



Informe Técnico N° A6604

Deslizamiento de Horno Huayoc

Distrito de Colcabamba, Provincia Tayacaja
Región Huancavelica

POR:
MANUEL VILCHEZ MATA

JULIO 2012

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DESLIZAMIENTO DE HORNO HUAYOC

Distrito de Colcabamba, Provincia Tayacaja, Región Huancavelica

CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN	3	
2.0	ANTECEDENTES	3	
3.0	ASPECTOS GENERALES	4	
4.0	ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS	6	
5.0	PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	9	
	5.1	DESLIZAMIENTO ROTACIONAL DE HORNO HUAYOC	9
	5.2	FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCOS)	18
	5.3	CAÍDA DE ROCAS	20
6.0	CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO	21	
	CONCLUSIONES	24	
	RECOMENDACIONES	25	
	REFERENCIAS	27	

canales de riego, y consecuentemente el desborde de estos afectó terrenos de cultivo. Los torrentes originados por los desbordes llegaron hasta el poblado de Colcabamba, afectaron una casa de fuerza e inundaron viviendas. Finalmente el estudio propone recomendaciones para mitigar los efectos de nuevos huaycos.

- “Estudio de riesgo y medidas preventivas de Colcabamba, Tayacaja, Huancavelica”; elaborado por PREDES (1985), enfocado a una línea de acción de prevención del riesgo de desastres, en donde a raíz de los daños y muertes causadas por el flujo de detritos del año 1985, se elabora este estudio y se dan recomendaciones para minimizar los efectos de nuevos flujos de detritos.

3. ASPECTOS GENERALES

Políticamente la zona inspeccionada se ubica dentro del distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, región Huancavelica (figura 1), cuyas coordenadas centrales UTM (WGS-84) son:

Poblado de Colcabamba:	Norte: 8627912
	Este: 534740
	Altitud: 3000 m.s.n.m.

Deslizamiento de Horno Huayoc:	Norte: 8623833
	Este: 532113
	Altitud: 3467 m.s.n.m.

Morfológicamente, la zona se localiza en la cordillera oriental, con altitudes que varían entre los 4400 m.s.n.m. en la cima de montañas, a los 2350 m.s.n.m. en la confluencia de las quebradas Frayle Huaycco y Chuspi que forman la quebrada Huarochirí, tributario del río Mantaro por su margen derecha (figura 2).

El acceso hacia la zona estudiada se realiza por vía terrestre, desde Lima, utilizando la carretera central, pasando por las localidades de La Oroya, Huancayo, desvío a Pampas (vía asfaltada), se continúa por carretera afirmada hacia Pampas y Colcabamba, de ahí se continúa a la zona del deslizamiento por una trocha carrozable que llega hasta el anexo de Independencia.

También se puede acceder utilizando la carretera Panamericana Sur, hasta llegar a la localidad de Pisco, desvío a Huaytará, por la carretera Los Libertadores Wari, se pasa por Ayacucho, Huanta, Churcampa, Ocoro y Colcabamba.

A(r)B'₂H₃: Zona de clima templado muy lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como húmeda; corresponde al valle de la quebrada Colcabamba.

B(r)B'₁H₄: Zona de clima semicálido, lluvioso, precipitación abundante en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy humedad; corresponde este clima al valle del río Mantaro.

Los tipos de vegetación presentes en la zona son (INRENA, 1996):

