

Informe Técnico N° A6698

EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEODINÁMICA DEL DESLIZAMIENTO DE TARABAMBA

REGIÓN ANCASH, PROVINCIA DE SIHUAS,
DISTRITO DE CASHAPAMPA,
PARAJE DE TARABAMBA



POR:

RONALD CONCHA NIÑO DE GUZMÁN

OCTUBRE 2015

EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEODINÁMICA DEL DESLIZAMIENTO DE TARABAMBA, (DISTRITO DE CASHAPAMPA, PROVINCIA DE SIHUAS, DEPARTAMENTO DE ANCASH)

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	2
3. GEODINÁMICA EXTERNA	5
4. CARACTERIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DE TARABAMBA	6
4.1 ZONA DE ARRANQUE	6
4.2 ZONA DE TRANSPORTE.....	8
4.3 ZONA DE ACUMULACIÓN	10
5. CONDICIONANTES Y DETONANTES.....	16
6. PROPUESTA DE REUBICACIÓN.....	18
6.1 MEDIDAS A CONSIDERAR EN LOS TERRENOS DE REUBICACIÓN	20
7. MEDIDAS PARA CONTROLAR LAS EROSIONES EN CÁRCAVAS	21
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUCCIÓN

El caserío de Tarabamba, se ubica el distrito de Cashapampa, provincia de Sihuas, departamento de Ancash, a 4,5 km al sureste de la ciudad de Sihuas (fig. 1).

El día 13 de septiembre del presente, se reactivó un deslizamiento antiguo de grandes dimensiones, que se originó en la parte alta del cerro Copcho. Este fenómeno geodinámico provocó la destrucción de 29 viviendas, locales públicos, áreas de cultivo, servicios básicos y el colapso de un tramo de la carretera de acceso.

El caserío de Tarabamba se ubicaba sobre el cuerpo de un antiguo deslizamiento.

Geológicamente se encuentran secuencias de rocas sedimentarias de edad Cretácica, muy cerca al eje de un sinclinal importante de extensión regional.

Mediante la inspección de campo, se pudo observar al menos tres escarpes principales en la parte alta del cerro Copcho. En el cuerpo del deslizamiento, numerosos sistemas de grietas tensionales, escarpe secundarios de hasta 30m de salto, cárcavas activas que se desarrollan hasta la corona principal y masas de terreno basculados, configurando de esta manera un relieve intensamente deformado.

La evaluación geológica y geodinámica se realizó a solicitud de la Municipalidad provincial de Sihuas con Oficio N° 136-2015/MDC/A, el trabajo de campo se efectuó los días 30 de septiembre y 01 de octubre del presente año a cargo del geólogo Ronald F. Concha Niño de Guzmán de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, quien realizó el cartografiado y la evaluación de peligros geológicos, así como la propuesta de reubicación del caserío de Tarabamba.

