foto 4. 10 Material fisurado, agrietado y meteorizado.

Foto 4. 11 Excavación del pie del talud (ML-12) sobre la Formación Loma Blanca.

Foto 4. 12 Carga en la Corona del Talud, movimiento rotacional (ML-10).

Foto 4. 13 Deforestación o ausencia de vegetación. A: Ausencia de vegetación, Unidad Chigüinda. B: Formación Santo Domingo.

Foto 4. 14 Deslizamiento Rotacional (ML-55) en suelo arcilloso, producto de las lluvias en los meses de febrero del 2014.

Foto 4. 15 Irrigación. Factor detonante para la ocurrencia en estos 2 casos de tipo Reptacional.

Foto 4. 16 Problemas causados. A) Inclinación de muro principal. B) Fisuras y cuarteo de las paredes.

Foto 4. 17 Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje.

Foto 4. 18 Escapes de aguas de tuberías, ocasionando una saturación de los suelos.

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 2. 1 Criterios para estimar cualitativamente el grado de humedad de un material

Tabla 2. 2 Criterios para estimar cualitativamente la plasticidad de un material.

Tabla 4. 1 Resumen de movimientos de ladera.

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en la Parroquia de Malacatos, del cantón Loja, tiene como objetivo principal “Generar un mapa de inventario de movimientos de ladera”. El trabajo se desarrolló mediante: recopilación de información, trabajo de oficina y de campo. Se realizó fotointerpretación y análisis de ortofotos con la finalidad de identificar nuevos movimientos de ladera.

La validación de campo se realizó mediante fichas del inventario propuestas por el “Grupo de Estándares para Movimientos de Masa” (GEMMA). Como resultado se ha inventariado un total de 61 movimientos de ladera clasificados según su tipología: 14 deslizamientos, 13 flujos, 20 reptaciones, 7 caídas y 7 complejos. Se complementó con un análisis estadístico tomando en consideración: área afectada, litología, actividad, factores condicionantes y detonantes. La información fue analizada y procesada en el software ArcGis, logrando la representación en un mapa a escala 1:40.000.

La finalidad de esta investigación es de disponer información actualizada, que sirva de referencia para nuevos proyectos de investigación encaminados a “Riesgos Geológicos” y de planificación para el uso correcto del territorio.

**Palabras Claves:** Movimientos de ladera, mapa de inventario, Malacatos, Riesgos Geológicos.

## ABSTRACT

This research was conducted in Malacatos Parish, Canton Loja, whose main objective is "Generate map inventory landslides." The work was developed through: information gathering, office work and field. Ortho photo interpretation and analysis in order to identify new movements were performed.

Field validation was performed using inventory sheets proposed by the "Group of Standards for Mass Movements" (GEMMA). The result has inventoried a total of 61 landslides classified by type: 14 slides, 13 flows, 20 creeps, 7 drop and 7 complex. It was complemented by a statistical analysis taking into account: the affected area, lithology, activity, determinants and triggers. The information was analyzed and processed in the software ArcGis achieving representation on a map at 1:40.000.

The purpose of this research is to provide updated information, as a reference for new research projects aimed at "Geological Risks" and planning for proper land use.

**Keywords:** slope movements, inventory map, Malacatos, Geological Hazards.

## INTRODUCCIÓN

El presente tema investigativo impulsado por el departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, tiene como finalidad la generación de un mapa de movimientos de ladera de la cuenca de Malacatos.

El área de estudio comprende 8.434,46 Hectáreas, mediante salidas de campo en los meses de Enero hasta Abril se realizó el inventario de los diferentes movimientos de ladera que se encuentran afectando en la zona, se analizó y determinó la influencia con los diferentes factores condicionantes y detonantes, como de los diferentes procesos: exógenos, endógenos, naturales o antrópicos que se encuentran afectando a zonas inestables

El trabajo se realizó en base a cartas topográficas de Gonzanama, Vilcabamba y Nambacola a escala 1:50.000, el cual nos sirvió para realizar el mapa geológico, mapa de elevaciones y de inventario de movimiento de ladera.

En el primer capítulo se presenta la ubicación geográfica, acceso a la zona de estudio, mencionando el relieve, la hidrografía, clima, flora y fauna. Parámetros que nos permiten conocer de manera general el área a estudiar, sus condiciones y los diferentes accesos a los determinados movimientos de ladera; finalmente se describe la geología regional para conocer las diferentes litologías presentes en la zona y la geomorfología.

En el segundo capítulo se presenta una fundamentación teórica; en donde se explican conceptos, clasificación y nomenclatura de los movimientos de ladera; también se describe los aspectos particulares del “Instructivo para el diligenciamiento del formato de captura de datos” que es usado para la realización del Inventario de Movimientos en Masa propuesta por el “Grupo de Estándares para Movimientos en Masa” (GEMMA).

En el tercer capítulo se describe la “Metodología de trabajo” a utilizar para llevar a cabo esta investigación; partiendo de la recopilación de información de libre acceso como: cartas topográficas proporcionadas por el IGM (Instituto Geográfico Militar), levantamiento geológico regional realizado por Hungerbühler 1997 y Kennerley 1973. Trabajo de laboratorio: donde se realizó un mapa preliminar partiendo de la base de datos generada en estudios anteriores, complementándola con fotointerpretación mediante fotografías aéreas (escala 1:60.000 del año de 1984) y con el uso de ortofotos (escala 1:5.000 del año 2010) la digitalización de nuevos movimientos de ladera. Trabajo de Campo: validación de campo por medio de fichas de movimientos de ladera el cual consiste en su Georreferenciación y descripción correspondiente.

En el cuarto capítulo se muestra los resultados obtenidos en la zona de estudio, con el inventario final de 61 movimientos de ladera con sus respectivas fichas de campo, en donde se detallada cada uno de los tipos de movimientos suscitados en toda la cuenca, clasificados de la siguiente manera: 14 deslizamientos, 13 flujos, 20 reptaciones, 7 caídas y 7 complejos. Se realizó un análisis en base a la geología en donde se encuentran los movimientos en las distintas formaciones, determinando que el 48% de los movimientos se dan sobre la Formación Santo Domingo, siendo la litología más susceptible a movimientos. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones luego del análisis del trabajo en campo y oficina.

El resultado final de esta investigación es la generación de un mapa actualizado de movimientos de ladera a escala 1:40.000, se utilizó el sistema de coordenadas UTM WGS84 para la georreferenciación de los movimientos, toda la información fue procesada en el software ArcGis 9.3, lo que nos permitirá tener una base de datos georeferenciada.

## **ANTECEDENTES**

El cantón Loja ha sido afectado por desastres naturales periódicamente, especialmente de tipo geológico (movimientos de ladera) en temporadas invernales. En la parroquia Malacatos existe un crecimiento acelerado de la población, debido a que familias de la ciudad de Loja construyen casas vacacionales ocasionando un crecimiento sin una ordenada planificación, en la que se considere los fenómenos geológicos, lo cual pone en riesgo la infraestructura relacionada a construcción, apertura de vías; así como las consecuentes pérdidas socio-económicas.

Los trabajos realizados son principalmente el levantamiento geológico regional realizado por Kennerley 1973 y Hungerbühler 1997; siendo Hungerbühler el trabajo a detalle más actualizado, en el cual se elaboró un mapa geológico del Sur del Ecuador.

Ante esta situación el departamento de Geodinámica realizó importantes investigaciones acerca de movimientos de ladera en la cuenca de Malacatos en el año 2010, dando como resultado un mapa Geológico-Estructural a escala 1:10.000, logrando una recopilación de 14 movimientos de ladera.

Por lo tanto la presente investigación aportará con información actualizada, por medio de un inventario de movimientos de ladera, que a futuro junto con otros datos, sea utilizada de base y referencia para diferentes proyectos investigativos impulsados por nuestra titulación, principalmente en lo que concierne a proyectos de ordenamiento territorial, monitoreo y mitigación de movimientos de ladera.

## OBJETIVOS

Para la realización del presente proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general:**

- Generar un mapa de inventario de movimientos de ladera de la cuenca sedimentaria de Malacatos.

### **Objetivos específicos:**

- Generar mapa definitivo de movimientos de ladera y base de datos con el uso del ArcGis incorporando la geología y movimientos de ladera.
- Realizar fotointerpretación de movimientos de ladera de la cuenca sedimentaria de Malacatos.
- Validación de campo con la generación de fichas de inventarios de movimientos de ladera.



**CAPITULO I**  
**GENERALIDADES**

## 1.1. Ubicación

El área de estudio corresponde a la cuenca de Malacatos, se localiza al Sur del Ecuador en la provincia de Loja, parroquia del cantón Loja, está situada a 30 km de la ciudad de Loja (Figura 1.1).

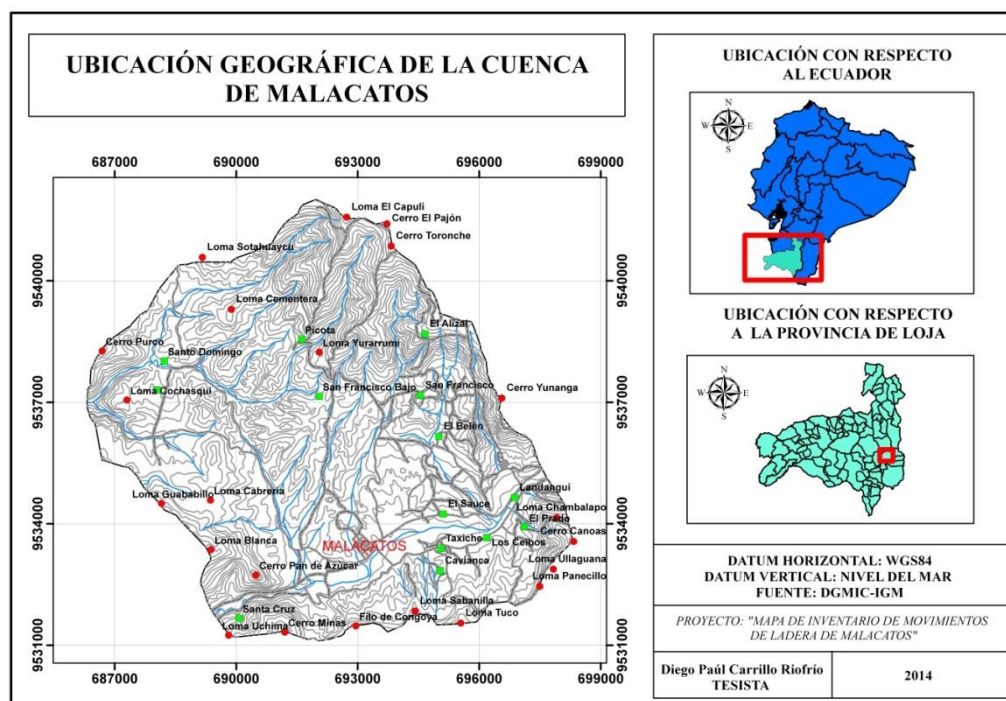


Figura 1. 1 Ubicación de la Cuenca de Malacatos.  
Fuente: Carrillo, 2014.

El área de estudio comprende una superficie de 8.434,36 ha. Se encuentra delimitada:

- Al Norte por los cerros: Toronche, el Pajon; por lomas: El Capuli y Sotahuaycu.
- Al Sur por los cerros: Cerro Mina y Filo de Congoya; por lomas: Uchima, Sabanilla, Tuco, Panecillo y Ullaguana; y por el Barrio Portete y Vilcabamba.
- Al Oeste por los cerros: Pan de Azúcar, Boca Mina y Purco; por lomas: Blanca, Guabanillo y Cochasqui; y por el Barrio Santa Cruz.
- Al Este por los cerros: Yunanga y Canoas; por lomas: Chambalapo, y el Barrios: Landanguí y el Prado.

## 1.2. Acceso

El acceso a la cuenca de Malacatos se lo realiza desde la ciudad de Loja por la vía de primer orden Loja – Malacatos (vía Colectora E682), el cual tiene un recorrido con un tiempo estimado de 30 minutos en automóvil y 45 minutos en transporte público. También se puede

acceder desde el cantón Catamayo por la vía Catamayo-El Tambo-Malacatos es una vía de segundo orden con un tiempo estimado de 40 minutos.

Desde Malacatos se puede ingresar al norte de la zona de estudio por la vía de segundo y tercer orden que conduce a los Barrios: San José, San Francisco Medio, San Francisco Alto, el Alizal y La Merced (solo un tramo de esta vía se encuentra asfaltada). Al Oeste se lo puede realizar desde la Y de Landangui por las vías de tercer orden que conducen al Barrio El Carmen. Al Este se lo puede realizar por las vías que conducen a la Hacienda “Country Club Malacatos” y por la vía asfaltada que nos conduce a los barrios: Ceibopamba y San José de Ceibopamba. Al Sur se puede seguir la vía de primer orden que conduce a Vilcabamba y tomar las vías de segundo y tercer orden hacia los Barrios: Santa Anilla, Portete y Santa Cruz.

### **1.3.Clima**

El Clima de Malacatos es subtropical-seco, con una temperatura promedio de 20,6°C, con una precipitación de 669,5 mm anual. Los periodos de invierno se presentan desde Enero a Junio y de verano de Julio a Diciembre.

### **1.4.Flora y Fauna**

#### **1.4.1. Flora**

La vegetación predominante es xerófila y adaptada a condiciones semiáridas, se destaca en este sector la presencia de especies silvestres introducidas y plantas maderables o industriales como: pino, cipre, eucalipto; zonas de cultivo como: caña de azúcar, maíz, tomate, pimiento, frejol, pepino, yuca, hortalizas; se pueden encontrar varios sectores dentro de esta zona donde se cultivan leguminosas y plantas medicinales.

#### **1.4.2. Fauna**

Entre las aves de mayor presencia: la perdiz, paloma, tuga, tordo, chirote, chilalo, lapo, suipe, gorrión, jilguero, sucurimba, chiroca, carpintero, putilla, garrapatero, charro, gavián, pava del monte, mirlo, torcaz y gallinazo.

Los mamíferos son principalmente el armadillo o tumulle, la ardilla, el conejo, el chucurillo, o comadreja, erizo, zorro, ratón, venado, chonto y raramente el oso, el puma y el tigrillo.

Una fauna variada, en las cuales tenemos los más comunes: ganado vacuno, porcino, serpientes, especie avícolas.

## 1.5. Geomorfología e hidrografía

El valle de Malacatos se encuentra rodeado por las Cordilleras de Cajanuma y Cararango, Cerros: Yunanga, El Pajon Toronche, Purco, Minas y Canoa; también por lomas: Orta, El Corazon, Chambalapo, Panecillo, Cobradia, Sabanilla, Pan de Azúcar, Blanca, Cabrería, Guababillo, Cochassqui, Sotahuaycu, El capulí, Uchima y Tuco. Con alturas que oscilan entre 1.360 a 2.800 m.s.n.m. (Figura 1.2).

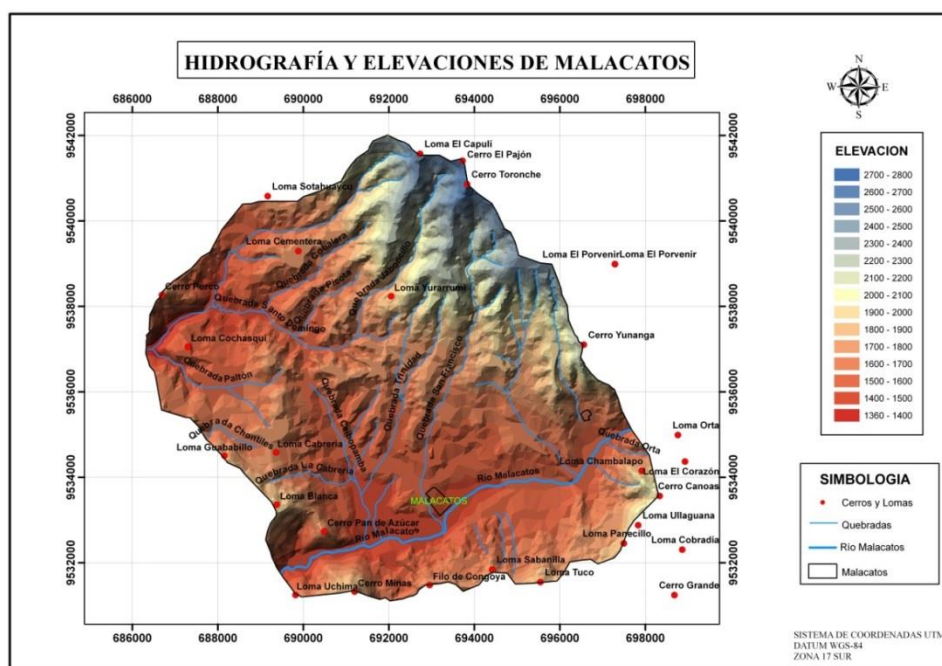


Figura 1. 2 Mapa de Hidrografía y Elevaciones de Malacatos.

Fuente: Carrillo, 2014.

El río Malacatos que da origen al nombre de la cuenca, nace en la parte norte y es la principal red hidrográfica del sector, atraviesa la zona de estudio de este a oeste; recibe las aguas de algunas quebradas como: Chorrera, Naque, Orta, San Francisco, Ceibopamba y Trinidad; esta red desemboca al oeste en el río Solanda; existe la presencia de quebradas secas y de poco caudal que se reactivan en épocas invernales; formando un sistema de drenaje detrítico.

La zona de estudio corresponde a depósitos sedimentarios, topográficamente se ubica en cotas comprendidas desde los 1.360 a 2.800 m.s.n.m. Encontrándose pendientes inclinadas y pendientes abruptas, se forman zonas escarpadas el cual favorece a la formación de redes de drenaje dentriticas.

La geomorfología del sector está caracterizado por valle tipo “V” geformas características para rocas duras metamórficos de la Unidad Chigüinda, por el lugar atraviesa una quebrada que forma parte de la red hidrográfica de la zona.

Las zonas de terrazas y llanuras aluviales se forman en terrenos planos con una leve inclinación, están constituidos por sedimentos cuaternarios de terrazas y aluviales recientes, localizados junto al río Solanda y al río Malacatos (Foto 1.1).

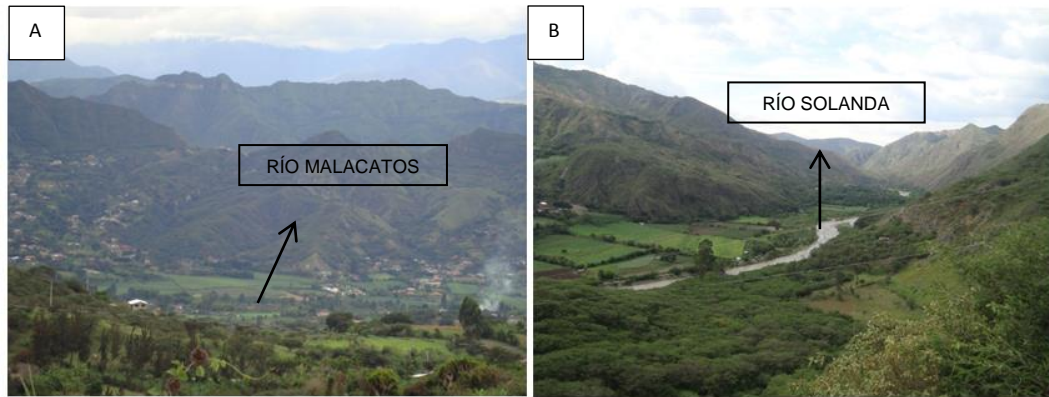


Foto 1. 1 Zonas de terrazas y llanuras aluviales. A: río Malacatos sector Este. B: río Solanda sector Oeste.  
Fuente: Carrillo, 2014.

