

Informe Técnico N° A6653

# Evaluación de Peligros Geológicos en los sectores de Tiracancha Baja y Chiripata - Umachurco

Distrito de San Salvador, Provincia de Calca, Región Cusco



POR:  
MANUEL VILCHEZ MATA

JUNIO 2014



## CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN	3
2.0	ASPECTOS GENERALES	4
3.0	GEOLOGÍA	5
4.0	GEOMORFOLOGÍA	13
5.0	PELIGROS GEOLÓGICOS	16
5.1	Sector Chiripata	16
5.1.1	Deslizamiento traslacional	16
5.2	Sector Tiracancha	28
5.2.1	Deslizamiento rotacional	28
6.0	CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO	40
	CONCLUSIONES	41
	RECOMENDACIONES	44
	GLOSARIO DE TÉRMINOS RELATIVOS A MOVIMIENTOS EN MASA	46
	BIBLIOGRAFÍA	46

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

  
Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg N° 01210



# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES DE TIRACANCHA BAJA Y CHIRIPATA – UMACHURCO

(DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO)

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El Sr. Narciso Ccorimanya Roca, Alcalde de la Municipalidad Provincial de San Salvador, mediante Oficio N° 0242-2013-A-MDSS, de fecha 31 de octubre de 2013, se dirige al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando el estudio geodinámico en las comunidades de Tiracancha Baja y Umachurco, del distrito de San Salvador, afectados por procesos de geodinámica externa. Es por estos motivos que el Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) del INGEMMET, designó al Ing. Geólogo Manuel Vilchez Mata y la Bach. Julio Lara Calderón, para que realicen la inspección técnica por peligros geológicos en el sitios mencionados.

Los trabajos fueron coordinados con el Sr. Alcalde del distrito de San Salvador Narciso Ccorimanya; en la comunidad de Tiracancha se contó con la presencia del director de la I.E. Corazón de Jesús, el Sr. Vides Pila Chullo; en la comunidad de Chiripata-Umachurco, con los Srs. Cesilio Nayhua Orcon presidente de la comunidad de Chiripata y Gilberto Quispe Huallpa, los trabajos de campo fueron realizados los días 14 y 15 de noviembre del 2013.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de San Salvador, provincia de Calca, región Cusco; y se basa en las observaciones de campo realizadas durante la inspección, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales, relatos orales y versiones de los hechos sucedidos dados por los pobladores de la zona, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

Existen trabajos previos realizados en la provincia de Calca-distrito de San Salvador relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan las publicaciones hechas por INGEMMET:

- Boletín N° 65 serie A: Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. Carta geológica nacional (1996). Se describe la geología de la zona estudiada.
- Boletín N° 28 Serie C: Estudio de Riesgos Geológicos del Perú – Franja N° 3. Geodinámica e ingeniería geológica (2003). Se determina en el mapa de zonas de peligros múltiples e infraestructura, que el sector de Tiracancha se encuentra en una zona de peligro moderado y el sector de Chiripata-Umachurco en una zona peligro muy alto.
- En mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, escala 1:2 000 000 (regional) elaborado por el INGEMMET, los sectores de Tiracancha

Baja y Chiripara-Umachurco se localiza en una zona susceptibilidad media.

Estos trabajos de carácter técnico, en los cuales existe valiosa información geológica, de peligros por movimientos en masa y geohidrológicos, han sido utilizados para la elaboración del presente informe.

## 2.0 ASPECTOS GENERALES

Políticamente los sectores inspeccionados se ubican en la región Cusco, con coordenadas centrales UTM (WGS-84) (Figura 1):

- Chiripata-Umachurco (distrito de San Salvador, provincia de Calca):  
Norte: 8507678 y Este: 201606, a 3600 msnm
- Tiranca Baja: Norte: 8512681 y Este: 208292; a 3950 msnm

Los sectores inspeccionados morfológicamente se ubican dentro de valles interandinos que cortan la cordillera Oriental. La comunidad de Chiripata-Umachurco se encuentra dentro de la cuenca de la quebrada Mayochimpana, tributario del río Vilcanota por su margen izquierda; y la comunidad de Tiranca se encuentra dentro de la cuenca de la quebrada Quescaymayo, tributario del río Cangalle, que a su vez es tributario también del río Vilcanota.

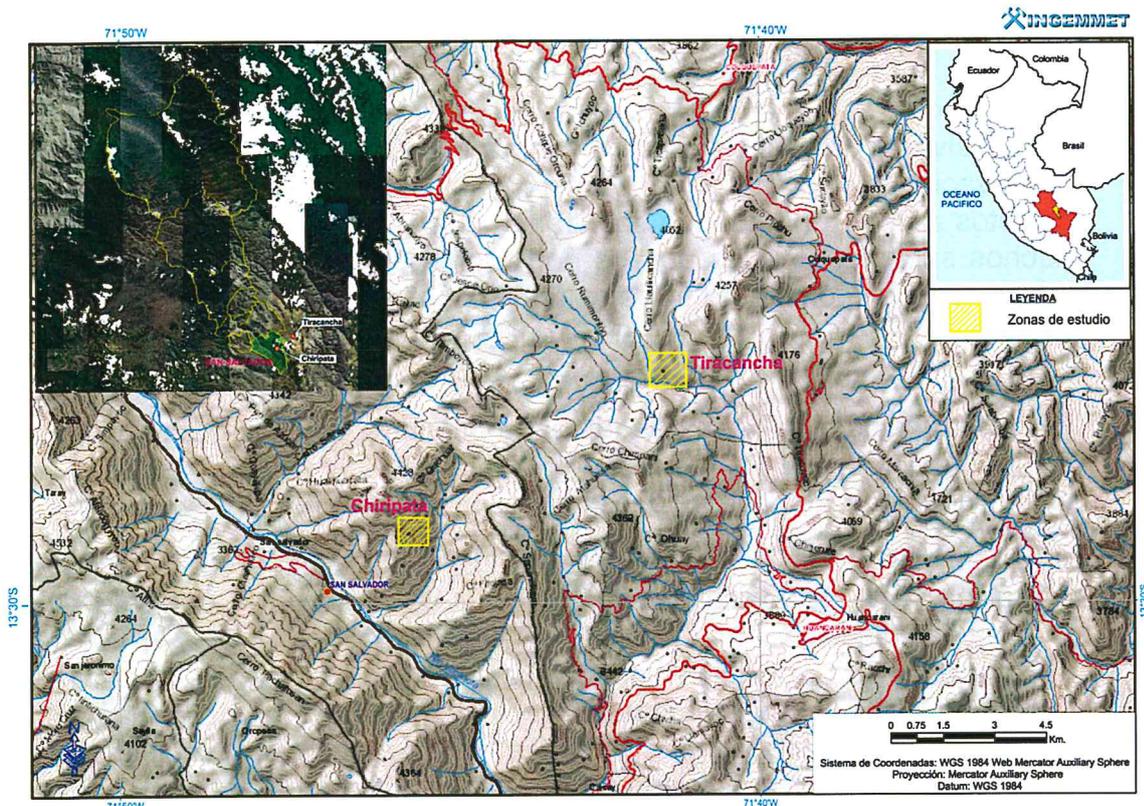


Figura 1. Mapa de ubicación de las zonas inspeccionadas (sectores de Chiripata-Umachurco y Tiranca).

El acceso hacia la zona de estudio se realiza por vía terrestre desde Lima, utilizando la carretera Panamericana Sur hasta la Ciudad de Nazca, de ahí se desvía hacia el este y se continua por la vía asfaltada que pasa por las localidades de Puquio, Chalhuanca, Abancay y Cusco. Del Cusco se continúa hacia las localidades de Pisac y de ahí al distrito de San Salvador, desde donde se sigue hacia el sur por una carretera afirmada para acceder a Chiripata-Umachurco; Para acceder a Tirachancha se sigue desde el mismo San Salvador por una carretera ubicada en el sector norte del poblado, y se pasa por las localidades de Siusa y Ocoruro.

Otro acceso vía terrestre desde el Cusco, es utilizando la vía que conduce hacia Pisac, Colquepata y Viscachone, desde aquí se toma la vía que conduce a Huancarani, y a la altura del poblado de Marcopata se desvía hacia la derecha para acceder a la comunidad de Accha y de ahí a Tiracancha.

También se puede acceder desde Lima a la zona de trabajo por vía aérea hasta Cusco y desde ahí se sigue por los tramos carreteros descritos línea arriba.

Según el Servicio Nacional de Metrología e Hidrología (SENAMHI), en la zona estudiada la precipitación pluvial acumulada durante el periodo lluvioso normal (setiembre – mayo) es de 500 a 700 mm, y para el evento del fenómeno “El Niño” 1997/1998, la precipitación acumulada fue de 600 mm.

La red hidrográfica de la zona estudiada, tiene como curso principal al río Vilcanota, el cual tiene como afluentes principales a los ríos Huatanay y Huasacmayo.

El río Vilcanota atraviesa la zona de estudio en dirección sureste-noroeste; recibe aportes por la margen izquierda en este sector de las quebradas Lambranniyoc, Apenniyoc, Chusnayochuayjo y Unuraquinayoc; por la margen derecha se tienen como tributarios a las quebradas Yanyac, Mayochimpana (en cuya cuenca se encuentra la comunidad de Chiripata-Umachurco) y Parcor, además de las lagunas Simirian, Rumichaca y Teracocha.

El río Huasacmayo, en cuya cuenca se encuentra la comunidad de Tiracancha, aguas arriba es denominado río Jatunmayo, río Cangalle y río Quescaymayo, recibe aportes de varias quebradas y de lagunas, entre ellas se tienen a las lagunas Punapuncocha y Quescay, esta última localizada en las laderas superiores de la comunidad de Tiracancha.

### 3.0 GEOLOGÍA

A nivel regional, en la zona de estudio afloran rocas de origen sedimentario, volcano-sedimentario, rocas sedimentarias con bajo grado de metamorfismo y flujos de lava; la base de la secuencia está conformada por la Formación Ananéa, sobre ella, los Grupo Cabanillas,

Copacabana y Mitu del Paleozoico, las Formaciones Huancané y Paucartambo del mesozoico, finalmente se tiene a la Formación Rumichaca y los depósitos resultantes de la acumulación fluvio-glaciar y aluvial (Figura 2).

A continuación, de manera resumida presentamos la descripción de las principales formaciones geológicas que afloran en los sectores de Chiripata – Umachurco y Tiracancha.