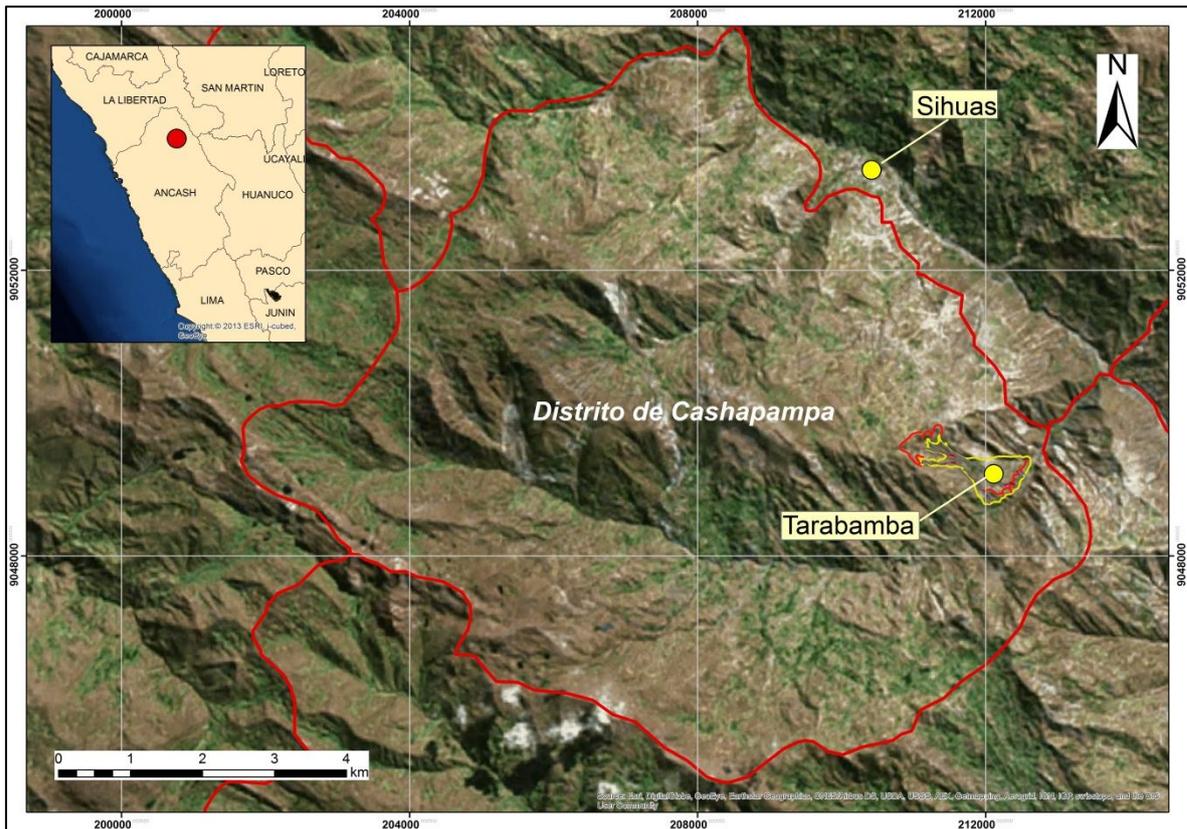


Fig. 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La zona de Tarabamba y alrededores, afloran ampliamente secuencias de rocas sedimentarias, al sur formando el eje de un anticlinal donde destacan las limoarcillitas y areniscas blanquecinas de la Formación Chicama del Jurásico Superior, sobreyaciendo a estas rocas aparecen areniscas cuarzosas de la Formación Chimú, luego una intercalación de lutitas, calizas y areniscas de la Formación Santa – Carhuaz, y hacia el núcleo del sinclinal areniscas de la Formación Farrat (foto 1) infrayaciendo a calizas, lutitas, margas y areniscas de las formaciones Pariahuanca, Chulec y Pariatambo (foto 2) de edad Cretáceo inferior (Wilson, 1967; Molina, 1993; Sanchez, 1995) (fig. 2).

El deslizamiento de Tarabamba se originó en la margen izquierda del río Pasacancha la parte alta del cerro Copcho, sobre areniscas y calizas de la Formación Santa – Carhuaz y areniscas de la Formación Farrat. El depósito del deslizamiento, donde se encuentra el caserío de Tarabamba está conformado principalmente por fragmentos subangulosos de areniscas blancas y en menor proporción fragmentos de calizas, envueltos en matriz limo arcillosa, lo que favoreció la evolución del deslizamiento (foto 3).



Foto 1: Areniscas blancas de la Formación Farrat



Foto 2: Intercalación de lutitas y calizas de la Formación Pariahuanca



Foto 3: Vista a la parte alta, desde el cuerpo del deslizamiento de Tarabamba.