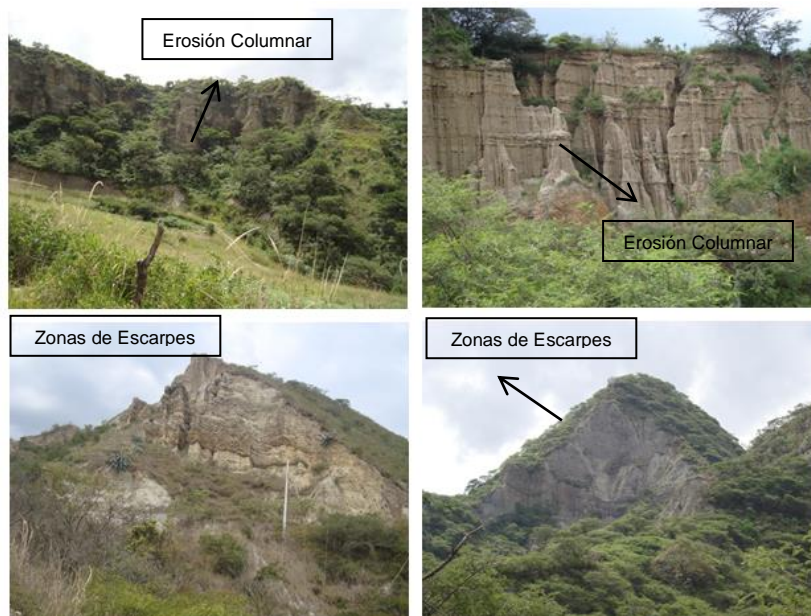


Foto 1. 2 Zona de erosión columnar y de escarpes, Formación Cerro Mandango.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Para la Formación Cerro Mandango es característico las zonas de escarpes, además la presencia de geofomas productos de la erosión columnar e hídrica también conocidas como “Chimeneas de Hadas” (Foto 1.2), formando surcos y zonas de cárcavas, encontrándose sobre la arenisca y el conglomerado.

Existe la presencia de zonas de relieve Colinado, son elevaciones naturales; que se clasifican según su desnivel en: muy altos, altos, medio, bajos y muy bajos, son característicos en las formaciones Santo Domingo y San José, que presentan formas redondeadas. Las rocas metamórficas de la Unidad Chigüinda y los volcánicos de la Formación Loma Blanca, están relacionados con zonas de montaña, son elevaciones naturales del terreno, que presentan cimas agudas.

### 1.6. Geología Regional

La serie sedimentario de la región en parte se encuentra recubierta por rocas Meta-Sedimentarias del Paleozoico (Unidad Chigüinda; Litherland et al., 1994), las mismas que se encuentran al Este del borde de la Cordillera Real, y las rocas volcánicas de la Formación Loma Blanca de edad Oligoceno Inferior (Figura 1.3). Se pueden distinguir tres unidades tecto-estratigráficas dominantes, ubicadas en el Sur, el Nor-Oeste y el centro (bloque La Granja). Este último se separa del resto de la cuenca Oeste por una falla normal (Hungerbühler en 1997).

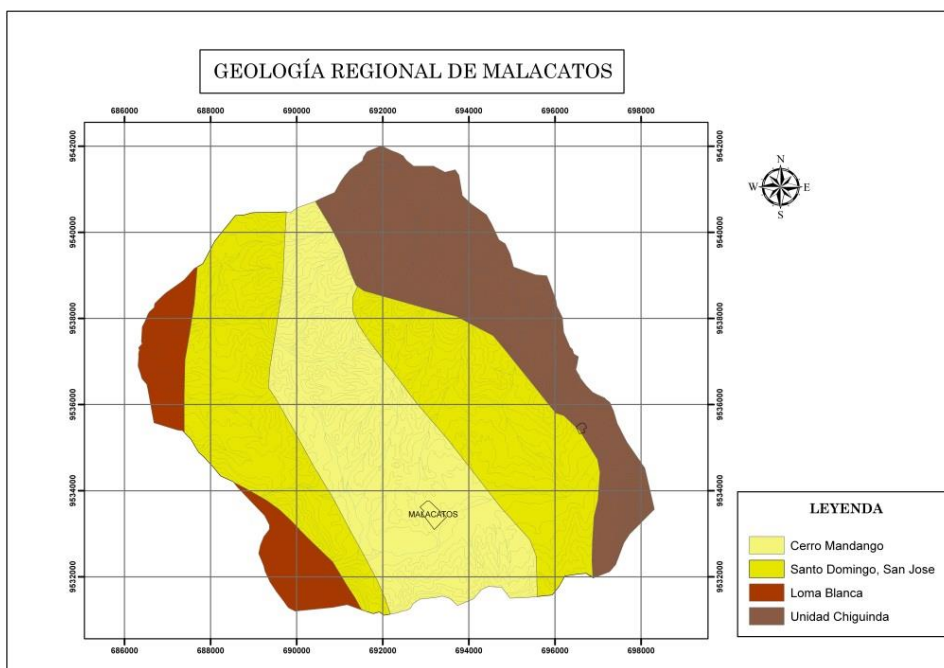


Figura 1. 3 Mapa de la Geología Regional de Malacatos.  
Fuente: Hungerbühler, 1997.  
Elaborado: Carrillo, 2014.

### **1.6.1. Unidad Chigüinda**

Comprende cuarcitas, filitas negras, esquistos grafiticos, pizarras. Se encuentra formando un cinturón de hasta 30 km de ancho en la parte sur de la cordillera. Está Flanqueada hacia el Oeste por metagranitos y hacia el Este por migmatitas y esquistos. No se tiene un registro de su espesor pero se asume que es de km. (Litherland et al., 1994)

### **1.6.2. Formación Loma Blanca**

Afloran a lo largo de casi toda la cuenca de Malacatos, predominando en el Norte. Consiste en un conglomerado fasal cubierto de toba aglomerática, toba y flujo de lavas. Los aglomerados contienen bloques de más de un metro de diámetro. Las tobas que son dominantes en el sur, son amarillas y de composición andesítica.

### **1.6.3. Formación San José**

Se compone principalmente de areniscas calcáreas de espesor variable y calizas micríticas. Existen brechas bioclásticas, láminas y capas de grava con guijarros volcánicos menores, pizarra bioturbadas con forma de disco no fosilíferos, acumulación de calizas micríticas, se encuentra con frecuencia capas de areniscas gruesas. Descanso discordantemente sobre la Formación Loma Blanca con un espesor máximo de 200 m.

Las areniscas calcáreas y calizas se encuentran fósiles de ostrácodos, bivalvos, gasterópodos, escalopados, dientes y huesos de pescado. La fauna y la información de las facies sugieren que la Formación San José se depositó en mareas dominadas por deltas ambientales (Hungerbühler, 1997). Su edad es Miocénica media a tardía. ( $13.5 \pm 1.2$  Ma. And  $13.1 \pm 1.9$ )

### **1.6.4. Formación Santo Domingo**

Descrita por Hungerbühler (1997), sustituye la parte superior de la Formación Algarrobbillo y la Formación Cabalera de Kennerley (1973). Esta formación se divide en 2 miembros:

- El Miembro Carbón está compuesto de secuencias repetidas de los esquistos estratificados bituminosos, pizarras negras y limonitas menores, en parte arenisca canalizadas con intervalos de estratificación cruzada y laminaciones onduladas tipo ripple. Los depósitos calcáreos y diques clásticos son omnipresentes y varias capas de carbón continúan lateralmente, las mismas que alcanzan una potencia de 2 m (Putzer, 1968).
- El Miembro Yeso Verdoso, de grano medio, areniscas bien ordenadas con laminaciones onduladas tipo ripple y láminas de limonita. El yeso primario se produce

en las areniscas como agujas prismáticas verticales y recristaliza los plano en embudos formando lentes de brecha. El yeso secundario es muy abundante hasta 20 cm de espesor. La potencia de esta formación es variable, alcanzando el máximo de 700 m.

### 1.6.5. Formación Cerro Mandango

Los principales afloramientos de la Formación Cerro Mandango (Kennerley, 1973) aparecieron en un sinclinal entre Vilcabamba y Malacatos con orientación SSE-NNW (sur y centro dominios tectónico-estratigráficos, donde tiene un espesor de hasta 1000 m), y en el bloque La Granja. Sobreyace la Formación Santo Domingo y rocas metamórficas con discordancias angulares y se apoya en parte concordante sobre la Formación Quinara. La sucesión observada del miembro Arenisca inferior y del miembro Conglomerado superior (Hungerbühler, 1997) refleja una tendencia grano-creciente de la formación (Figura 1.4).

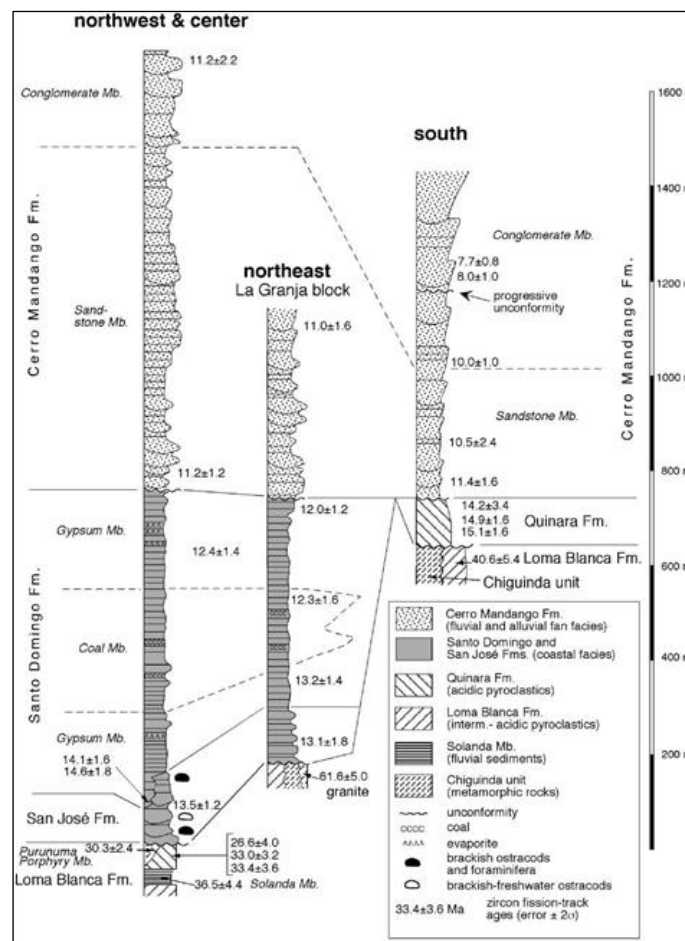


Figura 1. 4 Sección estratigráfica de la Cuenca Malacatos - Vilcabamba.  
Fuente: Hungerbuhler 1997.



- El miembro superior es más grueso en la parte sur de la cuenca. El miembro arenisca consta de areniscas cruzadas y onduladas, areniscas de grano grueso, y gravas con guijarros metamórficos, en menor cantidad limonitas.
- El miembro arenisca calificado en el miembro conglomerado, se caracteriza por canales anchos, clastos (metamórficos) sosteniendo los conglomerados, areniscas gruesas y en poca cantidad limonitas. En lugares posee cristales y líticos (clastos metamórficos), tobas, areniscas tobaceas y brechas de pómez que están intercaladas con suficientes capas de zircón marcador para análisis ZFT. La fuente del material reelaborado esta exclusivamente situada en rocas metamórficas de la cordillera Real (Hungerbühler, 1997).

**CAPITULO II**  
**MARCO CONCEPTUAL**

## 2.1. Movimientos de Ladera

Se entiende como movimiento de ladera, “slope movement” (Varnes, 1978) o “landslide” (Sharpe, 1938), el movimiento de una masa de roca, suelo o derrubios, de una ladera en sentido descendente (Cruden, 1991), pueden ser desencadenados por factores naturales o antrópicos como movimientos sísmicos, volcánicos, fuertes precipitaciones, meteorización, modificando su estado natural de estabilización, llegando a constituir riesgos geológicos potenciales.

### 2.1.1. Nomenclatura de un deslizamiento

La nomenclatura de los elementos morfológicos y morfométricos de un movimiento de ladera tipo ha sido desarrollada por la Asociación Internacional de Geología Aplicada a la Ingeniería (IAEG, 1990) (Figura 2.1).

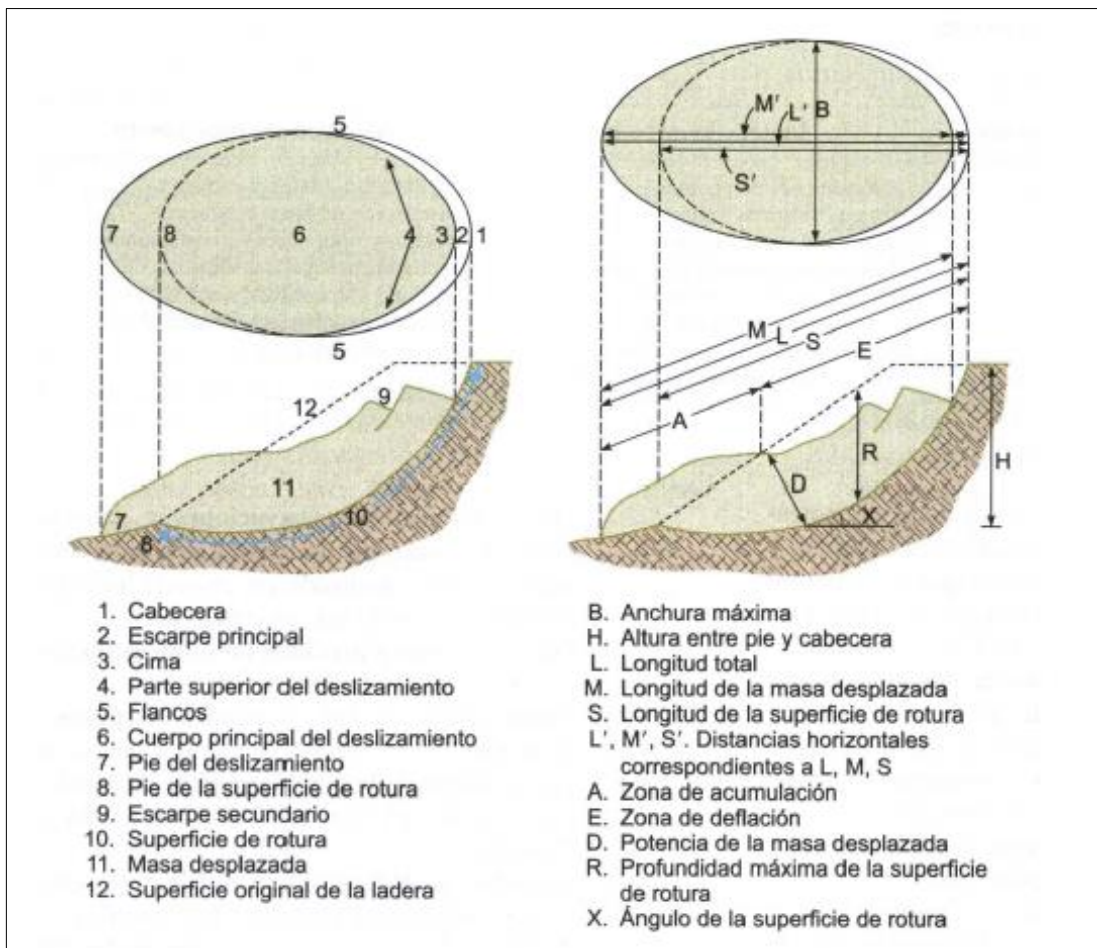


Figura 2. 1 Elementos morfológicos y morfométricos de un deslizamiento.  
 Fuente: Gonzales de Vallejo, 2002.

## 2.2. Clasificación

Se ha clasificado los principales tipos de movimientos en función de los mecanismos de rotura y del tipo de material, tomando como base la clasificación más usadas y extendidas de: Varnes 1984, Hutchinson 1988, EPOCH 1993 y Dikau 1996.

Se consideran las siguientes clases de movimientos de ladera: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones, y sus sub-clasificaciones.

### 2.2.1. Caída

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo (Figura 2.2).

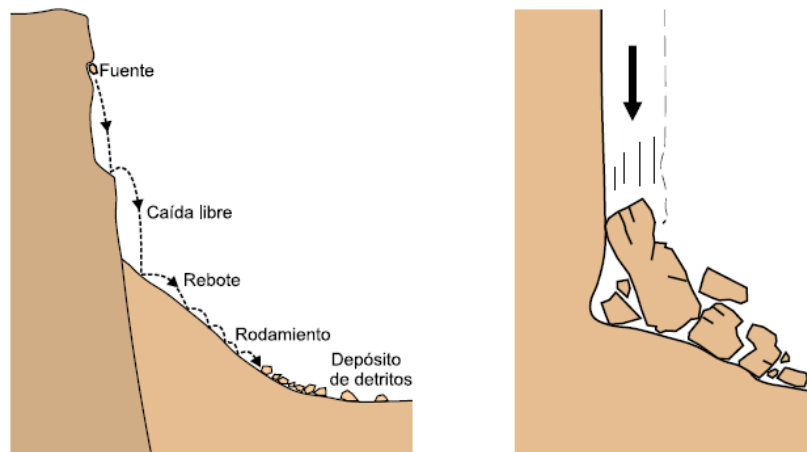


Figura 2. 2 Esquema de la caída de rocas.  
Fuente: Corominas y Yague (1997) denominan a este movimiento “colapso”

### 2.2.2. Volcamiento (Topple)

Se denomina así a un tipo de movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978). El volcamiento puede ser en bloque, flexional (o Flexural) y flexional del macizo rocoso (Figura 2.3).

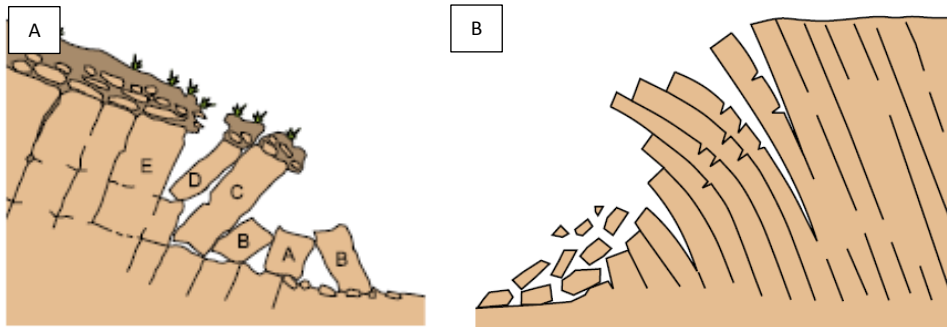


Figura 2. 3 A) Volcamiento en Bloque. B) Volcamiento Flexural.  
Fuente: De Freitas y Waters en Varnes, 1976. Corominas y Garcia Yagüe, 1997.

