Informe Técnico Nº A6585

Inspección Técnica

Deslizamiento en el tramo de carretera Ticrapo-Chacolla-Castrovirreyna, progresivas 39+450 al 44+200

Distrito de Ticrapo, provincia de Castrovirreyna, región Huancavelica

Por:
Manuel S. Vilchez Mata
Magdie Ochoa Zuviate

Noviembre 2011

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INSPECCIÓN TÉCNICA DEL DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE CARRETERA TICRAPO-CHACOYA, PROGRESIVAS 39+450 AL 44+200

Distrito de Ticrapo, Provincia de Castrovirreyna, Región Huancavelica

CONTENIDO

1.0	**INTRODUCCIÓN**	**3**
2.0	**ASPECTOS GENERALES**	**3**
3.0	**ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS**	**5**
4.0	**PELIGROS GEOLÓGICOS: DESLIZAMIENTO EN LA CARRETERA TICRAPO-CHACOYA**	**8**
5.0	**CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO Y DE LA VARIANTE DE CARRETERA**	**18**
CONCLUSIONES		**23**
RECOMENDACIONES		**24**
REFERENCIAS		

INSPECCIÓN TÉCNICA DEL DESLIZAMIENTO EN EL TRAMO DE CARRETERA TICRAPO-CHACOYA, PROGRESIVAS 39+450 AL 44+200

Distrito de Ticrapo, Provincia de Castrovirreyna, Región Huancavelica

1. INTRODUCCIÓN

El Alcalde de la Municipalidad Provincial de Castrovirreyna, mediante Oficio Nº 0294-2011-MPC/A, de fecha 22 de setiembre de 2011, se dirige al Director del área de Geología Ambiental y Riego Geológico (DGAR), del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando el apoyo de geólogos que realicen la evaluación por peligro geológico en el tramo de carretera que une el distrito de Ticrapo, el anexo de Chacoya y Castrovirreyna.

Luego de realizar las coordinaciones y al encontrarse este sector, dentro del área de estudio comprendida por el proyecto GA-25C de la DGAR para el presente año, se dispuso que los Ings. Manuel S. Vilchez Mata y Magdie Ochoa Zuviate, realizaran la evaluación técnica de un movimiento en masa que afectó dicho tramo de carretera.

Los trabajos de campo coordinados con el Ing. Jacx García Candioti, de la Municipalidad Provincial de Castrovirreyna, se realizaron el 24 de octubre del 2011.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Castrovirreyna de la región Huancavelica. 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 lugareños, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

2. ASPECTOS GENERALES

Políticamente la zona inspeccionada se ubica dentro del distrito de Ticrapo, provincia Castrovirreyna, región Huancavelica (Figura 1), cuyas coordenadas centrales UTM (WGS-84) son: Norte: 8518700, Este: 454660