- Matorral subhúmedo (Msh): Localizado a lo largo del valle del río Mantaro entre los 2000 y 3700 m.s.n.m., la temperatura media anual fluctúa de 8 a 18 °C. La vegetación se caracteriza por la presencia de asociaciones arbustivas siempre verdes y deciduas con alturas de hasta 4 m. Es común encontrar de forma dispersa algunas especies arbóreas de porte bajo circundando áreas de cultivo, como el molle, tara, nogal, boliche, entre otras. El desarrollo de gramíneas es notable a medida q se asciende a niveles superiores de la formación, aquí se tiene el ichu que sirve de forraje, es común la presencia de cactáceas. Es posible que estos matorrales sean restos de bosques afectados por deforestación.
- Matorral húmedo (Mh): Localizado en las porciones elevadas de la cordillera de los Andes, entre los 3000 y 3900 m.s.n.m., la temperatura anual fluctúa, entre 6 y 14 °C. Aquí se presentan comunidades arbustivas que mantiene su follaje siempre verde durante el año. Generalmente alcanzan alturas hasta de 4 m y se encuentran en forma dispersa y formando bosquetes, especialmente en sitios inaccesibles y con escasa influencia antrópica. Entre las especies vegetales se tienen sheflera, maqui maqui, quishuar, mutuy, quishuara, entre otras. Dentro de esta unidad se encuentra el poblado de Colcabamba y la zona de Horno Huayoc.
- Pajonal (Pj): Localizada en las porciones altas y frías de la cordillera de los Andes, sobre los 3800 m.s.n.m., la temperatura fluctúa entre 1,5 y 6 °C. Es una formación vegetal compuesta de comunidades de herbáceas altoandinas, que se distribuyen formando densas agrupaciones o matas mayormente de gramíneas de hojas duras, en algunos casos punzantes, conocidos con el nombre de ichu o paja. Las matas de gramíneas se presentan en diferentes grados de cobertura, como consecuencia de variaciones en la topografía, exposición, altura y por efectos del sobre pastoreo y ubicación geográfica. Entre las especies vegetales que predominan se tiene a la festuca, calamagrosti, stipa, paspalum y mulembergia.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

4.1 Geología

Regionalmente el substrato rocoso está compuesto por rocas de naturaleza metamórfica de edad Proterozoico y sedimentarias con edades desde el Paleozoico al Mesozoico (Cerrón, F. & Ticona, P., 2003); así se tienen las siguientes formaciones geológicas:

reconocidos en los valles de Colcabamba y Tocas, donde se presentan parcialmente cubiertos por detritos recientes.

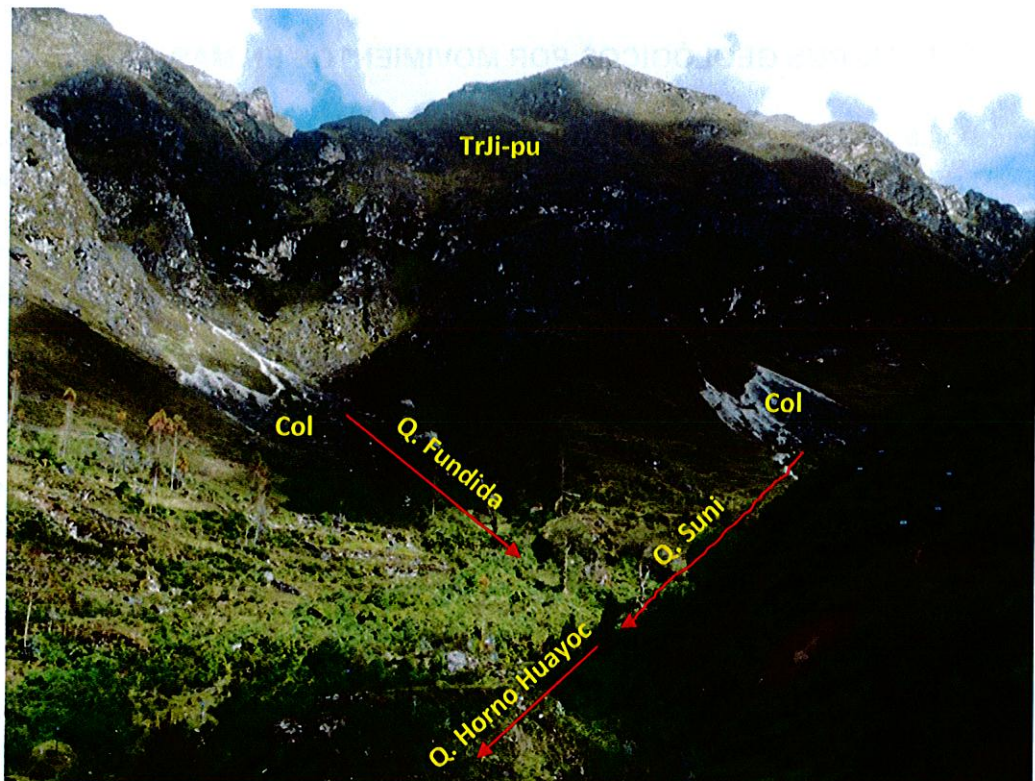


Foto 1: Panorámica de las laderas superiores de la quebrada Colcabamba, conformada por calizas del Grupo Pucará, también se observa depósitos coluviales (Col) al pie de las laderas en las margen izquierda de las quebradas Fundida y Suni.