### 2.2.3. Deslizamientos

Es un movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona de donde ocurre una gran deformación cortante. En el sistema de Varnes (1978), se clasifican los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales (Figura 2.4).

- **Deslizamiento traslacional:** la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. Estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996)
- **Deslizamiento rotacional:** la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva o cóncava. Se producen en materiales homogéneos o en macizos rocosos muy fracturados (Antoine, 1992) y se suelen diferenciar por una inclinación contrapendiente de la cabecera.

DESPLAZAMIENTOS ROTACIONALES		
	SUELOS	ROCAS
DESPLAZAMIENTOS TRASLACIONALES		
	SUELOS	ROCAS

Figura 2. 4 Deslizamiento rotacional y traslacional.  
Fuente: Gonzales de Vallejo, 2002.

#### 2.2.4. Propagación Lateral

La propagación o expansión lateral es un tipo de movimiento en masa cuyo desplazamiento ocurre predominantemente por deformación interna (expansión) del material. Las propagaciones laterales pueden considerarse como la etapa final en una serie de movimientos donde la deformación interna predomina decididamente sobre otros mecanismos de desplazamiento (Figura 2.5).

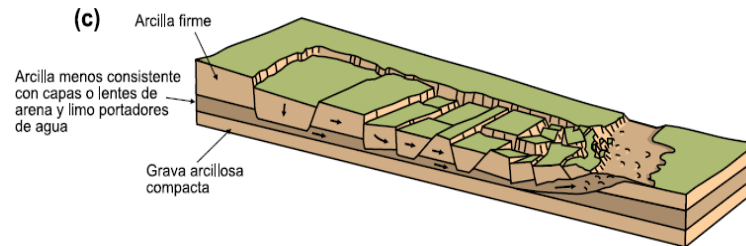


Figura 2. 5 Esquema de expansión lateral.  
Fuente: Varnes, 1978.

#### 2.2.5. Flujos

Es un movimiento que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento similar al de un fluido. Pueden ser lentos o rápidos, se presentan en roca, detritos, suelo o lodo. El agua es el principal agente desencadenante (Figura 2.6).



Figura 2. 6 Tipos de Flujo.  
Fuente: Gonzales de Vallejo, 2002.

#### 2.2.6. Reptación

La reptación es un movimiento extremadamente lento que es imperceptible excepto para largos períodos de tiempo (Sharpe, 1938). No muestra superficies de cizalla definidas. Son desplazamientos, inicialmente muy lentos, que se aceleran progresivamente y que preceden a la rotura de la ladera (Zischinsky 1966) (Figura 2.7).

La velocidad de desplazamiento del suelo es lo suficientemente lenta para que la vegetación de los prados alpinos resista y crezca al mismo tiempo que el avance de las partículas, dando lugar a guirnaldas herbáceas paralelas a las curvas de nivel (Corominas, 1989).

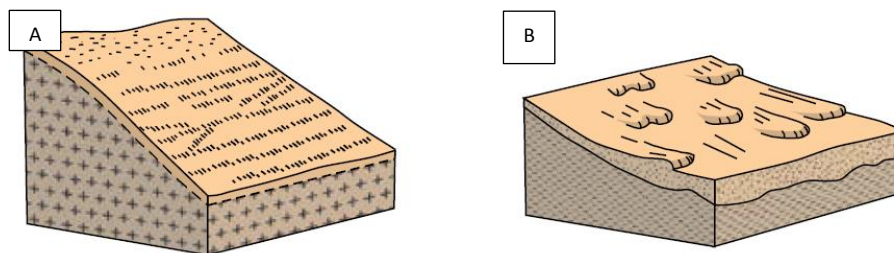


Figura 2. 7 Esquemas. A) Reptación. B) Solifluxión.  
Fuente: Corominas Dulcet y García Yague, 1997.

### 2.2.7. Movimientos Complejos

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

### 2.3. Inventario de Movimientos en Masa

Un inventario de movimientos de masa es un registro ordenado de la localización y las características individuales de una serie de movimientos ocurridos en un área dada. Las características a registrar dependen del interés para el cual este se realice.

Es un instrumento para la recolección sistemática de información básica de un movimiento en masa.

#### 2.3.1. Instructivo para el diligenciamiento del formato de captura de datos.

El formato se divide en grandes temas de información sobre el movimiento en masa, agrupando aspectos particulares de cada uno de ellos, son:

- **Localización geográfica y documentación del evento**

Se da a conocer la localización general y detallada del lugar de ocurrencia del evento. Para ello, se solicita información como: división política, coordenadas, referentes geográficas, documentación.

- **Actividad del movimiento**

Nos permite registrar la ocurrencia histórica del movimiento bien sea para el caso de un movimiento único en el tiempo o para eventos de reactivación o de recurrencia del mismo tipo de movimiento en el mismo sitio.

- **Litología y estratigrafía**

Se hace una breve descripción de la litología y estratigrafía del área que conforma la ladera sobre la que ocurrió el movimiento, también se debe escribir el tipo de estructura (plano de discontinuidad o de debilidad) que caracterizan a la ladera.

- **Clasificación del movimiento**

Es recomendable que este campo sea llenado al final, una vez que se hayan llenado todos los demás espacios con la información disponible y se haya realizado el esquema del movimiento junto con las fotos mismo.

El tipo de movimiento: se propone una lista de ocho (8) tipos de movimientos con dos opciones para marcar cada uno, ya que un movimiento en masa involucra más de un tipo de mecanismo (Figura 2.8).

1	2	
X		Caída
		Volcamiento
		Deslizamiento rotacional
		Deslizamiento traslacional
		Propagación lateral
		Reptación
	X	Flujo
		Deformaciones gravitacionales

Figura 2. 8 Tipo de Movimiento.  
Fuente: Inventario de Movimientos en masa (PMA-GCA), 2005.

Material: para este campo existen 2 opciones para completar con la información disponible (Figura 2.9). La primera en términos de Roca, Detritos y Tierra de acuerdo con la propuesta de Varnes (1978). La otra opción solo aplicaría para suelos en ingeniería y se solicitaría con información necesaria para su clasificación de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (USCS).

1	2		% 1	%2
X		Roca	100	
	X	Detritos		80
	X	Tierra		20

Figura 2. 9 Tipo de Material.  
Fuente: Inventario de Movimientos en masa (PMA-GCA), 2005.



La humedad del material: hace referencia a la masa total de material involucrado en el movimiento, pero solo aplicaría para aquella parte que corresponde a los suelos en ingeniería. La humedad esta subdividida en cinco categorías (Tabla 2.1).

Tabla 2. 1 Criterios para estimar cualitativamente el grado de humedad de un material

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

Fuente: Inventario de Movimientos en masa (PMA-GCA), 2005.

La plasticidad: se debe estimar a partir de observaciones o pruebas sencillas de campo. La plasticidad se define de acuerdo al comportamiento de una muestra del material al tratar de moldearla manualmente (Tabla 2.2).

Tabla 2. 2 Criterios para estimar cualitativamente la plasticidad de un material.

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

Fuente: Inventario de Movimientos en masa (PMA-GCA), 2005.

- **Velocidad:**

Este campo se estima de acuerdo con los valores dados en la ficha. Se debe indicar en los cuadros de la siguiente manera: “M” si es medida por ejemplo con algún instrumento, “C” si fue obtenida a partir de cálculos basados en mediciones indirectas y “E” si fue estimada sobre la base.

Clasificación del movimiento: En el casillero “Sistema de Clasificación” se escribe el nombre del sistema, ejemplo: Varnes (1978). En el casillero “Nombre del Movimiento” se escribe el nombre de acuerdo al sistema de clasificación.

- **Morfometría:** Se divide en los siguientes aspectos:

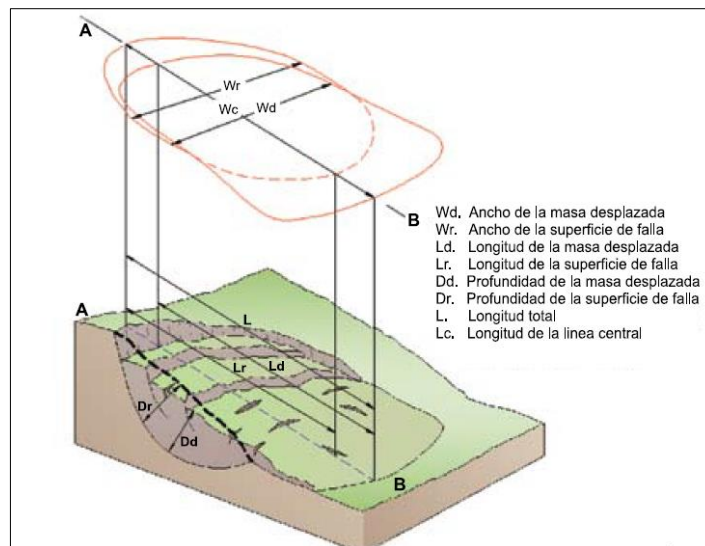


Figura 2. 10 Dimensiones de un deslizamiento.  
Fuente: Inventario de Movimientos en masa (PMA-GCA), 2005.

General: se refiere a las características geométricas generales de la ladera una vez ocurrida la falla.

Dimensiones: Se explica en la (Figura 2.10).

Deformación del Terreno: Se aplican únicamente a movimientos tipo deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales, propagación lateral, reptación y deformaciones gravitacionales profundas. La deformación se refiere a los cambios de forma del terreno afectado por el movimiento que se pueden apreciar en superficie.

La clasificación del grado de severidad tienen tres niveles: leve, media y severa.

- **Causas del movimiento**

Las posibles causas del movimiento, estas pueden actuar como Condicionantes o como Detonante del movimiento.

Condicionantes: se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud.

Detonantes: acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa.

- **Cobertura y uso del suelo**

En este caso se debe indicar el tipo de cobertura y tipo de uso, con el nombre y el porcentaje de esa cobertura.

- **Importancia del evento**

Se refiere a la calificación subjetiva de la severidad de los efectos adversos causados por el movimiento en masa. Esta calificación por lo tanto está sujeta a la percepción y consideraciones de la persona que lo realiza.

- **Daños**

La información sobre los daños está dividida en 4 aspectos: población, infraestructura, actividades económicas y daños ambientales.

- **Esquema**

En este espacio se debe utilizar para realizar un esquema en planta y perfil del movimiento.

- **Registro fotográfico**

Debe mostrar escenas relevantes del mismo.

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DE TRABAJO**

Para el desarrollo del trabajo utilizamos la siguiente metodología basado en distintas etapas que se detallan a continuación:

### **3.1.Documentación y recopilación de información**

Se revisó información existente relacionado al tema de investigación como: documentos, libros, mapas geológicos, base topográfica y tesis realizadas por ex alumnos de la Titulación de Geología y Minas de la Universidad Técnica Particular de Loja acerca de “Estudios Geológicos e Inventarios de Deslizamiento de la Cuenca Malacatos”. Esto con el fin de obtener información general, geológica y de movimientos de ladera de la zona de estudio.

La información y bibliografía recopilada corresponden a: la base topográfica de Gonzanama (Hoja CT, NVIII-B3, 3781-III), Vilcabamba (Hoja CT-NVII-B4-3781-II) y Nambacola (Hoja CT, NVIII-B1, 3781, IV), fotografías aéreas y ortofotos del Instituto Geográfico Militar, información geológica del levantamiento realizado por J.B Kennerley y la Geodinámica del Sur del Ecuador propuesta por Hungerbühler de la zona de Malacatos y Vilcabamba.

### **3.2.Trabajo de Oficina**

#### **3.2.1. Fotointerpretación de la zona de estudio**

La fotointerpretación se realizó en base a fotografías aéreas a escala 1:60.000 proporcionado por el IGM (Línea de Vuelo: 14; Numero de fotografías: 2871, 2872, 2873); con ayuda del estereoscopio de espejo se trató de identificar zonas de movimientos de ladera ocurridos hasta 1984 año de edición de las fotografías (Foto 3.1).



Foto 3. 1 Realización de Fotointerpretación.  
Fuente: Carrillo, 2014.

### 3.2.2. Análisis de ortofotos

En esta etapa se utilizó ortofotos digitales de la zona de Malacatos proporcionados por el IGM a escala 1:5.000 del año 2010, consistió en la localización de nuevos movimientos de ladera, los cuales fueron digitalizados por medio del software ArcGis 9.3 (Figura 3.1).



Figura 3. 1 Digitalización de los Movimientos de Ladera.  
Fuente: Carrillo, 2014.

El uso de las ortofotos nos ayudó para definir zonas de difícil acceso, así como para el trazado de rutas como: vías, senderos y quebradas para la validación de campo.

### 3.2.3. Elaboración de mapa preliminar

Se desarrolló la digitalización de la topográfica a escala 1:50.000 de la base topográfica proporcionada por el Instituto Geográfico Militar de las hojas de Gonzanama, Vilcabamba y Nambacola; se complementó con el montaje de los movimientos de ladera localizados en la ortofotos y la base de datos ya generada de las tesis realizadas por ex alumnos de la Titulación que comprende la geología local, datos estructurales, fallas, pliegues, contactos y movimientos de ladera hasta el año 2010.

Se realizó la generación de un mapa preliminar de inventario de movimientos de ladera utilizando las herramientas del Software ArcGis. El sistema de coordenadas a trabajar es el UTM Datum WGS 1984 Zona 17 Sur.

### 3.3. Trabajo de campo

La etapa de campo se la realizó con salidas durante los meses de Enero a Abril, empezando con el reconocimiento de la zona de estudio logrando la identificación de zonas

propensas a riegos geológicos; el equipo de campo utilizado fue: GPS, brújula, martillo geológico, mapas preliminares de la zona (Geológicos regional y local, topográfico); para el inventario de los movimientos de ladera se utilizó: fichas, lápiz, cinta métrica, escalímetro, cámara fotográfica y libreta de campo. Las actividades realizadas se detallan a continuación.

### **3.3.1. Validación de campo mediante fichas de inventario de deslizamientos**

Este trabajo consistió en la georreferenciación de los movimientos de ladera localizados en el análisis de las ortofotos digitales (Figura 3.1); mediante fichas de inventario se procedieron a la validación en el campo con la descripción correspondiente (Foto 3.2).



Foto 3. 2 Movimiento de Ladera en la Vía Loja-Malacatos.  
Fuente: El autor.

El mapeo de los movimientos de ladera se lo realizó a escala 1:40.000, utilizando el formato de ficha propuesto por el “Grupo de Estándares para Movimientos en Masa” (GEMMA).

### **3.3.2. Captura de datos para ficha de inventario de movimientos de ladera.**

En esta etapa se trabajó con las fichas de inventario propuestas por el “Grupo de Estándares para Movimientos en Masa” (GEMMA), siendo modificados para nuestro estudio.

- **Encabezado y Localización Geográfica:** obteniendo la siguiente información: nombre del Encuestador, sector, coordenadas, referencia geográfica, fecha e Institución. Con el fin de tener una información general del proyecto.
- **Actividad del movimiento:** en donde se identifica su estado y fecha de ocurrencia, en el cual fue fundamental el testimonio de moradores aledaños a los movimientos de ladera para realizar una estimación del primer y último movimiento ocurrido.
- **Litología y estratificación:** este casillero solo se lo lleno en casos de movimientos en macizos rocosos donde es necesario tomar datos como: descripción, estructura, orientación y espaciamiento.
- **Clasificación del movimiento:** basándonos en criterios para estimar cualitativamente se logró información sobre: tipo de material, humedad, plasticidad y origen del mismo; estos datos se los realizo in situ mediante observación y pruebas sencillas en el campo, la velocidad también fue estimada. El fin de obtener esta información es para darle el nombre al movimiento de ladera.
- **Morfometría:** se toma características geométricas del movimiento de ladera.
- **Causas del movimiento:** se realizó un análisis de las posibles causas que provoco el movimiento, esto con el recorrido de toda la zona afecta y aledaña al movimiento.
- **Cobertura y uso del suelo:** indicando en porcentaje, la cobertura y el uso que se le da a ese determinado suelo, en muchos casos están siendo utilizados para la agricultura y ganadería (Foto 3.3).
- **Daños:** se registra la infraestructura afectada por el movimiento de ladera.
- **Dibujo:** se realiza un esquema de planta y de perfil, y el registro fotográfico.



Foto 3. 3 Cobertura y Uso del Suelo (ML-28).  
Fuente: Carrillo, 2014.



### 3.4. Medición de la morfometría de movimientos de ladera.

Para el caso de Deslizamientos Rotacional y Traslacional se toman medidas como su longitud total, altura, ancho de la superficie de ruptura y masa desplazada, pendientes (post-falla, pre-falla y Fahrboschung), dirección y azimut del deslizamiento y profundidad (Foto 3.4).



Foto 3. 4 Mediciones en campo. A: Ancho de la masa desplazada. B. Medición de Pendientes de ladera pre-falla, post-falla y Fahrboschung.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Las medidas en deslizamientos de dimensiones pequeñas fueron tomadas mediante el uso de una cinta métrica que nos permitió medir anchos y la longitud total; en cambio en deslizamientos de mayor magnitud fue necesario el uso del GPS para tomar puntos determinadas dentro del deslizamiento y con ayuda de herramientas del ArcGis calcular sus dimensiones.

### 3.5. Trabajo de oficina final

Consistió en el correspondiente análisis e interpretación de los datos obtenidos y la respectiva validación de los movimientos en el campo. Con el uso del software ArcGis se digitalizo los movimientos de ladera por tipología, generando el mapa de inventario de movimientos de ladera a escala 1:40.000.

Con el uso del Software Microsoft Excel 2010, se realizó un análisis estadístico tomando en cuenta el número total de movimientos de ladera, con las siguientes variables: litología, área afectada, actividad del movimiento, factores condicionantes y detonantes.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### 4.1. Inventario de Movimientos de ladera

Se han inventariado un total de 61 movimientos de ladera (de los cuales 2 fichas que corresponden a movimientos de tipo Flujo se encuentran incompletas debido al difícil acceso), que afecta un área de 1'688.312,95 m<sup>2</sup>, que constituye el 2% del área de estudio. Se generó un mapa de inventario de movimientos de ladera a escala 1:40.000 (Figura 4.1), que se clasifica en función de su tipología.