## A. PALEOZOICO

**Formación Ananea (SD-a):** Formado por una secuencia de lutitas y limolitas grises finamente laminadas, intercaladas con areniscas lenticulares, esporádicamente también pizarras negras. Se le atribuye una edad Siluro-Devoniana. Se considera a esta secuencia como rocas de mala calidad, muy alteradas, fracturadas, muy deleznales que se rompen fácilmente (Foto 1).



Foto 1: Corte de talud superior de carretera se observa la Formación Ananea, conformado por pizarras de color gris a negro.

INSTITUTO NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

*[Firma]*

ING. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
CIP. N° 01217



Foto 2. Vista de las lutitas negras de la Formación Ananéa que se encuentran muy fracturadas.



Foto 3. Otra vista donde se puede observar el estado muy fracturado y deleznable de las lutitas negras de la formación Ananéa.

**Grupo Cabanillas (D-ca):** Formado por una intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos medianos a delgados, con slumps de areniscas, diamictitas y bioturbación. Se le atribuye a la secuencia una edad Devoniana. Se considera una secuencia de rocas de mala calidad, muy fracturada y deleznable (Foto 4).



Foto 4: Secuencias de areniscas y lutitas, alteradas y fracturadas en el talud superior de carretera, debajo de la comunidad de Tiracancha.

**Grupo Copacabana (Pi-c):** Está compuesto principalmente por calizas y lutitas. Las calizas son de varios tipos, de grano fino oolíticas a nodulosas, de colores gris blanquecino a negro. Las lutitas son negras y carbonosas. Los afloramientos que aparecen entre las localidades de Pisac y San Salvador, presentan cerca a la base de los afloramientos bancos de areniscas cuarzosas blancas con laminaciones oblicuas, intercaladas con lutitas y calizas fosilíferas; en algunos sectores aparecen niveles de conglomerados.

**Grupo Mitu (PsT-mi):** En el cuadrángulo de Calca, se definieron las siguientes unidades litoestratigráficas:

Formación Pisac.- Formada por una secuencia grano-estrato creciente de brechas y conglomerados, intercalados con areniscas y limolitas rojas.

Formación Pachatusan: Constituido por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basalto, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, caracterizadas por su color rojo violáceo. (Fotos 5, 6 y 7).

Las secuencias estratigráficas del Grupo Mitu en el sector de Chiripata tienen una dirección de buzamiento de  $40^\circ$  y buzamiento o inclinación de  $32^\circ$  a favor de la pendiente de la ladera.

UNIVERSIDAD DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
*[Firma]*  
no° CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
REG. N° 0121



Foto 5: Areniscas rojizas del Grupo Mitu, aparecen muy fracturadas.



Foto 6: Secuencia conformada por areniscas, limolitas e ignimbritas muy fracturadas y muy meteorizadas de coloración rojiza abajo, encima se tienen suelos limo-arenosos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing.º GIP. Manuel Salomón Vilchez Matr.  
ING.º GEOLOGO  
Reg. Nº. 01212



Foto 7: Secuencia de ignimbritas de color crema aparecen en la escarpa del deslizamiento "D1".

## B. MESOZOICO

**Formación Huancané (ki-hn)**: Está dividida en dos miembros; el inferior está compuesto por conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas cuarzosas de color blanco; el miembro superior está constituido localmente, por niveles calcáreos o por niveles finos de lutitas de color rojo a negro.

**Formación Paucarbamba (Ki-pa)**: Constituida por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes, formando secuencias grano-estrato creciente.

## C. CENOZOICO

Se tiene aquí un conjunto de cuerpos volcánicos y los depósitos que tienen poca o nula consolidación, acumulados durante el Holoceno a lo largo de vertientes y valles; así se tienen:

**Formación Rumicolca (Q-ru)**: Conjunto de cuerpos volcánicos de dimensiones pequeñas que afloran a lo largo de los límites entre la Cordillera Oriental y las Altiplanicies. Este volcanismo está caracterizado por presentar coladas de lavas de dimensiones pequeñas (0,5 a 5 km<sup>2</sup>) y raros conos de escoria, de composición shoshonítica.

**Depósitos fluvio-glaciares (Qh-fg)**: Constituido por el material de las morrenas y los depósitos conformados por el acarreo y depósito de material de morrenas por corrientes fluviales, se ubican al pie de la cadena de nevados observados en la Cordillera Oriental. Estos depósitos están conformados por bloques y gravas de origen volcánico y

sedimentario, de forma angulosa a subangulosa, en matriz arenolimososa (Foto 8).



Foto 8: Deposito fluvio-glaciario conformado por gravas, cantos y bloques envueltos en una matriz fina.

### ***Depósitos aluviales (Qh-al)***

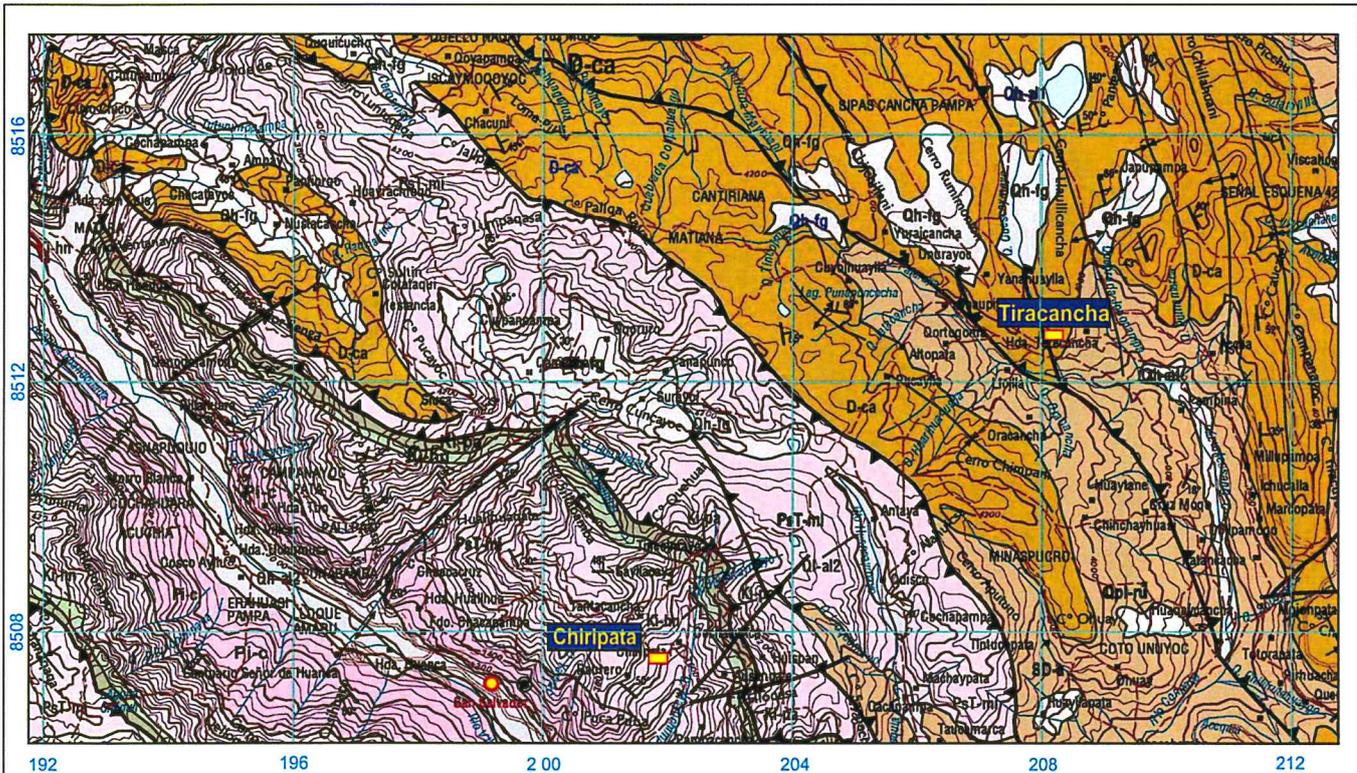
Se considera dentro de este grupo a los materiales que conforman las terrazas de ríos y quebradas, conos aluviales y de deyección (depósitos proluviales), que en muchos de los casos es difícil de representar gráficamente en los mapas por efectos de escala.

Los depósitos de terrazas pueden presentar cierto grado de consolidación y están sujetos a procesos de erosión fluvial. Conformados por mezclas de bolos, gravas, arenas y limos, con formas redondeadas a subredondeadas. Las formas más o menos redondeadas de los fragmentos de roca dependen de las distancias que han sido transportados.

### ***Depósitos fluviales (Qh-flu)***

Se considera dentro de esta clase, al material que es constantemente movilizado por las aguas de los ríos, conformado por bolos, arenas, gravas y limos, que no presentan consolidación.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
  
Ing° CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01210



**LEYENDA ESTRATIGRÁFICA**

Era	Periodo	Formación	Simbología	Descripción
Cenozoico	Cuaternario	Dep. aluviales	Qh-al	Gravas y arenas en matriz arenolimsa incluye terrazas y conos aluviales
		Dep. fluvio-glaciares	Qh-fg	Bloques y gravas de origen volcánico y sedimentario, de forma angulosa a subangulosa, en matriz arenolimsa.
	Neógeno	Fm. Rumichaca	Qpl-ru	Shoshonitas, andesitas
Mesozoico	Cretáceo	Fm. Paucarbamba	Ki-pa	Areniscas intercaladas con limoarcillitas rojas y verdes.
		Fm. Huancané	Ki-hn	Cuarzo arenitas blancas a rojizas con estratificación sesgada y oblicua.
	Jurásico			
Paleozoico	Triásico			
	Permico	Gpo. Mitu	PsT-mi	Aglomerados y lavas andesíticas con areniscas pardas y limolitas rojas.
	Carbonífero	Gpo. Copacabana	Pi-c	Calizas bioclasticas, micríticas y areniscas en estratos delgados intercalados con lutitas negras.
	Devónico	Gpo. Cabanillas	D-ca	Intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos medianos a delgados, laminares, con slumps de arenisca, diamictitas y bioturbación.
	Silurico	Fm. Ananéa	SD-a	Pizarras grises, lutitas y limolitas micáceas finamente laminadas.

Figura 2: Mapa geológico de los sectores de Chiripata-Umachurco y Tiracancha.