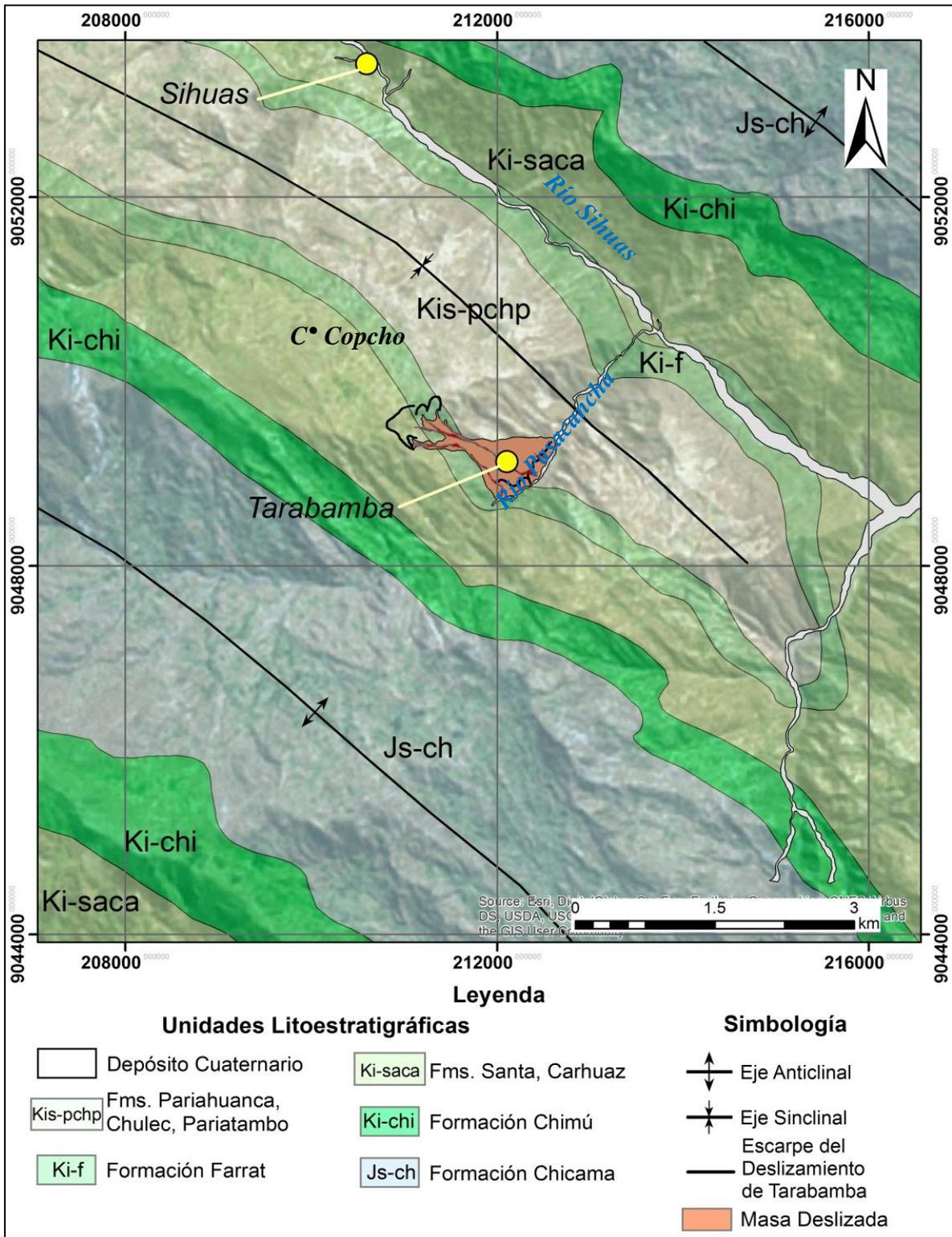


Fig. 2: Mapa geológico de la zona de estudio y alrededores. Fuente Sanchez, A.1995

3. GEODINÁMICA EXTERNA

Las características geológicas (litológicas y estructurales), geomorfológicas (pendientes abruptas) y climática (lluvias extraordinarias), sumadas a la ocurrencia de sismos históricos, fueron las condicionantes y detonantes principales para la ocurrencia del deslizamiento antiguo de Tarabamba. Este fenómeno formó un depósito de pendiente moderada ($20^{\circ} - 25^{\circ}$) y relativamente estable, con un suelo y un clima óptimo para la agricultura, en estas condiciones se estableció y desarrolló el caserío de Tarabamba (fig. 3).