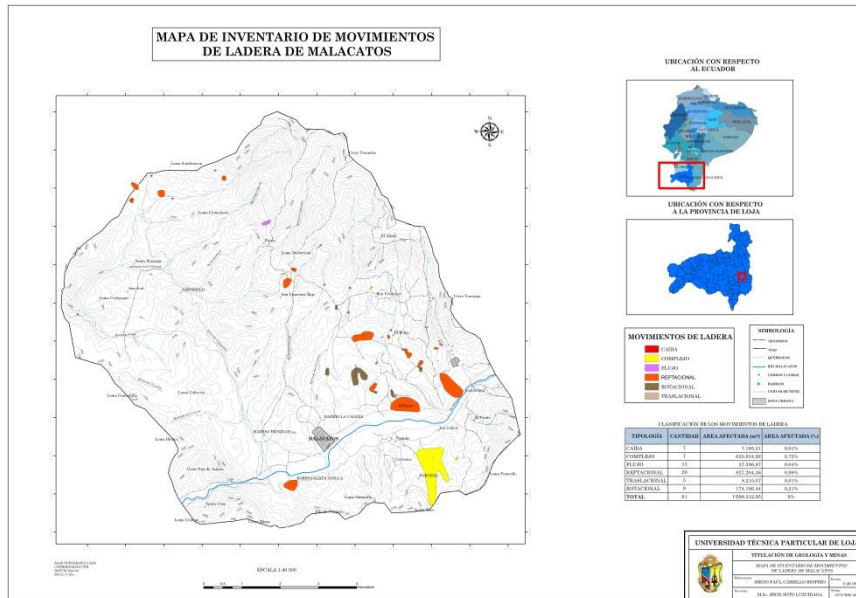


Figura 4. 1 Mapa de Inventario de Movimientos de Ladera de Malacatos. Fuente: Carrillo, 2014.

Los movimientos de ladera fueron clasificados en base a la información recopilada en el trabajo de campo, de acuerdo a la tipología se identificó: 14 Deslizamientos, 13 Flujos, 20 Reptación, 7 Caídas y 7 Complejos (Figura 4.2).



Figura 4. 2 Porcentajes de los movimientos de ladera por tipología en la zona de estudio. Fuente: Carrillo, 2014.



Figura 4. 3 Porcentaje de afectación de área por movimientos de ladera respecto al total del área estudiada.  
Fuente: Carrillo, 2014.

En base a la bibliografía investigada correspondiente a la Geología Regional de Hungerbuhler y observaciones in situ; se elaboró una distribución de movimientos de ladera según las formaciones geológicas en donde han ocurrido estos fenómenos (Figura 4.4), detallando a continuación:

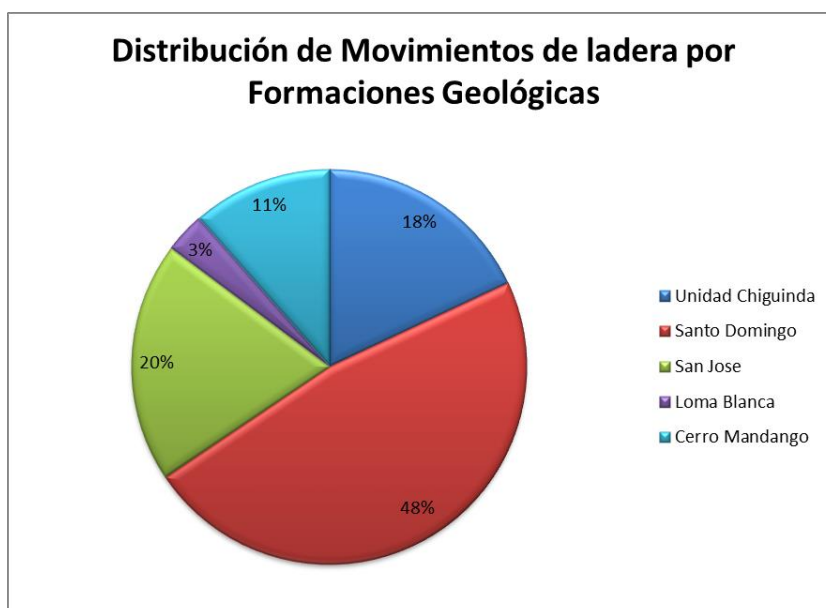


Figura 4. 4 Distribución de Movimientos de Ladera por Formaciones Geológicas.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Realizando un análisis detallado de los movimientos de ladera inventariado, de acuerdo a su tipología se detalla:

#### 4.1.1. Deslizamientos

Se han inventariado un total de 14 deslizamientos, representan el 22,95% del número total movimientos de ladera y afecta un área de 182.401,50 m<sup>2</sup> representado el 0,22% del área de estudio (Foto 4.1). Se los clasificó de la siguiente manera: 9 de tipo Rotacional y 5 de tipo Traslacional. El área de los deslizamientos varía entre: 242,16 m<sup>2</sup> y 17.356,76 m<sup>2</sup>.

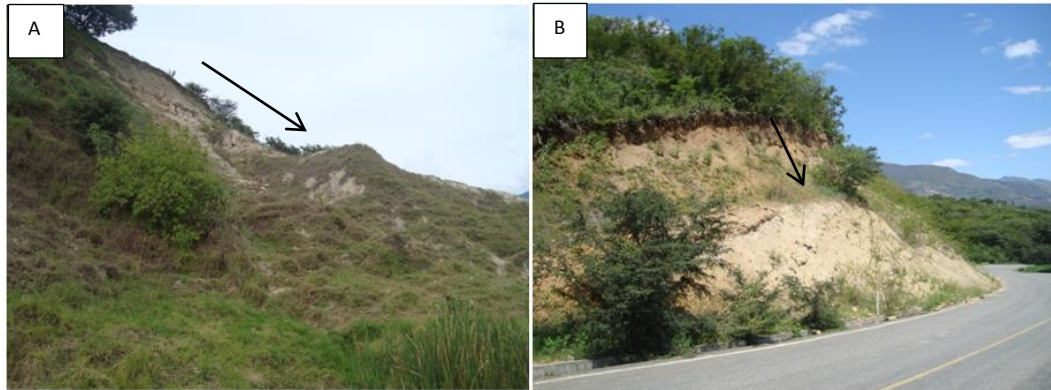


Foto 4. 1 Movimientos de Ladera tipo Deslizamiento. a) Deslizamiento Rotacional en sector "Barrio la Granja" (ML-21). B) Deslizamiento Traslacional, sector "Vía a la Merced" (ML-44).  
Fuente: Carrillo, 2014.

En base a la geología regional y con observaciones en el campo, se realizó una distribución de los movimientos de ladera tipo deslizamiento según la geología en donde se encuentran emplazados (Figura 4.5).

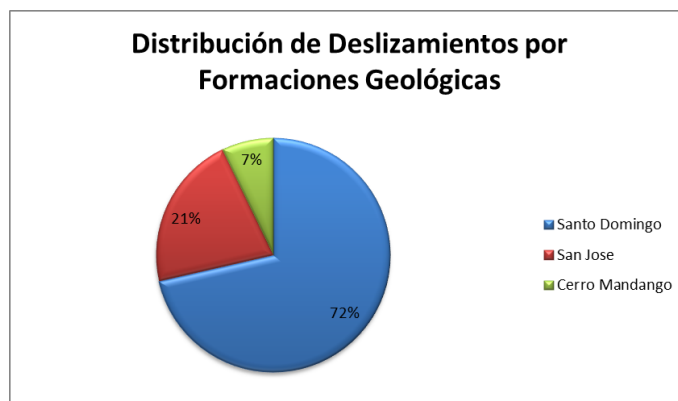


Figura 4. 5 Distribución de Deslizamientos por Formaciones Geológicas.  
Fuente: Carrillo, 2014.

- El 72% (10 casos) de los deslizamientos se encuentran sobre la Formación Santo Domingo compuesta de arenisca, limolitas y lutitas, son suelos limosos y arcillosos con una plasticidad que va de media a alta.
- El 21% (3 casos) de los deslizamientos se encuentran sobre la Formación San José compuesta de areniscas calcáreas, son suelos con limos, arcillas y arenas, de mediana plasticidad.
- El 7% (1 caso) sobre la Formación Cerro Mandango.

Según la clasificación utilizada en la validación de campo, el 42,86% de los deslizamientos se presentan Activos. El 21,43% de los deslizamientos se presentan Reactivados. El 35,71% de los deslizamientos se encuentran Latentes.

#### 4.1.2. Flujos

Se han inventariado un total de 13 flujos, representan el 21,31% del número total de movimientos de ladera y afecta un área de 37.596,87 m<sup>2</sup> representando el 0,04% del área de estudio (Foto 4.2). El área de los flujos varía entre 165,93 m<sup>2</sup> y 19.339,72 m<sup>2</sup>.

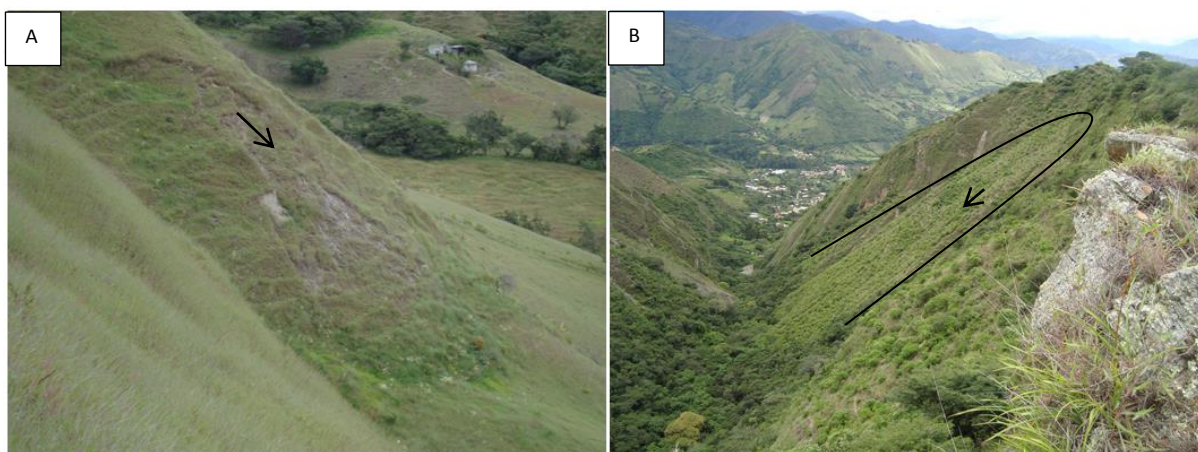


Foto 4. 2 Movimientos de ladera tipo Flujo. A). ML-58, Unidad Chigüinda. B). ML-26, Unidad Chigüinda.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Según la clasificación utilizada en la validación de campo. El 30,76% de los Flujos se presentan Activos. El 30,76% se encuentra Latentes. El 23,08% se encuentran Reactivados y el 15,38% se encuentra Relicto.

En base a la geología regional y con observaciones en el campo, se realizó una distribución de los movimientos de ladera según la geología en donde se encuentran emplazados (Figura 4.6).

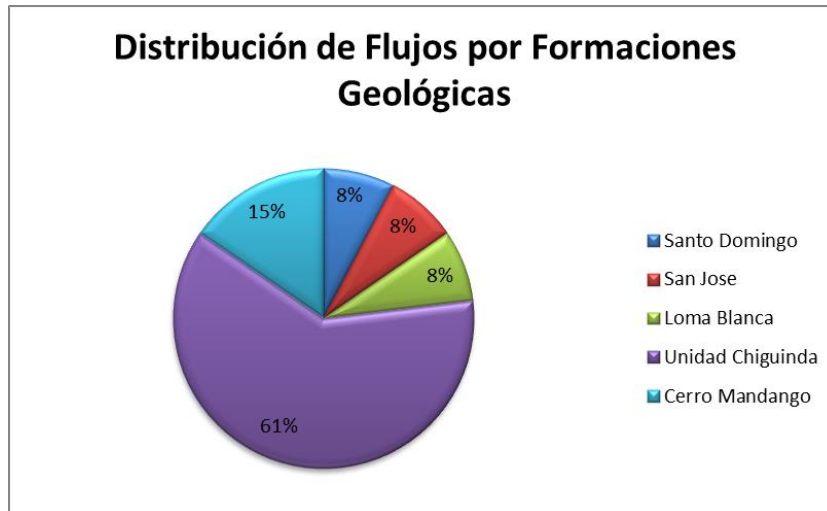


Figura 4. 6 Distribución de Flujos por Formaciones Geológicas.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Se distribuyen de la siguiente manera: El 61% (8 casos) en la Unidad Chigüinda, el 15% (2 casos) en la Formación Cerro Mandango, el 8% (1 casos) en la Formación Loma Blanca, 8% (1 casos) en la Formación San José y el 8% (1 caso) en la Formación Santo Domingo.

#### 4.1.3. Reptacional

Se han inventariado un total de 20 movimientos de tipo reptación (Foto 4.3), representan el 32,79% del número total de movimientos de ladera y afecta un área de 827.294,36 m<sup>2</sup> representando el 0,98% del área de estudio. El área de estos movimientos de ladera varía entre 2.065,65 m<sup>2</sup> y 235.823,91 m<sup>2</sup>.

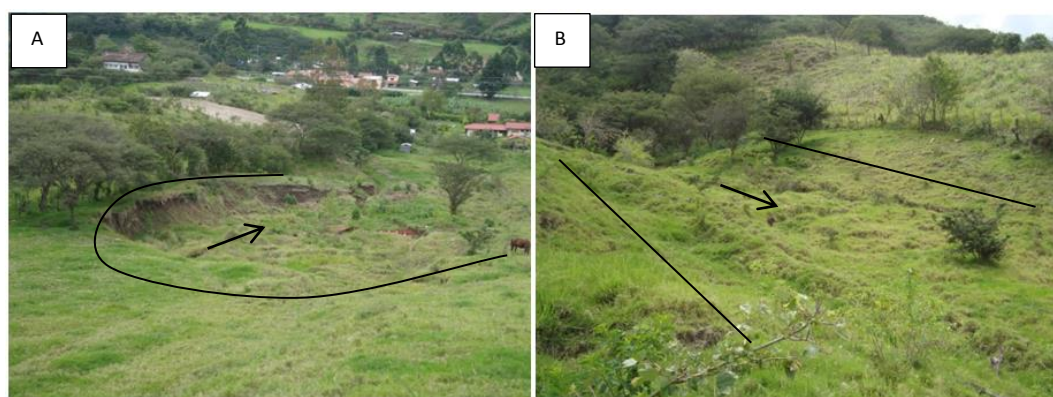


Foto 4. 3 Movimiento tipo Reptacional. A) ML-07, Y de Landagui. B). ML-16, Barrio el Carmen.

Fuente: Carrillo, 2014.

Estos movimientos de ladera presentan ondulaciones y escalonamientos sobre el terreno; produce inclinación de cercos, postes y casas.

Según la clasificación utilizada en la validación de campo. El 45% de los movimientos se presentan Activos. El 40% se encuentra Latentes. El 10% son Relictos y el 5% se encuentran Reactivados.

En base a la geología regional y con observaciones en el campo, se realizó una distribución de los movimientos de ladera según la geología en donde se encuentran emplazados (Figura 4.7).

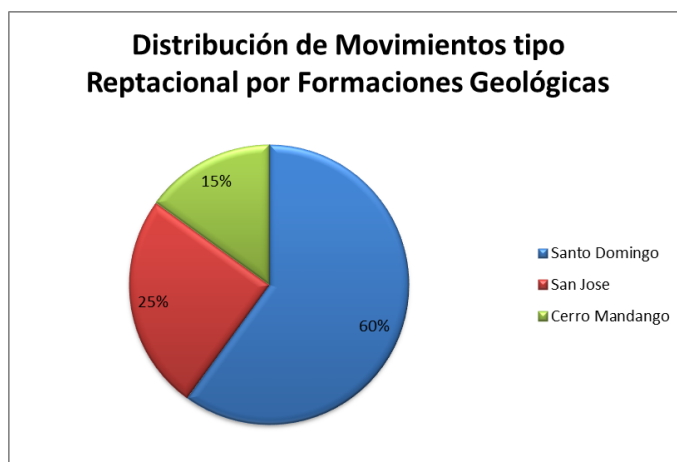


Figura 4. 7 Distribución de Movimientos tipo Reptacional por formaciones Geológicas.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Se distribuyen de la siguiente manera: el 60% (12 casos) en la Formación Santo Domingo, 25% (5 casos) en la Formación San José y el 15% (1 caso) en la Formación Cerro Mandango.

#### 4.1.4. Caída

Se han inventariado un total de 5 movimientos tipo Caída (Foto 4.4), representan el 8,20% del número total de movimientos de ladera y afecta un área de 700.015,43 m<sup>2</sup> representando el 0,01% del área de estudio. El área de los movimientos de ladera tipo Caída varía entre 475,9 m<sup>2</sup> y 1.770,22 m<sup>2</sup>.

Según la clasificación utilizada en la validación de campo. El 85,71% de los movimientos se encuentran activos y el 14,29% en estado latente.



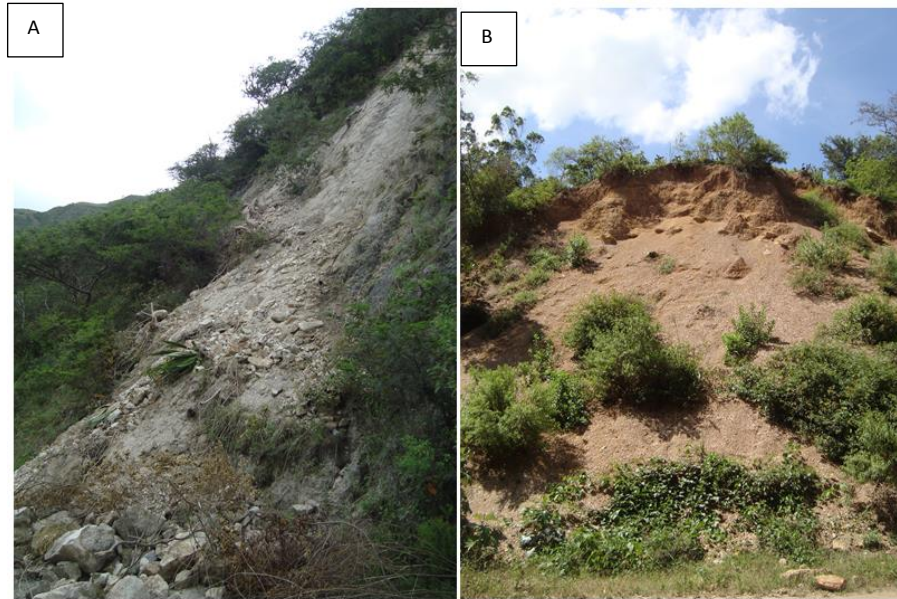


Foto 4. 4 Movimiento tipo Caída. A) ML-48 vía al Barrio San Francisco Medio, caída de bloques de arenisca, producto de lluvias en el mes de febrero del 2014. B). ML-42, vía al Barrio Sotahuayco, Caída de fragmentos de arenisca, producto de la erosión.  
Fuente: Carrillo, 2014.

En base a la geología regional y con observaciones en el campo, se realizó una distribución de los movimientos de ladera según la geología en donde se encuentran emplazados (Figura 4.8).

