



Universidad Técnica Particular de Loja

La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE GEOLOGÍA Y MINAS

**ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL E INVENTARIO DE
SLIZAMIENTOS DEL POLÍGONO CUATRO (4) DE LA CUENCA
ALACATOS - VILCABAMBA**

Tesis previa a la obtención
del Título de Ingeniero
en Geología y Minas

AUTOR:

Rugby Reinaldo Márquez Carrión

DIRECTOR:

Ing. José Vidal Tamay Granda

Loja - Ecuador

2010

Ing. José Vidal Tamay Granda, Docente Investigador de la Unidad Civil,
Geología y Minas de la Universidad Técnica Particular de Loja

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que la presente investigación **“ESTUDIO GEOLOGICO – ESTRUCTURAL E INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DEL POLIGONO CUATRO DE LA CUENCA MALACATOS – VILCABAMBA”**, elaborado por el Sr. Rugby Reinaldo Márquez Carrión, previo a la obtención del título de Ingeniería en Geología y Minas, ha sido desarrollada bajo mi dirección; por lo que autorizo su presentación ante el respectivo tribunal de grado

Loja, Octubre del 2010

Ing. José Vidal Tamay Granda

DIRECTOR DE TESES

CESION DE DERECHO

Yo, Rugby Reinaldo Márquez Carrión, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico 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

AUTORIA

Las opiniones, criterios, conclusiones y recomendaciones contenidas en la presente tesis, así como las prácticas, procedimientos y pruebas de auditoría efectuadas, son de responsabilidad exclusiva del autor.

Rugby Reinaldo Márquez Carrión

DEDICATORIA

Dedico esta práctica profesional a mi querida esposa, mi hijo y a mis padres, ya que ellos con su amor y comprensión me han impulsado para que continúe con mis estudios y culmine con éxito este trabajo.

Rugby Reinaldo Márquez Carrión

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento imperecedero para la Universidad Técnica Particular de Loja, y a la Escuela de Geología y Minas, representada por sus Directivos, personal docente y administrativo, quienes supieron orientarme y brindarme sus sabios conocimientos con gran sentido de responsabilidad y mística profesional; mi especial agradecimiento al Ing. José Tamay Granda, distinguido Catedrático, quien en calidad de Director de Tesis colaboró decididamente con sus vastos conocimientos en la elaboración del presente trabajo.

Rugby Reinaldo Márquez Carrión

INDICE

ANTECEDENTES	3
INTRODUCCION	4
OBJETIVOS	5

CAPITULO I

1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.1. Ubicación geográfica y acceso	6
1.2. Relieve e Hidrografía	7
1.3. Clima y vegetación	9

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA Y TRABAJO DE CAMPO

2.1. Documentación de la información existente	9
2.2. Fotointerpretación de la zona de estudio	9
2.3. Geología de campo y mapeo de deslizamientos	10
2.4. Trabajo final	14

CAPITULO III

3. LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO DE CAMPO

3.1. Geología regional	14
3.2. Geología local	18
3.2.1. Levantamiento geológico de campo	18
3.2.1.1. Descripción geológica	18
3.3. Geomorfología	28
3.4. Tectónica	29

CAPITULO IV

4. INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1. Cortes de secciones geológicas locales	33
4.2. Inventario de deslizamientos	34
4.2.1. Factores que influyen en la inestabilidad	37
4.3. Relación geología–pendiente	39
4.4. Conclusiones	40
4.5. Recomendaciones	43

BIBLIOGRAFÍA	45
--------------	----

ANEXOS	46
--------	----

- Inventario de Deslizamientos.
- Fotointerpretación.
- Mapa geológico local escala 1:10000 con deslizamientos ocurridos hasta 1984.

ANTECEDENTES

Según las publicaciones geológicas realizadas de la cuenca de Malacatos – Vilcabamba, por Dominik Hungerbühler (2001), J.B. Kennerley (1973), Kennerley, Almeida, Bristow y Parodiz (1982), describen de una forma general la geología de la cuenca de Malacatos – Vilcabamba.

Wolf investigó la cuenca de Malacatos – Vilcabamba por primera vez, y propuso una edad terciaria para los sedimentos de esta zona. Observaba las semejanzas litológicas con los depósitos de la cuenca de Loja y pensó que las dos cuencas se formaron al mismo tiempo. Desde entonces estos sedimentos no han recibido mucha atención debido a su puesto geográfico aislado y la falta del acceso de camino.

Por ello la Escuela de Geología y Minas tomó la iniciativa de realizar un levantamiento geológico–estructural detallado donde se pueda plasmar toda la información geológica sedimentaria de la cuenca de Malacatos – Vilcabamba a escala 1:10000, determinando los rasgos estructurales, corroborando las formaciones geológicas existentes, y mapeando aquellas que no han sido identificadas en el mapa regional, además se incluirá el inventario de deslizamientos existentes, con el fin de efectuar un mapa de riesgos geológicos y tener una base geológica detallada del sector Malacatos – Vilcabamba.

INTRODUCCION

La investigación del proyecto de tesis se realizó en la cuenca Malacatos – Vilcabamba, que tiene origen sedimentario sobre el cual afloran formaciones sedimentarias las mismas que han sido descritas por varios investigadores a las cuales han dado nombres diferentes; teniendo en cuenta que estas son similares a las formaciones Loja.

El presente trabajo se realizó en el polígono número cuatro (4), que abarca la zona Oriental entre la cuenca de Malacatos y Vilcabamba con una extensión de 2700 has, donde se levantó información geológico–estructural detallado a escala 1:10000 con el respectivo inventario de deslizamientos.

La elaboración del inventario de deslizamientos se realizó mediante mapeo de campo y con la ayuda de fotointerpretación. En el área analizada se pudo determinar un total de 3 movimientos en masa, ocurridos dentro de la formación sedimentaria, y suelos residuales; los que han sido caracterizados como deslizamientos de tipo traslacional, flujos, y reptacional.

La información geológica obtenida durante el levantamiento de campo se incorporó a una base de datos que posteriormente se analizaron y procesaron utilizando las técnicas GIS, el mismo que permite disponer de una base temática georeferenciada, cuyos resultados puedan ser utilizados en la edición de los diferentes mapas temáticos.

Los estudios realizados fueron de tipo geológico, estratigráfico de la secuencia sedimentaria y otros para poder determinar el tipo de material

que está conformando la zona de estudio, con el propósito de definir estructuras geológicas como contactos, pliegues, fallas, diaclasas y zonas de deslizamiento.

La importancia de esta investigación radica en determinar la evolución del ambiente sedimentario donde se lleven a cabo estudios relacionados con la dinámica sedimentaria como consecuencia de la tectónica de la cuenca de Malacatos – Vilcabamba.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar un mapa geológico–estructural e inventario de deslizamientos a escala 1:10000 del polígono cuatro (4), ubicado en la cuenca de Malacatos – Vilcabamba.