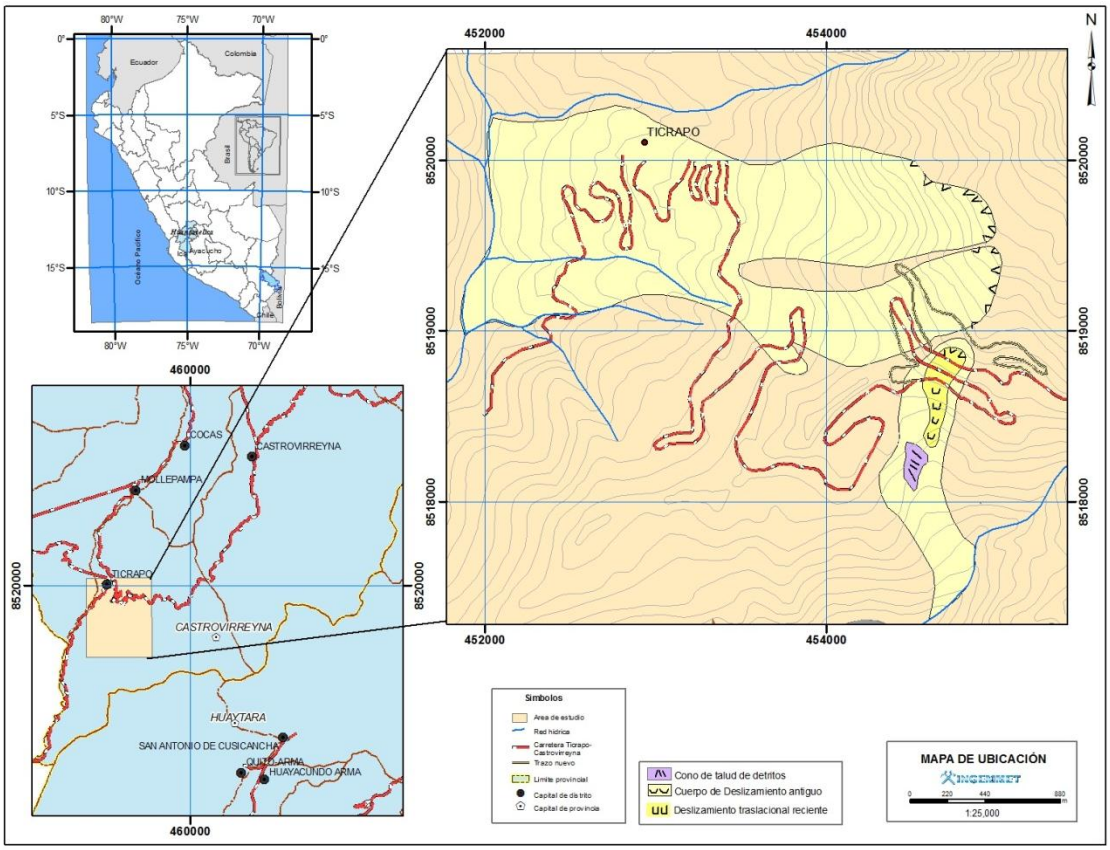

Figura 1: Ubicación de la zona de estudio.

Morfológicamente se encuentran en la cordillera Occidental, las alturas para los sectores de Ticrapo y Chacoya son de 2518 y 2825 msnm, respectivamente; mientras que las cimas montañosas alcanzan los 4400 msnm (Cerro Jayana).

El acceso hacia la zona de estudio se realiza por vía terrestre desde Lima, utilizando en primer lugar la carretera Panamericana Sur, hasta llegar al desvío en la localidad de Pisco, se sigue por la carretera Los Libertadores Wari, hasta el desvío de Pampano, desde donde se accede al distrito de Ticrapo, de allí se continua hacia el anexo de Chacoya. También se puede acceder a la zona utilizando la carretera Central, pasando por las localidades de La Oroya, Huancayo, Izcuchaca, Huancavelica, Castrovirreyna, hasta llegar al poblado de Chacoya.

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 100 a 500 mm, y para el período de precipitación acumulado en el evento del fenómeno “El Niño” 1997/1998, fue de 400 a 600 mm.

Según el mapa de clasificación climática del Perú (SENAMHI, 1988), entre los 2000 y 4000 msnm (altitudes entre las que se encuentra la zona de estudio), se tienen los siguientes climas:

a.- E(d) B'_1H_3: Zona desértica semicálida, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, con humedad relativa, considerada húmeda; comprendida entre los 0 y 2000 msnm.

b.- C(o,i,p)B'_2H_3: Zona semidesértica, templada, con deficiencia de lluvias en otoño, inverno y primavera, con humedad relativa considerada como húmeda; comprendida entre los 2000 y 3000 msnm. En esta zona se ubica puntualmente la zona de estudio.

c.- C(o,i,p)$C'H_3$: Zona de clima frío, semiseco, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda, comprendida entre los 3000 y 4000 msnm.

d.- B(i)$D'H_3$: Zona de clima semifrígido, lluvioso, con deficiencia de lluvia en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda. Se localiza sobre los 4000 msnm.

La vegetación presente en la zona es de tipo matorral desértico montano bajo subtropical; vegetación escasa y de tipo xerofítico, durante la época de lluvias se desarrolla una cubierta temporal de hierbas efímeras, las especies cactáceas son escasas, en las laderas pronunciadas de los cerros se tienen achupallas y la pacpa. En los cursos de agua, el monte ribereño está conformado por el sauce, aliso, chilcas y pájaro bobo (INRENA, 1995).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

Regionalmente el substrato rocoso está compuesto por rocas de naturaleza sedimentaria y volcánica (Figura 2); así se tienen las siguientes formaciones geológicas:
Grupo Yura: de edad jurásico, forman la base del cerro Jayana, afloran en la zona de estudio dos de las formaciones que conforman este Grupo:

a.- Formación Cachios: conformada por lutitas muy deleznables y areniscas con nódulos calcáreos.
b.- Formación Labra: Conformada por areniscas cuarzosas gris blanquesinas, intercaladas con areniscas calcáreas, también se tiene lutitas negras.

Formación Tantará: conformada por flujos andesíticos a dacíticos porfiríticos de color gris a violáceos, areniscas intercaladas con limolitas, tobas lapillíticas de color gris claro.