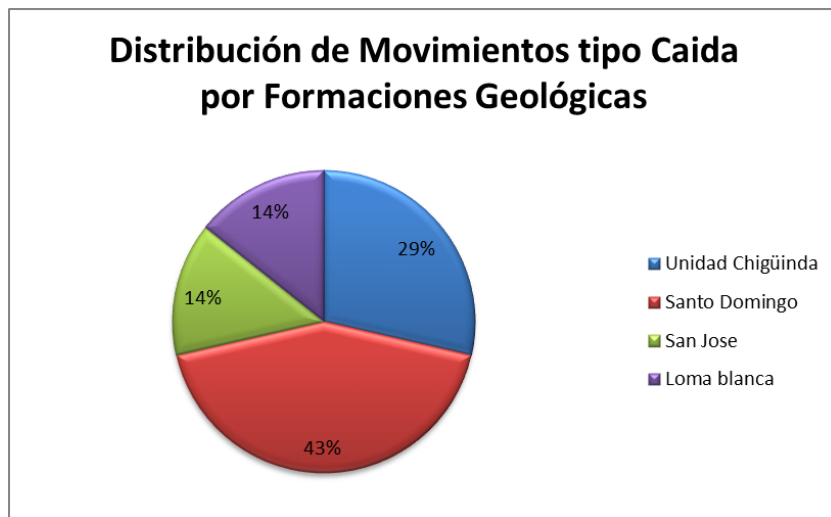


Figura 4. 8 Distribución de Movimientos tipo Caída por Formaciones Geológicas.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Se distribuyen de la siguiente manera: el 43% (3 casos) en la Formación Santo Domingo, 29% (2 casos) en la Unidad Chigüinda, el 14% (1 caso) en la Formación San José y el 14% (1 caso) en la Formación Loma Blanca.

#### 4.1.5. Complejos

En los Complejos generalmente ocurre la combinación de 2 tipologías de movimientos de ladera, se han inventariado un total de 7 movimientos complejos, representan el 11,48% del número total de movimientos de ladera y afecta un área de 633.834,92 m<sup>2</sup> representando el 0,75% del área de estudio. El área de los movimientos de ladera tipo “Complejo” varía entre 69,14 m<sup>2</sup> y 618.069,31 m<sup>2</sup>.

Se los clasificó de la siguiente manera (Figura 4.9): 2 casos tipo Caída-Flujo, 1 caso Rotacional-Flujo (Foto 4.5), 1 caso Traslacional-Caída y 3 casos Traslacional-Flujo (Foto 4.6).

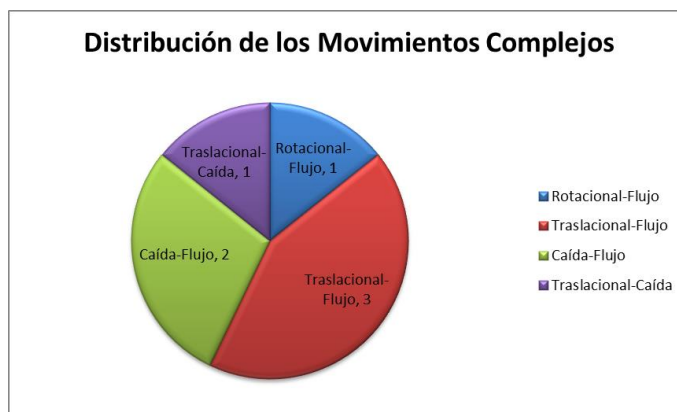


Figura 4. 9 Distribución de los Movimientos Complejos.  
Fuente: Carrillo, 2014.

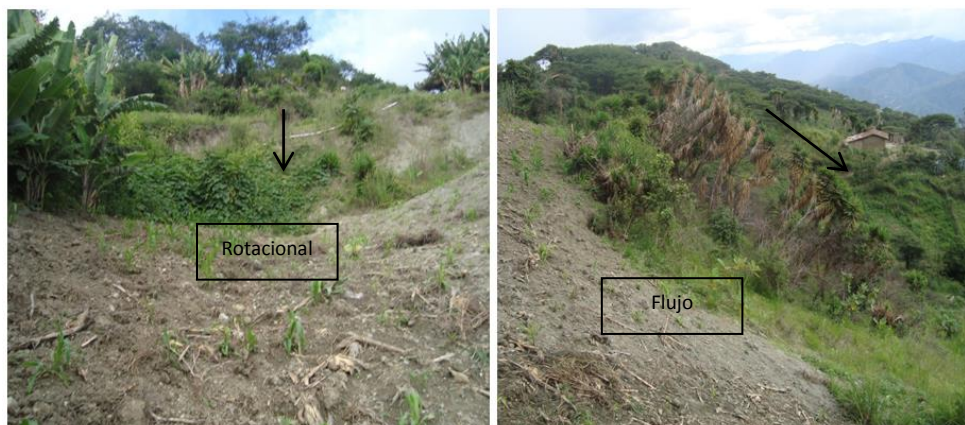


Foto 4. 5 Movimiento complejo tipo “Rotacional-Flujo”, sobre la Formación Santo Domingo (ML-09).  
Fuente: Carrillo, 2014.

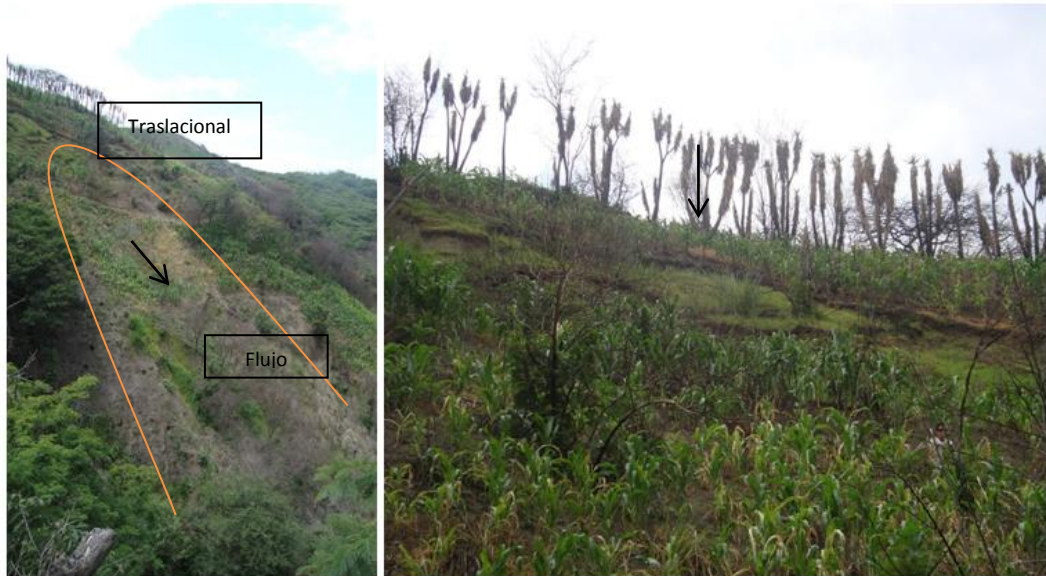


Foto 4. 6 Movimiento complejo tipo “Traslacional-Flujo” (ML-13).  
Fuente: Carrillo, 2014.

Según la clasificación utilizada en la validación de campo: el 42,86% se encuentran reactivados, el 28,57% se encuentran activos y el 28,57% se encuentra latente.

En base a la geología regional y con observaciones en el campo, se realizó una distribución de los movimientos de ladera según la geología en donde se encuentran emplazados (Figura 4.10).

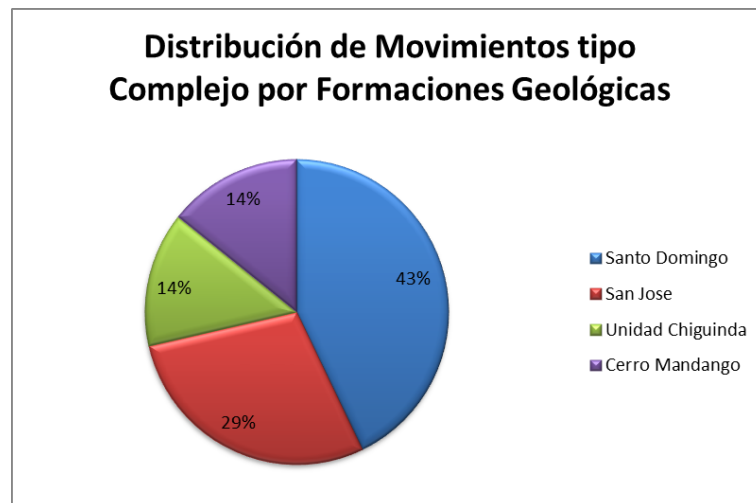


Figura 4. 10 Distribución de los Movimientos Complejos por formaciones Geológicas.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Se distribuyen de la siguiente manera: 43% (3 casos) en la Formación Santo Domingo, 29% (2 casos) en la Formación San José, 14% (1 caso) en la Formación Cerro Mandango y 14% (1 caso) en la Unidad Chigüinda.

A continuación se presenta un resumen del inventario de movimientos de ladera con sus principales características:

Tabla 4. 1 Resumen de movimientos de ladera.

Código	Tipo de movimiento	Estado	Humedad del suelo	Condicionante	Detonante	Área total afectada (m <sup>2</sup> )	Volumen desplazado (m <sup>3</sup> )
ML-01	Rotacional	Reactivado	Húmedo	- Material Plástico Débil - Material Meteorizado - Material Fallado por Corte	- Excavación del pie de talud. - Irrigación - Carga en la Corona del Talud - Lluvias	1935,5	7683,2
ML-02	Reptacional	Latente	Ligeramente Húmedo	- Material Plástico débil - Material Meteorizado - Material Fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del Talud - Irrigación	27432,3	
ML-03	Rotacional	Latente	Húmedo	- Material Meteorizado - Material Fallado por Corte.	- Lluvias - Exacción del pie del Talud - Irrigación - Ausencia de Vegetación	9918,16	93940
ML-04	Caída	Activo	Seco	- Material Meteorizado - Material fallado por corte - Material Fisurado o agrietado	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Ausencia de Vegetación	769,17	8925
ML-05	Rotacional	Activo	Seco	-Material Plástico Débil - Material Meteorizado - Material Fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Carga en la corona del talud - Mantenimiento deficiente sistema de drenaje - Escape de agua de tuberías	14621,1	111872
ML-06	Traslacional	Latente	Seco	-Material plástico débil - Material fallado por corte - Material meteorizado	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	5234,93	15651
ML-07	Reptacional	Activo	Ligueramente Húmedo	-Material colapsible - Material meteorizado - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del Talud - Irrigación - Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	2354824	

<b>ML-08</b>	Rotacional	Latente	Muy Húmedo	- Material plástico débil - Material Colapsible - Material fallado por corte	-Lluvias - Excavación del pie del Talud - Mantenimiento deficiente sistema de drenaje -Escapes de agua de tuberías	17356,8	232764
<b>ML-09</b>	Complejo (Rotacional-Flujo)	Activo	Húmedo	- Material sensible - Material colapsible -Material Meteorizado	-Lluvias - Carga en la corona del talud - Escapes de aguas de tuberías	3822,78	46620
<b>ML-10</b>	Rotacional	Activo	Muy Húmedo	- Material plástico débil - Material sensible	-Lluvias - Carga en la corona del talud - Escapes de aguas de tuberías	6791,81	53312
<b>ML-11</b>	Flujo	Latente	Ligeramente húmedo	- Material sensible - Material meteorizado - Material fallado por corte	-Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación - Vibración (Tráfico)	785,08	2310
<b>ML-12</b>	Caida	Activo	Seco	- Material colapsible - Material meteorizado -Material Fallado por corte -Material fisurado o agrietado	-Lluvias -Excavación del pie del talud -Deforestación o ausencia de vegetación -Vibración Artificial(Tráfico)	1668,78	
<b>ML-13</b>	Complejo (Traslacional-Flujo)	Reactivado	Húmedo	- Material plástico débil - Material sensible - Material meteorizado	-Lluvias -Excavación del pie del talud -Carga en la corona del Talud -Irrigación -Escapes de agua de tuberías	6113,93	33201
<b>ML-14</b>	Reptacional	Relicto	Ligeramente húmedo	- Material sensible -Material colapsible -Material fallado por corte -Contraste en permeabilidad de materiales	- Lluvias - Excavación del pie de talud	76714,4	
<b>ML-15</b>	Reptacional	Activo	Muy húmedo	-Material plástico débil - Material fallado por corte	- Lluvias - Irrigación - Escapes de aguas de tuberías	210379	
<b>ML-16</b>	Reptacional	Activo	Húmedo	-Materia plástico débil -Material Sensible -Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Carga en la corona del talud - Irrigación	17114,3	
<b>ML-17</b>	Reptacional	Activo	Ligueramente húmedo	-Material plástico débil -Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Carga corona del talud - Irrigación	104521	

<b>ML-18</b>	Reptacional	Activo	Mojado	-Material plástico débil - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Irrigación - Escapes de agua de tubería	2349,01	
<b>ML-19</b>	Rotacional	Activo	Húmedo	-Material plástico débil - Material colapsible	- Lluvias	5291,04	20129,86
<b>ML-20</b>	Reptacional	Activo	Mojado	-Material plástico débil	- Lluvias - Irrigación - Escapes de Agua de tuberías - Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	28019,4	
<b>ML-21</b>	Rotacional	Latente	Muy Húmedo	-Material plástico débil -Material meteorizado -Material fisurado y agrietado	- Lluvias - Irrigación - Escapes de aguas de tuberías	115981	2657400
<b>ML-22</b>	Complejo (Traslacional-Flujo)	Latente	Húmedo	-Material sensible - Material Colapsible - Material Fallado por corte	- Lluvias - Carga en la corona del talud - Mantenimiento deficiente sistema de drenaje - Vibración(Trafico)	618096	34684735
<b>ML-23</b>	Flujo	Reactivado	Seco	-Material sensible - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación	1594.12	
<b>ML-24</b>	Flujo	Latente	Ligueramente húmedo	-Material Meteorizado	- Lluvias	591,86	
<b>ML-25</b>	Flujo	Latente	Ligueramente húmedo	-Material Meteorizado	- Lluvias	1087,52	
<b>ML-26</b>	Flujo	Relicto	Seco	-Material sensible - Material meteorizado	- Lluvias	2046,05	
<b>ML-27</b>	Complejo (Caída-Flujo)	Reactivado	Ligueramente Húmedo	-Material meteorizado - Orientación desfavorable de discontinuidades	- Lluvias - Deforestación o ausencia de vegetación	952,99	
<b>ML-28</b>	Reptacional	Activo	Muy húmedo	-Material sensible - Material plástico débil	- Lluvias - Carga en la corona del talud - Irrigación - Mantenimiento deficiente de drenaje	2527,33	
<b>ML-29</b>	Reptacional	Activo	Mojado	-Material sensible - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Carga en la corona del talud - Irrigación - Mantenimiento deficiente sistema de drenaje - Escapes de agua de tuberías	5873,18	

<b>ML-30</b>	Complejo (Caída-Flujo)	Reactivado	Ligueramente húmedo	-Material colapsible - Material meteorizado - Orientación desfavorable de las discontinuidades - Material fallado por corte	-Lluvias -Excavación del pie del talud -Deforestación o ausencia de vegetación.	3529,38	
<b>ML-31</b>	Flujo	Reactivado	Ligueramente húmedo	-Material colapsible - Material meteorizado - Orientación desfavorable de discontinuidades - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación	6216,38	
<b>ML-32</b>	Reptacional	Latente	Húmedo	-Material plástico débil - Material sensible - Material colapsible - Material fallado por corte - Contraste de rigidez de materiales	- Lluvias - Excavación del pie del talud.	5368,7	
<b>ML-33</b>	Flujo	Activo	Muy húmedo	-Material plástico débil -Material sensible	- Lluvias -Excavación del pie del talud	193,38	
<b>ML-34</b>	Caída	Latente	Ligueramente húmedo	-Material plástico débil - Material colapsible - Material meteorizado - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación	475,9	
<b>ML-35</b>	Flujo	Activo	Húmedo	-Material Colapsible -Material meteorizado -Material fallado por corte -Orientación desfavorables de discontinuidades	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Escapes de agua de tuberías - Deforestación o ausencia de vegetación.	691,7	
<b>ML-36</b>	Reptacional	Latente	Húmedo	-Material plástico débil	-Lluvias	2052.65	
<b>ML-37</b>	Reptacional	Latente	Seco	-Material colapsible -Material fallado por corte	-Lluvias -Excavación del pie del talud	12558,77	
<b>ML-38</b>	Rotacional	Latente	Muy húmedo	-Material plástico débil - Material falla por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Escapes de agua de tuberías	242,15	810
<b>ML-39</b>	Flujo	Latente	Ligueramente húmedo	-Material plástico débil -Material sensible -Material meteorizado -Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación	165,93	
<b>ML-40</b>	Caída	Activo	Húmedo	-Material colapsible - Material	- Lluvias - Excavación del pie del talud	333,54	

				meteorizado - Material fallado por corte	- Deforestación o ausencia de vegetación.		
<b>ML-41</b>	Flujo	Reactivado	Húmedo	-Material Sensible - Material Colapsible - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud -Vibración artificial(tráfico)	656,92	
<b>ML-42</b>	Caída	Activo	Seco	-Material colapsible - Material Meteorizado - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación	1770,22	
<b>ML-43</b>	Caída	Activo	Seco	-Material colapsible - Material meteorizado - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación.	747,66	
<b>ML-44</b>	Traslacional	Reactivado	Ligueramente húmedo	-Material colapsible - Material meteorizado - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación	1571,12	4410
<b>ML-45</b>	Reptacional	Latente	Seco	-Material sensible - Contraste de rigidez de materiales	- Lluvias - Carga en la corona del talud	40030,22	
<b>ML-46</b>	Complejo (Traslacional-Flujo)	Latente	Húmedo	-Material plástico débil -Material meteorizado	- Lluvias - Carga en la Corona del Talud - Escapes de agua de tuberías	2059,24	6075
<b>ML-47</b>	Reptacional	Reactivado	Ligueramente Húmedo	-Material plástico débil - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud	12064,03	
<b>ML-48</b>	Caída	Activo	Seco	-Material colapsible - Material meteorizado - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Deforestación o ausencia de vegetación	1420,04	
<b>ML-49</b>	Reptacional	Activo	Mojado	-Material sensible -Material colapsible	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Irrigación	2639,02	
<b>ML-50</b>	Traslacional	Activo	Húmedo	-Material plástico débil -Material sensible	- Lluvias - Carga en la corona del talud - Irrigación	601,05	2960
<b>ML-51</b>	Reptacional	Latente	Ligueramente húmedo	-Material plástico débil - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud	2976,9	
<b>ML-52</b>	Reptacional	Latente	Ligueramente húmedo	-Material sensible	- Lluvias	2866,99	
<b>ML-53</b>	Complejo (Reptacional-Flujo)	Latente	Húmedo	-Material plástico débil	- Lluvias	23982,59	
<b>ML-54</b>	Reptacional	Relicto	Ligueramente húmedo	-Material plástico débil	- Lluvias	12004,19	
<b>ML-55</b>	Rotacional	Activo	Mojado	-Material plástico débil - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Escapes de agua tuberías	2048,64	12495
<b>ML-56</b>	Traslacional	Reactivado	Ligueramente húmedo	-Material colapsible	- Lluvias - Excavación del	509,48	1232



				- Material meteorizado - Material fallado por corte	pie del talud - Escape de agua de tuberías - Deforestación o ausencia de vegetación		
<b>ML-57</b>	Complejo (Caída-Traslacional)	Activo	Húmedo	-Material colapsible - Material meteorizado - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Escapes de agua de tuberías	69,14	171,84
<b>ML-58</b>	Flujo	Relicto	Seco	-Material sensible -Material colapsible	- Lluvias	477,71	
<b>ML-59</b>	Traslacional	Activo	Húmedo	-Material plástico débil - Material colapsible - Material fallado por corte	- Lluvias - Excavación del pie del talud - Irrigación - Escapes de aguas de tuberías	298,49	1003,86
<b>ML-60</b>	Flujo	-----	-----	-----	-----	3744,51	
<b>ML-61</b>	Flujo	-----	-----	-----	-----	19339,72	

Fuente: Carrillo, 2014.