Objetivos específicos

- Elaborar un mapa geológico–estructural a detalle de la zona de estudio.
- Identificar y definir los contactos y formaciones litológicas presentes en esta zona.
- Realizar fotointerpretación de la zona de estudio
- Realizar un inventario de deslizamientos del polígono de estudio

CAPITULO I

1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.1. Ubicación geográfica y acceso

La zona de estudio corresponde al polígono cuatro (4), con una extensión aproximada de 2700 has, el mismo se encuentra ubicado en la parroquia Vilcabamba en la Sierra Austral del Ecuador, a 40 km de la ciudad de Loja

El polígono está limitado; al Norte por: Loma Candas, Landangui, La Chorrera; al Sur con el Barrió Yamburara, Vilcabamba; hacia el Oeste con el Río Malacatos, El Chaupi, Los Linderos y al Este con la Cordillera Yamburara. El acceso a la zonas de estudio se lo puede hacer por los Barrios San Pedro, Taxiche, Chaupi, donde existe fácil acceso a través de calles urbanas, carreteras de primer, segundo y tercer orden. (Figura 1)

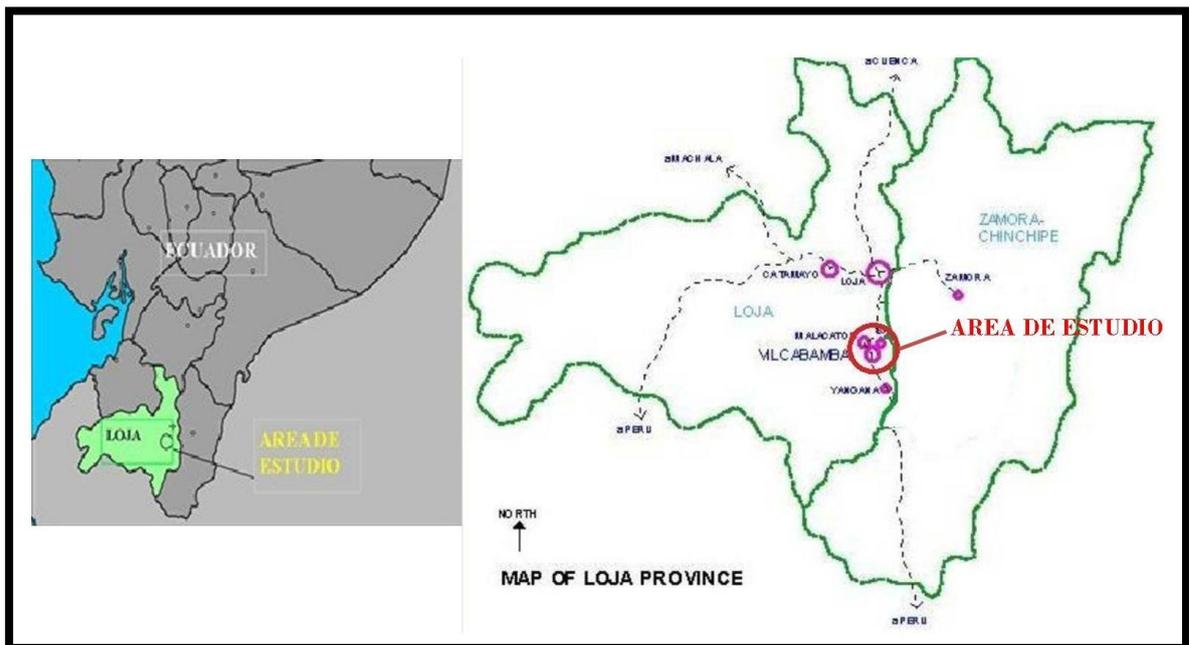


Figura 1. Ubicación de la Zona de Estudio

El polígono de estudio se encuentra demarcado por las siguientes coordenadas. (Tabla 1)

Tabla 1. Puntos de ubicación del polígono de estudios

Puntos	Coordenadas (UTM)	
1	9534000	695000
2	9534000	700000
3	9531000	700000
4	9531000	701000
5	9529000	695000
6	9529000	701000

1.2. Relieve e hidrografía

La geomorfología de la cuenca corresponde a depósitos sedimentarios que forman terrenos bajos, la misma que se halla limitada por montañas de gran altura, las cuales están compuestas por rocas metamórficas de la Unidad Chiguinda, y conglomerados de la formación Cerro Mandango, la topografía varía desde los 1500 a 2200 m.s.n.m.

Existen zonas de escarpes, se evidenciaron en especial el Cerro Mandango producto de una intensa erosión con su posterior acumulación en forma de conos. Se pudo ver pendientes entre los 20° y 85° de inclinación. (Figura 11)

La hidrografía de la cuenca sedimentaria Malacatos – Vilcabamba la constituyen los ramales australes de la cordillera oriental de los Andes. La quebrada Sacapa, es afluente del río Uchima, el mismo que se une con el río Chambo y forman el río Vilcabamba que corre de E – W, el cual desemboca en el río Solanda que al norte toma el nombre de río Chinguilamaca el mismo que sus aguas recorren de Sur a Norte.

Los afluentes que desembocan en el mencionado río forman un modelo de drenaje tipo dendrítico. (Figura 2)

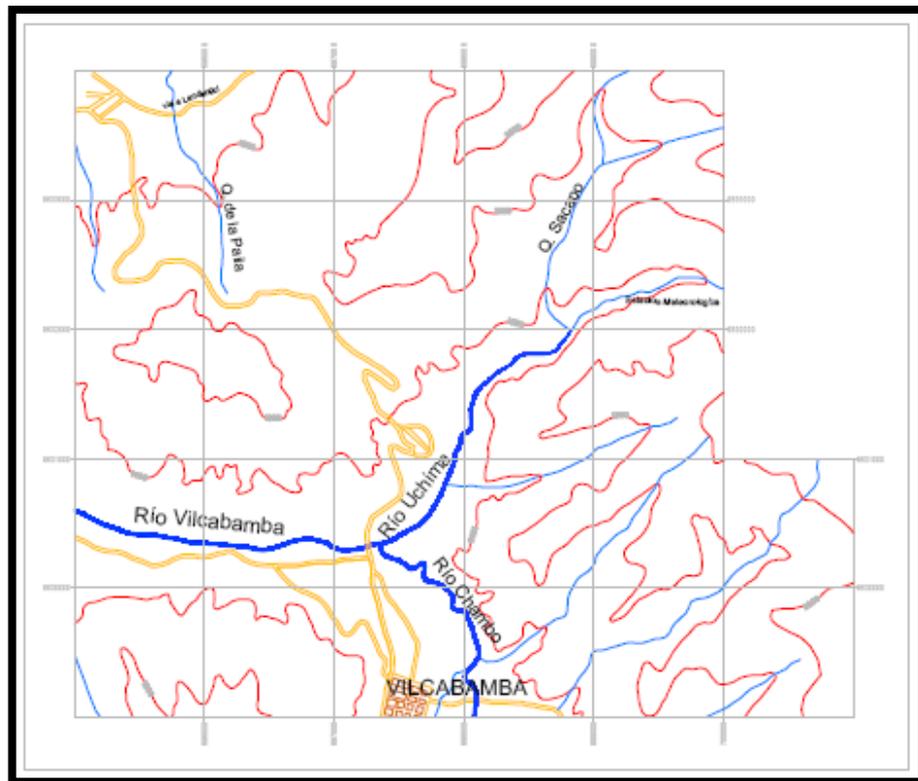


Figura 2. Hidrografía de zona de estudio

1.3. Clima y Vegetación

El clima de Vilcabamba es subtropical templado; a veces llamado orgullosamente por la gente local "primavera eterna". A las elevaciones más bajas, la temperatura varía entre 13°C y 24°C, con un promedio de 20 °C.