Se tienen rocas intrusivas de tipo dioritas, de edad Paleógeno-Neógeno, que afloran en la margen izquierda del río Santuario o Castrovirreyna, frente a la zona de estudio.

Localmente en la zona de estudio se encuentra una intercalación de lutitas negras, deleznables, intercaladas con areniscas, secuencias que corresponderían a las formaciones Cachios y Labra (Foto 1). La estratificación de las capas de roca

presentan rumbos y buzamientos que varían de N73°E - 44°SE, S75°E - 47°SO, NS - 60°O, S40°E - 31°NE, S78°E - 18°SE, S45°E-48°SO, NS-52°O y S6°E-65°SO.

La localidad de Ticrapo se ubica en la margen izquierda del río Pisco, sobre depósitos superficiales de origen coluvial (cuerpo de deslizamiento antiguo), la localidad de Chacoya y el tramo de carretera afectado por el movimiento en masa se localizan en la margen derecha del río Santuario o Castrovirreyna, ocupan la ladera sur del cerro Jayana, cuya pendiente general es de 30° a 35°.

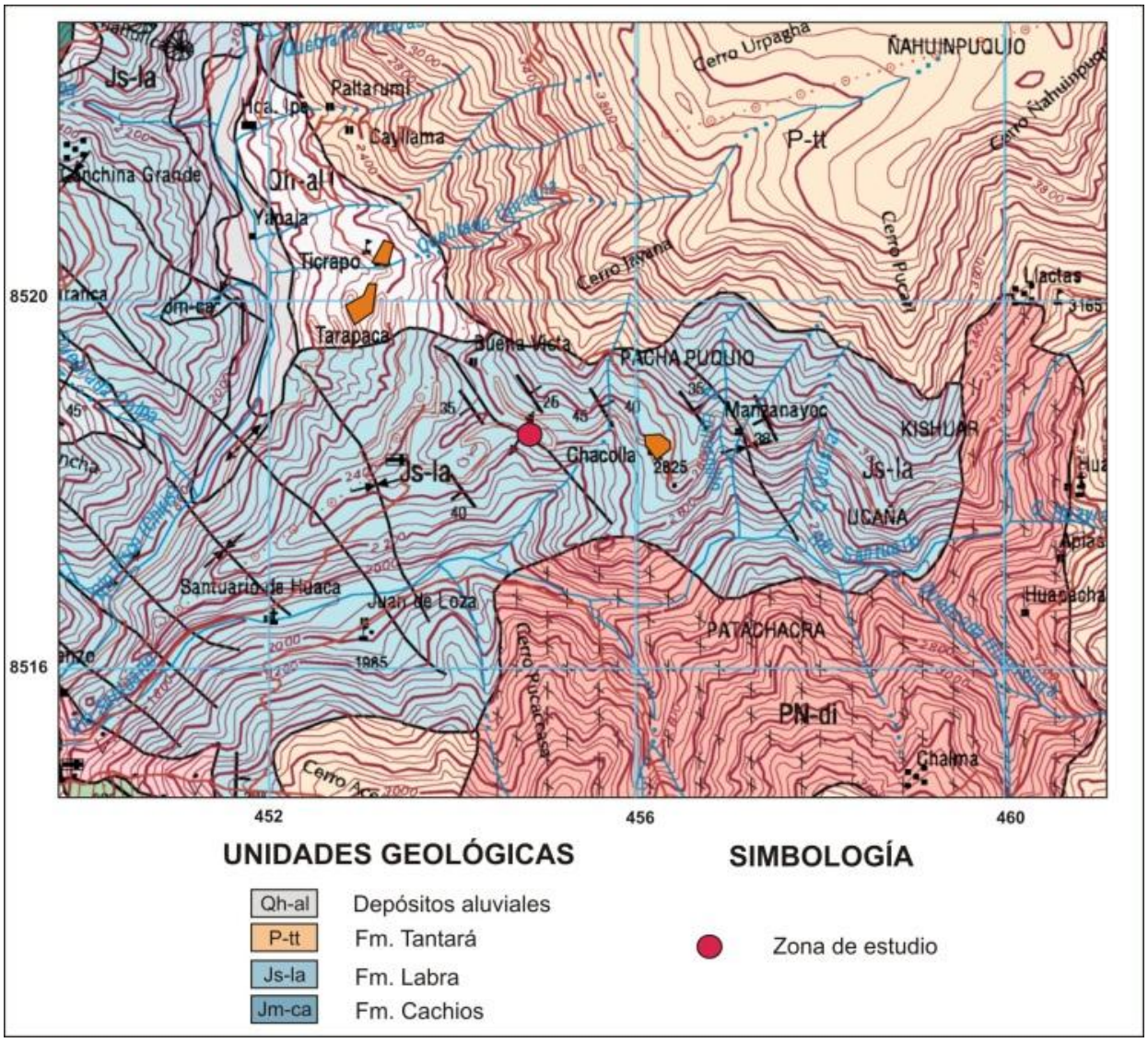

Figura 2: Mapa geológico de la zona de estudio (Quispesivana, L., y Navarro, P., 2002).