## 4.2. Factores que influyen a la inestabilidad

### 4.2.1. Factores Condicionantes

Los factores condicionantes dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno. Analizando las fichas de inventario de movimientos de ladera, se tiene que los principales factores condicionantes son: Orientación desfavorable de las discontinuidades (4 casos), material plástico débil (30 casos), material sensible (16 casos), material colapsible (27 casos) y material meteorizado (28 casos) (Figura 4.11).

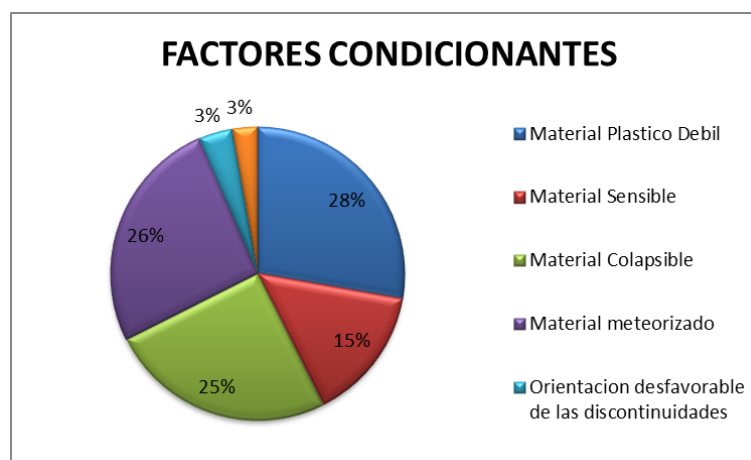


Figura 4. 11 Distribución de los Factores Condicionantes.  
Fuente: Carrillo, 2014.

#### 4.2.1.1. Orientación desfavorable de las discontinuidades

Las discontinuidades, diaclasas y fracturas en la roca, es el factor que origina nuevos movimientos de ladera, en el espaciamiento que deja estos planos existen el crecimiento de vegetación y el paso de flujo de agua, provocando debilitamiento de la roca y pérdida de su resistencia. Este factor genera movimientos de ladera de tipo caída de rocas (Foto 4.7).



Foto 4. 7 Orientación desfavorable de las discontinuidades, Formación Loma Blanca.  
Fuente: Carrillo, 2014.

#### **4.2.1.2. Naturaleza de los materiales**

La litología presente en la zona de estudio es un factor que condiciona las características naturales y las propiedades de resistencia y estabilidad, se suma a esto la acción de factores que se encuentra alterando por medio de procesos físicos y químicos al que son expuestos.

La resistencia frente a otros factores dependerá de la composición que tenga cada litología como: su compactación, tamaño, forma y cementación de las partículas que componen la roca y suelo.

##### **4.2.1.2.1. Material plástico débil**

Este tipo de materiales se encuentran en las formaciones Santo Domingo y San José, son suelos compuestos por matriz limo, arcilla y arena, presentando tamaño de grano fino, lo que hace que estas litologías sean más propensas a movimientos de ladera.

Estas litologías al ser expuestas a otros factores externos, principalmente la acción del agua presenta deformaciones lo que favorece a la inestabilidad del terreno, presentando deformaciones plásticas (Foto 4.8).

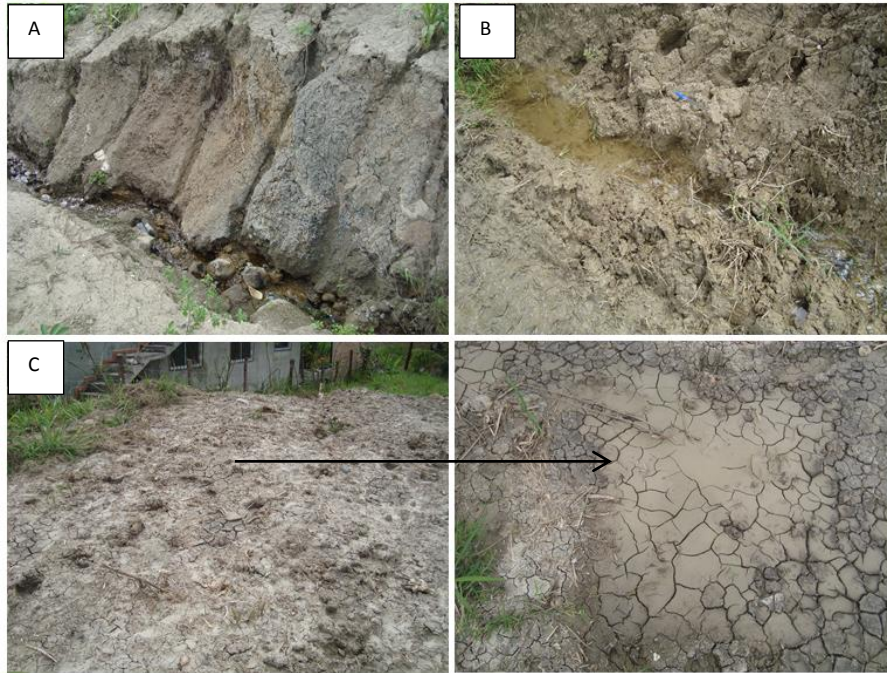


Foto 4. 8 Tipo de material plástico débil. A: Suelo Limo-Arcilloso, erosionado por lluvias y mal manejo del drenaje. B: Suelo Arcilloso, saturado con agua de precipitaciones. C: Suelo arcilloso saturado. Fuente: Carrillo, 2014.

#### 4.2.1.2.2. Material sensible y Colapsible

Corresponde a Coluvios que resultan de la acción de la erosión de colinas, por acciones del efecto del agua y la gravedad son arrastrado pendiente abajo y luego son depositados, estos no presentan una buena estabilidad, su matriz es de: limo, arcilla y arena; en épocas de precipitaciones intensas son arrastradas de manera rápida produciendo movimientos de tipo flujo (Foto 4.9).

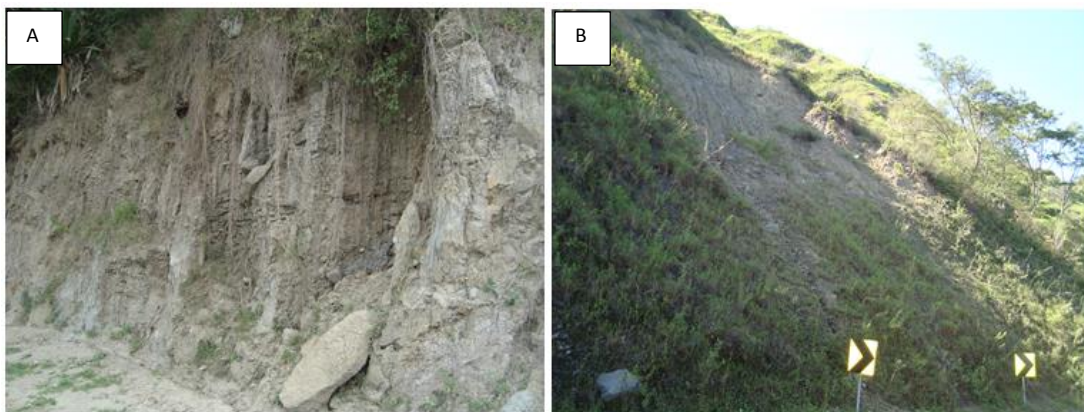


Foto 4. 9 Coluvios sobre la Formación Cerro Mandango. A: Coluvio de Matriz limo-arcillosa afectando a un movimiento tipo Reptacional (ML-14). B: Coluvio de Matriz limo-arenosa, produciendo un movimiento de tipo flujo (ML-41). Fuente: Carrillo, 2014.

A estos tipos también podemos añadir: conglomerados, suelos residuales, materiales que se encuentran erosionados los cuales son propensos a desprendimientos e inestabilidad.

#### **4.2.1.2.3. Material Meteorizado, fisurado y agrietado.**

Corresponde al material que ha sido alterado por factores físicos y químicos, esto se debe a la falta de cobertura y ausencia de vegetación que acelera los procesos de alteración del terreno.

En la Unidad Chigüinda se evidencia una meteorización y fracturas en la roca producto de la erosión generando un arrastre y desprendimiento de material. En los suelos de la Formación Santo Domingo se observa agrietamientos y fisuras en el terreno, esto ayuda a la filtración del agua ocasionando saturación en épocas de invierno y de riego en los cultivos, siendo un condicionante para que se originen diferentes tipos de movimientos de ladera (Foto 4.10).



Foto 4. 10 Material fisurado, agrietado y meteorizado.  
Fuente: Carrillo, 2014.

#### **4.2.2. Factores Detonantes**

Una pequeña causa desencadenantes o detonantes puede ser suficiente para provocar la inestabilidad, estos factores pueden ser naturales y antrópicos. Analizando las fichas de inventario de cada uno de los movimientos de ladera, tenemos los principales factores y el

total de casos afectados son: excavación en el pie del talud (41 casos), carga en la corona del talud (12 casos), deforestación o ausencia de vegetación (17 casos), lluvias (59 casos), irrigación (15 casos), mantenimiento deficiente del sistema de drenaje (9) y escapes de aguas de tuberías (16 casos) (Figura 4.12).

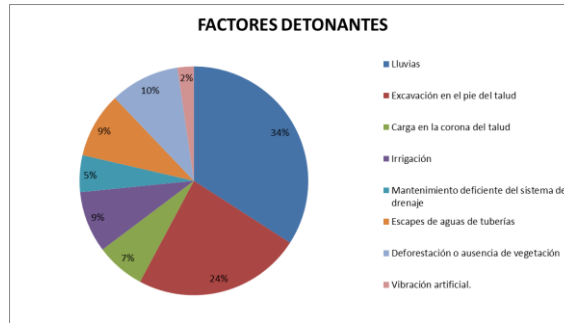


Figura 4. 12 Distribución de los Factores Detonantes.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Se presenta un caso por cada detonante de los movimientos de ladera:

#### 4.2.2.1. Excavación del pie del talud

Es un factor de generación de nuevos movimientos, ocurre por construcciones de obra civil, vías que van atravesando zonas que son susceptibles a inestabilidad y en algunos casos por movimientos de ladera antiguos generando una reactivación del evento, la excavación de la pata del talud disminuye las propiedades estabilizadoras y resistentes del terreno (Foto 4.11).



Foto 4. 11 Excavación del pie del talud (ML-12) sobre la Formación Loma Blanca.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Se trata de un movimiento de ladera tipo caída, en donde se observa excavación del pie del talud (Foto 4.11), mediante la apertura y mantenimiento de vías que nos conduce al río Solanda, el suelo experimenta una modificación y pérdida de las propiedades de resistencia dando lugar a una desestabilización y ocurrencia del movimiento de ladera; sumando otros factores como: fractura de la roca, ausencia de vegetación existiendo erosión y lluvias.

#### 4.2.2.2. Carga en la corona del Talud

Este factor genera inestabilidad por una sobrecarga en la parte superior del talud, la cuenca de Malacatos es un sector utilizado para vacacionar, lo que representa nuevas construcciones, estas modifican el terreno y bajo nuevas condiciones no pueden mantenerse estables. Como sobrecarga encontramos casas y vías de acceso.

Los movimientos generados por este factor son de tipo rotacional sobre suelos limo-arcillosos, ocasionando daños considerables en la infraestructura. En el caso del ML-10 (Foto 4.12) se encuentra afectando la Escuela del Barrio San Francisco medio, mediante observaciones se determinó los factores siendo los principales: carga en la corona del talud, lluvias y escapes de aguas de tuberías.



Foto 4. 12 Carga en la Corona del Talud, movimiento rotacional (ML-10).  
Fuente: Carrillo, 2014.

#### 4.2.2.3. Deforestación o ausencia de vegetación

Los movimientos de ladera característicos por la influencia de este factor son: caída de bloques y flujo. La deforestación o ausencia de vegetación aceleran los procesos de meteorización, al estar expuesta la roca y suelo a condiciones ambientales y climáticas, favoreciendo a la alteración de la misma, produciendo desprendimiento y arrastre de material erosionado (Foto 4.13).

La alteración en la roca provoca un cambio en su resistencia, destruye el empaquetamiento de la misma, produce problemas de cohesión que conlleva a una disminución de las propiedades resistentes y generación de zonas de debilidad.

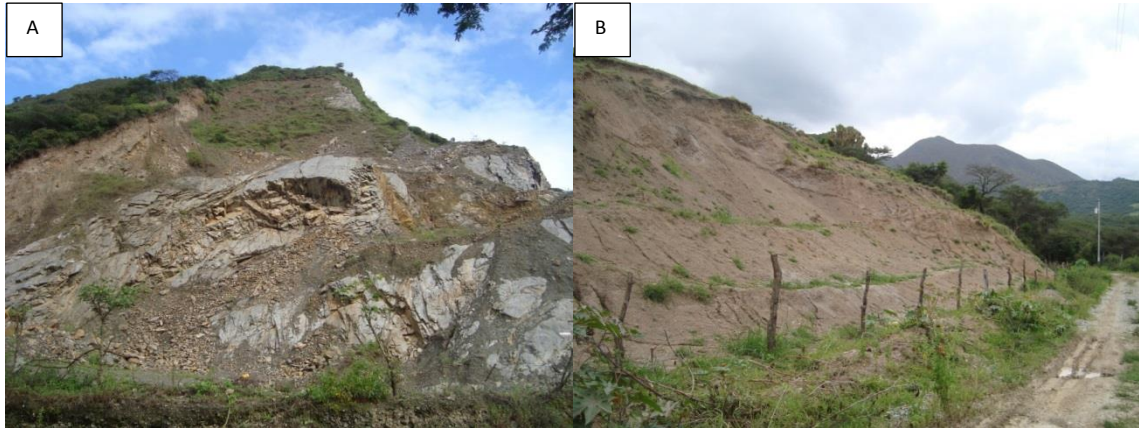


Foto 4. 13 Deforestación o ausencia de vegetación. A) Ausencia de vegetación, Unidad Chigüinda. B) Formación Santo Domingo.  
Fuente: Carrillo, 2014.

La presencia de vegetación favorece a la estabilidad de los terrenos y evita la degradación de las partículas que componen el suelo que es producida por la erosión hídrica, favoreciendo también al drenaje por la absorción del agua superficial.

#### 4.2.3. Lluvias

Las lluvias constituyen un factor importante para estos eventos, en muchos casos es uno de los factores de reactivación de los movimientos en especial en aquellos movimientos de reptación y de generación de nuevos movimientos superficiales como: flujo, deslizamientos (Foto 4.14), caídas y complejos; que afectan a las vías de comunicación y viviendas. Uno de los principales problemas cuando existe un incremento de lluvias intensas durante horas o días es el aumento en la acumulación de agua excediendo la capacidad de infiltración del terreno.

La característica de la zona de estudio es un incremento de las lluvias en los meses de Enero a Junio denominada como “época de invierno”. El principal efecto de la lluvia es una disgregación de las partículas que conforman el suelo produciendo remoción, arrastre y luego son depositadas en las partes bajas.

La desestabilización del terreno se presenta porque el agua genera una sobrecarga al saturarse el suelo, por el peso del agua al momento que este se infiltra ocupando poros y fisuras existentes en las rocas.



Foto 4. 14 Deslizamiento Rotacional (ML-55) en suelo arcilloso, producto de las lluvias en los meses de febrero del 2014.

Fuente: Carrillo, 2014.

#### 4.2.4. Irrigación

Son aportes artificiales de agua para la producción agrícola, dando una humedad necesaria para la vegetación, esto provoca saturación del terreno ya que no existe un uso correcto y técnico del riego del cultivo, se origina erosión superficial y existe un aumento de la carga.

Se encuentra afectando suelos compuestos por arcillas y limos, con mediana y alta plasticidad, dando lugar a movimientos de tipo: reptación, rotación, traslacional y complejos. Los de tipo reptación se dan en sectores en donde la pendiente no es necesariamente abrupta, pero que es afectado por una saturación en terrenos arcillosos (Foto 4.15).



Foto 4. 15 Irrigación. Factor detonante para la ocurrencia en estos 2 casos de tipo Reptacional.

Fuente: Carrillo, 2014.



Se puede observar en (Foto 4.16) problemas causados en la infraestructura de casas del Barrio Belén al Este de Malacatos, causados por movimientos de tipo Reptacional, los cuales están relacionados a la irrigación son suelos utilizados para la agricultura, junto con esto otros factores como: mantenimiento deficiente del sistema de drenaje, lluvias, escapes de aguas de tuberías.



Foto 4. 16 Problemas causados. A) Inclinación de muro principal. B) Fisuras y cuarteo de las paredes.  
Fuente: Carrillo, 2014.

#### **4.2.5. Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje**

Los Barrios de Malacatos no cuentan con un sistema eficiente de drenaje, el agua es evacuada en el mismo terreno ocasionando acumulaciones importantes de agua en muchos sectores denominados como “cuerpos de agua”, presentando un problema para la estabilidad de los terrenos, existiendo saturación del suelo por infiltración y excediendo la capacidad de drenaje.

En la (foto 4.17) se puede observar el deficiente mantenimiento del sistema de drenaje, causando movimientos de ladera de tipo deslizamiento rotacional y reptacional, el agua es evacuada en tanto en el pie como en la corona del talud, provocando una carga adicional, esto se incrementa en épocas de invierno.



Foto 4. 17 Mantenimiento deficiente del sistema de drenaje.  
Fuente: Carrillo, 2014.

#### 4.2.6. Escapes de aguas de tuberías

En sectores utilizados para la agricultura existe escapes de aguas por medio de tuberías, por su mal mantenimiento y descuido de las personas que utilizan esto para sus actividades de riego, esto provoca un aporte continuo de agua en sectores del terreno, existe una filtración del agua sobre el terreno ocasionando una saturación que generan problemas de estabilidad principalmente en suelos de alta y mediana plasticidad como arcilla y limo, dando lugar a movimientos superficiales (Foto 4.18).