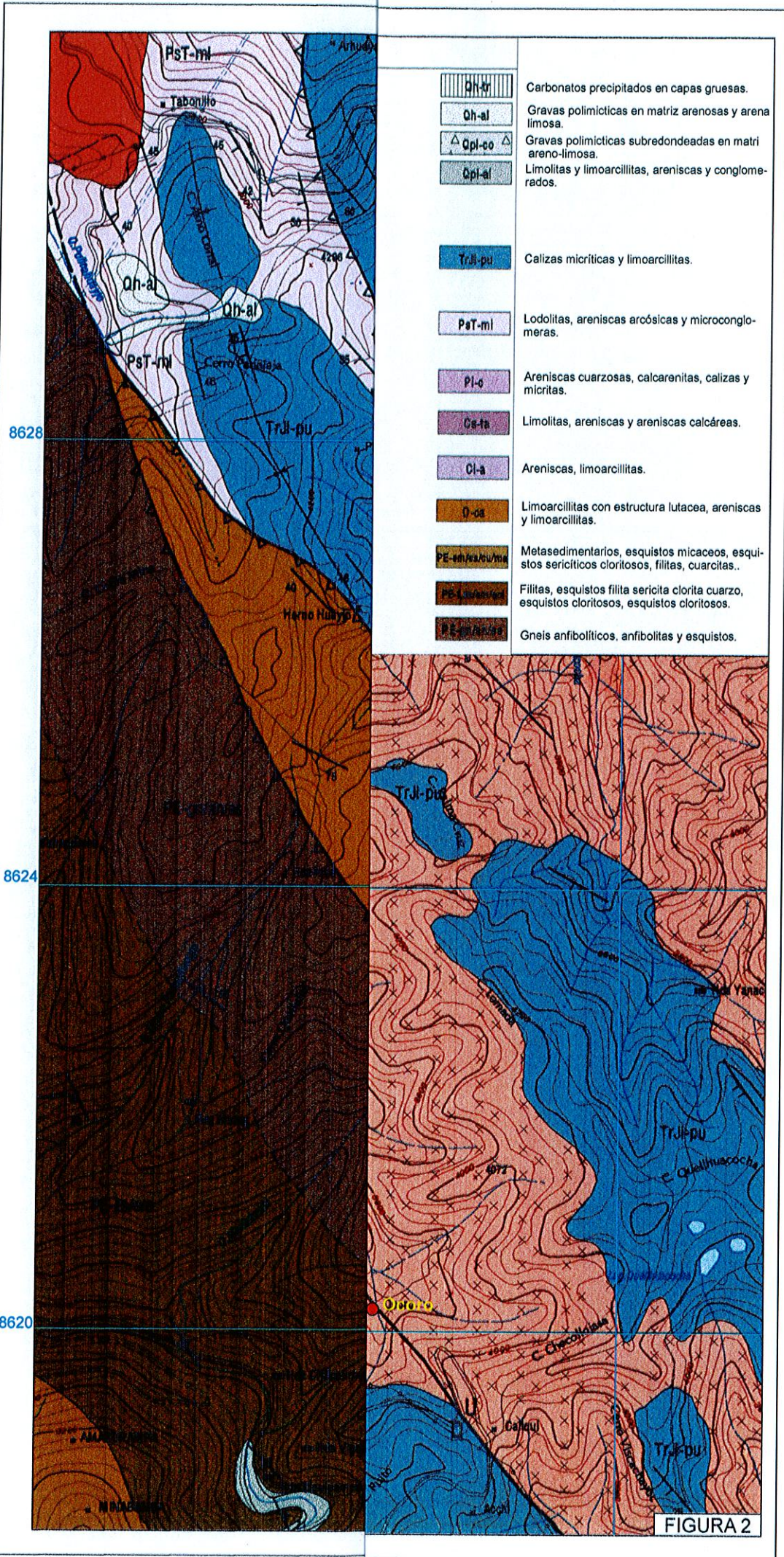
d) Rocas intrusivas

Batolito Villa Azul (PTr-va/gr, gd): Se encuentra emplazado en los esquistos del complejo metamórfico, a su vez que corta en la zona occidental a las areniscas del Grupo Mitu; en el corte de carretera a Colcabamba se tiene este cuerpo granítico debajo de las calizas de Grupo Pucará. Es un granito de color blanco con tonalidad amarillenta, de textura gruesa.