Foto 1: Secuencia sedimentaria conformada por lutitas negras muy deleznables y fracturadas, que se inclinan a favor de la pendiente.

4.0 PELIGROS GEOLÓGICOS: DESLIZAMIENTO EN LA CARRETERA TICRAPO-CHACOYA-CATROVIRREYNA

Durante la inspección del tramo carretero (kms 39+450 al 44+200) que une los distritos de Ticrapo y Castrovirreyna, se determinó que fue afectada por un movimiento en masa de tipo deslizamiento traslacional, que afectó tres desarrollos de la vía que se encuentra trazada en la ladera sur del cerro Jayana.

Antecedentes del evento: En este acápite se debe mencionar que la interpretación de imágenes satelitales disponibles en Google Earth, así como a los trabajos de campo realizados en la región Huancavelica, enmarcados estos dentro del proyecto GA-25C de la DGAR, los cuales se realizaron en los meses de junio y agosto del presente, permitieron determinar la existencia del deslizamiento que afectó la carretera y que a continuación se describe brevemente:

Primero: En las imágenes satelitales Google Earth del año 2009, es posible observar la presencia de una incipiente escarpa de deslizamiento, a manera de una línea que corta la carretera (imagen 1), se trata principalmente de una grieta, la cual manifestaba el inicio del deslizamiento.

Segundo: Durante los trabajos de campo del proyecto GA-25C, realizado por la DGAR en la región Huancavelica en junio del 2011, se identificó la presencia del deslizamiento en éste tramo de la carretera que une los distritos de Ticrapo y Castrovirreyna. El deslizamiento se manifestaba como de tipo traslacional, controlado por la existencia de estratificación a favor de la pendiente de la ladera, así como al intenso fracturamiento en las rocas (lutitas negras, muy fisibles).

Este deslizamiento producía asentamientos del orden de 0,15 a 0,20 m, en la carretera, así como un agrietamiento abierto en la zona del plano del deslizamiento (Fotos 2 a la 5).

En la segunda campaña de campo del proyecto GA-25C, realizados en el mes de agosto, se inspeccionó la zona del deslizamiento, evidenciándose la existencia de asentamientos más pronunciados en los tres desarrollos de carretera, que alcanzaban los 0,40 m y hacían difícil el tránsito por la zona.

Imagen 1: Imagen Google Earth, del año 2009, donde se hace un zoom de la zona afectada por el deslizamiento traslacional (línea amarilla), en este periodo éste se manifestaba como una grieta que cortaba los tres desarrollos de carretera.

Fotos 2: Vista de la plataforma de carretera, donde es posible observar los asentamientos producidos por el deslizamiento. (29 de junio de 2011)

Foto 3: Se señala con línea roja el plano del deslizamiento manifestado en la ladera, plataforma y el talud de corte de carretera. (29 de junio de 2011)

Fotos 4 y 5: Vistas donde es posible observar el plano del deslizamiento traslacional, cortando el talud superior de corte de carretera. (29 de junio de 2011)

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).

Para el caso del tramo de carretera comprendido entre las progresivas 39+450 al 44+200, localizado entre los distritos de Ticrapo y Castrovirreyna, el deslizamiento fue condicionado por:

- La pendiente general de la ladera del cerro Jayana que alcanza en algunos casos más de 30°, en el cual se ha realizado el trazo de los tres desarrollos de la carretera. La pendiente local de la ladera, en la zona donde se produjo el deslizamiento, puede alcanzar los 45° (Foto 6).

- El substrato rocoso presente en la zona, con alternancia de rocas competentes e incompetentes, principalmente de tipo lutitas negras, muy fisibles y deleznables en algunos sectores, se considera una roca de mala calidad, con poca resistencia al esfuerzo cortante (Foto 7).

- La dirección de buzamiento y el buzamiento (inclinación) de las capas lutitas (195°-47°), a favor de la pendiente de la ladera (también inclinada ligeramente hacia el suroeste), que condicionaron la existencia de planos de debilidad (Foto 8).

- El fracturamiento intenso presente en las rocas lutitas (Foto 9), cuyas principales familias de fracturas, junto con los planos de estratificación, favorecieron la rotura de la ladera de forma planar y en cuñas.