CIP. Manuel Salazar Vilchez
   
 INGENIERO GEOLOGO
   
 Reg. N.º 12117

#### 4.0 GEOMORFOLOGÍA

En los sectores inspeccionados se han identificado las siguientes geoformas:

##### **a) Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

Relieve montañoso en rocas sedimentarias y metamórficas (RM-rsm): Amplia zona de distribución de relieve en el sector de Tiracancha (Foto 9), expuesta en ambos márgenes de la quebrada Quescaymayo, que conforman los cerros Rumimontón, Llaullicancha y Chillahuari por la margen izquierda, y los cerros Chimpani, Panapunco y Tamboyoc a la margen derecha. Incluyen laderas de montañas, cuya asociación litológica es principalmente sedimentaria, con presencia de rocas metamórficas (pizarras) de la Formación Ananea y del Grupo Cabanillas. Geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (fondo de valle de La quebrada Quescaymayo). Sus pendientes varían desde bajas a moderadas, en algunos sectores el terreno tiene pendientes fuertes. Dentro de esta subunidad se encuentran lagunas de origen glaciar (Foto 10).

Las montañas modeladas en rocas sedimentarias se presentan también en las vertientes de ambos márgenes del río Vilcanota en el distrito de San Salvador.

Estas geoformas se asocian a la ocurrencia de caída de rocas y derrumbes en acantilados o taludes de corte de carretera, también se producen deslizamientos, erosión de laderas y flujo de detritos (huaicos).



Foto 9: Vista del valle que forma la quebrada Quescaymayo flanqueada por montañas modeladas en rocas sedimentarias, con pendientes moderadas.

INSTITUTO NACIONAL DE GEOMORFOLOGÍA  
CALLE 10040, TIRACANCHA, CANTÓN TIRACANCHA, PROV. CAÑAR

INSTITUTO NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO NACIONAL DE INGENIEROS DEL CAÑAR  
DIP. Miguel Salomón Vilches, Mal.  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 00017



Foto 10: Montañas modeladas en rocas sedimentarias que alberga lagunas de origen glaciar como la de Quescay.

Relieve montañoso en rocas volcano-sedimentarias (RM-rvs)

Se localiza esta subunidad en las laderas medias y superiores de la margen izquierda del río Vilcanota, modeladas en las secuencias volcano-sedimentarias del Grupo Mitu; la quebrada Mayochimpana donde se ubica la comunidad de Chiripata corta estas laderas y deja vertientes con pendientes que pueden superar los 40° de inclinación (Foto 11).

Se asocian a ocurrencias de caída de rocas y derrumbes en acantilados o taludes de corte de carretera, también se producen deslizamientos traslacionales y flujo de detritos (huaicos).



Foto 11: Vista aguas arriba de la quebrada Mayochimpana con vertientes que superan los 30° de pendientes.

## ***b) Geoformas de carácter depositacional y agradacional***

Representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de material proveniente de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores, aquí se tiene:

### Valle fluvial (V)

Se consideran dentro de esta subunidad, a los terrenos planos de ancho variable, ubicados en el cauce o en la llanura de inundación del río Vilcanota.

### Abanicos proluviales (Ap)

Conos y abanicos con ligera pendiente hacia el valle, desde suave (2°) hasta moderadas (10°-15°), formados por acumulaciones en la desembocadura de quebradas o ríos tributarios. Están compuestos por depósitos de detritos clásticos de tamaños variados. Originados por eventos individuales de diferente magnitud, muestran depósitos de extensiones y altura variable, así como ligera pendiente hacia el valle, confundiendo en algunos casos con terrazas aluviales. Sus principales exposiciones se pueden apreciar en la desembocadura de las quebradas Pacor, Mayochimpana y Yanyac, estas se activan ocasionalmente.

Están asociados a flujos de detritos (huaicos) ocasionales y excepcionales, y proceso de erosión de laderas.

### Piedemontes coluvio-deluviales (P-co, de)

Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, avalanchas de rocas y/o movimientos complejos), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas. Generalmente son gravas y bloques cuya composición litológica es heterogénea; son depósitos de corto recorrido, relacionados a laderas superiores adyacentes, su morfología es esencialmente convexa y su disposición semicircular a alargada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa. Asociada a procesos de tipo deslizamientos, derrumbes y flujos no canalizados.

### Terrazas (T)

Planicies adyacentes a la llanura de inundación principal de un río, diferenciables a escala de trabajo. Pendiente suave entre 1° y 2°, localizadas principalmente hacia la margen derecha del río Vilcanota, de ancho variable, su extensión está limitada al valle.

Estas geoformas se asocian a procesos de erosión fluvial en las márgenes de ríos por socavamiento, con generación de derrumbes, áreas con ocurrencia de inundaciones y flujos de detritos.

## 5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en las zonas inspeccionadas, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos (rotacionales y traslacionales) (PMA: GCA, 2007). El proceso de modelamiento de terreno, así como la incisión de las quebradas en la Cordillera de los Andes, conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los valles y los deposita formando los llamados “pie de montes”.

Durante los trabajos de campo, fue posible identificar movimientos del terreno en los sectores inspeccionados, encontrándose zonas de arranque de deslizamientos de tipo rotacional y traslacional.

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos: geometría del terreno, pendiente, tipo de suelos, drenaje superficial – subterráneo y la cobertura vegetal; combinados con factores extrínsecos: construcción de viviendas en zonas no adecuadas, carreteras, canales, tala de árboles, etc. Teniendo como “detonantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales extraordinarias a excepcionales que caen en la zona.

A continuación se presenta una breve descripción de los movimientos en masa identificados en los diferentes sectores inspeccionados, para poder tener una visión más clara de lo que viene ocurriendo.

### 5.1 Sector de Chiripata-Umachurco

La comunidad campesina Chiripata-Umachurco, se localiza en coordenadas UTM-WGS84, 8507613 N y 201840 E. Los peligros identificados son movimientos en masa de tipo deslizamientos traslacionales (Mapa 1).

#### Deslizamiento traslacional

En un deslizamiento traslacional la masa de material se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales. 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). En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia ésta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción (Hoek y Bray, 1981). (PMA: GCA, 2007)

**Descripción del área:** En la parte media de la ladera este del cerro Sillabamba, se encuentra asentado y desarrolla todas sus actividades los pobladores de la comunidad de Chiripata, a una cota de 3600 m.s.n.m., y

650 m por encima del fondo del valle del río Vilcanota; estas laderas tiene en promedio unos 30° de pendiente, las laderas superiores pueden superar los 40°, estas son producto de la incisión de la quebrada Mayochimpana en secuencias de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias. Este proceso evolutivo del valle trajo como consecuencia el transporte y remoción de materiales pendiente abajo, generando movimientos en masa que en la actualidad pueden representar peligros muy serios a las comunidades que se desarrollan en su pie o en sus áreas de influencia.

**Descripción del evento:** Los trabajos de evaluación por peligros geológicos en el área de Chiripata-Umachurco nos permitió identificar la presencia de un evento de tipo deslizamiento traslacional, que al parecer ha sufrido reactivaciones en la zona de la corona; se desconoce la fecha que ocurrieron, pero al observar el depósito de material desplazado, la escarpa y el salto principal, nos hace suponer que ocurrieron en una época histórica; este deslizamiento presenta una reactivación también de tipo deslizamiento traslacional en el cuerpo. Los deslizamientos comprometen secuencias de areniscas, limolitas y arcillitas rojas en bancos medios a gruesos, también se tienen lutitas negras; estas capas buzan a favor de la pendiente de la ladera y en un menor ángulo de inclinación que la ladera. Se considera a esta secuencia como rocas de calidad media a mala, se presentan fracturadas, se rompen con relativa facilidad al golpe del martillo de geólogo; la calidad de la roca se ve reducida por la presencia de limolitas y arcillitas.

A continuación se describen los deslizamientos identificados en la zona de Chiripata:

➤ **Deslizamiento “D1”:**

Este evento se encuentra en la ladera superior, encima del poblado de Chiripata, en coordenadas UTM-WGS 84, 8507670 N y 201610 E, a 3700 m.s.n.m.

Se puede tipificar al evento como un deslizamiento traslacional, de desplazamiento lento. Presenta una zona de arranque semicircular continuo, con un depósito de forma alargada, no muy extenso y de poco volumen, compromete suelos y parte del sustrato rocoso, que se acumuló principalmente en la ladera (foto 12). Las dimensiones del deslizamiento son:

- Ancho de escarpa: 145 m
- Forma de la superficie de rotura: plana
- Salto principal: 5 m (Foto 13)
- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 80 m
- Longitud horizontal corona a punta: 150 m
- Dirección (azimut) del movimiento: N 85°

- Longitud total (inclinada): 170 m
- Área del deslizamiento: 10 400 m<sup>2</sup>
- Volumen de material: se estima un volumen aproximado de 1 500 m<sup>3</sup> de material comprometido en el deslizamiento.
- No hay presencia de fracturas abiertas localizadas dentro del cuerpo del deslizamiento.
- Deposito conformado por material limo-arenoso a arcilloso.



Foto 12: Vista donde se resalta con líneas amarillas discontinuas los deslizamientos "D1" y "D2".

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTEMENTAL DEL CALLAO

Ing° CIP. Maximiliano Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
REG. N° 01217



Foto 13: Salto principal del deslizamiento "D2" de unos 5 m en secuencia de ignimbritas.

➤ **Deslizamiento "D2":**

Consideramos al deslizamiento "D2" como consecuencia del ensanchamiento del deslizamiento "D1" y se localiza en el extremo izquierdo de la corona. Este evento se localiza a unos 100 metros por encima de las viviendas del poblado de Chiripata, en coordenadas UTM-WGS 84, 8507566 N y 201533 E, a 3800 m.s.n.m.

En forma general se puede tipificar al evento como un deslizamiento traslacional, con una zona de arranque semicircular continúa, que produjo el asentamiento de las capas de roca sedimentaria en la ladera. Se observa, en la zona de la corona, la presencia de bloques colgados de hasta 3 m de diámetro (Foto 14). Las dimensiones del deslizamiento son:

- Ancho de escarpa: 35 m
- Forma de la superficie de rotura: plana
- Salto principal: 12 m
- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 40 m
- Longitud horizontal corona a punta: 50 m
- Dirección (azimut) del movimiento: N 95°
- Longitud total (inclinada): 60 m
- Área del deslizamiento: 1 500 m<sup>2</sup>
- Volumen de material: se estima un volumen aproximado de 225 m<sup>3</sup> de material comprometido en el deslizamiento.
- Deposito conformado por material limo-arenoso a arcilloso.



