

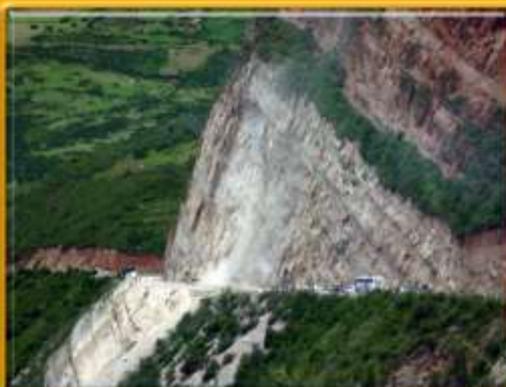
Informe Técnico N° A6593

# Evaluación de peligros geológicos en el tramo de Carretera Izcuchaca-Acostambo

Distrito de Acostambo, Provincia Tayacaja, Región Huancavelica

POR:  
MANUEL VILCHEZ MATA

MARZO 2012



**INSPECCIÓN TÉCNICA: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL  
TRAMO DE CARRETERA IZCUCHACA-ACOSTAMBO**

**Distrito de Acostambo, Provincia Tayacaja, Región Huancavelica**

**CONTENIDO**

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1.0</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>2.0</b> | <b>ASPECTOS GENERALES</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>3.0</b> | <b>ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS</b>     | <b>5</b>  |
| <b>4.0</b> | <b>PELIGROS GEOLÓGICOS</b>                       | <b>10</b> |
| <b>4.1</b> | <b>CAÍDAS</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>4.2</b> | <b>VUELCOS</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>4.3</b> | <b>DESLIZAMIENTOS</b>                            | <b>17</b> |
| <b>4.4</b> | <b>EROSIÓN DE LADERAS</b>                        | <b>19</b> |
| <b>5.0</b> | <b>CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO</b>            | <b>19</b> |
| <b>6.0</b> | <b>SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA</b> | <b>20</b> |
|            | <b>CONCLUSIONES</b>                              | <b>22</b> |
|            | <b>RECOMENDACIONES</b>                           | <b>23</b> |
|            | <b>REFERENCIAS</b>                               | <b>24</b> |

# **INSPECCIÓN TÉCNICA: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL TRAMO DE CARRETERA IZCUCHACA-ACOSTAMBO**

**Distrito de Acostambo, Provincia Tayacaja, Región Huancavelica**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Director de la Oficina Regional de Defensa Nacional, Seguridad Ciudadana y Defensa Civil del Gobierno Regional de Huancavelica, mediante Oficio N° 114-2012/GOB.REG.HVCA/ORDRDNSCyDC, de fecha 27 de febrero de 2012, se dirige al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando la realización de un informe técnico de la vía Izcuchaca – Acostambo de la región Huancavelica, según recomendación dada en el informe de Inspección de Riesgos en Carretera Huancavelica – Izcuchaca – Imperial de N° 015-2012/GOB/REG.HVCA/ORDNSCyDC/hci. El Director del área de Geología Ambiental y Riego Geológico (DGAR), designó al Ingeniero Manuel Vilchez Mata, para que elabore el informe, teniendo en consideración que el área ya fue evaluada por esta Dirección.

Este informe se pone en consideración del gobierno regional de Huancavelica. Se basa en las observaciones de campo realizadas durante los trabajos de campo del proyecto GA25C realizado el año 2011, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales, así como de la información disponible en el “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 3” del año 2003 y de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

## **2. ASPECTOS GENERALES**

Políticamente la zona inspeccionada se ubica dentro del distrito de Acostambo, provincia de Tayacaja, región Huancavelica (figura 1), cuyas coordenadas centrales UTM (WGS-84) de los poblados que une el tramo carretero son:

Distrito de Izcuchaca:            Norte: 8618122  
   Este: 500296  
   Altitud: 2900 m.s.n.m.

Distrito de Acostambo:        Norte: 8633052  
   Este: 494026  
   Altitud: 3550 m.s.n.m.