4.2 Geomorfología

El poblado de Colcabamba se encuentra ubicado en la quebrada Colcabamba, de valle amplio (alcanza un ancho de 700 m a la altura del poblado), de edad madura, una pendiente longitudinal de 10° a 15° , que drena en sentido suroeste-noreste; el valle se encuentra disectando secuencias de rocas sedimentarias e intrusivas de tipo granito.

Las laderas que rodean a la quebrada Colcabamba presentan pendientes que alcanzan los 35° a $> 40^\circ$, en las cabeceras de cuenca. Es un valle relleno por material aluvial, que ha quedado colgado con relación al valle del río Mantaro. El perfil longitudinal del río es escalonado, originado por la disposición de



	Qh-tr	Carbonatos precipitados en capas gruesas.
	Qh-al	Gravas polimicticas en matriz arenosas y arena limosa.
	Qpl-co	Gravas polimicticas subredondeadas en matriz areno-limosa.
	Qpl-al	Limolitas y limoarcillitas, areniscas y conglomerados.
	Trji-pu	Calizas micriticas y limoarcillitas.
	PaT-mi	Lodolitas, areniscas arcóscicas y microconglomerados.
	Pl-s	Areniscas cuarzosas, calcarenitas, calizas y micritas.
	Ca-ta	Limolitas, areniscas y areniscas calcáreas.
	Cl-a	Areniscas, limoarcillitas.
	D-ca	Limoarcillitas con estructura lutacea, areniscas y limoarcillitas.
	PE-en/ra/bu/mi	Metasedimentarios, esquistos micaceos, esquistos sericiticos cloritosos, filitas, cuarcitas..
	PE-Lauran/ol	Filitas, esquistos filita sericita clorita cuarzo, esquistos cloritosos, esquistos cloritosos.
	PE-Lauran/ol	Gneis anfibolíticos, anfibolitas y esquistos.

FIGURA 2

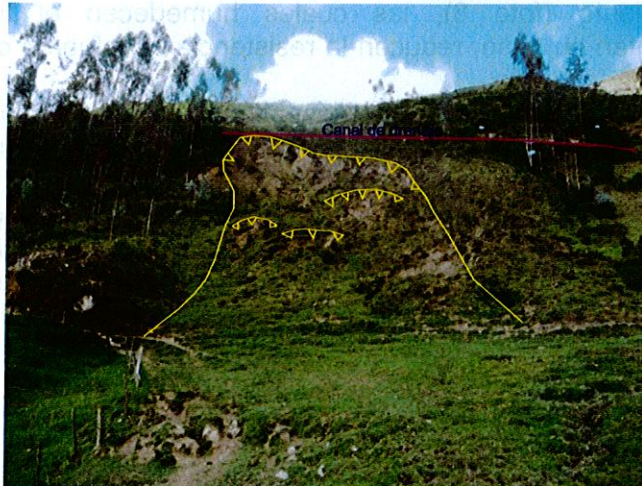


Foto 3: Vista donde se resalta la reactivación en el cuerpo del deslizamiento de 1985, que afecta canal de drenaje.



Foto 4: Canal de drenaje afectado por reactivación de deslizamiento de 1985.

Factores condicionantes y detonantes: Usualmente, en los Andes, los movimientos en masa son detonados por el clima (fuertes lluvias), movimientos sísmicos o por causas antrópicas (malas técnicas en riego, cortes inadecuados, deforestación, etc.). Las condiciones naturales del terreno (suelo o roca), expresadas en su grado de fracturamiento, alteración o meteorización y pendiente de las laderas, se ven afectadas por lluvias cortas e intensas o prolongadas, por la vibración sísmica originada por sismos (locales o por subducción), o la modificación del talud para efectuar un corte para un canal o carretera (Zavala, 2011).