Foto 4. 18 Escapes de aguas de tuberías, ocasionando una saturación de los suelos.  
Fuente: Carrillo, 2014.

Es un Factor con una incidencia menor, esto afectaría a un largo plazo junto con eso la suma de otros factores para que se produzca una inestabilidad. En estos casos se han encontrado movimientos de tipo reptacional siendo movimientos muy lentos y poco profundos.

#### **4.3. Fotointerpretación y Ortofotos.**

Se realizó la fotointerpretación de la zona de estudio, en base a las fotografías aéreas proporcionadas por el IGM (Línea de Vuelo: 14; Numero de fotografías: 2871, 2872, 2873) del año 1984. Logrando la identificación de formaciones: Cerro Mandango, Santo Domingo, Loma Blanca y Unidad Chiguinda. A lo que corresponde a movimientos de ladera no se pudo identificar ningún movimiento, el principal limitante es la escala de las fotografías 1:60.000, siendo una escala no adecuada, presentando dificultad para el reconocimiento de zonas inestables.

Para la identificación de movimientos de ladera es recomendable la utilización de escalas: 1:10.000 o 1:5.000 a colores, permitiendo una identificación mucho más precisa de zonas susceptibles a movimientos de ladera.

Con el análisis de las ortofotos digitales a escala 1:5.000 del año 2010, se identificó 31 movimientos de ladera, realizando su digitalización en el Software ArcGis 9.3, que fueron reconocidos y validados en el campo.

## CONCLUSIONES

- En el mapa de inventario de ladera generado a escala 1:40.000, se identificó 61 movimientos de ladera, afectan un área de 1'688.312,95 m<sup>2</sup>, que representa el 2% del área total. Entre ellos se determinó: 14 Deslizamientos, 13 Flujos, 20 Reptaciones, 7 Caídas y 7 complejos.
- En base a la geología se determinó mediante porcentajes los movimientos de ladera que se concentran en diferentes formaciones geológicas: 48% sobre la formación Santo Domingo, 20% sobre la Formación San José, 18% Unidad Chigüinda, 11% en la Formación Cerro Mandango y el 3% en la Formación Loma Blanca.
- En la formación Santo Domingo se presenta la mayoría de los movimientos de ladera, siendo en un total de 29 casos representando el 48% del total de movimientos de ladera.
- Los factores condicionantes que influyen a la inestabilidad del terreno: Material plástico débil se presenta en 30 casos, material sensible en 16 casos, material colapsible en 27 casos, material meteorizado en 28 casos y orientación desfavorable de las discontinuidades en 4 casos. Factores que dependen de la composición de las litologías presentes, siendo las más susceptibles a movimientos aquellos que se encuentran compuestos por limos y/o arcilla que se encuentran en la Formación Santo Domingo.
- Los factores detonantes que influyen a la inestabilidad: lluvia siendo el factor principal afectando a 59 casos, excavación del pie del talud en 41 casos, carga en la corona del talud en 12 casos, irrigación, mantenimiento deficiente del sistema de drenaje en 9 casos, escapes de aguas de tuberías en 16 casos y deforestación o ausencia de vegetación en 17 casos. Son factores antrópicos que se encuentran modificando las condiciones naturales del terreno.
- Este estudio permite concluir que la parroquia de Malacatos, está teniendo un crecimiento en construcción de viviendas tipo vacacional, las mismas que se localizan en zonas afectadas por movimientos de ladera, lo que aumento su vulnerabilidad y exposición al riesgo por movimientos de ladera

## RECOMENDACIONES

- Es de vital importancia continuar con la investigación hacia el análisis de susceptibilidad y peligrosidad a los movimientos de ladera, para la planificación del uso del terreno y que el municipio pueda tomar decisiones a través de ordenanzas.
- Este trabajo debe ser complementado con un análisis de la peligrosidad y de riesgo de los movimientos de ladera, con el fin de definir áreas más afectadas y posibles métodos de estabilización.
- Mejorar esta investigación con temas acerca de “Monitoreo de movimientos de ladera” con el fin de dar propuestas de mitigación a los que tiene mayor grado de peligrosidad, tomando en cuenta el crecimiento poblacional de Malacatos.
- Se recomienda realizar una reforestación, con el fin de evitar que los suelos sigan siendo erosionados, y producto de ello sufran una inestabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Álvaro F. De Matteis. (2003). Estabilidad de Taludes. Geología y Geotecnia. Universidad Nacional de Rosario Facultad de CS. Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Antonie P. (1992). "Les problèmes posés par l'instabilité des versants de grande ampleur-aspects géologiques", Bull. Int. Assoc. Engineering Geology.

Apolo, W. (2010). Estudio Geológico-Estructural e inventario de deslizamiento del área dos de la cuenca de Malacatos, Tesis para optar al título de Ingeniero en Geología y Minas, Unidad de Ingeniería Civil Geología y Minas, UTPL.

Azañon, J.M y Col. (2011). Metodología para el análisis de la susceptibilidad frente a deslizamientos. Proyecto de investigación en parques nacionales.

Campoverde, J. (2010). Estudio Geológico-Estructural e inventario de deslizamiento del área cinco de la cuenca de Malacatos, Tesis para optar al título de Ingeniero en Geología y Minas, Unidad de Ingeniería Civil Geología y Minas, UTPL.

Corominas J. (1989). Clasificación y reconocimiento de los movimientos de ladera, en Corominas (Eds.), Estabilidad de taludes y laderas naturales (p. 1-30). Zaragoza. Sociedad Española de Geomorfología.

Coromias Dulcet, J., y Garcia Yagué A. (1997). Terminología de los movimientos de laderas. IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables (p. 1051-1072). Granada, España.

Cruden D.M. (1991). A Simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology.

Cruden D.M & Varnes D.J. (1996). "Landslides types and Processes" Landslides: investigation and mitigation, National Academic Press. Washington D.C.

De Freitas M.H. y Watters R.J. (1973). Some field examples of toppling failure: Geotechnique.

Dikau R., Brundsen D., Schrott L., y Ibsen M. ed., 1996, Landslide recognition, identification, movement and causes: Chichester, Wile & Sons.

Epoch. (1993). The temporal occurrence and forecasting of landslides in the European community.

Freire, V. (2010) Estudio Geológico-Estructural e inventario de deslizamiento del área tres de la cuenca de Malacatos, Tesis para optar al título de Ingeniero en Geología y Minas, Unidad de Ingeniería Civil Geología y Minas, UTPL.

Gobierno Descentralizado de Malacatos. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Malacatos Cantón Loja. (2012). Informe de Consultoría.

Gonzales de Vallejo, L. (2005). Ingeniería Geológica, Prentice-Hall.

Grases, J.; Contreras. I, y Grases, G. (1997). Vulnerabilidad de los Sistemas de agua potable frente a Deslizamientos. Organización Panamericana de la Salud Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud OPS/OMS.

Hungerbuhler, D. (1997). Tertiary Basins in the Andes of Southern Ecuador (3°00´-4°20´) Sedimentary Evolution, Deformation and Regional Tectonic Implications. PhD Thesis. Institute of Geology ETH Zurich, Switzerland

Hutchinson, J. N. (1988). Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. Memoria. 5<sup>th</sup> International Conference on Landslides, Lausanne.

IAEG Commission on Landslides. (1990). "Suggested nomenclature for landslides", Bulletin of IAEG N° 41.

Jiménez, J. (2005). Análisis de la Susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante un SIG en la cuenca vertiente al embalse de Rules, Granada. Memoria de Doctorado. Departamento de Ingeniería Civil Área de Ingeniería del Terreno. Universidad de Granada.

Kennerley J.B. (1973). Geology of Loja Province, southern Ecuador. Institute of Geological Sciences (Overseas Division). London. Unpublished Report.

Kennerley J.B. (1982). "Geología de la Provincia de Loja en el Sur del Ecuador".

Litherland M.; Aspden J.A. & Jemielita R.A. (1994). The metamorphic belts of Ecuador. Overseas Memoir of the British Geological Survey. .

Márquez, R. (2010). Estudio Geológico-Estructural e inventario de deslizamiento del área cuatro de la cuenca sedimentaria de Malacatos, Tesis para optar al título de Ingeniero en Geología y Minas, Unidad de Ingeniería Civil Geología y Minas, UTPL.

Proyecto Multinacional Andino. (2005). "Mapa Geológico Binacional Región Norte de Perú y Sur del Ecuador", escala 1:500000.

- Putzer H. (1968). Tertiäre Lignite im interandinen Graben von Ecuador als Beispiel für synorogene Kohlenbildung in intermontanen Becken, Geologisches Jahrbuch Hannover.
- Suarez, J. (2004). Deslizamientos en Áreas Urbanas y obras de Ingeniería, Análisis Geotécnico
- Suarez, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas tropicales, Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander.
- Sharpe, C.F.S. (1938). Landslides and Related Phenomena: A Study of Mass-movements of Soil and Rock, New York, Columbia University Press.
- Varnes D.J. (1978). "Slope movements types and processes" Landslides: analysis and control, National Academy of Sciences. Washington D.C.
- Varnes D.J. (1984). "Landslides hazard zonation: a review of principles and practice" UNESCO, Paris.
- Villacorta & Quispe. (2008). Estudio Geológico-Geotécnico de la susceptibilidad a los movimientos en masa en un sector de el Agustino (Prov. Lima-Dpto. Lima), Informe Técnico.
- Zischinsky, U. (1966). On the deformation of high slopes. In: Proceedings of the First International Conference of the International Society of Rock Mechanics. Lisbon.



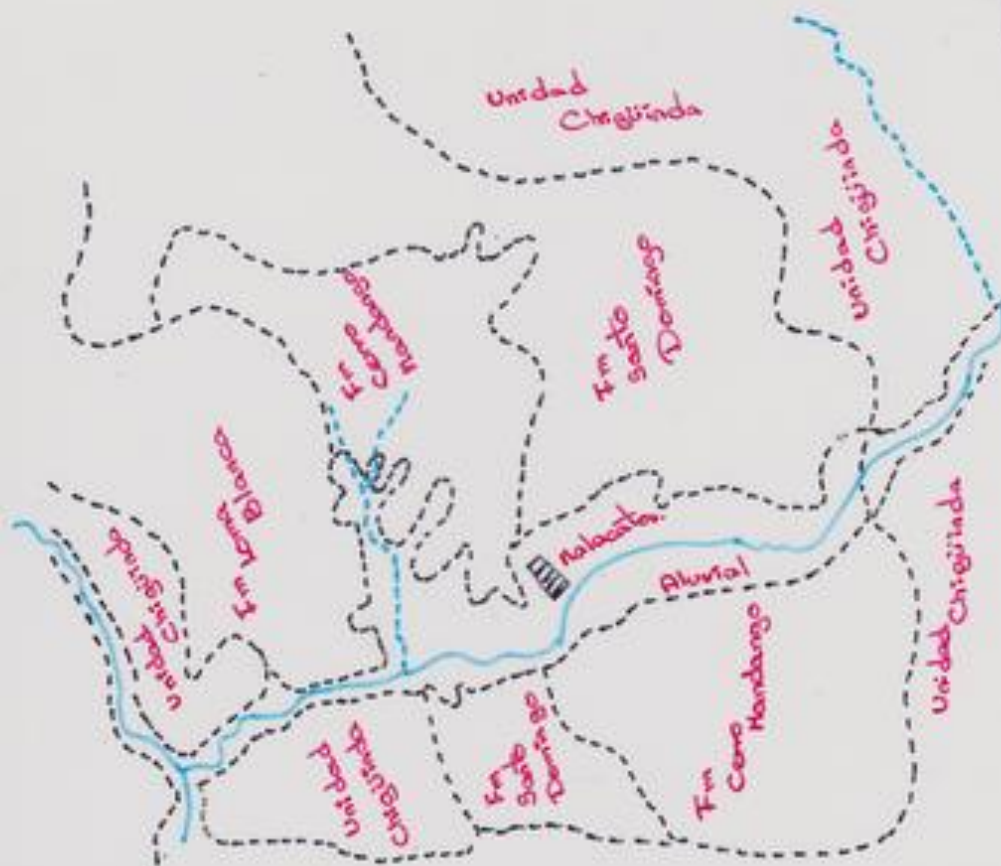
## **ANEXOS**

## **ANEXO I**


### **FOTOGRAFÍAS AÉREAS**

**Línea de Vuelo: 14**  
**Rollo: 14**  
**Fotos: 2871-2872-2873**  
**Fecha de Toma: 1984**  
**Sobre: 20**  
**Escala: 1:60.000**

# MALACATOS



## SIMBOLOGIA

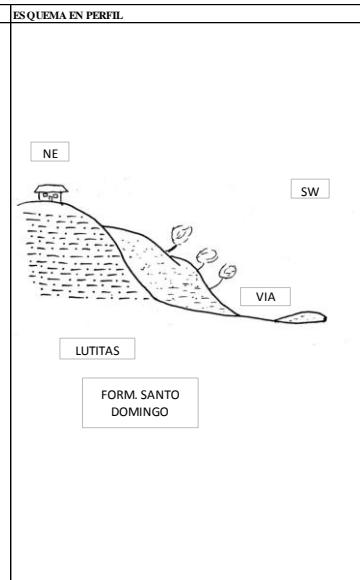
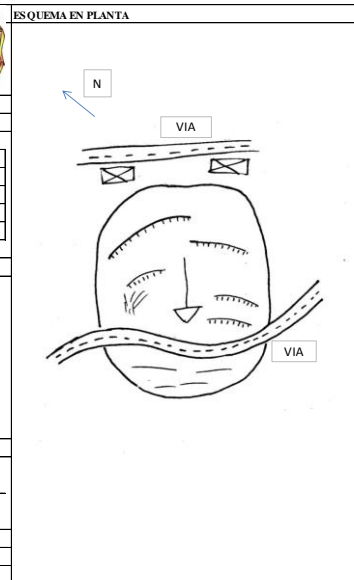
-  RIO
-  Quebrada
-  CONTACTO

LINER DE VUELO:	14
ROLLO:	14
FOTOS:	1871-1871-1871
FECHA DE TOMA:	1984
SOBRE:	10
ESCALA:	1:60.000

## **ANEXO II**

### **FICHAS DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS DE LADERA**

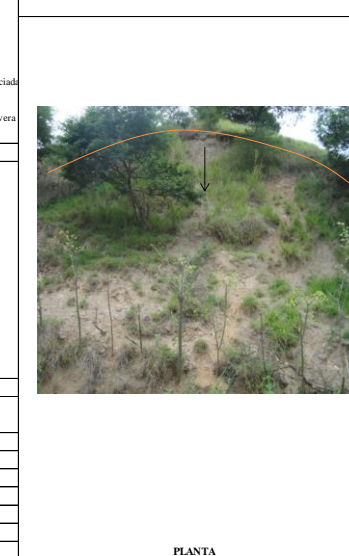
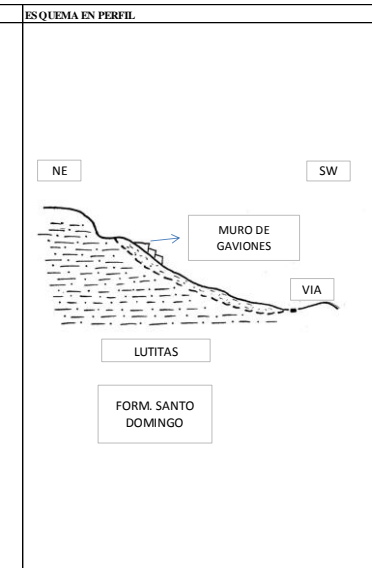
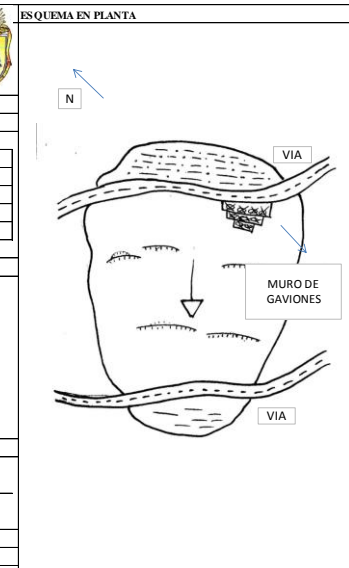
INVENTARIO DE MOVIMIENTO DE LADERA															
ENCUESTADOR: DIEGO CARRILLO		FECHA: 17/01/2014		INSTITUCIÓN: UTPL-UCG		CODIGO: ML 01									
SECTOR:		PROYECCIÓN: WCS-84		FOTO N°/Año/Escala/Editor:											
COORDENADAS:		MAPA N°/Año/Escala/Editor:													
REFERENCIA GEOGRÁFICA:															
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO					LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA										
FECHAS DE OCURRENCIA		ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA	ORIENTACIÓN	ESPACIAMIENTO (m)							
DD/ MM/ AA/		<input type="checkbox"/> Activo		<input type="checkbox"/> Retrogresivo			DB / BZ	>2	2-0.6	0.6-0.2	0.2-0.06	<0.06			
Ultimo movimiento	3 13	<input checked="" type="checkbox"/> Reactivado	<input checked="" type="checkbox"/> Unico	<input type="checkbox"/> Progresivo											
Anteriores	2 12	<input type="checkbox"/> Latente	<input type="checkbox"/> Seseivo	<input checked="" type="checkbox"/> Enanchandose											
Edad (años)		<input type="checkbox"/> Estabilizado	<input type="checkbox"/> Multiple	<input type="checkbox"/> Confinado											
		<input type="checkbox"/> Relicto		<input type="checkbox"/> Enjambre											
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERÍSTICAS		VELOCIDAD								
C L A S I F I C A C I O N	1 2	1 2	%	HUMEDAD DEL SUELO	ORIGEN DEL SUELO										
	<input checked="" type="checkbox"/> Caida	<input type="checkbox"/> Roca		<input type="checkbox"/> Seco	<input type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado			Extr. Rápido (>5 m/s)						
	<input checked="" type="checkbox"/> Volcamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Suelo	80	<input type="checkbox"/> Lig. Humedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado			Muy rápido (>3m/min)						
	<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento rotacional	<input checked="" type="checkbox"/> Detrito	20	<input checked="" type="checkbox"/> Humedo	<input type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Licuación			Rápido (>1.8m/hr)						
	<input type="checkbox"/> Deslizamiento traslacional	SUELOS INGENIERIA		<input type="checkbox"/> Muy humedo	<input type="checkbox"/> Volcánico				Moderado (>13m/mes)						
	<input type="checkbox"/> Propagación lateral	<input type="checkbox"/> Bloques		<input type="checkbox"/> Mojado	Tipo de suelo sedimentario*				Lento (>1.6m/año)						
	<input type="checkbox"/> Reptación	<input type="checkbox"/> Cantos		PLASTICIDAD		CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO			Muy lento (>16mm/año)						
	<input type="checkbox"/> Colapso	<input checked="" type="checkbox"/> Gravas	12	<input type="checkbox"/> Alta	Arcilloso	Sistema de clasificación: VARNES			Extr. Lento (<16mm/año)						
	<input type="checkbox"/> Flujo	<input type="checkbox"/> Arena		<input checked="" type="checkbox"/> Media	Clasificación SUCS	NOMBRE DEL MOVIMIENTO: ROTACIONAL									
		<input checked="" type="checkbox"/> Limo	38	<input type="checkbox"/> Baja											
	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla	42	<input type="checkbox"/> No plástico												
	<input checked="" type="checkbox"/> M. Organic	8													
MORFOMETRÍA															
GENERAL			DIMENSIONES			DEFORMACION DEL TERRENO									
Diferencia de altura corona a punta (m)	14.0		Ancho de la masa desplazada Wd (m)	34.3	Modo	Severidad									
Longitud horizontal corona a punta (m)	58.0		Ancho de la superficie de ruptura Wr (m)	25.6	Volumen inicial(m3)	3840.952	<input type="checkbox"/> Ondulación	<input type="checkbox"/> Leve							
Fahrboschung (°)	19		Longitud de la masa desplazada Ld (m)	56	Volumen desplazado(m3)	7685.2	<input checked="" type="checkbox"/> Escalonamiento	<input type="checkbox"/> Media							
Pendiente de ladera en post- falla (°)	14		Longitud de la superficie de ruptura Lr (m)	26	Area inicial (m2)	666.88	<input type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Pronunciada							
Pendiente de ladera en PRE- falla (°)	21		Espesor de la masa desplazada Dd (m)	4	Area total afectada (m2)	1935.5		<input type="checkbox"/> Severa							
Dirección del movimiento (°)	204	Profundidad de superficie de ruptura Dr (m)	11.0	Run up (m)			<input type="checkbox"/> Muy severa								
Azimut del talud (°)	294	Orientación	Longitud total L (m)	60											
COBERTURA Y USO DEL SUELO															
C A U S A S	<input checked="" type="checkbox"/> Material plástico debil	C D	<input type="checkbox"/> Movimiento tectónico	Tipo de Cobertura		%	Tipo uso			%					
	<input type="checkbox"/> Material sensible		<input checked="" type="checkbox"/> Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/> Veget. Herbacea	10	<input type="checkbox"/> Ganadería									
	<input type="checkbox"/> Material colapsible		<input type="checkbox"/> Excavación de la pata del talud	<input checked="" type="checkbox"/> Bosque/Selva	10	<input type="checkbox"/> Area protegida									
	<input checked="" type="checkbox"/> Material meteorizado		<input checked="" type="checkbox"/> Carga en la corona del talud	<input type="checkbox"/> Matorrales		<input checked="" type="checkbox"/> Agrícola	70								
	<input checked="" type="checkbox"/> Material fallado por corte		<input checked="" type="checkbox"/> Irrigación	<input checked="" type="checkbox"/> Caeiro agua		<input type="checkbox"/> Recreación									
	<input type="checkbox"/> Material fisurado o agrietado		<input type="checkbox"/> Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	<input checked="" type="checkbox"/> Cultivo	60	<input type="checkbox"/> Zona arqueológica									
	<input type="checkbox"/> Orientación desfavorable de discontinuidades		<input type="checkbox"/> Escapes de agua de tuberías	<input checked="" type="checkbox"/> Construcciones	10	<input type="checkbox"/> Zona industrial									
	<input type="checkbox"/> Contraste en permeabilidad de materiales		<input type="checkbox"/> Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/> Sin cobertura		<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	15								
	<input type="checkbox"/> Contraste de rigidez de materiales		<input type="checkbox"/> Disposición deficiente de esteriles/escombros			<input checked="" type="checkbox"/> Vías	15								
	<input type="checkbox"/> Meteorización por expansión/contracción		<input type="checkbox"/> Vibración artificial (trafico, explosiones, hincado)												
C : Condicionante		D : Detonante													
Población		Infraestructura			Actividades económicas			Daños ambientales							
Número de muertos		Tipo	Unidad de medida	Intensidad y cantidad	Valor \$	Tipo	Unidad de medida	Intensidad y calidad	Valor \$	Tipo	Unidad de medida	DL	DM	DS	DT
Número de heridos															
Número de damnificados															
Convención para intensidad de daño															
DL: Daño leve		DM: Daño moderado		DS: Daño severo		DT: Destrucción total		NC: No cuantificable							
Nota:															