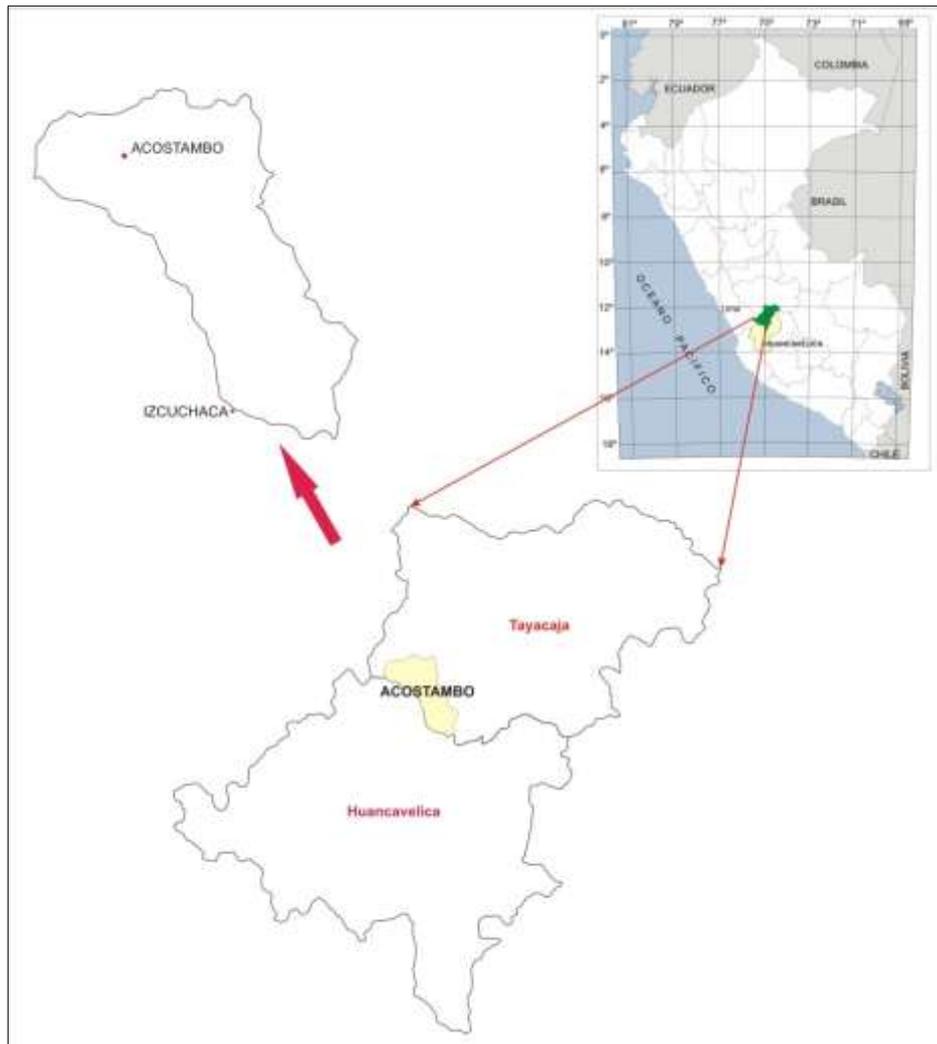


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio.

Morfológicamente, la zona se localiza en la cordillera Oriental, con altitudes que varían entre los 2900 m.s.n.m. en el poblado de Izcuchaca y 3550 m.s.n.m. en el poblado de Acostambo, en la margen izquierda del río Mantaro. Las laderas de la montaña son del tipo estructural, con capas de roca sedimentaria que se inclinan a favor y en contra de la pendiente de las mismas.

El acceso hacia la zona del problema se realiza vía terrestre, desde Lima, utilizando la carretera central, pasando por las localidades de La Oroya, Huancayo, Acostambo e Izcuchaca. También se puede acceder utilizando la carretera Panamericana Sur, hasta llegar a la localidad de Pisco, desvío a Huaytará, utilizando la carretera Los Libertadores Wari, hasta el desvío de Pampano, de ahí se continúa por Ticrapo, Castrovirreyna, Huancavelica, Puente Pallca, Huando, hasta llegar a Izcuchaca donde inicia el tramo carretero evaluado.

Según el Servicio Nacional de Meteorología 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 período de precipitación acumulado en el evento del fenómeno “El Niño” 1997/1998, fue de 600 a 800 mm.

Según el mapa de clasificación climática del Perú (SENAMHI, 1988), entre los 2900 y 3600 msnm (altitudes entre las que se encuentra la zona de estudio), posee clima tipo **B(o,i)C'H<sub>3</sub>**: Zona de clima frío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda; comprende el valle del río Mantaro y río Pallca entre los 3000 y 4000 msnm.

La vegetación presente en la zona es de tipo matorral húmedo, localizada en las porciones elevadas de la cordillera de los Andes, desde aproximadamente 3000 a 3900 m.s.n.m., conformada por la presencia de comunidades arbustivas que mantiene su follaje siempre verde durante el año, generalmente alcanzan alturas de 4 m y se encuentran de forma dispersa y formando bosquetes en zonas inaccesibles y con escasa actividad antrópica, se tiene una diversidad de especies de matorral perennifolio entre las que destacan el maqui maqui, quishuar, huaranguay, mutuy, chilca, chachacomo, entre otras (INRENA, 1996).

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

Regionalmente el substrato rocoso está compuesto por rocas de naturaleza sedimentaria (Foto 1 y Figura 2), que comprenden edades geológicas desde el Mesozoico (Jurásico y Cretáceo); así se tienen las siguientes formaciones geológicas:

**Formación Condorsinga:** Miembro superior del Grupo Pucará, de edad Jurásico inferior, conformada por calizas gris claras en estratos gruesos, con algunas intercalaciones de cineritas y margas. De calidad geomecánica media

**Grupo Goyllarisquizga:** De edad Cretáceo inferior, este grupo es esencialmente arenoso (foto 1), en ella se observan tres conjuntos de estratos que se denominan miembros:

- Miembro inferior: Conformado por areniscas blancas, a veces arcillosas de colores verdes a purpuras, con intercalaciones de areniscas grises, da origen a topografías suaves. De calidad geomecánica media a baja
- Miembro medio: Compuesto esencialmente por areniscas blancas a grises, da origen a acantilados prominentes y repisas.
- Miembro superior: Conformado por una intercalación de areniscas blandas con otras más resistentes, resultando de esto la formación de pequeños acantilados y repisas.



Foto 1: Areniscas rojas del Grupo Goyllarisquizga.

**Formación Chulec – Pariatambo:** De edad Cretáceo inferior, conformado por calizas en parte arenosas, con intercalaciones de margas y areniscas; las calizas locamente pasan a lumaquelas, las capas presentan colores que varían de blanco a pardo hasta gris (foto 2). De calidad media a baja



Foto 2: Vista donde se ha diferenciado con línea amarilla las calizas, margas y areniscas de la Formación Chulec – Pariatambo (Ki-chp), areniscas del Grupo Goyllarisquizga y los depósitos cuaternarios (Q-d).