Las lluvias: El contraste entre la estación lluviosa y la sequía es sorprendente. Por ejemplo, la borrasca total en el mes de febrero está normalmente alrededor de 140 mm, mientras la lluvia en agosto llega a sólo 15 mm. La estación lluviosa empieza en octubre o noviembre, pero durante estos meses, todavía hay muchos días sin lluvia. La mayor parte de la precipitación anual de 800mm en el valle, cae en los meses desde diciembre hasta abril. Durante estos meses, un día típico empieza con una mañana soleada y caliente.

Estas lluvias por la tarde, están muchas veces acompañadas por relámpagos y trueno. Para dar una idea, Vilcabamba tiene más o menos 200 días sin lluvia al año; y durante la sequía, largos períodos de cielo azul son típicos. Una tormenta oscura puede llegar a un lado del valle, mientras que el otro lado quede soleado y caliente.

El paisaje de colinas áridas y marrones durante la sequía de Vilcabamba, en las que solamente cactus, faiques, acacias y algunas plantas más crecen y hacen contraste con el paisaje verde exuberante durante la estación lluviosa. Con las lluvias, las laderas resucitan con hierbas y muchas otras variedades de plantas, arbustos y árboles que están en acción para producir nuevas hojas y flores. (Guía Naturista de Vilcabamba, Rebecca Aird and Anthony Leaning)

1.4. Situación Socioeconómica

La economía de Malacatos – Vilcabamba, depende de la agricultura, ya que estas tierras son aptas para este tipo de trabajo.

Algunos cultivos cuentan con riego y con técnicas de producción agrícola intensiva, otros son cultivos con riegos esporádicos, como los cafeteros, huertos de frutales o zonas no aptas para la agricultura, pero que por situaciones sociales se las sigue cultivando con productos de bajo rendimiento y sólo para una agricultura de subsistencia, con grave deterioro del suelo, tales como: camote, algodón, y varios de origen tropical.

Los principales productos agrícolas son: maíz, café, caña de azúcar, frutales.

CAPITULO II

2. METODOLOGIA

La metodología seguida para el desarrollo de la presente tesis se basó en tres fases.

2.1. Documentación de la información existente

La planificación del proyecto se realizó mediante la recopilación de información de estudios existentes de la zona, la digitalización del mapa topográfico a escala 1:50000 proporcionado por el IGM (Instituto Geográfico Militar), ya que no disponen de una topografía más detallada, y la selección de fotografías aéreas del año 1976 del proyecto Carta Nacional.

2.2. Fotointerpretación de la zona de estudio

Mediante las fotografías aéreas que existen en la UCG, (Unidad de Ingeniería Civil, Geología y Minas), se procedió a la fotointerpretación la cual se la realizó a escala 1:60000 con la ayuda de un estereoscopio, la cual me ayudo para determinar las posibles fallas, pliegues, contactos entre formaciones litológicas tomando como referencia los rasgos geomorfológicos y cambios de tonalidad de las fotografías, así como la ubicación de posibles fallas geológicas y zonas de deslizamientos ocurridos en esos años.

2.3. Geología de campo y mapeo de deslizamientos

Este trabajo consistió en realizar un levantamiento geológico a detalle, con la recopilación de datos de campo, la descripción y ubicación geográfica de afloramientos, levantamiento de datos estructurales y toma de muestras en sitios estratégicos donde la determinación del tipo de roca no fue claro, para con el posterior análisis microscópico de laboratorio poder determinar su descripción. Para esto se utilizó equipo geológico de campo constituido por: GPS, brújula, martillo geológico, libreta de campo, carta geológica regional, mapa topográfico base, escalímetro y pinturas de colores variados.

El inventario de los deslizamientos se lo realizó con la utilización del formato propuesto por el Proyecto Multinacional Andino – Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA–GCA), que fue modificado para el proyecto de mapeo geológico, el mismo que nos ayuda a determinar la actividad del movimiento, tipo de litología, tipo de movimiento, actividad del movimiento, deformación del terreno, cobertura y uso del suelo, sección y volumen de masa desplazada, entre otros factores, para el cual se utilizó el respectivo código de identificación.

Finalmente con toda la información recopilada y con los resultados obtenidos en la fotointerpretación se procedió a realizar el mapa geológico del sector, y una base de datos sobre el inventario de los deslizamientos presentes en esta área de estudio.

2.4. Trabajo final

En esta fase, en la base topográfica se representa toda la información geológica recopilada en el campo, para la elaboración final del mapa geológico a escala 1:10000. Este mapa final se lo realizo con la ayuda del software, AutoCAD y ArcGIS, toda la información geológica se encuentra georeferenciada en una base de datos.

CAPITULO III

3. GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL

3.1. Geología Regional

El área de estudio se ubica al sur de la Cordillera Real del Ecuador. Donde en la parte Este afloran rocas metamórficas cubiertas por rocas sedimentarias (Figura 3). Las rocas metamórficas corresponden al basamento de la cuenca de Malacatos – Vilcabamba.