El deslizamiento de Horno Huayoc fue condicionado por:

- La pendiente promedio de la ladera de la montaña, desde donde se inició el deslizamiento supera en algunos casos los 31° (foto 5).
- El substrato rocoso presente en la zona: La ladera donde arrancó el deslizamiento está conformado por calizas, con huellas de haber sido afectadas por disolución y precipitación de carbonatos. (foto 6).
- El fracturamiento abierto en las rocas (calizas) (foto 7), cuyas principales familias de fracturas, favorecen la infiltración de agua y la rotura de la ladera.

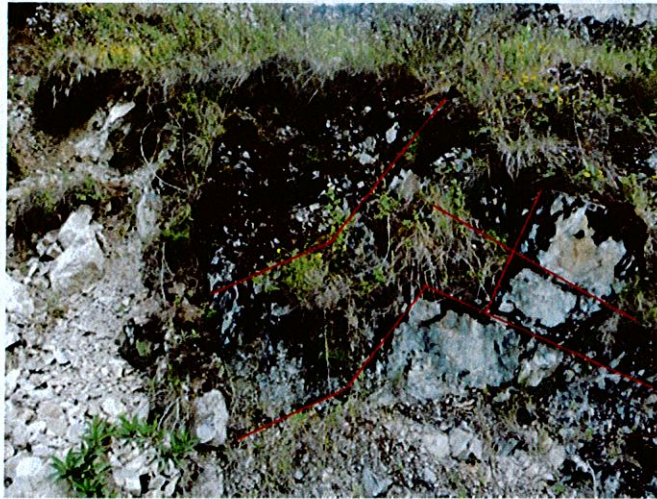


Foto 7. Substrato de calizas fracturado.



Foto 8: Manantial (A) localizado al pie de zona afectad por deslizamientos.



Foto 9. Canal de regadío sin revestimiento localizado por encima de la zona deslizamiento, en la imagen se puede observar que el agua sale del canal (A) y humedece el terreno.

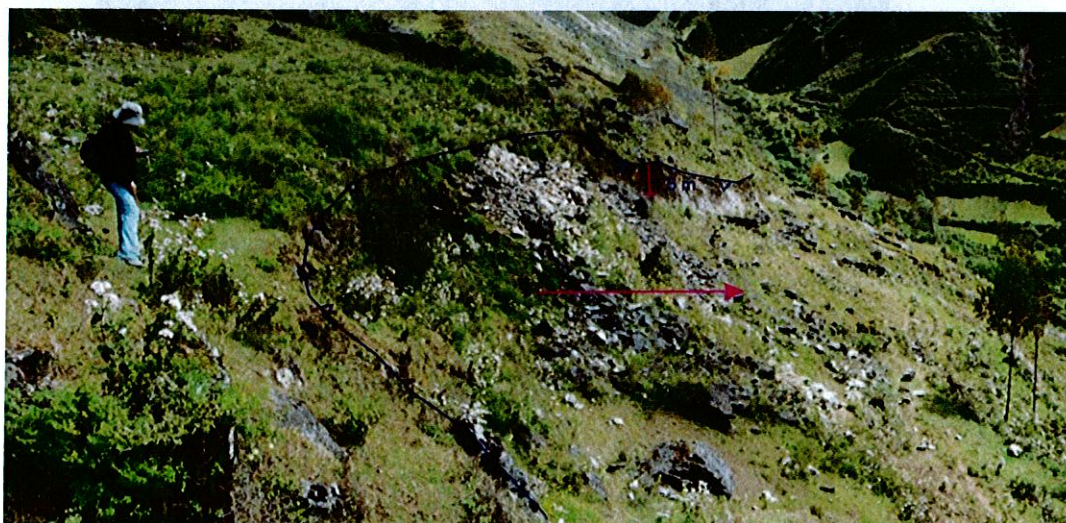


Foto 11 y 12: Vistas de la escarpa principal del deslizamiento de Horno Huayoc, donde el salto principal tiene de 1 - 1,5 m. Se ha resaltado la escarpa de deslizamiento.