**Formación Jumasha:** De edad Cretáceo superior, conformada por calizas fosilíferas, en la parte superior consta de calizas algo dolomíticas, con escasa intercalaciones de margas (foto 3). De calidad geomecánica media a baja.



Foto 3: Calizas de la Formación Jumasha.

**Depósitos Cuaternarios:** Generalmente formado por depósitos glaciares: morrenas, terrazas y depósitos de ladera que en términos generales se relacionan con tres grandes etapas de glaciación. Así se tiene:

Depósitos de la 1ra. Glaciación, corresponde a depósitos de escombros, que limitan el valle del río Mantaro. Los escombros consisten de cantos angulosos de tamaño variado, dispuestos en lechos medianos paralelos a la pendiente.

Depósitos relacionados a la segunda glaciación, conforman terrazas constituidas por bancos de conglomerados sueltos, formados por cantos bien redondeados hasta de 20 cm de diámetro y bancos de arena.

También se tienen depósitos recientes de ladera (coluviales), los cuales no están encostrados por carbonatos, a menudo desprovistos de cubierta vegetal. Los deslizamientos recientes muestran grietas a veces abiertas, zonas de arranque y topografía superficial caótica (foto 4).



Foto 4: Depósitos coluviales, conformado por mezclas de gravas, arenas y limos.

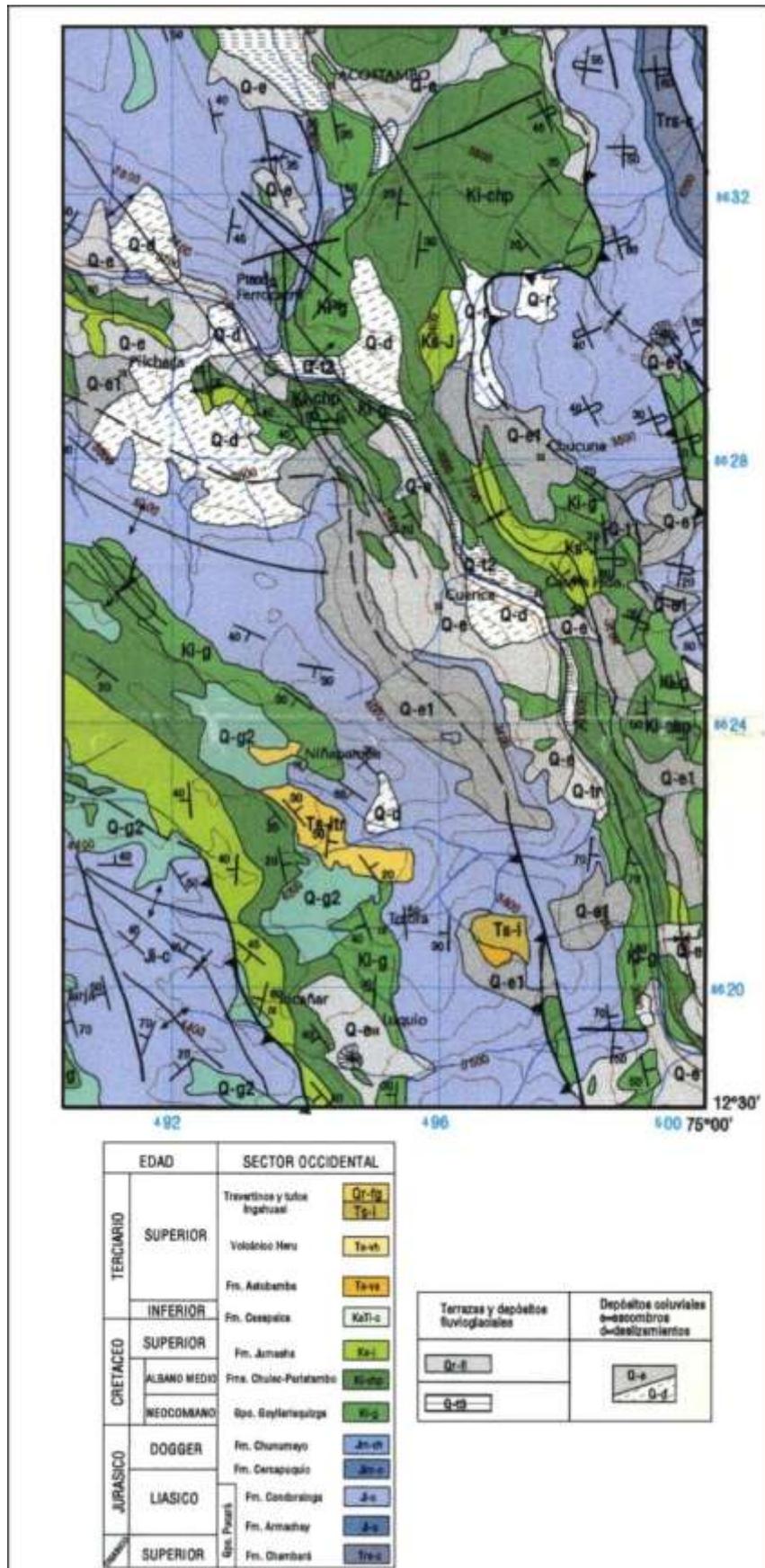


Figura 2: Mapa geológico de la zona de estudio (Megard, F., Paredes, J., Ortiz, G., 1968).