PLANTA

PERFIL

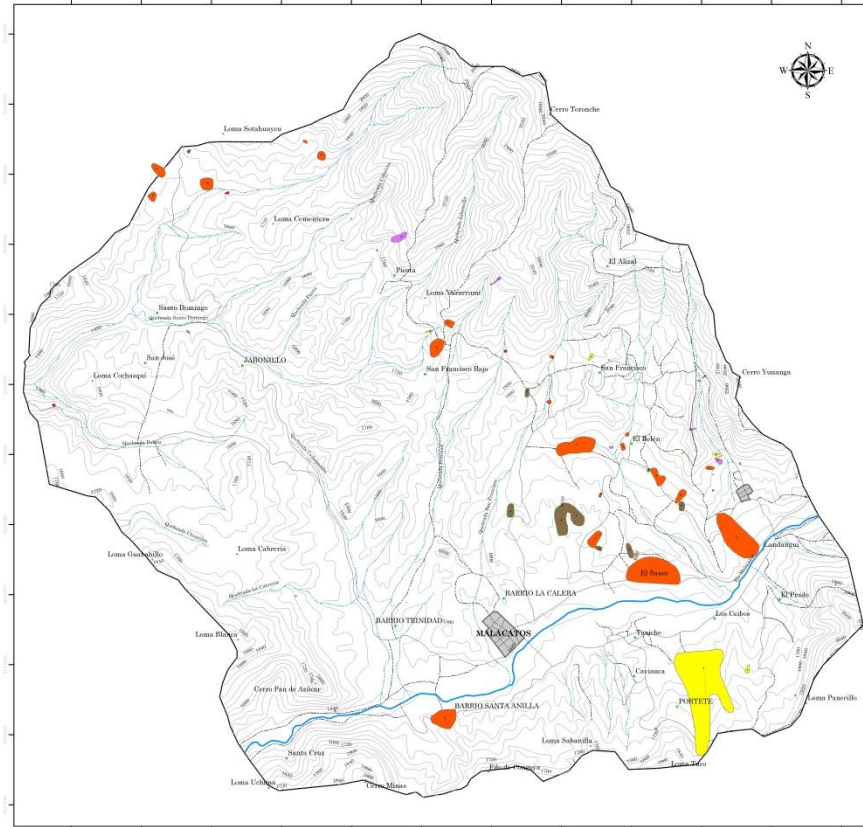
INVENTARIO DE MOVIMIENTO DE LA DERA																																																																																																																																																							
ENCUESTADOR: DIEGO CARRILLO			FECHA: 17/01/2014		INSTITUCIÓN: UTPL-UCG		CODIGO: ML 02																																																																																																																																																
SECTOR: _____			PROYECCIÓN: WCS-84		FOTO N°/Año/Escala/Editor: _____																																																																																																																																																		
COORDENADAS: _____			MAPA N°/Año/Escala/Editor: _____																																																																																																																																																				
REFERENCIA GEOGRÁFICA: _____																																																																																																																																																							
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO				LITOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA																																																																																																																																																			
FECHAS DE OCURRENCIA			ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA	ORIENTACIÓN	ESPACIAMIENTO (m)																																																																																																																																														
DD/ MM/ AA/			<input type="checkbox"/> Activo <input type="checkbox"/> Reactivado <input checked="" type="checkbox"/> Latente <input type="checkbox"/> Estabilizado <input type="checkbox"/> Relicto	<input type="checkbox"/> Unico <input type="checkbox"/> Multiple	<input type="checkbox"/> Retrogresivo <input type="checkbox"/> Progresivo <input checked="" type="checkbox"/> Ensanchandose <input type="checkbox"/> Confinado <input type="checkbox"/> Enjambre			DB/ BZ	>2	2-06	0.6-0.2	0.2-0.06	<0.06																																																																																																																																										
Ultimo movimiento: _____																																																																																																																																																							
Anteriores: _____																																																																																																																																																							
Edad (años): _____																																																																																																																																																							
TIPO DE MOVIMIENTO				MATERIAL		ORIGEN DEL SUELO		OTRAS CARACTERÍSTICAS		VELOCIDAD																																																																																																																																													
C L A S I F I C A C I O N	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	Caida	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	HUMEDAD DEL SUELO	<input type="checkbox"/> Seco	<input type="checkbox"/> Residual	<input type="checkbox"/> Movimiento canalizado	<input type="checkbox"/> Extr. Rápido (>5 m/s)																																																																																																																																													
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Volcamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Lig. Humedo	<input type="checkbox"/> Sedimentario	<input type="checkbox"/> Movimiento no canalizado	<input type="checkbox"/> Rápido (>1.8m/hr)																																																																																																																																														
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deslizamiento rotacional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> Humedo	<input type="checkbox"/> Volcánico	<input type="checkbox"/> Licuación	<input type="checkbox"/> Moderado (>13m/mes)																																																																																																																																														
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Deslizamiento traslacional	SUELOS INGENIERIA		<input type="checkbox"/> Muy humedo			<input type="checkbox"/> Lento (>1.6m/año)																																																																																																																																														
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Propagación lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Mojado			<input type="checkbox"/> Muy lento (>16mm/año)																																																																																																																																														
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Reptación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/> Extr. Lento (<16mm/año)																																																																																																																																														
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Colapso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flujo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																																		
				PLASTICIDAD		Tipo de suelo sedimentario*		CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO																																																																																																																																															
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arcilloso	Sistema de clasificación: VARNES																																																																																																																																																
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Clasificación SUCS	NOMBRE DEL MOVIMIENTO: REPTACIONAL																																																																																																																																																
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No plástico																																																																																																																																																	
MORFOMETRÍA																																																																																																																																																							
GENERAL			DIMENSIONES			DEFORMACION DEL TERRENO																																																																																																																																																	
Diferencia de altura corona a punta (m)			Ancho de la masa desplazada Wd (m)			Modo			Severidad																																																																																																																																														
11.0			264			<input type="checkbox"/> Ondulación			<input type="checkbox"/> Leve																																																																																																																																														
Longitud horizontal corona a punta (m)			Ancho de la superficie de ruptura Wr (m)			<input checked="" type="checkbox"/> Escalonamiento			<input type="checkbox"/> Media																																																																																																																																														
59.0			_____			<input checked="" type="checkbox"/> Otros			<input type="checkbox"/> Pronunciada																																																																																																																																														
Fahrboschung (°)			Longitud de la masa desplazada Ld (m)			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> Severa																																																																																																																																														
29			_____																																																																																																																																																				
Pendiente de ladera en post- falla (°)			Longitud de la superficie de ruptura Lr (m)																																																																																																																																																				
24			_____																																																																																																																																																				
Pendiente de ladera en PRE- falla (°)			Espesor de la masa desplazada Dd (m)																																																																																																																																																				
36			4																																																																																																																																																				
Dirección del movimiento (°)			Profundidad de superficie de ruptura Dr (m)																																																																																																																																																				
240			_____																																																																																																																																																				
Azimut del talud (°)			Longitud total L (m)																																																																																																																																																				
330			100																																																																																																																																																				
Orientación																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">C</th> <th colspan="2">D</th> <th colspan="4">COBERTURA Y USO DEL SUELO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Material plástico debil</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Movimiento tectónico</td> <td colspan="2">Tipo de Cobertura</td> <td colspan="2">%</td> <td colspan="2">Tipo uso</td> <td colspan="2">%</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Material sensible</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Lluvias</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Veget. Herbacea</td> <td>60</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Ganadería</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Material colapsible</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Excavación de la pata del talud</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Bosque/Selva</td> <td>30</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Area protegida</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Material meteorizado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Carga en la corona del talud</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Matorrales</td> <td>20</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Agrícola</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Material fallado por corte</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Irrigación</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Cuerpo agua</td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Recreación</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Material fisurado o agrietado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Mantenimiento deficiente sistema de drenaje</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Cultivo</td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Zona arqueológica</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Orientación desfavorable de discontinuidades</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Escapes de agua de tuberías</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Construcciones</td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Zona industrial</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Contraste en permeabilidad de materiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Deforestación o ausencia de vegetación</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Sin cobertura</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Vías</td> <td>100</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Contraste de rigidez de materiales</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Disposición deficiente de esteriles/escombros</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Meteorización por expansión/contracción</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Vibración artificial (trafico, explosiones, hincado)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">C : Condicionante</td> <td colspan="2">D : Detonante</td> <td colspan="8"></td> </tr> </tbody> </table>												C		D		COBERTURA Y USO DEL SUELO				<input checked="" type="checkbox"/>	Material plástico debil	<input type="checkbox"/>	Movimiento tectónico	Tipo de Cobertura		%		Tipo uso		%		<input type="checkbox"/>	Material sensible	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>	Veget. Herbacea	60		<input type="checkbox"/>	Ganadería			<input type="checkbox"/>	Material colapsible	<input type="checkbox"/>	Excavación de la pata del talud	<input checked="" type="checkbox"/>	Bosque/Selva	30		<input type="checkbox"/>	Area protegida			<input checked="" type="checkbox"/>	Material meteorizado	<input type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud	<input checked="" type="checkbox"/>	Matorrales	20		<input type="checkbox"/>	Agrícola			<input checked="" type="checkbox"/>	Material fallado por corte	<input checked="" type="checkbox"/>	Irrigación	<input type="checkbox"/>	Cuerpo agua			<input type="checkbox"/>	Recreación			<input type="checkbox"/>	Material fisurado o agrietado	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	<input type="checkbox"/>	Cultivo			<input type="checkbox"/>	Zona arqueológica			<input type="checkbox"/>	Orientación desfavorable de discontinuidades	<input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías	<input type="checkbox"/>	Construcciones			<input type="checkbox"/>	Zona industrial			<input type="checkbox"/>	Contraste en permeabilidad de materiales	<input type="checkbox"/>	Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/>	Sin cobertura			<input checked="" type="checkbox"/>	Vías	100		<input type="checkbox"/>	Contraste de rigidez de materiales	<input type="checkbox"/>	Disposición deficiente de esteriles/escombros	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	Meteorización por expansión/contracción	<input type="checkbox"/>	Vibración artificial (trafico, explosiones, hincado)	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				C : Condicionante		D : Detonante									
C		D		COBERTURA Y USO DEL SUELO																																																																																																																																																			
<input checked="" type="checkbox"/>	Material plástico debil	<input type="checkbox"/>	Movimiento tectónico	Tipo de Cobertura		%		Tipo uso		%																																																																																																																																													
<input type="checkbox"/>	Material sensible	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvias	<input checked="" type="checkbox"/>	Veget. Herbacea	60		<input type="checkbox"/>	Ganadería																																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	Material colapsible	<input type="checkbox"/>	Excavación de la pata del talud	<input checked="" type="checkbox"/>	Bosque/Selva	30		<input type="checkbox"/>	Area protegida																																																																																																																																														
<input checked="" type="checkbox"/>	Material meteorizado	<input type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud	<input checked="" type="checkbox"/>	Matorrales	20		<input type="checkbox"/>	Agrícola																																																																																																																																														
<input checked="" type="checkbox"/>	Material fallado por corte	<input checked="" type="checkbox"/>	Irrigación	<input type="checkbox"/>	Cuerpo agua			<input type="checkbox"/>	Recreación																																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	Material fisurado o agrietado	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	<input type="checkbox"/>	Cultivo			<input type="checkbox"/>	Zona arqueológica																																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	Orientación desfavorable de discontinuidades	<input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías	<input type="checkbox"/>	Construcciones			<input type="checkbox"/>	Zona industrial																																																																																																																																														
<input type="checkbox"/>	Contraste en permeabilidad de materiales	<input type="checkbox"/>	Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/>	Sin cobertura			<input checked="" type="checkbox"/>	Vías	100																																																																																																																																													
<input type="checkbox"/>	Contraste de rigidez de materiales	<input type="checkbox"/>	Disposición deficiente de esteriles/escombros	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>																																																																																																																																															
<input type="checkbox"/>	Meteorización por expansión/contracción	<input type="checkbox"/>	Vibración artificial (trafico, explosiones, hincado)	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>																																																																																																																																															
C : Condicionante		D : Detonante																																																																																																																																																					
Población		Infraestructura				Actividades económicas				Daños ambientales																																																																																																																																													
Número de muertos		Tipo	Unidad de medida	Intensidad y cantidad	Valor \$	Tipo	Unidad de medida	Intensidad y calidad	Valor \$	Tipo	Unidad de medida	Intensidad y cantidad	Valor \$																																																																																																																																										
Número de heridos			DL	DM	DS	DT		DL	DM	DS	DT		DL	DM	DS	DT																																																																																																																																							
Número de damnificados																																																																																																																																																							
Convención para intensidad de daño																																																																																																																																																							
		DL:	Daño leve		DM:	Daño moderado		DS:	Daño severo		DT:	Destrucción total		NC:	No cuantificable																																																																																																																																								
Nota:																																																																																																																																																							



### **ANEXO III**

#### **MAPA DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS DE LADERA**

**MAPA DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS  
DE LADERA DE MALACATOS**



BASE TOPOGRÁFICA IGM  
COORDENADAS UTM  
DATUM WGS 84  
ZONA 17E

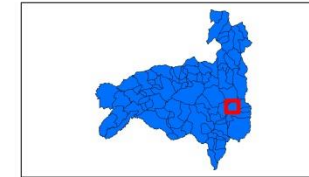
ESCALA 1:40.000



**UBICACIÓN CON RESPECTO  
AL ECUADOR**



**UBICACIÓN CON RESPECTO  
A LA PROVINCIA DE LOJA**



**MOVIMIENTOS DE LADERA**

- CAÍDA
- COMPLEJO
- FLUJO
- REPTACIONAL
- ROTACIONAL
- TRASLACIONAL

**SIMBOLOGÍA**

- SENDEROS
- VÍAS
- QUEBRADAS
- RÍO MALACATOS
- CERROS Y LOMAS
- BARRIOS
- CURVAS DE NIVEL
- ZONA URBANA

**CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE LADERA**

TIPOLOGÍA	CANTIDAD	ÁREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	ÁREA AFECTADA (%)
CAÍDA	7	7.185,31	0,01%
COMPLEJO	7	633.834,92	0,75%
FLUJO	13	37.206,87	0,04%
REPTACIONAL	20	827.294,36	0,98%
TRASLACIONAL	5	8.215,07	0,01%
ROTACIONAL	9	174.186,44	0,21%
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>1'688.312,95</b>	<b>2%</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

<b>TITULACIÓN DE GEOLOGÍA Y MINAS</b>	
<b>MAPA DE INVENTARIO DE MOVIMIENTOS DE LADERA DE MALACATOS</b>	
Elaboración:	DIEGO PAÚL CARRILLO BOPHRO
Revisión:	M.Sc. JHON SOTO LUZURLAGA
Escala:	1:40.000
Fecha:	OCTUBRE 2011