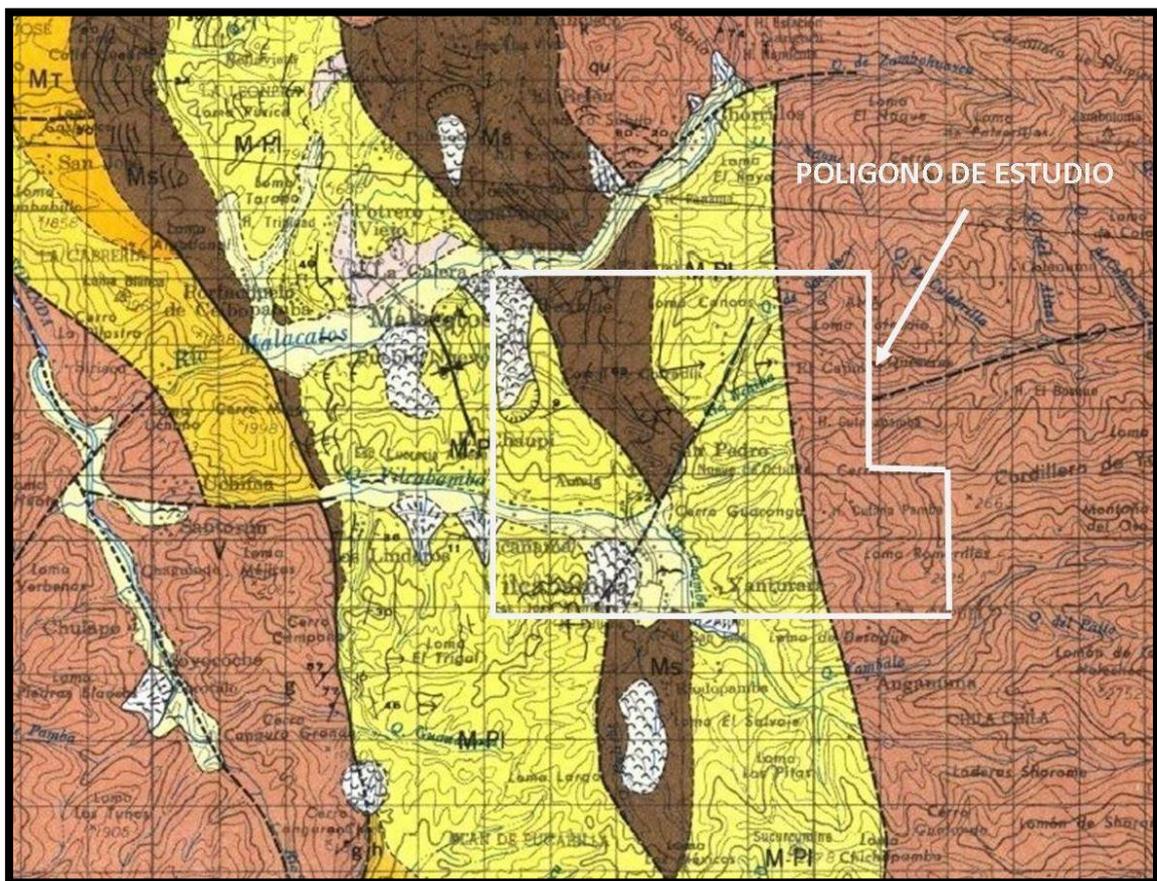


Figura 3. Mapa Geológico del Ecuador, hoja 57, Gonzanama Esc: 1:100000, (J. B. Kennerly 1975)

Los depósitos sedimentarios en la cuenca generalmente forman terrenos bajos, contrastando con los terrenos altos de las rocas metamórficas circundantes. Sin embargo, los conglomerados forman crestones (tipo conos), los cuales se pueden ver al Sur de la cuenca de Malacatos – Vilcabamba.

Los depósitos de la cuenca de Malacatos – Vilcabamba hacia el lado oriental según, J. B. Kennerley se caracterizan por estar formados por dos unidades sedimentarias la formación San Cayetano de edad Miocénica, que descansan discordantemente sobre el basamento metamórfico de rocas de edad Paleozoica, la formación Quillollaco compuesta por cantos rodados de edad Mio–Plioceno se encuentra subyaciendo discordantemente sobre la formación San Cayetano.

Posteriormente la geología de la cuenca Malacatos–Vilcabamba ha sido descrita por otros investigadores como (Litherland et al., 1994 y Hungerbühler, 1997) los cuales han dado nuevos nombres a las formaciones descritas por Kennerley, mismas que definen como rocas Meta–Sedimentarias del Paleozoico a la Unidad Chigüinda, que forma parte del basamento de la cuenca formado por cuarcitas, filitas negras, esquistos grafiticos y pizarras.

Según Hungerbühler, 1997; asigna el nombre de formación San José a la conocida formación Trigal, formación Santo Domingo a la formación San Cayetano y formación Cerro Mandango a la formación Quillollaco (Figura 4).

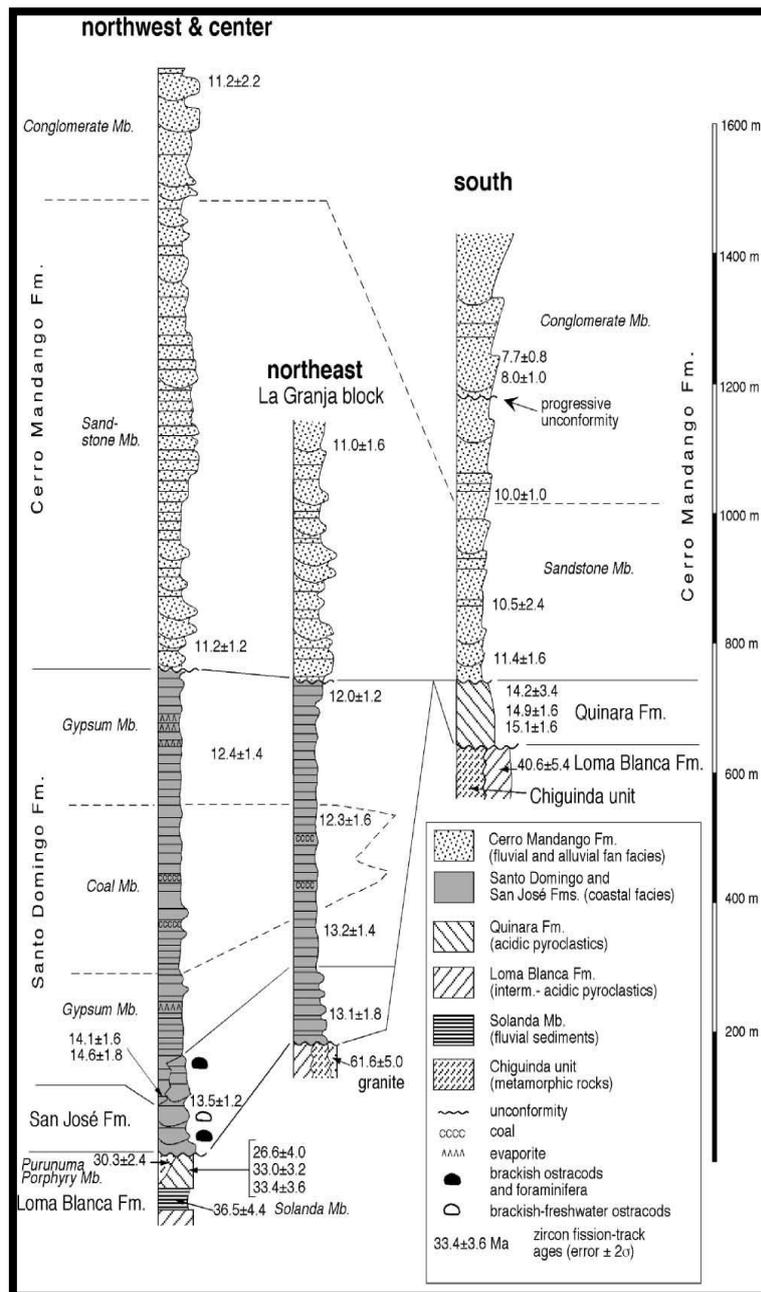


Figura 4. Sección estratigráfica de la Cuenca Malacatos – Vilcabamba, (Hungerbuhler, 1997)

3.2. Geología Local

3.2.1. Levantamiento Geológico de campo

En el presente trabajo se realizó un levantamiento geológico a detalle del polígono cuatro (4), ubicado en la Cuenca Malacatos – Vilcabamba, en la cual se describieron los principales afloramientos y se obtuvo datos reales, esto con el fin de tener una idea clara de la secuencia de depositación–deformación. Entre las formaciones geológicas que conforman el área de estudio, se caracterizaron diferentes tipos de rocas existentes en el polígono.

3.2.1.1. Descripción geológica

a. Rocas Metamórficas

Las rocas metamórficas, afloran de forma continua en la parte oriental del polígono de estudio, cubriendo un 30% de su superficie. Dentro del polígono se pudo observar rocas como pizarras de grano fino de color gris oscuro los mismos que poseen una textura lepidoblastica – granoblastica, además filitas con una tonalidad gris la misma que posee una estructura plegada, cuarcitas y esquistos.

Los esquistos poseen una foliación clara; las cuarcitas están diaclasadas y deformadas, producto de la compresión sufrida. En la siguiente imagen podemos apreciar los micropliegues, que se encuentran cerca del contacto entre rocas sedimentarias y metamórficas (Figura 5).