Ing. CIP. M. Salomón Vilchez Mat.  
ING. GEOLOGO  
Reg N° 01212



Foto 14: Vista lateral del deslizamiento traslacional "D2", localizado en el extremo izquierdo del deslizamiento "D1", salto principal de 12 m de alto. En el extremo inferior derecho se observa las viviendas de la comunidad de Chiripata.

➤ **Deslizamiento activo:**

Este evento es la última reactivación del deslizamiento de enero del 2013, se presenta dentro del cuerpo del deslizamiento "D1", comprometiendo, a diferencia de los eventos anteriormente descritos, solo la cobertura de suelo de tipo limo-arenosa. Se localiza sobre cinco viviendas de la comunidad de Chiripata, en coordenadas UTM-WGS 84, 8507662 N y 201618 E, a 3680 m.s.n.m.

Se trata de un deslizamiento traslacional, con una escarpa de forma semicircular continua, cuyo plano de deslizamiento se encuentra en el contacto entre la cobertura de suelo y el substrato rocoso sedimentario (Fotos 15 y 16, Figura 3). Las dimensiones del deslizamiento son:

- Ancho de escarpa: 30 m
- Forma de la superficie de rotura: plana
- Salto principal: 0.5 m
- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 20 m
- Longitud horizontal corona a punta: 25 m
- Dirección (azimut) del movimiento: N 65°
- Longitud total (inclinada): 30 m
- Área del deslizamiento: 750 m<sup>2</sup>
- Volumen de material: se estima un volumen aproximado de 200 m<sup>3</sup> de material comprometido en el deslizamiento.
- Deposito conformado por material limo-arenoso a arcilloso de coloración rojiza.
- Grietas: con aberturas de hasta 0,30 m (Foto 17).



Foto 15: Vista lateral mirando hacia el sur del último deslizamiento activo en la comunidad de Chiripara; la escarpa se resalta con línea amarilla discontinua.



Foto 16: Vista mirando hacia el norte del deslizamiento activo de Chiripata, se resalta con línea amarilla discontinua los límites del evento, en el extremo inferior derecho de la foto se observan las viviendas afectadas por el asentamiento del terreno.

COLEGIO VICEGERENTIS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

*Manuel Salomón Vilchez Mata*

Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01211

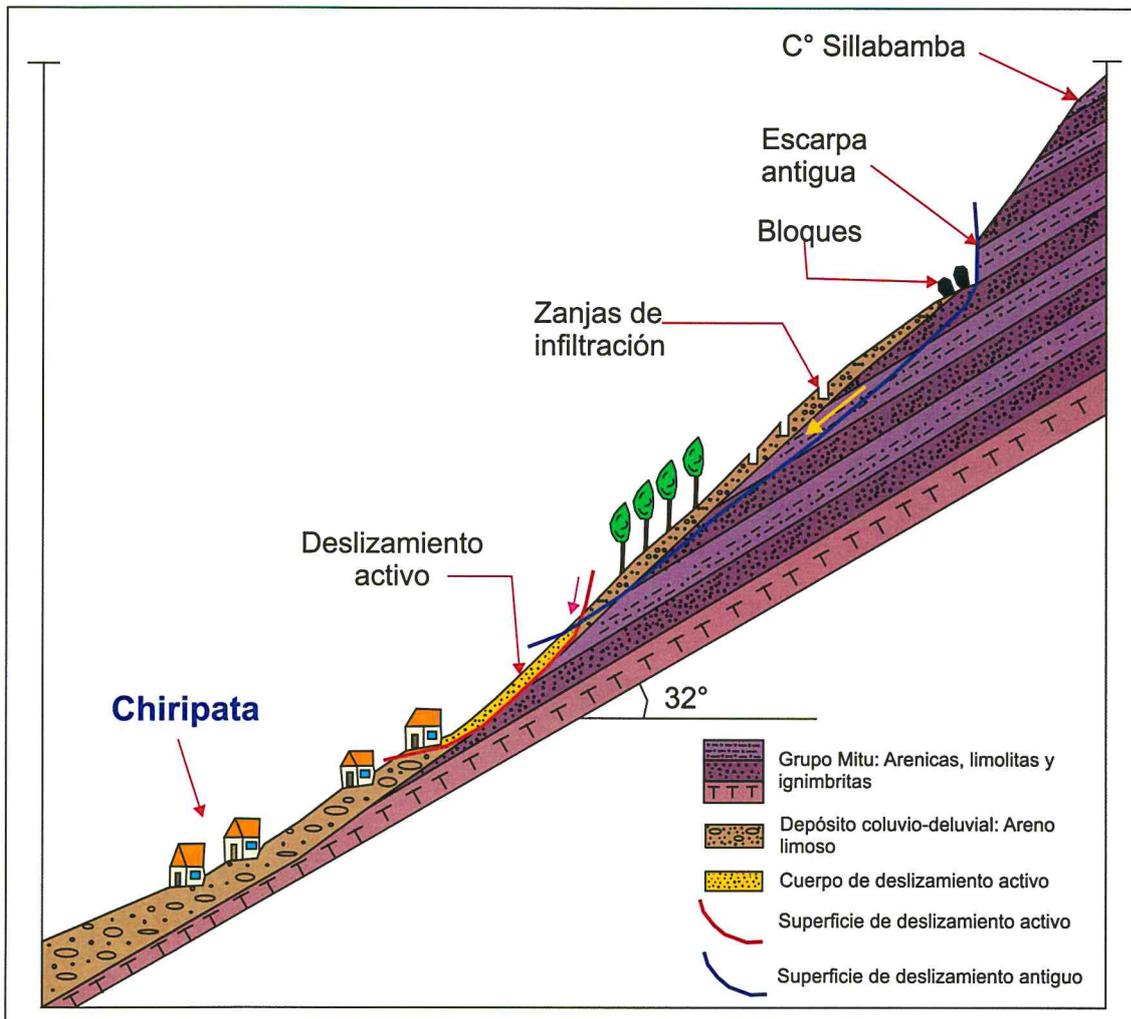


Figura 3: Esquema del perfil donde se puede observar aproximadamente las condicionantes que generan los deslizamientos traslacionales en el sector de Chiripata.

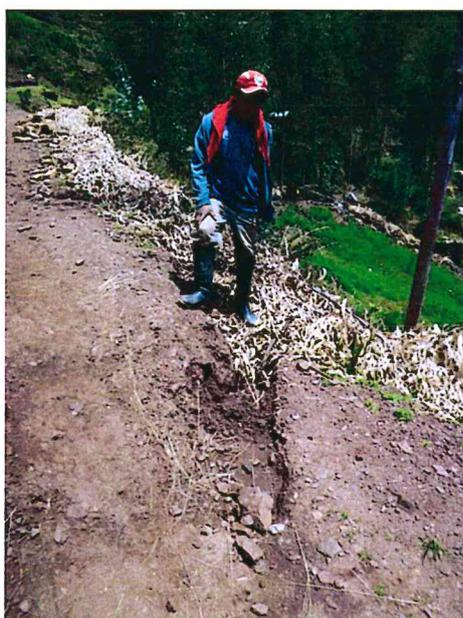


Foto 17: Grieta con abertura de 0,30 m aproximadamente en el cuerpo del deslizamiento activo, produjo el asentamiento del terreno, compromete suelos limo-arenosos.

  
 Consejo de Ingenieros del Perú  
 Consejo Departamental del Callao  
 Ing. CIP. Magdal Salomón Vilchez Mata  
 Ing. GEÓLOGO  
 Reg. N° 01210

## Causas

### *Factores de sitio:*

- Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias y volcano-sedimentarias, disectadas por profundas quebradas).
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 35° y 40° (Foto 18).
- Características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia, conformado por secuencias del Grupo Mitu; se tienen areniscas en bancos de ancho medio a grueso, limolitas, arcillitas, lutitas en capas delgadas, finalmente se tiene ignimbritas conformando bancos gruesos; se considera a esta secuencia como una roca de calidad media a mala, fracturada, se rompen con relativa facilidad con el golpe del martillo de geólogo, la calidad de la roca se ve reducida por la presencia de limolitas, arcillitas y lutitas.
- El desplazamiento ocurre a lo largo de planos de estratificación, y el plano de contacto entre la roca del substrato y el suelo.
- Los planos de estratificación de las rocas sedimentarias se inclinan en la misma dirección que la ladera. (Foto 19).
- Los planos de estratificación presenta un ángulo de inclinación (32°) menor que la ladera (35°-40°).
- Presencia de una familia de discontinuidades con dirección de azimut paralela a la dirección de la ladera y con buzamiento en contra de la ladera o en mayor ángulo que la ladera.
- Pobre cobertura de suelo de tipo limo-arenoso a arcilloso, que alcanza como máximo los 0,15 m en la ladera superior, pudiendo ser más potente en el pie de la ladera (Foto 20). Algunos sectores de la ladera se presenta descubiertos sin cobertura de suelo.



Foto 18: Pendiente de la ladera de aproximadamente 35°, con líneas blancas discontinuas se señala el deslizamiento antiguo "D1".



Foto 19: Areniscas del Grupo Mitu que se inclinan a favor y en menor ángulo que la pendiente de la ladera.



Foto 20: Cobertura de suelo de unos 0,15 m de potencia.

*Del entorno geográfico:*

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, también forman escorrentía superficial que erosiona las laderas.

*Actividad antrópica:*

- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables), parte baja de ladera donde se presentan problemas por movimientos en masa.
- Presencia de canales de riego sin revestimiento que cruzan parte del cuerpo del deslizamiento (Foto 21).

- Presencia de zanjas de infiltración del agua de precipitación pluvial, que busca controlar al parecer la pérdida de suelos en la ladera; estas favorecen la infiltración de agua, la saturación y desestabilización de la cobertura de suelo de poco espesor (Foto 22).



Foto 21. Canal de regadío sin recubrimiento cruza parte del deslizamiento activo.



Foto 22: Zanja abierta en la ladera del cerro sin recubrimiento que favorece la infiltración del agua de precipitación pluvial.

### Daños

- El material desplazado afecto una vivienda (Foto 23).
- Produjo el asentamiento de camino de herradura.
- En la actualidad no se han presentados más daños en las viviendas del poblado de Chiripata; pero se debe tener presente que nuevas reactivaciones del deslizamiento "D1", puede comprometer la seguridad física de las personas y las viviendas que se encuentran debajo de este deslizamiento.