- La actividad tectónica pasada, que se manifiesta en la presencia de ejes de estructuras anticlinales y sinclinales en la zona; es por ello que se encuentra muy fracturada, y los rumbos y buzamientos de los estratos rocosos cambian en cortas distancias.

- No se encontró evidencia de filtraciones de agua, que hagan suponer la saturación del terreno antes de producirse el deslizamiento.

-

Foto 6: Vista panorámica de la zona de deslizamiento, donde se observa la pendiente general de la ladera (30°).

Foto 7: Lutitas negras muy fisibles, localizadas encima del deslizamiento, donde se está construyendo la variante de carretera.

Foto 8: Inclinación de la secuencia de lutitas a favor de la pendiente de ladera, muy desfavorable para la estabilidad de la misma.

Foto 9: Vista donde se puede apreciar el grado de fracturamiento y calidad geomecánica de las lutitas.

Descripción del deslizamiento: En forma general se describe al deslizamiento en su etapa inicial como un movimiento en masa muy lento, cuya velocidad de desplazamiento cambió en su etapa final a un movimiento rápido.
El deslizamiento presenta una zona de arranque regular, con una superficie de falla plana muy inclinada, que junto con el fracturamiento intenso de la roca favorecieron la formación del deslizamiento. El material colapsado de desplazó ladera abajo a lo largo de unos 600 m en línea inclinada, hasta llegar a una zona de ladera de menor pendiente (10°-15°) en donde el material se confinó y depositó (Figura 3 y 4; Fotos 10, 11 y 12). Se tomaron las siguientes dimensiones en el deslizamiento:

- Ancho de escarpa: 140 m
- Salto principal: 70 m
- Angulo de inclinación de la superficie de falla: 60°
- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 300 m
- Longitud horizontal corona a punta: 600 m
- Dirección (azimut) del movimiento: 205°
- Longitud total (inclinada): 700 m
- Área del deslizamiento: 72830 m^2 (0.072 km^2)
- Volumen de material: se estima un volumen aproximado de 109 245 m^3 de material desplazado.
- Deposito conformado por material gravo-areno limoso, con abundantes bloques que pueden superar 1 m de longitud.

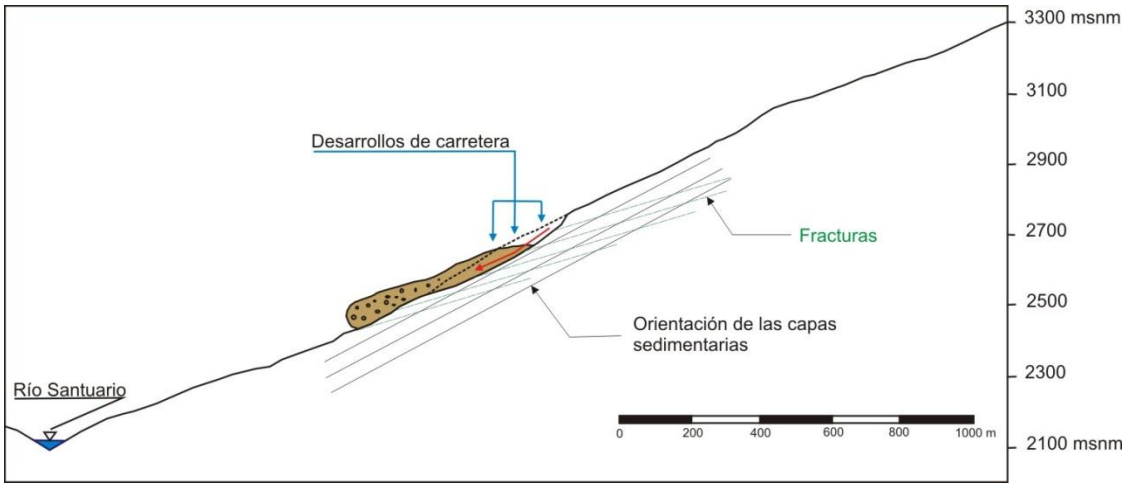

Figura 3: Esquema del perfil del deslizamiento, donde se señala la ubicación de los tres desarrollos de carretera afectados y la distancia que alcanzo la masa deslizada.

Foto 10: Flanco izquierdo del deslizamiento, donde se puede observar los escarpes menores **del** deslizamiento (deslizamiento retrogresivo) en la plataforma de carretera, zona inestable.