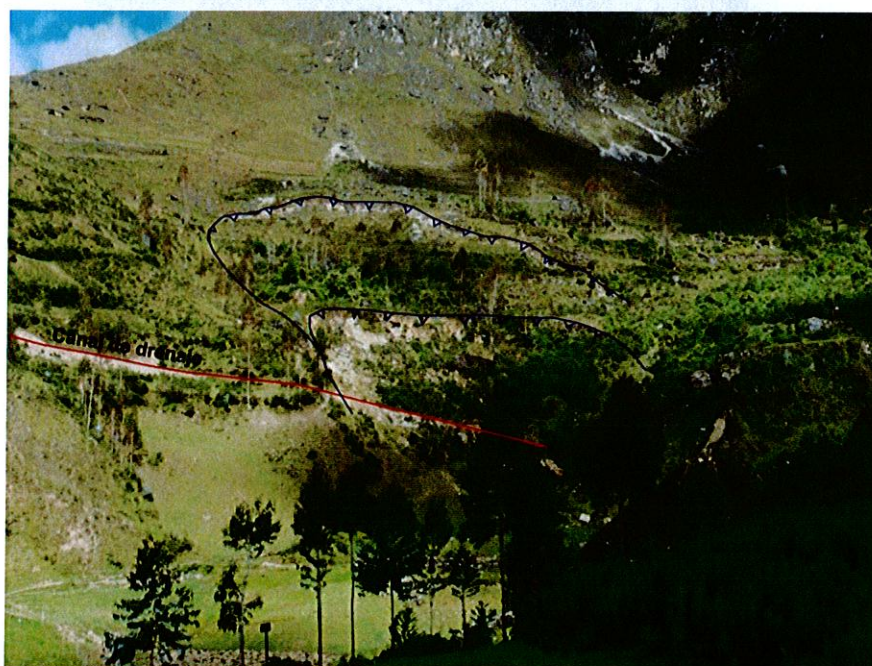


Foto 13: Vista lateral arriba del deslizamiento de Horno Huayoc, se observa la escarpa principal y escarpa secundaria, así como el canal de drenaje que atraviesa el cuerpo del deslizamiento.



Foto 17: Grieta localizada sobre la corona del deslizamiento principal, con abertura de 0,10 m.



Foto 18: Suelos limo-gravoso con arena y clastos de calizas, margas y areniscas.

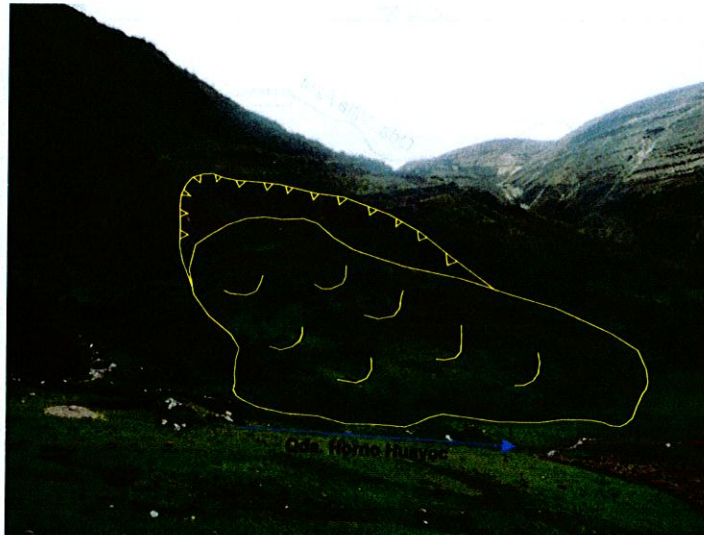


Foto 19: Deslizamiento en la margen izquierda de la quebrada Horno Huayoc.



Foto 20: Deslizamiento localizado entre las quebradas Horno Huayoc y Yanacocha.

5.2 FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCOS)

Antecedentes del evento: Se tiene información de dos eventos tipo flujo de detritos (huaycos) que causaron daños en la localidad de Colcabamba. El año 1967 se produjeron varios huaycos entre los meses de febrero y marzo, los cuales tuvieron como detonantes las fuertes precipitaciones pluviales. Estos flujos se originaron en el tramo superior del valle de Colcabamba. Sus mayores consecuencias se produjeron en el tramo medio de las quebradas Suni y Anima (figura 4), las cuales confluyen en el paraje denominado Hornoyaco. El poder erosivo de estos huaycos fue incrementado por el arrastre de bloques, que avanzaron hasta la localidad de Sillpopampa en donde se detuvieron, debido a la disminución de la pendiente del terreno. Entre los daños causados se tiene la destrucción de cultivos, el arenamiento de canales de riego y afectó una casa de fuerza. Los torrentes originados por los desbordes de los canales colmatados llegaron hasta el poblado de Colcabamba e inundaron viviendas.