Figura 5. Micro pliegues de esquistos y cuarcitas, cerca del contacto, entre rocas metamórficas y rocas sedimentarias. (697870 – 9530523)

Estas rocas son atribuidas a la Unidad Chiguinda de edad Paleozoica y constituyen el basamento de la cuenca sedimentaria, subyaciendo de forma discordante a las rocas sedimentarias de edad reciente.

b. Descripción sedimentaria

En el sector de San Pedro de Vilcabamba, se puede observar rocas como limolitas con partículas de limos pequeñas que presentan una tonalidad gris claro, capas de lutitas calcáreas de color crema, areniscas de grano medio a fino finamente estratificadas que da un color amarillento, estas lutitas se caracterizan por tener vetillas de yeso de 1 a 3 cm, con impregnaciones de azufre.

Estas rocas pertenecen a la formación Santo Domingo, la misma que descansa o yace sobre la formación San José (Figura 6).



Figura 6. Capas de lutitas, areniscas, vetas de yeso, e impregnaciones de azufre, en la formación Santo Domingo.

Cerca del sector de Pueblo Nuevo, en la vía a Malacatos se puede observar conglomerados los cuales presentan clastos metamórficos (esquistos, filitas, cuarcitas), de diámetros no mayores a 20 cm dentro de una matriz de arena de grano medio, estos pertenecen a la formación Cerro Mandango, además se puede observar en el sector de Loma Carrango conglomerados que se encuentran dispuestos subhorizontalmente hacia la cumbre del Cerro, e inclinados 8° NE con dirección a la parte baja del Cerro (Figura 7).

En cambio al SE del polígono de estudio los conglomerados tienen una ligera inclinación entre 18° a 20° NE.

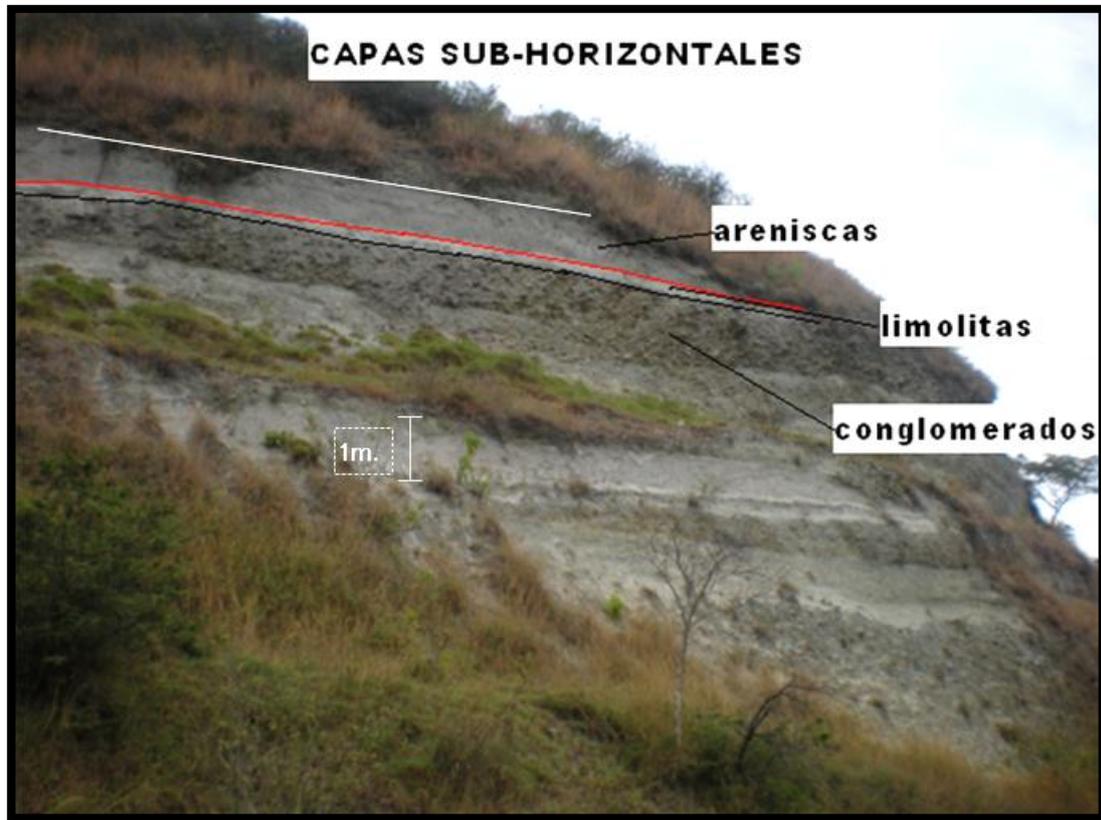


Figura 7. Capas subhorizontales de limonitas, conglomerados y areniscas, con una inclinación de 8°

Los conglomerados de la formación Cerro Mandango, son estrato creciente de Norte a Sur, ya que se pudo tomar muestras en el sector de Taxiche, al NE del polígono, y se verificó que los cantos de este sector son pequeños en comparación a los de Vilcabamba al SE del polígono, estos conglomerados tienen una tonalidad amarillento-café y lo forman rocas redondeadas, con características propias que facilitan notablemente su identificación.

Depósitos Superficiales.

El estudio se hizo en toda la cuenca Malacatos – Vilcabamba, en la cual se pudo evidenciar terrazas aluviales, conos de deyección y depósitos superficiales recientes. Las terrazas aluviales más antiguas ofrecen un relieve más o menos plano, compuesto de cantos redondeados de rocas metamórficas, arena y arcilla, en este sector también se desarrolla la actividad agrícola.

Cerca al Río Uchima se puede apreciar terrazas aluviales que se encuentran cerca de la población de Malacatos, con un relieve relativamente plano que alcanzan alturas de 3m. (quebrada Sunungu, UTM: 698521, 9529573) (Figura 8).



Figura 8. Terrazas aluviales

Estos depósitos aluviales están constituidos por filitas, pizarras, estas en una matriz areno-limosa y otras en matriz arcillo-arenosa, según el tipo de formación que los originó.

Los depósitos coluviales son muy comunes cerca del pueblo de Taxiche y en la parte Oeste de Vilcabamba; al sur del polígono de estudio cercano a la población de Vilcabamba, (UTM: 696442, 9533520), se encontró detritos, cantos, arena y materia orgánica, (Figura 9).



Figura 9. Depósitos coluviales.

Dentro del polígono de estudio hacia el NE, cerca de Taxiche se pudo identificar acumulación de roca metamórfica, (cantos subangulados con matriz arenosa) descargado de la parte alta de las montañas. Los procesos de transporte dominantes en el depósito de sedimentos dentro de estos sistemas fluviales según Boggs (1987), es *Flujo de lodos*, ya que los depósitos producidos por este tipo de flujos es muy similar a los que se originan por *Flujo de Detritos*, sin embargo están constituidos por sedimentos predominantemente arenosos, y detritos.

La Geología descrita en el polígono de estudio, estratigráficamente se encuentra marcada en la figura 10.

Columna Estratigráfica del polígono de estudio.