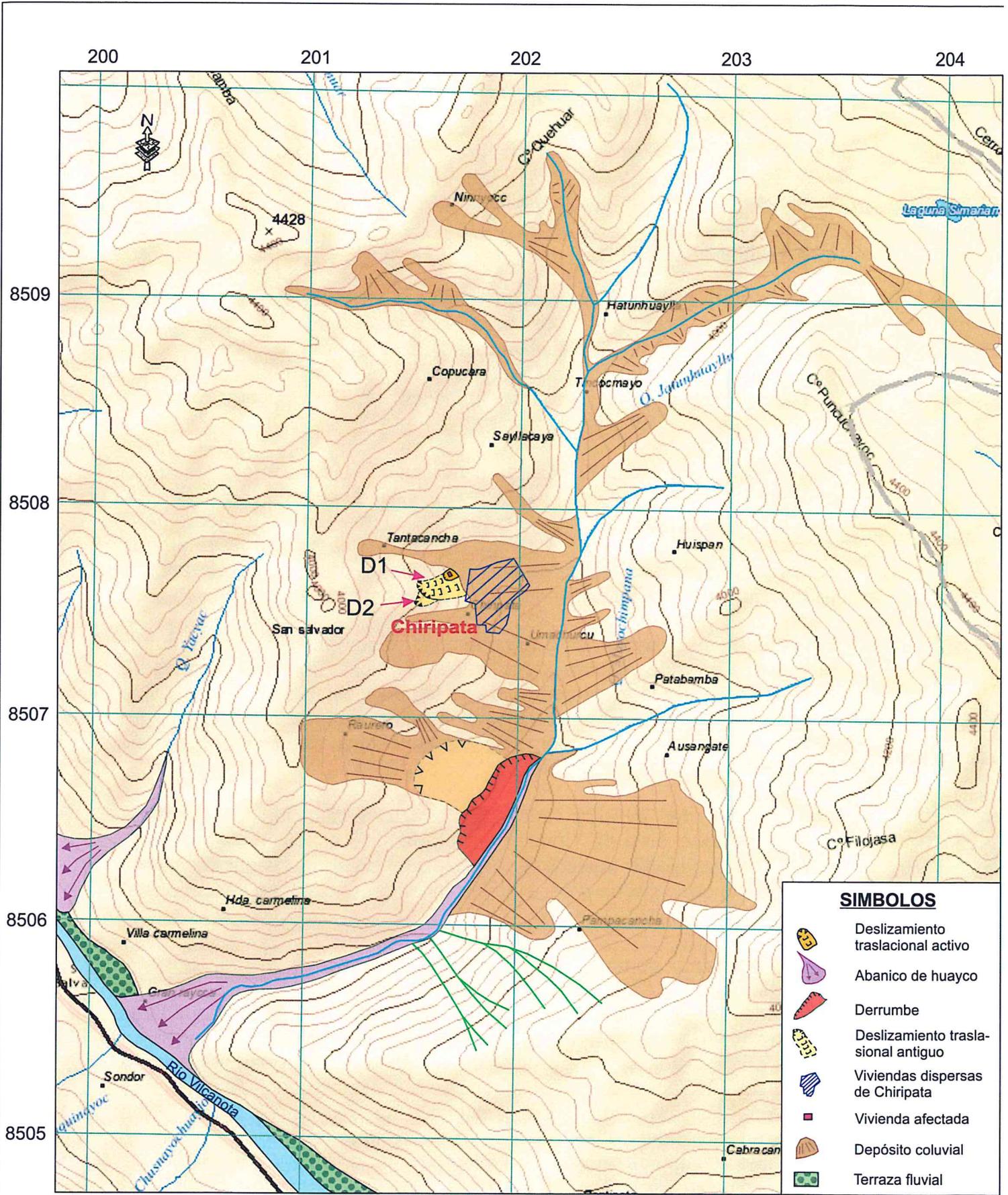


Foto 23: Deslizamiento ocurrido en enero del 2013, destruyo algunos ambientes de una vivienda. Con líneas rojas se marca los límites del deslizamiento activo.

 **CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ**  
**CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO**

*Salomón Vilchez Mata*

**Ing.º CIP. Salomón Vilchez Mata**  
**ING. GEÓLOGO**  
**Reg. N.º 04210**

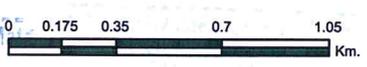


**SIMBOLOS**

	Deslizamiento traslacional activo
	Abanico de huayco
	Derrumbe
	Deslizamiento traslacional antiguo
	Viviendas dispersas de Chiripata
	Vivienda afectada
	Depósito coluvial
	Terraza fluvial

**LEYENDA**

	Via Departamental		Cota
	Via Vecinal		Primaria
	Ríos Secundarios		Secundaria



Sistema de Coordenadas: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere  
 Proyección: Mercator Auxiliary Sphere  
 Datum: WGS 1984

**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

TÍTULO: Mapa 1. Peligros por movimientos en masa		TAMAÑO:
Autor: MVILCHEZ	ESCALA: 1:25,000	<b>A-4</b>
FECHA: 5/13/2014	ELABORADO DE: <b>GEOCATMIN</b>	

Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez M.  
 INGENIERO GEOLÓGICO  
 Reg. N° 91212

## 7.2 Sector de Tiracancha

La comunidad campesina Tiracancha, se localiza en coordenadas UTM-WGS84, 8512681 N y 208292 E. Los peligros identificados son del tipo movimientos en masa (deslizamiento rotacional) (Mapa 2).

### Deslizamiento rotacional

En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. Pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s. (PMA: GCA, 2007).

**Descripción del área:** En la ladera sur del C° Llaullicancha, entre las quebrada Quecaymayo y Jatunpampa, se encuentra asentado la comunidad de Tiracancha, a una cota de 3900 m.s.n.m.; esta ladera tiene en promedio unos 18° de pendiente, pudiendo alcanzar los 25° cerca al cauce de la quebrada Quecaymayo; la pendiente de la ladera por encima de la comunidad de Tiracancha es más tendida y alcanza los 10°.

Estas laderas corresponden a la subunidad geomorfológica de montañas modeladas en rocas sedimentarias y metamórficas, donde el proceso de profundización de la quebrada dejó una ladera inestable muy susceptible a que se generen movimientos en masa que pueden representar peligro para la seguridad física de obras de infraestructura, viviendas y personas que viven o transitan por la zona.

**Descripción del evento:** Los trabajos de evaluación por peligros geológicos en el área de Tiracancha nos permitió identificar la presencia de un deslizamiento rotacional activo, que presenta varias escarpas dentro de lo que vendría a ser el deslizamiento principal; se desconoce la fecha en que se inició el evento.

El deslizamiento compromete secuencias de pizarras grises, lutitas y limolitas micáceas en la base (Formación Ananéa), con intercalaciones de areniscas, lutitas micáceas en estratos medianos a delgados, laminares por encima (Grupo Cabanillas); las capas de la Formación Ananéa se inclina en dirección sureste a favor de la dirección de la pendiente de la ladera con un ángulo de 18°. Se considera a estas secuencias de rocas sedimentarias como unidades litológicas de muy mala calidad, se presentan muy fracturadas, laminadas, con pizarrosidad, que se rompen fácilmente al golpe del matillo de geólogo.

A continuación se describe el deslizamiento identificado en la zona de Tiracancha:

  
CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
Ing° CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01210

➤ **Deslizamiento de Tiracancha:**

Este evento se encuentra al lado izquierdo del poblado de Tiracancha, en coordenadas UTM-WGS 84, 8512696 N y 208344 E, a 3950 m.s.n.m. Actualmente la Institución Educativa Corazón de Jesús-Tiracancha, el nuevo campo deportivo y catorce viviendas se asientan de forma dispersa dentro del cuerpo del deslizamiento activo (Figura 4).

Se puede tipificar al evento como un deslizamiento rotacional, en estado activo, de desplazamiento lento. Es posible identificar hasta tres escarpas de deslizamientos denominadas "D1, D2 y D3", localizadas dentro de lo que consideramos el deslizamiento de Tiracancha, por lo que se asume que este evento tiene un estilo de actividad múltiple y distribución retrogresivo-ensanchando y confinado (ver glosario de términos) (Foto 24 a la 32, figura 4 y mapa 2).



Foto 24: Vista lateral del deslizamiento "D1" localizado dentro y al lado derecho del deslizamiento de Tiracancha, con línea amarilla se demarca los límites del deslizamiento.

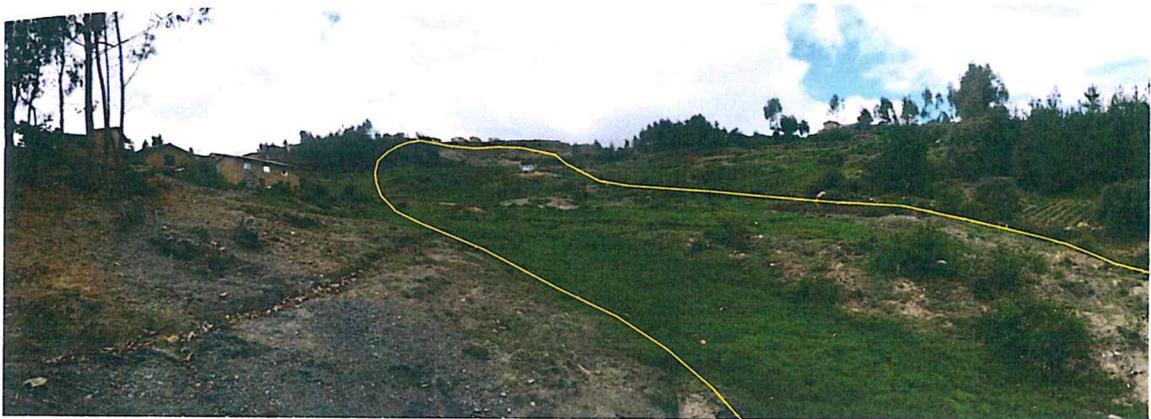


Foto 25: Vista ladera arriba del deslizamiento "D1", en el cuerpo del deslizamiento hay presencia de afloramientos de agua subterránea que forma manantiales y bofedales. En el extremo inferior izquierdo de la foto se puede observar las lutitas y pizarras negras muy fracturadas que conforman el sustrato en la zona de Tiracancha. En línea amarilla se limita al deslizamiento.