El tramo de carretera Izcuchaca – Acostambo, corta en su recorrido, rocas sedimentarias de tipo areniscas y calizas principalmente, estas rocas conforman laderas de montañas estructurales que alcanzan hasta 70% de pendiente; las capas de roca buzan a favor y en contra de la pendiente de la ladera. Parte del trazo de la carretera se encuentra proyectado en la margen izquierda del río Mantaro, que en este sector forma un valle estrecho y generalmente recto.

#### **4.0 PELIGROS GEOLÓGICOS:**

Los trabajos de campo realizados los años 2010 y 2011, así como las ocurrencias de peligros geológicos identificados en el “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 3” del 2003 realizado por INGEMMET, permitió determinar la ocurrencia de varios peligros geológicos (movimientos en masa) en el tramo de carretera Izcuchaca – Acostambo, estos eventos son de tipo caídas (caídas de rocas y derrumbes), vuelco de estratos y deslizamientos; también se tiene sectores afectados por procesos de erosión de laderas.

La descripción de peligros geológicos que se presenta a continuación se ha desarrollado agrupando las ocurrencias según su tipo, se les identificó según el código de inventario asignado en el “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 3”, y se les da una ubicación a través de coordenadas UTM-WGS 84; todas estas ocurrencias han sido localizadas en el mapa de peligros (figura 3) que se adjunta en el presente informe.

#### **4.1 CAÍDAS**

Dentro de las caídas se han diferenciado los dos subtipos siguientes:

##### **4.1.1 CAÍDAS DE ROCAS**

La caída de fragmentos de roca se caracteriza por el movimiento independiente de fragmentos individuales de roca después del desprendimiento de un afloramiento rocoso. La continuidad del proceso conlleva a la acumulación de materiales al pie de la ladera (conos de talus). La caída de rocas es un proceso de ladera que involucra el desprendimiento del fragmento rocoso y su caída, y sus subsecuentes rebotes, rodamientos, resbalamientos y depositación (Varnes, 1978; Hutchinson, 1988). Una caída de rocas puede involucrar el desplazamiento de un simple fragmento o de varias piezas. Este también puede originarse por el desprendimiento de bloques más o menos coherentes que luego se desintegran durante el curso del movimiento. En general, caída de rocas fragmentarias implica desprendimientos relativamente pequeños ( $<10^5 \text{ m}^3$ ), aunque no hay un límite de volumen definido (Evans, S.G. y Hungr, O, 1993). El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir con velocidades mayores a  $5 \times 10^1 \text{ mm/s}$ .

Antecedentes: Se identificó el año 2002 en el tramo de carretera Izcuchaca-Acostambo, dos sectores donde se producen caídas de rocas; así mismo durante las lluvias extraordinarias producidas en enero del 2010, en estos dos puntos se produjeron nuevas caídas de rocas.

A continuación describimos las zonas inventariadas, donde se producen caídas de rocas, identificadas por su código de inventario (2002). Así se tiene:

**Hcy-102:** Localizado en el punto de coordenadas N 8618550 y E 499776, se produce la caída de rocas desde un talud de corte de carretera con ángulo subvertical, realizado en rocas de tipo calcárea y depósitos cuaternarios. También se producen pequeños derrumbes.

Dentro los factores condicionantes y detonantes para la ocurrencia de este proceso se tienen:

- El substrato rocoso, conformado por calizas intercaladas con margas y areniscas.
- El fracturamiento intenso en las rocas.
- Inclinación de las capas de roca calcárea en contra de la pendiente.
- Presencia de un depósito coluvial poco compactado, con fuerte pendiente.
- La actividad antrópica: La construcción de carretera dejó un Talud de corte subvertical.
- Precipitaciones pluviales intensas que se producen en la zona entre los meses de diciembre-abril, que funcionan como detonantes.
- Sismos y el viento.

**Hcy-111:** Localizado en el punto de coordenadas N 8628448 y E 495480, se producen caídas de bloques de roca desde un acantilado conformado por rocas calcáreas. Los bloques de roca caídos pueden alcanzar los 2 m de longitud, que al caer se incrustan en la plataforma de carretera asfaltada (foto 5 al 8).

Factores condicionantes y donantes: se tiene.

- El substrato rocoso, conformado por calizas intercaladas con margas y areniscas de la Formación Chulec y Pariatambo.
- El fracturamiento abierto en las rocas.
- Formación de cuñas por la presencia de familia de fracturas.
- Inclinación de las capas de roca calcárea en contra del talud de corte.
- La actividad antrópica: La construcción de carretera dejó un Talud de corte subvertical (75°), de más de 50 m de altura.
- Precipitaciones pluviales intensas que se producen en la zona entre los meses de diciembre-abril, que funcionan como detonantes.
- Sismos y el viento.

Daños causados: Las caídas de rocas en ambos casos afecta la carretera Izcuchaca-Acostambo; para el primer caso compromete un tramo de 100 y en el segundo un tramo de 500 m.

Además se tiene que tener en cuenta que nuevas reactivaciones o caídas, representa un peligro potencial alto para los vehículos, transeúntes y animales que circulan por la zona.



Foto 5



Foto 6



Foto 5, 6 y 7: Vistas de las caídas de rocas y derrumbe producido en el punto Aya-111, la última semana de enero del 2010, este evento bloqueo totalmente el tránsito.



Foto 8: Bloque de roca caído de más de 2 m de longitud, que se incrustó en la plataforma de carretera, se produjo la última semana de enero del 2010.

#### 4.1.2 DERRUMBES

Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. Se presentan a lo largo de acantilados, laderas de fuerte pendiente y taludes de corte artificiales.

Antecedentes: En la carretera Izcuchaca – Acostambo, el año 2002 se identificó tres sectores susceptibles a derrumbes. De estos, dos sectores se reactivaron durante las lluvias extraordinarias producidas en enero del 2010.