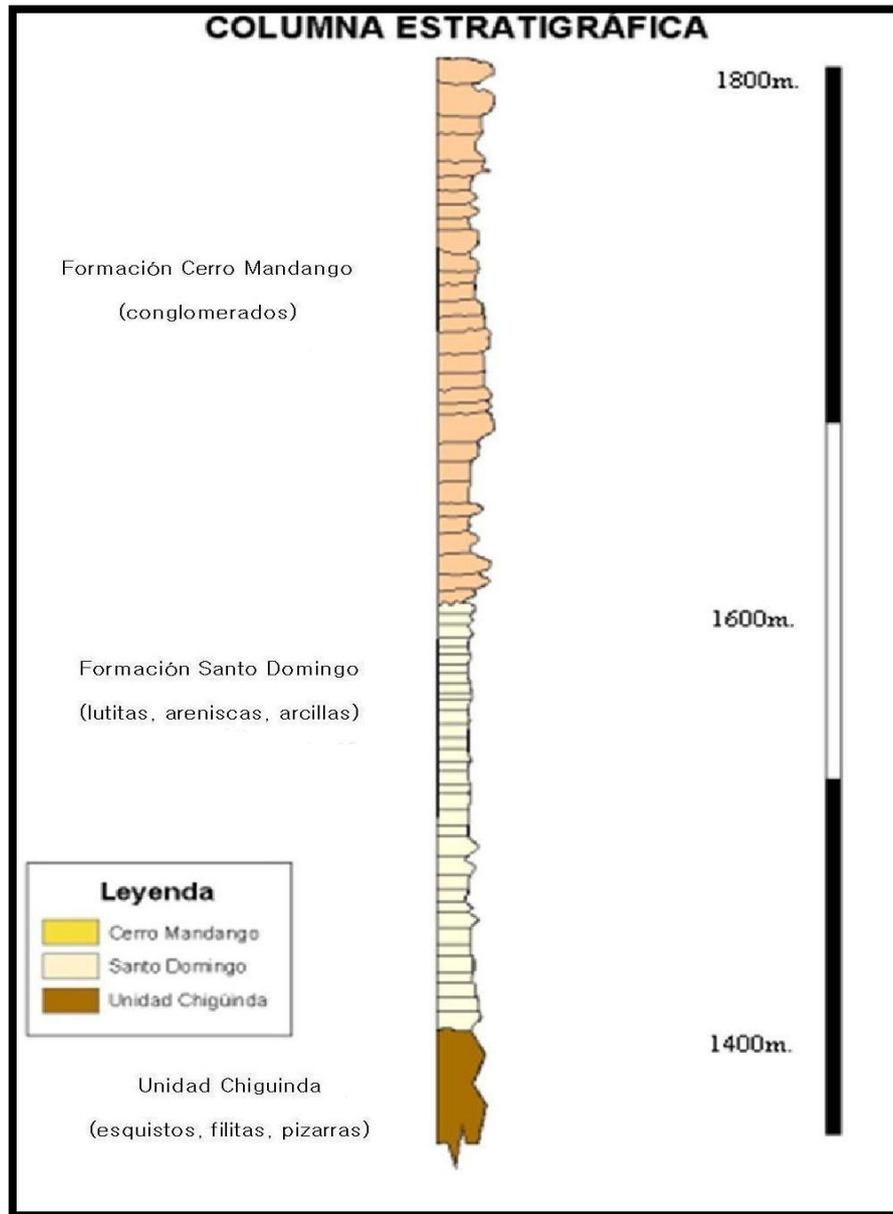


Figura 10. Columna estratigráfica del polígono de estudio

3.3. GEOMORFOLOGIA

La geomorfología de la cuenca corresponde a depósitos sedimentarios que forman terrenos bajos en la cuenca de Malacatos y Vilcabamba, la misma que se halla limitada por montañas de gran altura, las cuales están compuestas por rocas metamórficas pertenecientes a la Unidad Chiguinda y Cerro Mandango sedimentario, la topografía varía desde 1500 a 1900 msnm, (Figura 11).



Figura 11. Unidad Chiguinda, y Formación. Cerro Mandango.

En la formación Cerro Mandango, los relieves varían desde inclinados en las partes más bajas a verticales en las partes altas, con la formación de escarpes y aristas muy pronunciadas, mientras que la formación Santo Domingo, se puede diferenciar terrenos suaves a ligeramente inclinados, tales como los valles en forma de U, los cuales resultan de la combinación de dos fenómenos, el ahondamiento y el ensanchamiento.

El ahondamiento es la erosión del fondo o erosión lineal, y el ensanchamiento, la de las paredes del cauce o lateral. Si el cauce del río pasa por una zona de rocas duras, se encaja profundamente, originando tajos, y gargantas.

Aparecen principalmente en el curso alto, donde el río tiene más poder erosivo, este fenómeno se forma cuando el tipo de roca que las rodean es de tipo sedimentario.

Mientras que los valles en forma de V, se pueden observar en rocas metamórficas, y de la misma forma son originadas por la acción de los ríos.

3.4. TECTONICA

El basamento metamórfico se encuentra diaclasado y microplegado como consecuencia del levantamiento tectónico de la Cordillera de los Andes, sobre el cual discordantemente se encuentran los sedimentos de la formación Santo Domingo, cuyos estratos tienen un buzamiento hacia él SE, estos datos varían entre (dirección y buzamiento) $135/30^\circ$ y $115/48^\circ$ respectivamente, en cambio la formación Cerro Mandango yace sub-horizontalmente, en las partes altas del cerro con una ligera inclinación de 8° y 20° NE.

En la zona de estudio se evidenció los eventos ocurridos en la Vía Malacatos – Vilcabamba, con deslizamientos, (Figura 12), los cuales muestran una actividad reciente. Esto se ha podido determinar mediante el análisis realizado por fotointerpretación (ver anexo 2), y corroborado con la investigación de campo. (UTM: 697334, 9531502).

No se pudo evidenciar indicios tectónicos



Figura 12. Asentamiento en vía Malacatos – Vilcabamba, producto del deslizamiento.

(Anexo I)

CAPITULO IV

4. INTERPRETACION DE RESULTADOS

Realizado el mapa geológico-estructural, se determinó que en el polígono de estudio aflora la formación Cerro Mandango, Santo Domingo la cual esta sobrepuesta discordantemente sobre rocas metamórficas pertenecientes a la Unidad Chiguinda; además de terrazas aluviales, depósitos coluviales y conos deyección.