Foto 26: Vista ladera abajo del deslizamiento "D1", produce asentamientos en la plataforma de carretera que conduce a Accha.



Foto 27: Asentamientos en plataforma de carretera que conduce a la comunidad de Accha, la atraviesa cuerpo del deslizamiento "D1".

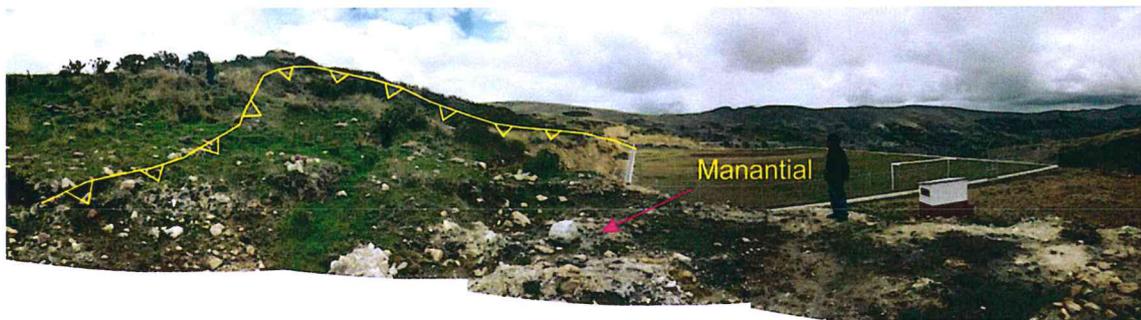


Foto 28: Deslizamiento "D2", localizado por encima del nuevo campo deportivo y debajo de la Institución Educativa Corazón de Jesús. Con línea amarilla se señala la escarpa del deslizamiento.


 CONSEJO DEPARTAMENTAL DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
 Ing. CIP. Manuel Carlos Vilchez Mata  
 ING. GEOLOGO  
 Reg. N° 0121



Foto 29: Escarpa principal del deslizamiento "D2", se forman grietas con aberturas de hasta 1 m, se forman pequeños graveros por asentamiento del terreno.



Foto 30: Tramo sinuoso de carretera que atraviesa los deslizamientos "D3" y de Tiracancha; la carretera presenta asentamiento y ondulamientos en la plataforma.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01217



Foto 31: Flanco derecho del deslizamiento "D3", produce asentamientos del orden de 0,15 m y desplazamiento lateral ladera abajo. En línea amarilla se marcaron los límites del flanco derecho y se indica la dirección de movimiento de la masa deslizada.



Foto 31: Flanco izquierdo del deslizamiento "D3", se indica el límite y la dirección del movimiento, asentamiento en la plataforma de carretera de 0,30 m.

La zona de arranque presenta una forma irregular-discontinua, con un depósito de forma alargada, extenso; dentro del cuerpo del deslizamiento el terreno se presenta ondulado con abombamientos en varios sectores (Mapa 2). Compromete suelos arcillo-limo gravoso y el substrato rocoso. Las dimensiones del deslizamiento son:

- Ancho de escarpa: 400 m
- Forma de la superficie de rotura o falla: circular
- Salto principal: se estima de 1 m aproximadamente (Figura 4)
- Saltos secundarios: de 0,15 hasta los 10 m en el deslizamiento ubicado en el talud inferior de carretera
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 200 m
- Longitud horizontal corona a punta: 1100 m
- Dirección (azimut) del movimiento: N 150°
- Longitud total (inclinada): 1150 m
- Área del deslizamiento: 410 200 m<sup>2</sup> aproximado
- Volumen de material involucrado: no se ha estimado un volumen aproximado de material comprometido en el deslizamiento ya que se desconoce la profundidad de la superficie de rotura.
- Presencia de grietas tensionales con aberturas de hasta 0,10 m en el piso de la Institución Educativa Corazón de Jesús.
- Grietas de cizalla que producen asentamientos de hasta 0,15 m y desplazamiento ladera debajo de la plataforma de carretera afirmada que conduce hacia las comunidades de Accha y Huancarani.
- Deposito conformado por material arcillo-limo gravoso.

  
CONSEJO DEPT. DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
  
Ing.º CIP. Manuel Salomón Vilchez Matos  
ING. GEÓLOGO  
Reg. Nº. 01217

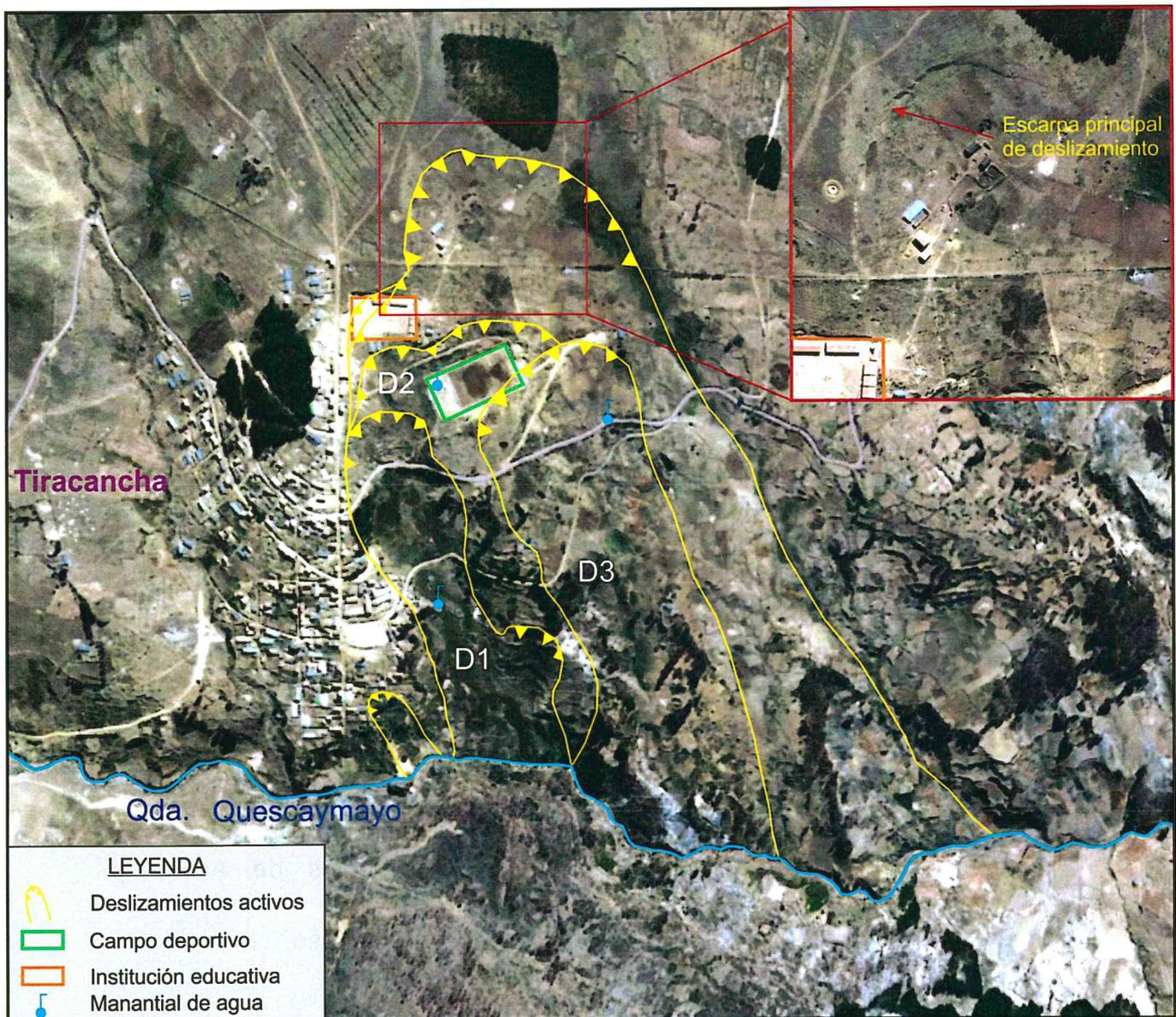


Figura 4: Imagen Google Earth donde se ha delimitado con líneas amarillas continuas las escarpas activas del deslizamiento de Tiracancha, se puede observar la ubicación de poblado de Tiracancha, de la institución educativa y campo deportivo dentro de deslizamiento activo; finalmente se hace un zoom de la escarpa superior del deslizamiento (extremo superior derecho).

## Causas

### *Factores de sitio:*

- Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias y metamórficas, con laderas de pendiente media, disectadas por quebradas.
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña de unos 18°.
- Características litológicas del área, conformado por una secuencia pizarras grises, lutitas y limolitas micáceas de la Formación Ananéa en la base; encima se tiene intercalaciones de areniscas lutitas micáceas

en estratos medianos a delgados, laminares del Grupo Cabanillas. Se considera a estas secuencias de rocas sedimentarias como unidades litológicas de muy mala calidad, se presentan muy fracturadas, laminadas, con pizarrosidad, que se rompen fácilmente al golpe del matillo de geólogo (Foto 32).

- Las capas de la Formación Ananéa se inclina en dirección sureste a favor de la dirección de inclinación de la pendiente de la ladera con un ángulo de 15° a 18°.
- El deslizamiento de la ladera es favorecido por la presencia de capas de roca que se inclinan a favor de la pendiente y la presencia de varias familias de fracturas.
- Presencia de afloramientos de agua subterránea que forman manantiales y bofedales, existen extensas áreas que se encuentran muy húmedas dentro del cuerpo del deslizamiento (Foto 33 y 34).
- Presencia de suelos arcillo-limo gravoso provenientes de los depósitos glacio-fuviales que se encuentran tapizando la superficie de terreno en la zona de Tiracancha.

#### *Del entorno geográfico:*

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, también forman escorrentía superficial que erosiona las laderas.

#### *Actividad antrópica:*

- Cortes realizado en la ladera para realizar la construcción de campo deportivo puede desestabilizar la ladera.
- Presencia de desfuegos del reservorios de agua directamente a la ladera afectada por el movimiento de terreno (Foto 35).



Foto 32. Lutitas y pizarras negras de la formación Ananea aparecen muy fracturadas.



Foto 33: Manantial de agua y bofedal en el cuerpo del deslizamiento "D2", costado del campo deportivo.