Las peligros geológicos inventariadas en el 2002 y codificadas son:

**Hcy-104:** Localizado en el punto de coordenadas N 8620256 y E 499073, se producen derrumbes de material coluvial poco compactos a sueltos y roca calcárea alterada y fracturada desde un talud de corte de carretera inestable de unos 60° de pendiente y de 15 m de altura. El material caído obstruye la cuneta y la plataforma de carretera en un tramo de 800 m (foto 9).

Resulta importante también describir en este punto los efectos que produce el río Mantaro en el talud inferior de la carretera, que bien produciendo que se pierda la plataforma de carretera por efectos de la erosión fluvial (foto 9).

**Hcy-110:** Localizado en el punto de coordenadas N 8627912 y E 495705; talud de corte de carretera afectado por derrumbes, compromete depósitos coluviales poco compactos a sueltos. Afecta tramo de carretera de 500 m, en sectores de 50 a 100 m.

**Hcy-113:** Localizado en el punto de coordenadas N 8630139 y E 493824; se producen derrumbes desde el talud de corte de carretera, que compromete depósitos coluviales y areniscas (Grupo Goyllarisquizga), esta zona a un se presenta inestable. Afecta tramo de 200 m de la carretera Izcuchaca-Acostambo.



Foto 9: Derrumbes desde el talud superior en el punto Hcy-104, compromete depósitos coluviales y rocas calcáreas alteradas. También se señala con flecha amarilla el talud inferior de carretera afectado por el proceso de erosión fluvial.

Así también, durante los trabajos de inspección del año 2010, se identificó en el punto de coordenadas N 8626688 E 496194 (Punto 227), un tramo de 1 km de carretera donde se produjeron derrumbes causados por las precipitaciones de la última semana de enero del 2010. El talud afectado tiene una altura promedio de 10 m, en rocas calcáreas, donde las capas se inclinan en contra del talud de corte, se presenta una familia de fracturas que se inclina a favor del talud y favorece el desprendimiento de masas de rocas. También se presenta en este talud bloques de roca inestables que están por caer (foto 10).



Foto 10: Vista donde se aprecian derrumbes que obstruyen carretera y cuneta, bloques colgados inestables en la parte superior del talud.

Factores condicionantes y donantes:

- El substrato rocoso, conformado por calizas intercaladas con margas y areniscas de la Formación Chulec y Pariatambo.
- Presencia de suelos coluviales poco compactados a sueltos.
- El fracturamiento intenso en las rocas, con familias que se inclinan a favor del talud y favorecen el desprendimiento de masas de roca.
- La actividad antrópica: La construcción de carretera dejó un Talud de corte subvertical (60°), de hasta 15 m de altura.
- Precipitaciones pluviales intensas que se producen en la zona entre los meses de diciembre – abril, que funcionan como detonantes.
- Sismos y el viento.

## 4.2 VUELCOS

Tipo de movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978).

Antecedentes: Al igual que para los eventos anteriores se identificó el año 2002 en la carretera Izcuchaca-Acostambo, dos sectores donde se han producido vuelcos; pero que con las lluvias extraordinarias producidas en enero del 2010, no sufrieron reactivación alguna; pero que consideramos se deben de tomar en cuenta, por lo que son descritas a continuación (identificadas por su código de inventario).

**Hcy-105:** Localizado en el punto de coordenadas N 8622427 y E 498562, se producen vuelcos desde un afloramiento de calizas que se inclinan en contra del talud de corte de carretera, el afloramiento rocoso presenta fracturas abiertas. Puede afectar un tramo de 50 m de la carretera.

**Hcy-108:** Localizado en el punto de coordenadas N 8625508 E 497361, vuelco en afloramiento de rocas calcáreas, fracturas abiertas que favorecen colapso de bloques. Afecta 50 m de carretera y puede afectar vehículos y personas que transitan por la zona.

Factores condicionantes y detonantes: En términos generales para los dos casos se tienen:

- El substrato rocoso, conformado por calizas intercaladas con margas y areniscas de la Formación Chulec y Pariatambo.
- El fracturamiento abierto en las rocas.
- Capas de roca sedimentaria que se inclinan en contra del talud de corte.
- La actividad antrópica: La construcción de carretera dejó un Talud de corte subvertical (60°), de hasta 15 m de altura.
- Precipitaciones pluviales intensas que se producen en la zona entre los meses de diciembre-abril, que funcionan como detonantes.
- Además de los sismos y el viento.

### 4.3 DESLIZAMIENTOS

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

Antecedentes: La visita técnica realizada a la ciudad de Huancavelica el año 2010, nos permitió identificar la existencia de dos deslizamientos activos en la carretera Izcuchaca – Acostambo en el sector de Challhuas, margen derecha de la quebrada Socus, tributaria del río Mantaro por su margen izquierda. Así mismo durante las lluvias extraordinarias producidas en enero del 2010, en los taludes de corte de carretera que atraviesa este sector, se produjeron derrumbes, que obstruyeron el tránsito en la misma.