5.3 CAIDA 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 del evento: La caída de rocas producida en las laderas superiores del sector de Horno Huayoc, se localiza sobre la zona afectada por el deslizamiento activo. Estos desprendimientos, por los indicios encontrados en campo, son eventos antiguos y algunos sectores forman conos de talus. Los bloques de roca colapsados corresponden a calizas de Grupo Pucará.

Las caídas de rocas se producen desde la cima de la montaña, conformada por un afloramiento de calizas, con poco fracturamiento, con ángulo de pendiente superior a los 65° (foto 21). Los bloques caídos alcanzan dimensiones de hasta los 3 m de longitud, presentan formas irregulares a cúbicas y se depositan a media ladera (foto 22), no alcanzan el cauce de la quebrada Horno Huayoc. Los detonantes para estos eventos son los movimientos sísmicos y las intensas precipitaciones pluviales. No se tiene información de caída de rocas producidas recientemente.

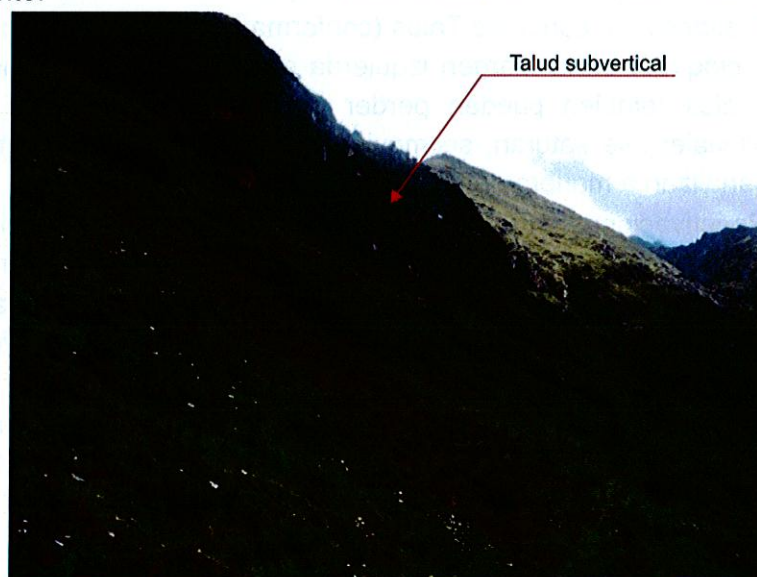


Foto 21: Afloramiento de calizas en ángulo subvertical desde donde se producen las caídas de rocas.

- Presencia de canales de riego y de drenaje por donde se produce la infiltración de agua hacia el suelo, así como fugas que humedecen el terreno.

Se han realizado medidas estructurales en la quebrada Colcabamba para reducir los efectos de futuros huaycos en el poblado de Colcabamba, estos trabajos fueron realizados a partir de las recomendaciones vertidas en el informe "Estudio de riesgo y medidas preventivas de Colcabamba, Tayacaja, Huancavelica"; elaborado por PREDES después del evento de 1985; entre estas medidas se tiene:

- Encausamiento de la quebrada Colcabamba por medio de muros de concreto, desde su tributario denominado quebrada Yanaccocha (foto 23).
- Construcción de pequeños diques transversales en el cauce de la quebrada Yanaccocha (foto 24).
- Construcción de diques transversales de mayor dimensión que las anteriores, en la quebrada Horno Huayoc (foto 25).
- Construcción de muros de concreto para proteger las márgenes de la quebrada Horno Huayoc en los tramos cóncavos de mayor erosión (foto 25).
- El tramo de cauce de la quebrada Colcabamba que atraviesa el poblado, se encuentra canalizado con muros de mampostería (foto 26 y 27).
- Se ha colocado una intensa señalización en las quebradas y laderas, que busca sensibilizar a los pobladores a evitar la deforestación y de este modo no desestabilizar los terrenos.



Foto 23 y 24: Obras de encausamiento con muros de concreto y diques transversales a los cauces, en la quebrada Colcabamba y sus tributarios (quebradas Horno Huayoc y Yanaccocha).