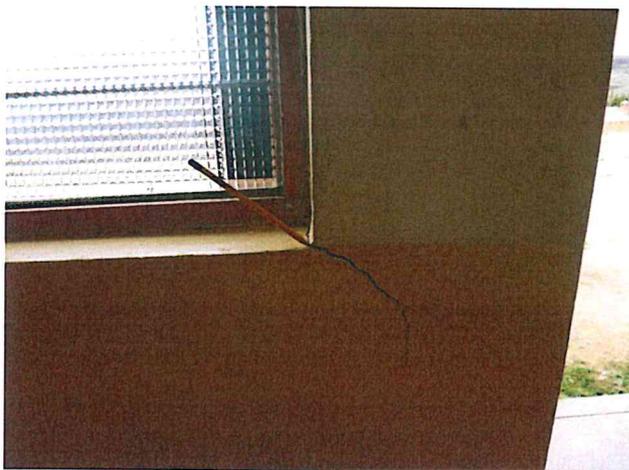
Foto 34: Manantial en el flanco derecho del deslizamiento "D1".



Foto 35: Desfogue de reservorio de agua drena hacia el cuerpo del deslizamiento activo de Tira cancha.

## Daños

- Los pisos, paredes y techos de las aulas de la institución Educativa Corazón de Jesús presentan grietas con aberturas de hasta 1 cm (Fotos 36 a la 41).
- Asentamiento en la plataforma, talud superior e inferior de la carretera que conduce al poblado de Accha, en un tramo de 495 m.
- Asentamiento en terrenos de cultivo y pastizales.
- Las viviendas que se encuentran asentadas en el cuerpo del deslizamiento pueden resultar afectadas si se producen movimientos rápidos del terreno.



Fotos 36 a la 39: Grietas tensionales en pisos, paredes y techos de la Institución Educativa Corazón de Jesús.

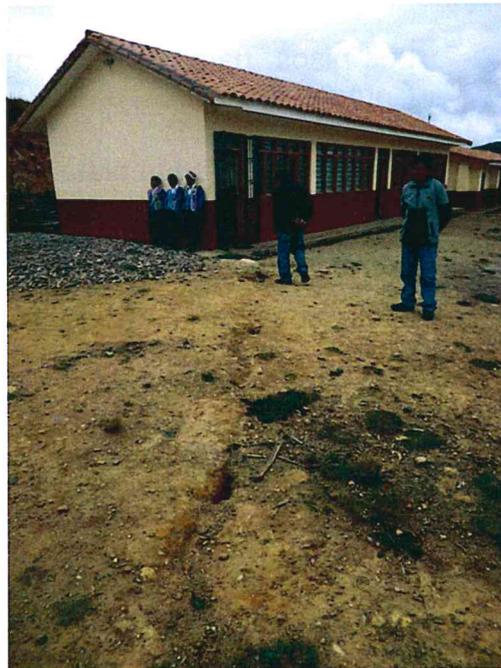
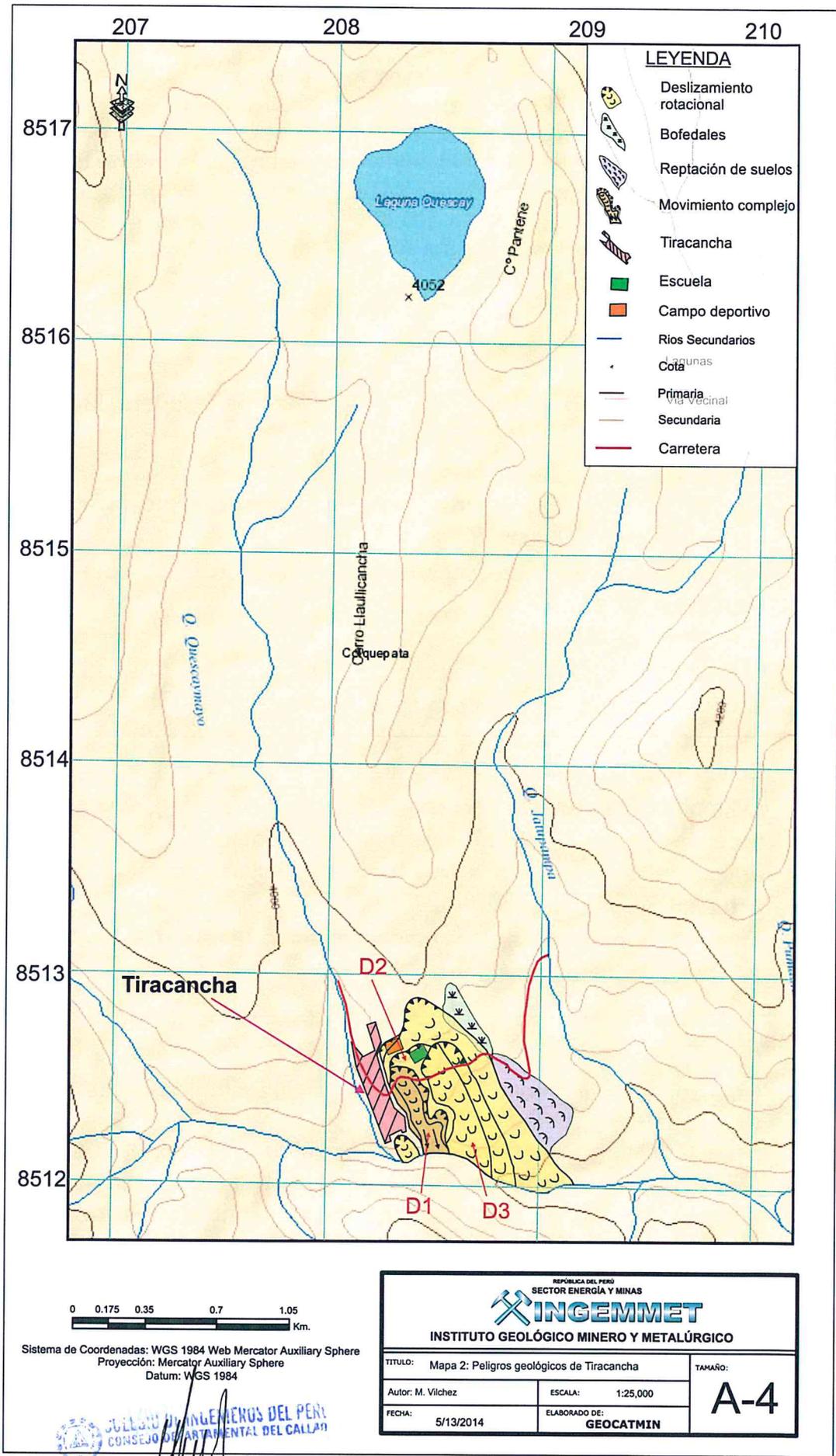


Foto 40 y 41: Grietas abiertas con asentamientos en el patio de la Institución Educativa Corazón de Jesús.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

*Manuel Salomón Vilchez Mata*

ING. GEÓLOGO  
Reg. N° 01210



**LEYENDA**

- Deslizamiento rotacional
- Bofedales
- Reptación de suelos
- Movimiento complejo
- Tiracancha
- Escuela
- Campo deportivo
- Ríos Secundarios
- Lagunas
- Primaria
- Vicinal
- Secundaria
- Carretera



Sistema de Coordenadas: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere  
 Proyección: Mercator Auxiliary Sphere  
 Datum: WGS 1984

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. N° 01210

REPUBLICA DEL PERU SECTOR ENERGIA Y MINAS  <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO	
TITULO: Mapa 2: Peligros geológicos de Tiracancha	TAMAÑO: A-4
Autor: M. Vilchez	ESCALA: 1:25,000
FECHA: 5/13/2014	ELABORADO DE: <b>GEOCATMIN</b>

## 6.0 CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO

En la actualidad, las características del terreno (intrínsecas) que favorecen la ocurrencia de los procesos de deslizamiento en los sectores de Chiripata y Tiracancha persisten; motivo por el cual se debe tener presente que con lluvias periódicas y/o excepcionales, los deslizamientos pueden seguir moviéndose ladera abajo; por otro lado se pueden producir nuevos deslizamientos; así como los deslizamientos ya existentes pueden incrementar su actividad; esta apreciación se sustenta en las siguientes condiciones observadas:

### Chiripata

- El ángulo fuerte (más de 30°) de la pendiente de la ladera, favorece la ocurrencia de deslizamientos.
- Morfología de la zona, constituida por una microcuenca que corta secuencias de rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias y deja vertientes muy inclinadas.
- Presencia de una pobre cobertura de suelos de tipo limo-arenoso o arcillosos.
- Características litológicas del substrato conformado por rocas de diferente competencia, se tienen areniscas duras intercaladas con limolitas y arcillitas menos competentes.
- Inclinación de las capas de roca sedimentaria a favor de la pendiente de la ladera y en menor ángulo que esta.
- Ocupación inadecuada del terreno: La comunidad de Chiripata, ocupa y desarrolla sus actividades económicas debajo de un deslizamiento antiguo el cual viene presentando reactivaciones que comprometen actualmente solo la cobertura de suelo.
- Presencia de zanjas sin revestimiento en la ladera que favorecen la infiltración de agua en el terreno.

### Tiracancha

- Configuración geomorfológica de tipo montañas modeladas en rocas sedimentarias y metamórficas.
- Características litológicas del área, conformado por una secuencia pizarras grises, lutitas y limolitas; encima se tiene intercalaciones de areniscas, lutitas en estratos medianos a delgados, consideradas de muy mala calidad, se presentan muy fracturadas, laminadas, con pizarrosidad, que se rompen fácilmente.
- Inclinación de las capas de roca a favor de la pendiente de la ladera.
- Presencia de afloramientos de agua subterránea que forman manantiales y bofedales.

- El desplazamiento violento de un gran volumen de material comprometido en el deslizamiento de Tiracancha puede producir el represamiento o embalse en la quebrada Quescaymayo.