Descripción del deslizamiento: En forma general se tipifica a estos eventos como deslizamientos traslacionales, que al parecer presenta un movimiento muy lento, presenta zonas de arranque regular, con superficies de rotura planas (figura 3). Este evento compromete un tramo de carretera aproximado de 2,8 km y terrenos de cultivo. Los deslizamientos presentan las siguientes dimensiones:

- Ancho de escarpa: 550 m y 600 m en promedio
- Angulo de inclinación de la ladera: 35° promedio
- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 800 m y 750 m
- Dirección (azimut) del movimiento: 135°
- Longitud total (inclinada): 1,6 km y 2,0 km

Factores condicionantes y detonantes:

Los deslizamientos localizados en el sector de Challhuas, fueron condicionados por:

- La pendiente promedio de la ladera de la montaña, desde donde se inició el deslizamiento alcanza en algunos casos los 35°.
- El substrato rocoso presente en la zona; la parte superior conformado por rocas calcáreas (calizas y dolomitas) de la Formación Jumasha, poco resistentes, en contacto con areniscas del Grupo Goyllar.
- El fracturamiento abierto en las rocas, cuyas principales familias de fracturas, favorecen la infiltración de agua y la rotura de la ladera.
- La capas de roca sedimentaria se inclinan en igual o menor ángulo que la ladera, favoreciendo la falla del terreno.
- La actividad antrópica: Corte de talud para construir la carretera desestabilizó la ladera.
- Las precipitaciones pluviales intensas que se producen en la zona entre los meses de diciembre-abril, que funcionan como detonantes.
- Sismos.

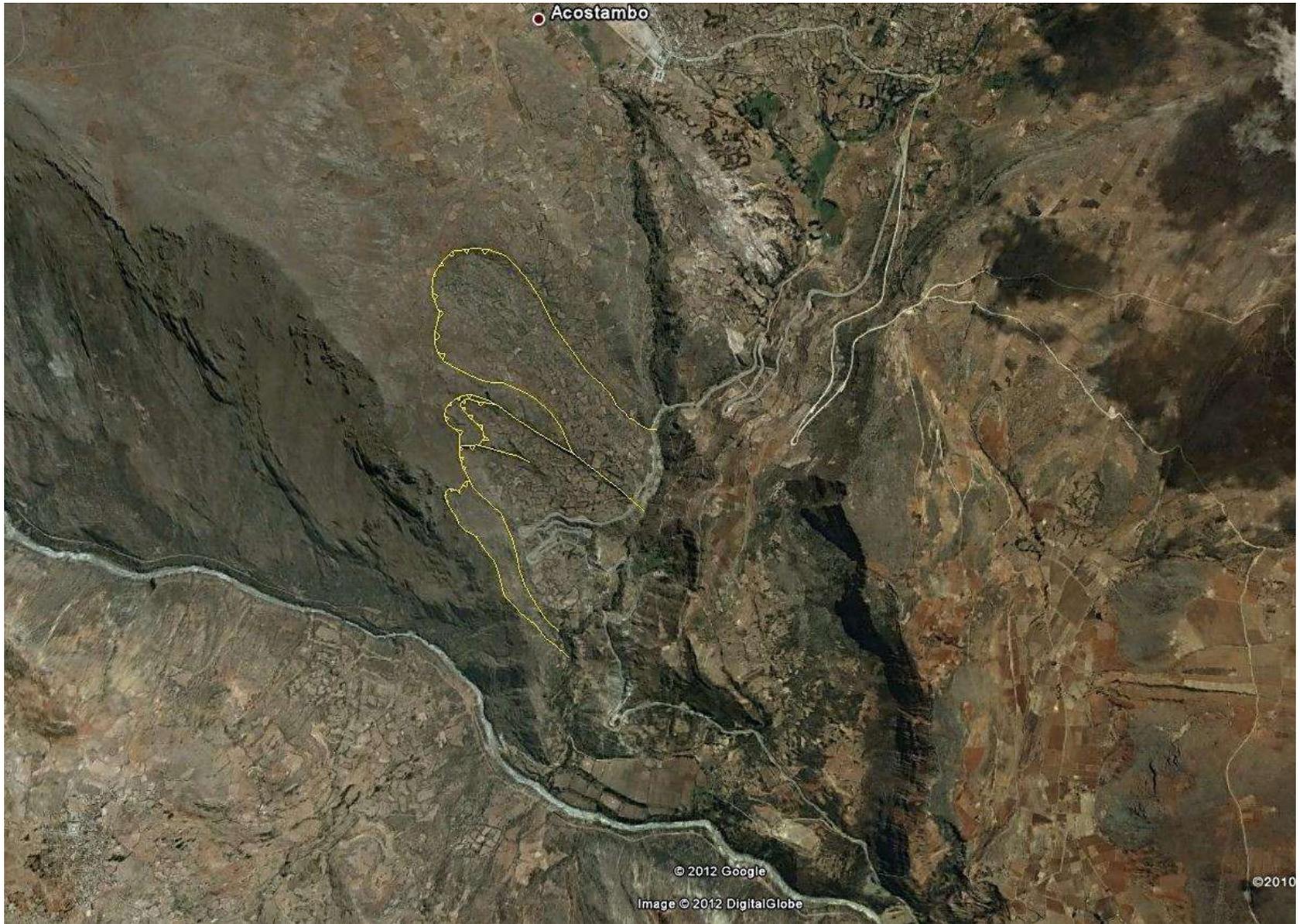


Figura 4: Imagen Google Earth de octubre del 2010, donde se han señalado con líneas amarillas las escarpas de los deslizamientos traslacionales en el sector de Challhuas.