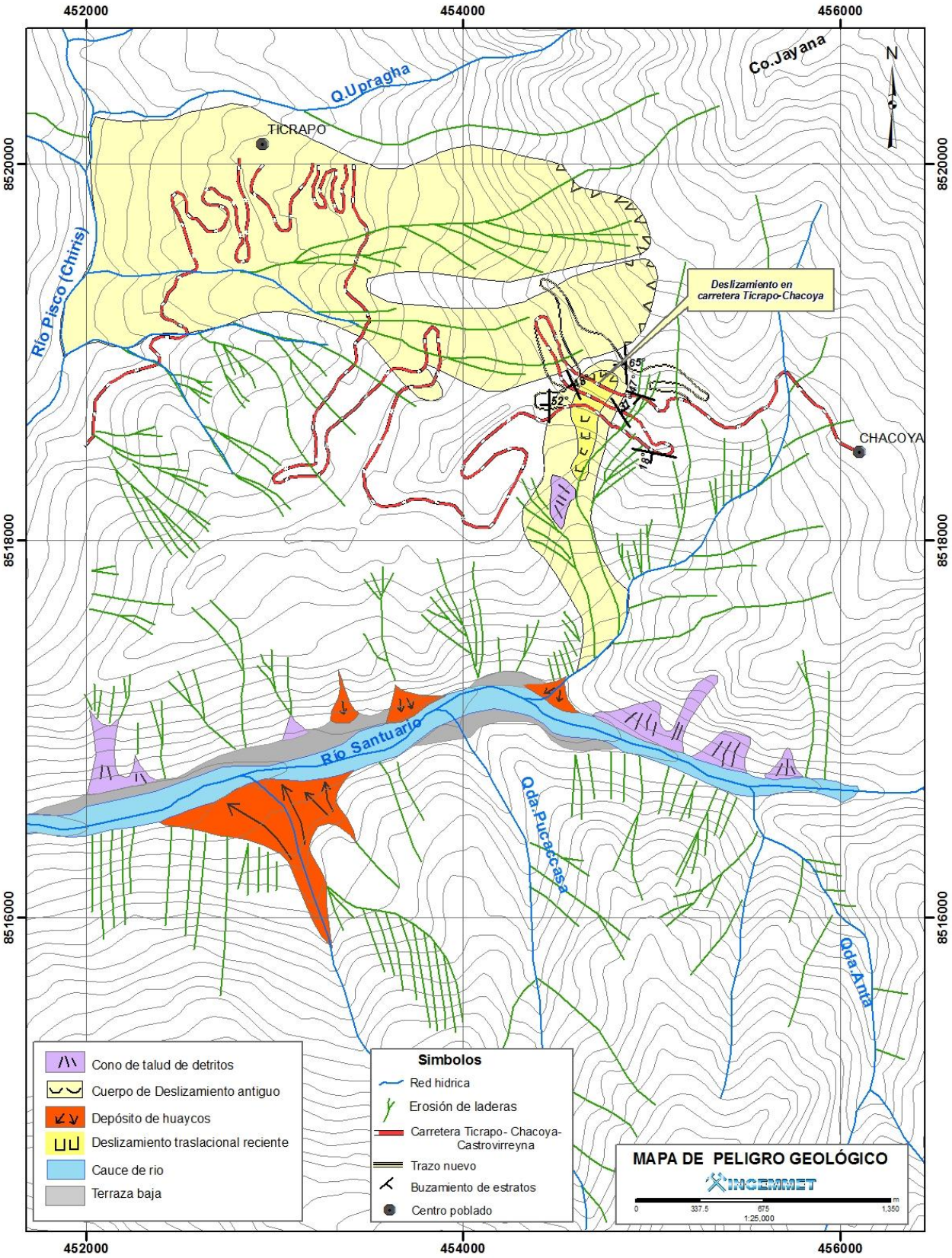

Figura 4: Mapa de peligros geológicos en el tramo de carretera Ticrapo-Chacolla-Castrovirreyna.

Foto 11Vista desde el flanco izquierdo del deslizamiento, donde se puede observar la escarpa del deslizamiento, su ángulo de inclinación y el control litológico existente. Con flechas rojas se señala la ubicación de los desarrollos de carretera destruidos.