## 7.0 CONCLUSIONES

1. En el poblado de Chiripata se produjo un deslizamiento traslacional, cuyo plano de falla se encuentra en el contacto del suelo limo-arenoso a arcilloso y el substrato rocoso de areniscas, limolitas y arcillitas.
2. El deslizamiento traslacional ocurrido en la comunidad de Chiripata fue condicionado por:
  - Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias y volcano-sedimentarias, disectadas por profundas quebradas.
  - Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 35° y 40°.
  - Características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia, conformado por secuencias areniscas en bancos de ancho medio a grueso, limolitas, arcillitas, lutitas en capas delgadas, finalmente ignimbritas también conformando bancos gruesos; se considera a esta secuencia como una roca de calidad media a mala, fracturada, se rompen con relativa facilidad; la calidad de la roca se ve reducida por la presencia de limolitas, arcillitas y lutitas.
  - Los planos de estratificación de las rocas sedimentarias se inclinan en la misma dirección que la ladera.
  - Los planos de estratificación presenta un ángulo de inclinación menor (32°) que la ladera (35°-40°).
  - Presencia de una familia de discontinuidades con dirección de azimut paralela a la ladera y con buzamiento en contra de la ladera o en mayor ángulo que la ladera.
  - Pobre cobertura de suelo de tipo limo-arenoso a arcilloso, que alcanza como máximo los 0,15 m en la ladera superior, pudiendo ser más potente en el pie de la ladera. Algunos sectores de la ladera se presenta descubierto sin cobertura de suelo.
  - Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables), parte baja de ladera donde se presentan problemas por movimientos en masa.
  - Presencia de canales de riego sin revestimiento que cruzan parte del cuerpo del deslizamiento.
  - Presencia en la ladera de zanjas sin revestimiento que favorece la infiltración de agua de precipitación pluvial, que satura y desestabiliza de la cobertura de suelo de poco espesor.
3. Daños causados en la comunidad de Chiripata:
  - El material desplazado afecto una vivienda.
  - Produjo el asentamiento de camino de herradura.
  - En la actualidad no se han presentados más daños en las viviendas del poblado de Chiripata; pero se debe tener presente que nuevas

reactivaciones del deslizamiento "D1", puede comprometer la seguridad física de las personas y las viviendas que se encuentran debajo de este deslizamiento.

4. En el poblado de Tiracancha se identificó un deslizamiento rotacional activo, que produce el asentamiento de la ladera.
5. El deslizamiento rotacional de la comunidad de Tiracancha tiene como condicionantes:
  - Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias y metamórficas, con laderas de pendiente media, disectadas por quebradas.
  - Pendiente promedio de la ladera de la montaña de unos 18°.
  - Características litológicas del área, conformado por una secuencia pizarras grises, lutitas y limolitas en la base; encima se tiene intercalaciones de areniscas, lutitas en estratos medianos a delgados, laminares. Se considera a estas secuencias de rocas sedimentarias como unidades litológicas de muy mala calidad, se presentan muy fracturadas, laminadas, con pizarrosidad, que se rompen fácilmente.
  - Las capas de la Formación Ananéa se inclina en dirección sureste a favor de la dirección de inclinación de la pendiente de la ladera con un ángulo de entre 15° a 18°.
  - El deslizamiento de la ladera es favorecido por la presencia de capas de roca que se inclinan a favor de la pendiente y la presencia de varias familias de fracturas.
  - Presencia de afloramientos de agua subterránea que forman manantiales y bofedales, existen extensas áreas de terreno que se encuentran muy húmedas dentro del cuerpo del deslizamiento.
  - Presencia de suelos arcillo-limo gravoso provenientes de los depósitos glacio-fuviales, que se encuentran tapizando la superficie de terreno en la zona de Tiracancha.
6. Daños causados en la comunidad de Chiripata:
  - Agrietamientos en pisos, paredes y techos de las aulas de la institución Educativa Corazón de Jesús.
  - Asentamiento en la plataforma, talud superior e inferior de la carretera que conduce al poblado de Accha, en un tramo de 495 m.
  - Asentamiento en terrenos de cultivo y pastizales.
  - Las viviendas que se encuentran asentadas en el cuerpo del deslizamiento pueden resultar afectadas si se producen movimientos rápidos del terreno.
  - El desplazamiento violento de un gran volumen de material comprometido en el deslizamiento de Tiracancha puede producir el represamiento o embalse en la quebrada Quescaymayo.
7. Se puede considerar como el detonante de estos eventos a las precipitaciones pluviales periódicas y/o excepcionales que, saturan y desestabilizan los terrenos.

8. Se considera que la susceptibilidad a los peligros geológicos de tipo movimientos en masa en las zonas evaluadas **es media a alta** y está condicionada por la naturaleza litológica de la zona, la pendiente de las laderas, la configuración geomorfológica, la presencia de material de remoción antiguo, presencia de eventos antiguos reactivados y las precipitaciones pluviales extraordinarias y/o excepcionales.
9. La actividad antrópica (humana), la cual ocupa áreas que no son recomendables para la construcción de viviendas o para el desarrollo de infraestructura importante, contribuye a aumentar la vulnerabilidad de la zona.
10. La posibilidad de que se produzcan nuevos colapsos o asentamientos de terreno en las zonas afectadas por deslizamientos, dependerá de la presencia de precipitaciones pluviales intensas, considerándose la zona en peligro inminente.

  
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

  
Ing.º CIP. Manuel Salomón Vilchez Mat.  
ING. GEOLOGO  
Reg. N.º 01210

## RECOMENDACIONES

### 1.- Para el sector de Chiripata:

- Prohibir la construcción de nuevas viviendas en el cuerpo o debajo del deslizamiento traslacional antiguo y su reactivación; en lo posible reubicar las viviendas que se encuentra ocupando estas zonas.
- Realizar el sellado con arcilla de grietas abiertas, localizadas sobre la corona y en el cuerpo de los deslizamientos identificados.
- Revestir las zanjas abiertas en el cuerpo del deslizamiento de Chiripata, así como conducir fuera del área deslizada las aguas de precipitación pluvial que se acumulen, por medio de canales o tuberías impermeabilizadas y de esta manera evitar su infiltración en el terreno.
- Revestir canales de riego que atraviesan el cuerpo del deslizamiento.
- Implementar de ser posible el riego tecnificado por aspersion y de esta manera evitar la inundación de los suelos.
- Reforestar la ladera con vegetación nativa de la zona.
- Realizar el monitoreo del deslizamiento de Chiripita, por medio de la observación del comportamiento de la ladera en periodos secos y de lluvia, la aparición de nuevas grietas en el terreno evidenciaría la inestabilidad de la zona; por lo que será necesario evacuar las zonas comprometidas con los nuevos desplazamientos de terreno.

### 2.- Para el sector de Tiracancha:

- Prohibir la construcción de nuevas viviendas en el cuerpo del deslizamiento rotacional activo; reubicar las viviendas y la infraestructura que se encuentran ocupando estas zonas inestables (cuerpo del deslizamiento).
- Realizar el sellado con arcilla de grietas abiertas, localizadas sobre la corona y en el cuerpo de los deslizamientos identificados, para evitar la infiltración de agua en la siguiente estación de lluvias, que favorecerían la saturación de los materiales y aceleraría su movimiento o colapso.
- Drenar las aguas subterráneas de la ladera y de esta manera evitar la formación de bofedales o pequeñas lagunas dentro del cuerpo del deslizamiento; estas aguas saturan y desestabilizan el terreno. La corrección por drenaje puede ser de dos tipos:

Superficial: Las aguas de escorrentía son evacuadas del área inestable por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas a ladera; estas aguas deben ser sacadas

del área deslizada y conducidas por medio de tuberías hacia quebradas cercanas.

Profundo: La finalidad es deprimir el nivel freático con las consiguientes disminuciones de las presiones intersticiales. Para su uso es necesario conocer previamente las características hidrogeológicas del terreno. Se puede hacer por medio de drenes horizontales, galerías de drenaje y zanjas con relleno drenantes.

- Los reboses del reservorio de agua no deben ser vertidos directamente en el cuerpo del deslizamiento de Chiripata.
- Implementar sistemas de monitoreo en las laderas afectadas con deslizamientos, que permita determinar la existencia y velocidad de los movimientos en la masa deslizante; estos pueden estar constituido por estacas de madera o varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas dentro del cuerpo del deslizamiento, así como en una zona estable, realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos y grandes desplazamientos, se informara a la población que vive cerca o inmediatamente debajo de los deslizamientos, para que puedan efectuar la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

3.- Los pobladores de Chiripata y Tiracancha, deben organizarse y poner en práctica un sistema de alerta temprano, que les permita informarse rápidamente de la ocurrencia de deslizamientos u otro tipo de evento, este sistema de alerta, puede estar constituido por radios de comunicación, campanas, silbatos, etc., donde los pobladores deben estar muy bien habituados con el significado de su sonido.

4.- Se debe de realizar en los poblados de Chiripata y Tiracancha trabajos de identificación y señalización de rutas de evacuación hacia zonas seguras, así como de las zonas de refugio de producirse nuevos deslizamientos o asentamientos del terreno, que pongan en riesgo la seguridad física de los pobladores.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
Ing. CIP. Manuel Patricio Vilchez Mat.  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01217

## GLOSARIO DE TERMINOS RELATIVOS A MOVIMIENTOS EN MASA

**Peligro Múltiple:** Estilo de actividad en el cual se presentan movimientos repetidos del mismo tipo, siguiendo frecuentemente un agrandamiento de la superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996).

**Confinado:** Terminado empleado para referirse a la distribución de la actividad de un movimiento en masa, en el que este presenta un escarpe, pero no tiene una superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada. Hutchinson (1988), sugiere que los desplazamientos en la cabeza dan lugar a una compresión y ligero abultamiento al pie de la masa (WP/WLI, 1993).

**Ensancho:** Tipo de distribución de actividad en la cual la superficie de falla se está extendiendo en uno o ambos flancos de un movimiento en masa (Cruden y Varnes, 1996).

**Retrogresivo:** Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

## BIBLIOGRAFÍA

Carloto, V., Gil, W., Cardenas, J., Chaves, R. (1996) Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. Boletín N° 65 serie A: Carta geológica nacional. Cusco: UNSAAC.

Cruden, D. M., Varnes, D. J., (1996) Landslide types en processes, en Turner, K., y Schuster, R. L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, national Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.

EIRD/ONU (2004) Vivir con el riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres versión 2004. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (1996)- *Guía explicativa del mapa forestal 1995*. Lima: INRENA. 225 p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, N° 4, 432 p.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (1988) Mapa de clasificación climática del Perú, escala: 1:1'000.000. Lima: SENAMHI.

Villacorta, S., Fidel, L., Zavala, B. (2012) Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Perú. Revista de la Asociación Geológica Argentina 69 (3): Argentina. P. 393-399.