#### 4.4 EROSIÓN DE LADERAS

Los trabajos de campo del “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 3, permitió identificar cuatro sectores en el tramo de carretera Izcuchaca – Acostambo afectado por erosión de laderas los cuales se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Sectores afectado por erosión de laderas**

| CÓDIGO  | COORDENADAS<br>NORTE<br>ESTE | DESCRIPCIÓN  | DAÑOS   |
|---------|------------------------------|--|---|
| Hcy-103 | N 8619200<br>E 499226        | Erosión en surcos y cárcavas, en ciertos sectores se presentan pequeños derrumbes que alimentan torrenteras que pueden generar flujos. | Puede afectar carretera Izcuchaca-Acostambo-Huancayo en un tramo de 1km, por sectores de 100 m a 200 m. |
| Hcy-107 | N 8624732<br>E 497376        | Erosión en cárcavas profundas, de hasta 10 m de altura, pueden generar flujos.   | Afecta la carretera por sectores en un tramo de 1 km.   |
| Hcy-109 | N 8626240<br>E 496358        | Erosión en cárcavas por donde pueden discurrir flujos.   | Afecta carretera por sectores en un tramo 2 km.   |
| Hcy-112 | N 8629686<br>E 493793        |  | Puede afectar 500 m de carretera por sectores.  |

#### 5.0 CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO

Las características intrínsecas que provocaron la ocurrencia de los movimientos en masa, persisten tanto en los taludes de corte de carretera como en la ladera del sector de Challhuas, por lo que se debe tener presente la alta probabilidad de nuevos derrumbes y caídas de rocas, así como reactivaciones en el cuerpo de deslizamientos; esta apreciación se sustenta en las siguientes condiciones observadas:

- a) Presencia de taludes inestables, con ángulos de corte subverticales, donde las rocas presentan familias de fracturas que favorecen fallas de tipo planar y por vuelcos.
- b) Capas de roca sedimentaria que se inclinan en menor ángulo y a favor de la pendiente de la ladera.
- c) Presencia de bloques inestables, ubicados en la parte alta de los taludes que han quedado colgados.

## 6.0 SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

En el “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 3”, realizado por INGEMMET el año 2003, la zona evaluada fue catalogada en el mapa de “Peligros Geológicos Múltiples” con grado de peligros **Muy Alto** (Tabla 2).

**Tabla 2: Descripción del grado de peligro geológico múltiple.**

| Grado de Peligro  | Características   | Recomendaciones  |
|---|---|--|
| <p>Muy Alto</p>    | <p>Áreas donde conjugan numerosos peligros geológicos; principalmente huaycos, caídas, deslizamientos, movimientos complejos, inundaciones, erosión fluvial, y en algunas áreas aluviones. Terrenos de fuerte a muy fuerte pendiente.</p> | <p>Áreas propensas a sufrir eventos naturales severos. En las cuales debe evitarse actividades de desarrollo. De implementarse estas actividades, por el requerimiento de la población, deberán tener estudios geológicos-geotécnicos al detalle, previos.</p> |
| <p>Alto</p>        | <p>Áreas donde conjugan principalmente: deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, inundaciones, hundimientos y erosión fluvial. Terrenos de fuerte pendiente.</p>   | <p>Áreas requieren más evaluación sobre peligros geológicos (estudios geológicos-geotécnicos), antes de iniciar la construcción de obras.</p>  |
| <p>Moderado</p>  | <p>Presencia generalmente de huaycos, caída de rocas, reptación de suelos, erosión de laderas. Terrenos de pendiente media a baja.</p>  | <p>Áreas que presentan amenazas o peligros geológicos de moderado a bajo riesgo. Aptas para las actividades de desarrollo previa evaluación geológica-geotécnica.</p>  |

Tomado de: Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 3.