CONCLUSIONES

1. Los deslizamientos y la caída de rocas son condicionados por:
 - La pendiente promedio de la ladera de la montaña, desde donde se iniciaron los eventos el deslizamiento supera en algunos casos los 31°.
 - El substrato rocoso presente en la zona: La ladera donde arrancó el deslizamiento está conformado por calizas, con huellas de haber sido afectadas por disolución y precipitación de carbonatos.
 - El fracturamiento abierto en las rocas (calizas), cuyas principales familias de fracturas, favorecen la infiltración de agua y la rotura de la ladera.
 - Suelos limo-gravosos con arenas y clasto, los cuales pueden saturarse por las fuertes precipitaciones precipitaciones, pierden estabilidad y se movilizan ladera abajo.
 - La presencia de afloramientos de agua subterránea (puquiales), las cuales humedecen el terreno, lo saturan, aumenta el peso, reducen la resistencia al esfuerzo cortante y produce el colapso de la ladera.
 - La actividad antrópica: Presencia de pequeño canal de riego sin revestimiento localizado por encima del deslizamiento actual, desde donde se producen fugas de agua y canal de drenaje sin revestimiento construido por encima de la corona del deslizamiento de 1985 y, que atraviesa por él cuerpo del deslizamiento activo.
 - Las precipitaciones pluviales intensas que se producen en la zona entre los meses de diciembre-abril, que funcionan como detonantes.
 - Presencia de un afloramiento de roca calcárea subvertical en la cabecera de quebrada.
 - Existencia de un evento de movimiento en masa predecesor, cuyos materiales deslizados pueden alcanzar el cauce de la quebrada y formar un flujo de detritos.
2. El deslizamiento de Horno Huayoc, ha producido el asentamiento del terreno, con saltos de hasta 5 m, afecto solo pastizales y arbustos. Se debe tener presente que una reactivación del deslizamiento en periodos lluviosos, representa un peligro potencial muy alto, ya que puede producir un represamiento natural en la quebrada Horno Huayoc.
3. La posibilidad de un represamiento y formación de un embalse dependerá del volumen de material que se desliza y de la cantidad de agua que discurra por las quebradas Fundida y Suni en periodos de lluvia, de los cuales no se tiene datos pluviométricos; por otro lado la posibilidad de un desembalse violento (del supuesto embalse) y formación de un flujo de detritos (huayco), dependerá de la resistencia del dique natural formado.
4. Dado que las condiciones actuales de inestabilidad continúan en la zona del deslizamiento y caída de rocas, debido a la presencia de grietas abiertas por encima de la corona; además por los antecedentes de flujos de detritos formados a partir de un evento de tipo deslizamiento que afectó al poblado de Colcabamba, esta zona se considera en **alto peligro**,

6. Realizar un intensivo trabajo de reforestación en las laderas superiores de Colcabamba, con especies nativas de la zona, para mejorar la cobertura vegetal existente, y de esta forma evitar el impacto de las gotas de lluvia directamente sobre el terreno que pueda producir pérdida de suelo y reducir la infiltración de agua en el suelo.
7. Realizar la impermeabilización del canal de regadío que pasan sobre la corona, así como del canal de drenaje que cruza por el cuerpo del deslizamiento de Horno Huayoc.
8. Evitar o en todo caso reducir al mínimo el riego de los terrenos ubicados sobre y dentro de la zona afectada por el deslizamiento.
9. Realizar trabajos de limpieza, profundización y definición del cauce de la quebrada Colcabamba (en los tramos faltantes), que permita el libre discurrir del flujo de agua y evitar la formación de embalses.
10. Considerar la posibilidad de construir una alcantarilla, por debajo del cauce de la quebrada Horno Huayoc o un túnel que atravesase las rocas de su margen izquierda (ver croquis 3), que pueda servir de drenaje y dar paso al flujo de agua de las quebradas, en caso se produzca un deslizamiento de gran magnitud, que forme un dique natural en la quebrada y de esta forma evitar la formación de un embalse.
11. Construir un dique transversal en la quebrada Horno Huayoc, de mayor dimensión a los que se tienen actualmente (foto 28 y figura 3), este servirá como primera defensa ante los flujos de detritos originados en los conos de talus ubicados aguas arriba del sector de Horno Huayoc.



Foto 28: Vista donde se señala la ubicación del dique transversal, pasando la confluencia de las quebradas Suni y Fundida.