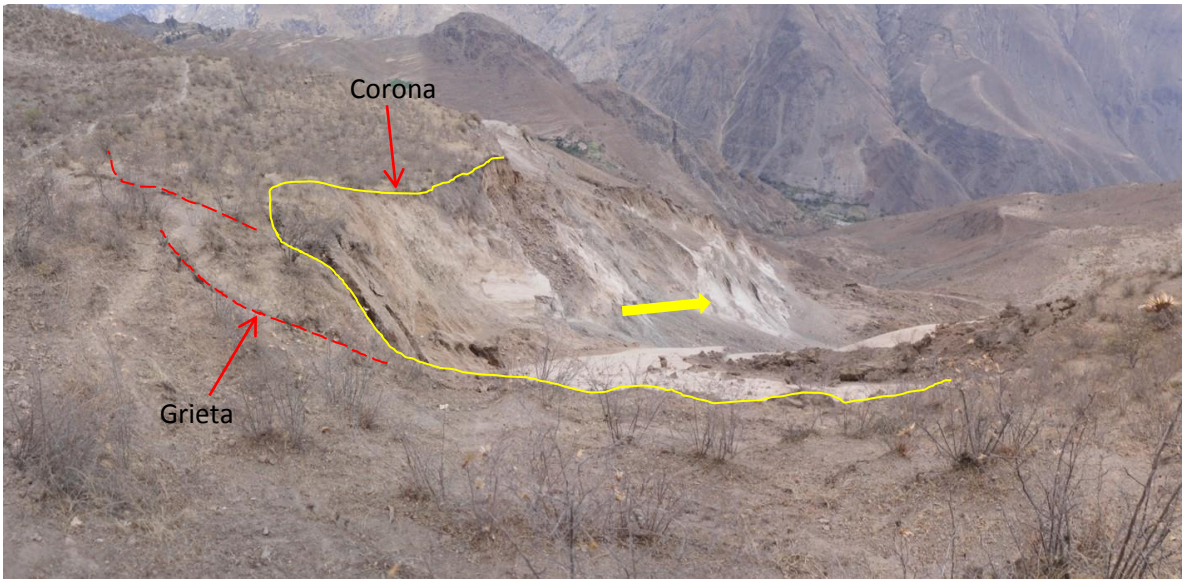

Foto 12: Vista ladera abajo desde encima de la corona del deslizamiento. Es posible observar la presencia de agrietamientos abiertos encima de la corona principal.

Daños causados: este deslizamiento traslacional destruyo totalmente la carretera que une los distritos de Ticrapo y Castrovirreyna, a lo largo de tres desarrollo entre los km 39+450 al 44+200, según el detalle:

- En el 1er desarrollo destruyo 152 m de carretera.
- En el 2do desarrollo destruyo 146 m de carretera.
- En el 3er desarrollo destruyo 140 m de carretera

5.0 CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO Y DE LA VARIANTE DE CARRETERA

Las características condicionantes que provocaron la ocurrencia del deslizamiento, persisten en la ladera del cerro Jayana, por lo que se debe tener presente la alta probabilidad de nuevos deslizamientos; esta apreciación se sustenta en dos condiciones observadas en la zona afectada por el deslizamiento:

1.- Presencia de grietas de corona abiertas (5 cm), con movimiento vertical por encima de la escarpa principal del deslizamiento, lo que determinaría su actividad retrogresiva en esta sector (Fotos 13 y 14).

2.- Presencia de agrietamientos abiertos (2 cm) a unos 70 m del flanco derecho del deslizamiento, lo que determinaría que el deslizamiento continuará ensanchándose (Foto 15) y pone en peligro un poste eléctrico de alta tensión localizado muy cerca del deslizamiento (Foto 16).

Foto 13: Se señala con la flecha roja la presencia de grietas abiertas por detrás de la corona de deslizamiento.

Foto 14: Detalle de las grietas abiertas ubicadas encima de la corona del deslizamiento.

Foto 15: Vista donde se señala con flecha roja las grietas que cortan la plataforma de carretera, localizada a 70 m del flanco izquierdo del deslizamiento.

Foto 16: En la vista se muestra (flecha roja) la ubicación de poste de trasmisión eléctrica, ubicado muy cerca de la zona de deslizamiento.

Respecto al trazo en la variante de la carretera, el cual se encuentra por encima del deslizamiento traslacional activo, es necesario mencionar lo siguiente:

- Esta variante de carretera ha sido trazada en el cuerpo de un deslizamiento antiguo que afecto el lado este de la ladera del cerro Jayana; se puede observar la presencia de rocas de tipo lutitas y areniscas muy fracturadas, expuestas en los cortes de talud (ubicado con las letras A y B en la figura 4) (Fotos 17 y 18).

- Se debe tener presente que durante la inspección en el trazo de la variante de carretera, se identificó la presencia de una zona irregular, con algo de hundimiento en las coordenadas 8519022 N y 454448 E (UTM, WGS-84), la cual debe ser vigilada constantemente (ubicado con la letra C en la figura 4) (Foto 19).

Fotos 17 y 18: Vistas donde se puede observar el grado de fracturamiento presente en las rocas areniscas y lutitas, por donde ha sido trazado la variante de carretera.