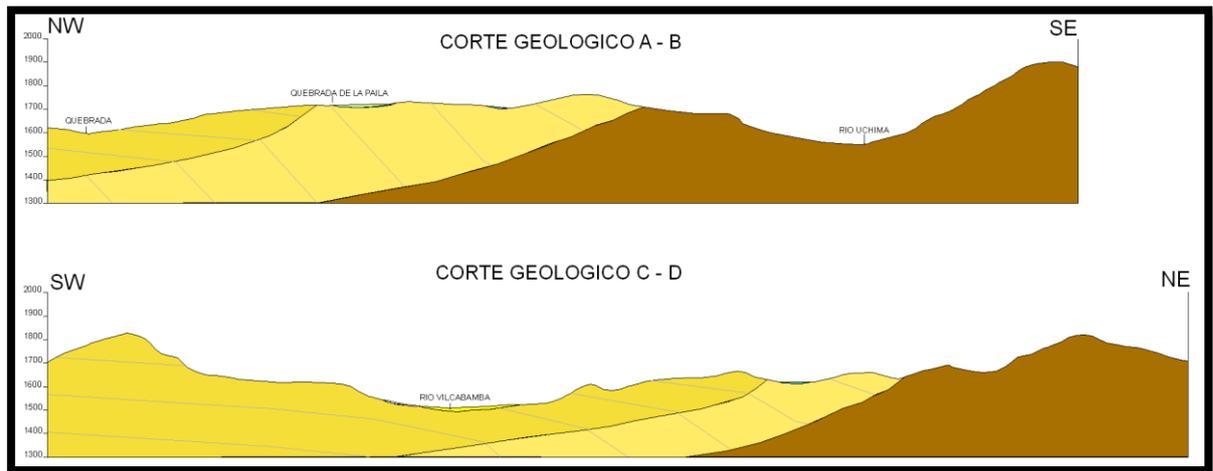
En el presente estudio, no se pudo encontrar fallas, pliegues, los cuales están señalados en el mapa Geológico de Gonzanama Esc: 1:100000; además se pudo determinar en el campo un total de 3 deslizamientos, (Anexo I), de los cuales dos de ellos se encuentran en un estado relativamente activo, ya que gracias a testimonios de la gente que habita en el sector se pudo corroborar con lo descrito. Estos deslizamientos han afectado a la vía principal y han puesto en peligro algunas viviendas del sector. (UTM: 697356 – 9529200), (Figura 13).



Figura 13. Deslizamiento en estado latente, cerca del pueblo de Vilcabamba

4.1. Cortes de secciones geológicas locales

De acuerdo a los cortes geológicos realizados en el mapa, se pudo determinar lo siguiente, (Figura 14).



(Figura 14) Cortes geológicos del polígono de estudio

Corte A – B

Dentro de este corte, podemos observar que la formación Cerro Mandango tiene un ligero buzamiento de 8° y 12° NE sub-horizantal, y descansa discordantemente sobre la formación Santo Domingo, aquí podemos apreciar que sus estratos tienden a buzarse hacia el NE de la cuenca ésta a su vez reposa discordantemente sobre la Unidad Chiguinda la cual abarca casi el 50% del área de estudio.

CORTE C – D

Se puede apreciar la subhorizontalidad de los estratos en la formación Cerro Mandango con un cambio en la inclinación de 8° en la parte norte del polígono a 18° NE, en el sur. Este corte geológico es casi similar al corte A –B, ya que la depositación de los estratos tiene una relación en todo el polígono.

También se puede observar terrazas aluviales a lo largo del río Malacatos, en la formación Santo Domingo, es notorio que su potencia va descendiendo, al igual que los sedimentos se van acuñando en el borde de la cuenca y de la misma forma estrechándose hacia el Sur del polígono.

4.2. Inventario de deslizamientos

Para realizar el presente trabajo, primero se realizó fotointerpretación, (Anexo II), en el cual se obtuvo un total de 3 deslizamientos de gran magnitud, ocurridos hasta el año 1984, los cuales en lo posterior fueron correlacionados en el campo donde se verificó el total de deslizamientos antes mencionados, los cuales son de mucha importancia, ya que estos están afectando en parte a los pueblos de Vilcabamba, Taxiche y la vía Malacatos – Vilcabamba.

Para la clasificación de los deslizamientos durante el trabajo de campo se utilizó el formato propuesto por el PMA–GCA (*Proyecto Multinacional Andino – Geociencias para las Comunidades Andinas*) el mismo que para este trabajo fue modificado en base a la realidad local.

El desarrollo de este trabajo se basó según la nomenclatura y clasificación propuesta por Cruden y Varnes (1996) en el “Special Report 247” de Transportation Research Board de los Estados Unidos, en la cual definen parámetros tales como: tipo de material, humedad, estado y estilo del movimiento, secuencia de repetición o distribución, etc, (Anexo I).

Durante el trabajo de campo se mapeo un total de 3 movimientos en masa

CODIGO	CORDENADAS	TIPO DE DESLIZAMIENTO	AREA AFECTADA (m²)	DIMENSIONES VOLUMEN (m³)	CAUSAS
D1	(697341 – 9529513)	ROTACIONAL	360	6859,14	Material colapsible, fisurado o agrietado, lluvias, irrigación.
D2	(697086 – 9531692)	COMPLEJO (Traslacional– Reptación)	48260	101473	Material sensible, fallado por corte, manteniendo deficiente sistema de drenaje, lluvias e irrigación.
D3	(696293 – 9533131)	COMPLEJO (Traslacional– Flujo)	6750	3337,94	Material sensible, lluvias, irrigación y Mantenimiento deficiente sistema de drenajes.

4.2.1. Factores que influyen en la inestabilidad

Según los datos obtenidos de acuerdo al inventario establecido, se pudo apreciar que los factores que influyeron en la inestabilidad de los deslizamientos son los siguientes:

a. Condicionantes

Dentro de los factores condicionantes que han interactuado en la formación de fenómenos de remoción en masa están:

- ***La orientación desfavorable de discontinuidades.***– Este factor condicionante ha dado como resultado deslizamientos tipo reptacional de gran magnitud, se lo puede evidenciar en la formación Santo Domingo del área de estudio. Interactuando éste condicionante conjuntamente con el contraste en permeabilidad de materiales.
- ***Vegetación.***– En algunos sectores la escasa presencia de vegetación, las mismas que no poseen raíces prominentes, son una causa que se puede considerar importante para que ocurran movimientos de masa en algunos lugares del área de estudio. Existe un promedio aproximado de 2 m de altura de la vegetación en toda la zona de estudio.

- **Litología.**– Definitivamente los depósitos coluviales y rocas sedimentarias, como las areniscas son los más propensos a este tipo de remociones de masa ya que en sectores determinados los estratos se encuentran demasiado meteorizados por la ausencia de vegetación y en contacto directo con el agua, la misma que produce una saturación en ciertos sectores del polígono estudiado, (697341 – 9529513).
- **Material meteorizado.**– Las rocas alteradas por el proceso de meteorización son muy propensos a formar movimientos en masa. Especialmente la presencia de arcillas demasiado plásticas intercaladas en los estratos de conglomerados, y esquistos pertenecientes a la unidad Chiguinda, que se encuentran en la vía secundaria que va desde el Barrio de San Pedro de Vilcabamba a El Capulí. (698587, 9532000).

b. Detonantes

Ya que no hay un estudio detallado, se supone que los factores detonantes más relevantes dentro del área de estudio es la presencia de canales de agua utilizados para la irrigación de los cultivos, por lo que no hay presencia de drenajes de los mismos; además los cortes de taludes realizados sin un previo estudio y su posterior diseño. Básicamente estos son los detonantes presentes en el sector.

4.3. Relación geología pendientes

Existe una estrecha relación geología – pendiente dentro del polígono habiendo terrenos con pendientes que van desde los 20° a 85°.

En la formación Santo Domingo y Unidad Chiguinda se puede observar pendientes ligeramente inclinadas, mientras que en la formación Cerro Mandango se aprecia pendientes más abruptas.