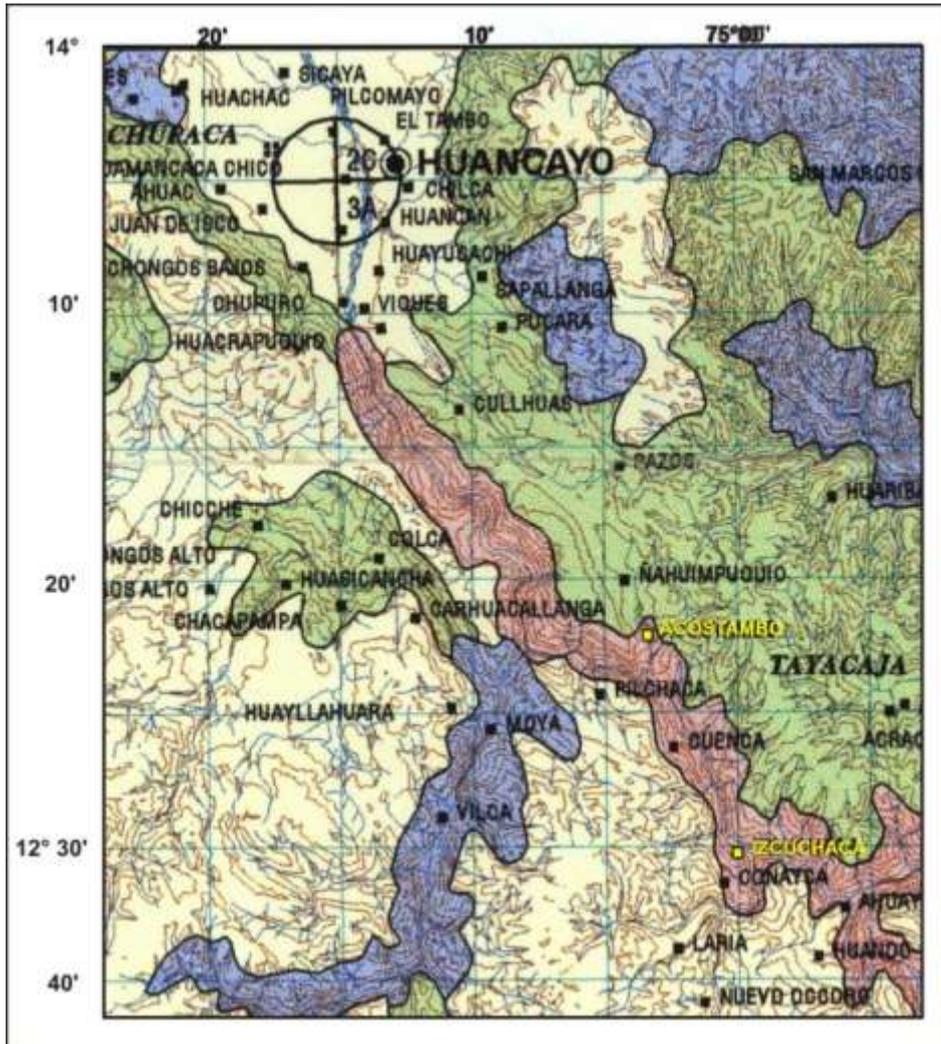


Figura 5: Mapa de peligros geológicos múltiples donde se observa que el tramo de carretera Izcuchaca – Acostambo se ubica en la zona de peligro Muy Alto.

## CONCLUSIONES

1. Los **derrumbes, caídas de rocas y vuelcos** fueron condicionados por: a) presencia de depósitos coluviales poco compactado y de fuerte pendiente; b) substrato rocoso, conformado por calizas intercaladas con margas y areniscas de la Formación Chulec y Pariatambo; c) fracturamiento intenso en las rocas, con discontinuidades que se inclinan a favor del talud y favorecen el desprendimiento de masas de roca; d) inestabilidad del talud por ruptura tipo “cuñas” debido al arreglo estructural; e) capas de roca sedimentaria que se inclinan en contra del talud de corte; y f) actividad antrópica: la construcción de la carretera dejó taludes de corte subverticales (entre 60° y 75°), con alturas de 15 m a más de 50 m, no apreciándose tratamiento del talud..
2. Los **deslizamientos** fueron condicionados por: a) la pendiente promedio de la ladera de la montaña, desde donde se inició el deslizamiento, alcanza en algunos casos los 35°; b) substrato rocoso presente en la zona conformado por calizas y dolomitas de la Formación Jumasha, poco resistentes, en contacto con areniscas del Grupo Goyllar; c) fracturamiento abierto en las rocas, cuyas principales familias de fracturas, favorecen la infiltración de agua y la rotura de la ladera; d) las capas de roca sedimentaria se inclinan en igual o menor ángulo que la ladera, favoreciendo la falla de la misma; e) La actividad antrópica: Corte de talud para construir la carretera desestabilizó la ladera;
3. Los detonantes que aceleran estos procesos son las precipitaciones pluviales intensas que se producen en la zona entre los meses de diciembre-abril, los sismos y menor grado los fuertes vientos, en este último caso para que se generen las caídas de rocas (clastos); y los sismos.
4. Los derrumbes, caídas de rocas y vuelcos, afectan constantemente varios tramos de la carretera Izcuchaca – Acostambo, con el material que obstruye la plataforma y las cunetas. Nuevas ocurrencias representan un peligro potencial muy alto para las personas, animales y vehículos que transitan por la carretera.
5. Reactivaciones de los deslizamientos pueden afectar terrenos de cultivos y la carretera Izcuchaca – Acostambo en el sector de Challhuas.
6. Dado que ya el año 2002 la zona evaluada fue considerada en el “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 3” con **peligro Muy Alto**. Las condiciones de inestabilidad continúan en la zona afectada, en forma de caídas de rocas, derrumbes, vuelcos y deslizamientos; considerándose como **PELIGRO INMINENTE**, ante temporadas de lluvia y ocurrencia de movimientos sísmicos.

## RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones que deben de tomarse en cuenta a corto y mediano plazo se tienen:

1. Debido a que la condición de inestabilidad en el talud de corte de carretera continua, como primera medida se debe de realizar trabajos de desquinchado o retiro de bloques inestable del talud de corte. Es decir, deberán realizarse trabajos para la estabilización de las laderas, en especial de los taludes de corte de carretera.
2. Señalizar la zona con letreros informativos que advierta el peligro por derrumbes y caídas de rocas, con el fin de que los transeúntes y vehículos que transitan por la zona estén prevenidos.
3. Limpieza de cunetas que permita el drenaje libre de las aguas de precipitación pluvial.
4. Los deslizamientos de la zona de Challhua deben de ser constantemente monitoreados, principalmente en temporadas de lluvia, lo cual permitirá tener un registro certero de la actividad del mismo.
5. Controlar la profundización y ensanchamiento de cárcavas y torrentes que cortan la carretera, por medio de diques transversales que retengan el material removido.
6. Reforzar el talud inferior de carretera donde se presentan procesos de erosión fluvial por medio de gaviones.

## REFERENCIAS

Evans S.G., & Hungr, R. (1993) *The assessment of rockfall hazards at the base of talus slopes*. Canadian Geotechnical Journal, Canada. Number 30/4. Pp. 620-636.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2003) Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 3. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 28, 374 p.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (1996) - *Guía explicativa del mapa forestal 1995*. Lima: INRENA. 138 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 Minería, Publicación Geológica Multinacional, N° 4, 432 p., 1 CD-ROM.

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

Varnes, D.J. (1978) – Slope movement types and processes. In landslides, and control, Edited by R.L. Schuster and R.J. Krizek. Transportation Research Board, National research Council, Washington, D.C. Special Report 176. Pp. 11-33.