Foto 19: Vista de zona donde se presenta irregularidades y hundimiento en la variante de carretera.

CONCLUSIONES

1. El deslizamiento traslacional producido en la ladera Sur del cerro Jayana, afectó la carretera que une los distritos de Tricrapo-Chacolla y Castrovirreyna, entre las progresivas 39+450 al 44+200; los daños se produjeron a través de tres desarrollos de carretera, resultando destruidos totalmente 152 m, 146 m y 140 m de la plataforma. La destrucción de este tramo carretero afectó el tránsito de personas, vehículos, así como el intercambio comercial entre los distritos, generando desabastecimiento en la localidad de Castrovirreyna.

2. Este movimiento en masa fue condicionado por los siguientes factores:
   - Pendiente general en la ladera del cerro Jayana (30°), en el tramo que corresponde a los tres desarrollos de la carretera. La pendiente local de la ladera, en la zona donde se produjo el deslizamiento, puede alcanzar los 45°.
   - Substrato rocoso conformado por una alternancia de rocas competentes e incompetentes; principalmente de tipo lutitas negras, muy fisibles y deleznables.
   - La dirección de buzamiento y el buzamiento (inclinación) de las capas de tipo lutitas (195°-47°), a favor de la pendiente de la ladera (también inclinadas hacia el suroeste), que condicionaron la existencia de planos de debilidad.
   - El fracturamiento intenso presente en las lutitas, cuyas principales familias de fracturas junto con los planos de estratificación favorecieron la rotura de la ladera en forma planar y cuñas.
   - La actividad tectónica pasada, que se manifiesta en la presencia de rocas plegadas (anticlinales y sinclinales) en la zona; encontrándose una zona muy fracturada, y variación en rumbos y buzamientos de los estratos rocosos en cortas distancias.

3. Dado que las condiciones actuales de inestabilidad en la ladera continúan, la presencia de grietas abiertas por encima de la corona y en el flanco izquierdo del deslizamiento, esta zona se constituye de **PELIGRO INMINENTE**, en temporadas de lluvia y con la ocurrencia de movimientos sísmicos.

4. Las observaciones de campo e interpretaciones geológicas sugieren que la variante de carretera atraviesa el cuerpo de un deslizamiento antiguo, con presencia de asentamientos en la plataforma. Dada la necesidad de contar con una variante de carretera que permita la comunicación entre estos dos distritos, se requiere que este nuevo trazo debe de ser constantemente monitoreado.

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 de la ladera continua, se debe de prohibir el paso de personas y animales por la zona del deslizamiento, ya que nuevas reactivaciones pueden poner en riesgo su seguridad física.

2. Relleno y sellado de grietas abiertas, localizadas sobre la corona de deslizamiento y en el flanco izquierdo del deslizamiento, para evitar la infiltración de agua en la siguiente estación de lluvias, que favorecerían la saturación de los materiales y aceleraría su colapso.

3. Dado que la pendiente dejada por el plano de deslizamiento es de unos 60° aproximadamente y lo inestable del terreno, la recuperación de la plataforma de carretera por este sector deberá ser descartado.

4. La alternativa de variante del trazo de carretera, ya construido, deberá ser monitoreado:

   a.- El tramo de variante de carretera que pasa por encima del deslizamiento activo debe ser rigurosamente monitoreado, en cuanto a la aparición de asentamiento en la plataforma de carretera, así como a la generación de nuevos deslizamiento, ocurridos por encima de la corona del deslizamiento activo.
   b.- De igual manera el tramo de variante de carretera trazado por el cuerpo del deslizamiento antiguo, puesto que los cortes realizados en la ladera pueden haber desestabilizado el terreno, además que ya se evidenció un asentamiento en su plataforma.

5. Realizar trabajos de protección contra la erosión de laderas. En este caso detener la profundización y ensanchamiento de las cárcavas localizadas cerca de la zona del deslizamiento, que alcanzan a tener hasta 1,5 m de ancho y 3 m de profundidad. Estos trabajos se pueden realizar mediante la colocación dentro de la cárcava de muros transversales a la dirección del flujo; estos diques pueden ser construidos con muros secos, palos o de concreto. Estas estructuras servirán para retener los materiales acarreados por las cárcavas.

REFERENCIAS

Instituto Nacional de Recursos Naturales (1995) - Mapa ecológico del Perú: guía explicativa. Lima: INRENA. 225 p.

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

Zavala, B. (2011) - *Inspección técnica del derrumbe en la localidad de Tuti. Distrito de Tuti, provincia de Cailloma, región Arequipa.* Lima: INGEMMET, 14 p. (Disponible A.T. Ingemmet A6579).