En relación a los movimientos en masa hay inclinaciones que van desde los 30° a 50°

4.4. CONCLUSIONES

- Los contactos geológicos estudiados en campo, varían con respecto al mapa geológico regional. La falla que está representada en el mapa regional, no se lo observo en el campo en la zona de estudio, ya que no se evidenciaron indicios tectónicos.
- El polígono de investigación litológicamente está constituido por rocas de la Unidad Chiguinda como basamento de la cuenca representado por: esquistos, pizarras y filitas. Rocas de la formación Santo Domingo conformado por areniscas, lutitas, arcillas, con varios lentes de azufre y yeso de 2 a 5 mm en la parte Norte, y finalmente por conglomerados, limolitas de la formación Cerro Mandango.
- Las rocas metamórficas de la Unidad Chiguinda se encuentra altamente meteorizada y con un alto grado de fracturación en la parte oriental del polígono. Así mismo en la formación Santo Domingo se pudo apreciar bloques compactos de areniscas calcáreas color gris con un alto grado de fracturación, y meteorizadas.
- Los conglomerados de la formación Cerro Mandango, en la parte Norte del polígono tienen una ligera inclinación con respecto a la parte Sur del polígono de estudio. La formación Cerro Mandango en la parte baja tiene un buzamiento promedio entre 8° y 20° NE, y presenta una estratificación sub–horizontal hacia la parte más alta del Cerro Mandango. Esta formación en el sector oriental de la

cuenca, descansa discordantemente sobre la formación Santo Domingo.

- La morfología del área de estudio es variable con Valles en U principalmente en rocas sedimentarias, mientras que los Valles en V, se pueden observar en las partes altas del flanco occidental, principalmente en rocas metamórficas.
- Realizando fotointerpretación se pudo apreciar 3 deslizamientos de gran magnitud, los cuales se corroborando en el campo, cada uno de ellos identificados como Movimientos traslacionales y Movimientos reptacionales, conjuntamente con Flujos de detritos.
- En los causes de las quebradas Sunungu y Guarango en las coordenadas 698521 E, 9529573 N, se puede observar conos deyección, con potencias de más de 3 m.
- Dentro de la formación Santo Domingo se encontró un deslizamiento de gran magnitud que abarca un área de 88900 m².
- Una de los principales factores para la ocurrencia de los deslizamientos, es la ausencia de vegetación, un deficiente manejo de sistemas de drenaje y estos acompañados por la irrigación, las precipitaciones altas en la última temporada invernal.

4.5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda construir sistemas de drenaje en las zonas con deslizamientos, (Anexo 1) para poder disminuir el peligro de un colapso en el futuro, y afectaciones económicas y humanas.
- Realizar estudios geofísicos (sísmica, gravimetría, otros.) en el área de estudio para determinar detalladamente la secuencia de depositación sedimentaria y evolución de la cuenca.
- Se debe realizar un Plan de ordenamiento territorial de toda la provincia, que se generen.
- Efectuar un esquema de medidas de prevención y mitigación de estos movimientos en masa; sobre todo concientizar a la población de los peligros y consecuencias que pueden causar este tipo fenómenos naturales, ya que en algunos sectores de la vía principal San Pedro – Vilcabamba, se puede apreciar asentamientos debido a deslizamientos que existen cerca de la vía, en los cuales no se debe planificar obras civiles y además se debe evitar que por acciones atópicas se generen estos movimientos.

BIBLIOGRAFIA:

- Ciencias de la Tierra 8 Edición – Una introducción a la Geología Física, Edward J. Tarbuck, Frederick K. Lutgens
- Oscar Palacios. Luis Pilatasig. José Sánchez “Transición de los Andes Centrales a los Andes del Norte: nueva comprensión en el reconocimiento de campo y nuevos datos geoquímicos – geocronológicos”.
- Hungerbuhler, D. Tertiary basins in the Andes of southern Ecuador, sedimentary evolution, deformation and regional tectonic implications. PhD Thesis, Institute of Geology ETH Zurich, Switzerland, 182 pp.
- Litherland et al., 1994. Breve Léxico estratigráfico del Ecuador
- Cruden D.M. & Varnes D.J. (1996). Landslides Types and Processes
- Pedraza Gilsanz, Javier. “GEOMORFOLOGIA. PRINCIPIOS, METODOS Y APLICACIONES”. Madrid (1996), Editorial Rueda.
- F.G.H. Blyth, M.H. de Freitas. “GEOLOGIA PARA INGENIEROS”. México (2001). Octava Reimpresión.
- (Guía Naturista de Vilcabamba, Rebecca Aird and Anthony Leaning).
- Mapa Geológico escala 1:100000 de Gonzanama
- Kennerley J.B., Geología de la provincia de Loja en la República del Ecuador. Inf. D.G.GM., Quito, 1974.
- Sauer W., Geología del Ecuador, 1965, P. 385
- Boggs, D.A. y London, E. (1988), Proceso de depósitos

ANEXO I

FORMATO DE DESLIZAMIENTOS

ANEXO II

FOTOINTERPRETACION

ANEXO III

MAPA GEOLOGICO MALACATOS- VILCABAMBA

PLANTA



PERFIL



PLANTA



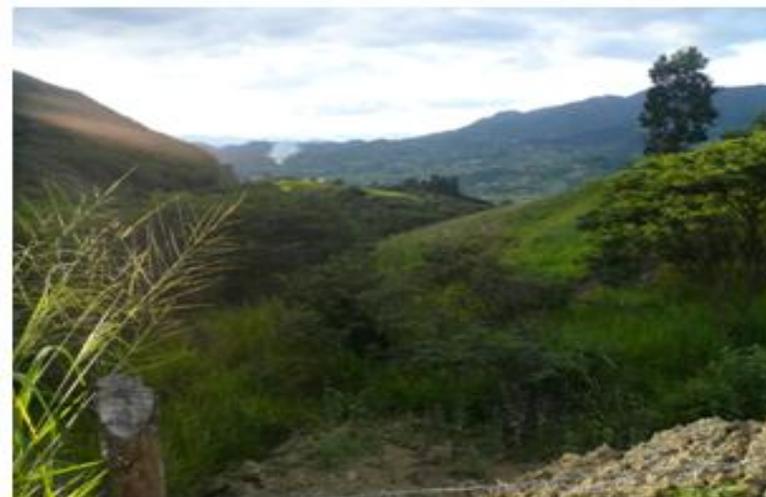
PERFIL



PLANTA



PERFIL



RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de tesis, corresponde al Estudio Geológico–Estructural e Inventario de deslizamientos del polígono cuatro de la cuenca Malacatos–Vilcabamba, en el cual se hizo una investigación de la litología, estructuras, geomorfología, hidrografía del sector.

El presente trabajo abarca la zona Oriental entre la cuenca de Malacatos y Vilcabamba con una extensión de 2700 has, donde se levantó información geológico–estructural detallado a escala 1:10000 con el respectivo inventario de deslizamientos.

Se elaboró un inventario de deslizamientos, en cual se utilizó la ayuda de un estereoscopio para realizar fotointerpretación. En el campo se pudo determinar un total de 3 movimientos en masa, ocurridos dentro de la formación sedimentaria, y suelos residuales; los que han sido caracterizados como deslizamientos de tipo traslacional, flujos, y reptacional.

La información geológica obtenida durante el levantamiento de campo se incorporó a una base de datos que posteriormente se analizaron y procesaron utilizando las técnicas GIS, el mismo que permite disponer de una base temática georeferenciada, cuyos resultados puedan ser utilizados en la edición de los diferentes mapas temáticos.