El día 13 de septiembre se reactivó el deslizamiento antiguo, generándose nuevos deslizamientos de grandes dimensiones, afectando 29 viviendas (24 totalmente destruidas y cinco en estado de inhabitabilidad, según cifras del INDECI, 2015), dos locales públicos, 26 Has de áreas de cultivo, servicios básicos y el colapso de aproximadamente 250 m de carretera (fig. 4).

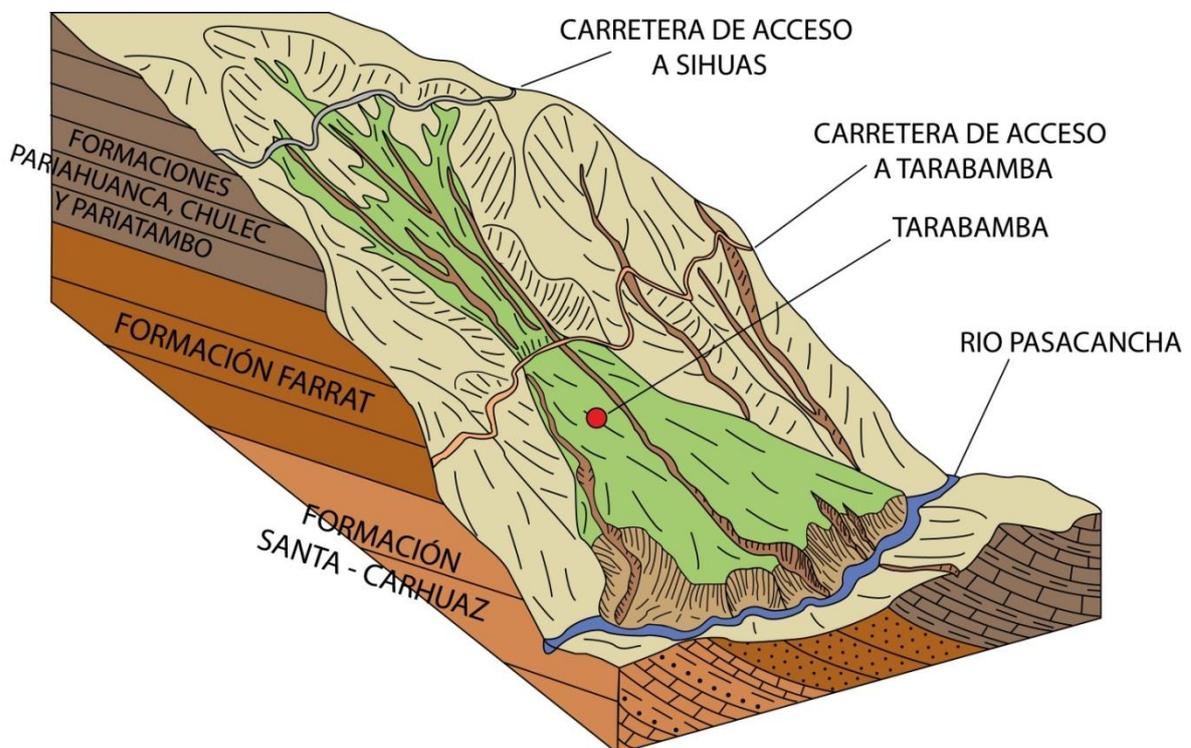


Fig. 3: Esquema geodinámico del deslizamiento de Tarabamba, antes del evento desarrollado en septiembre del 2015.

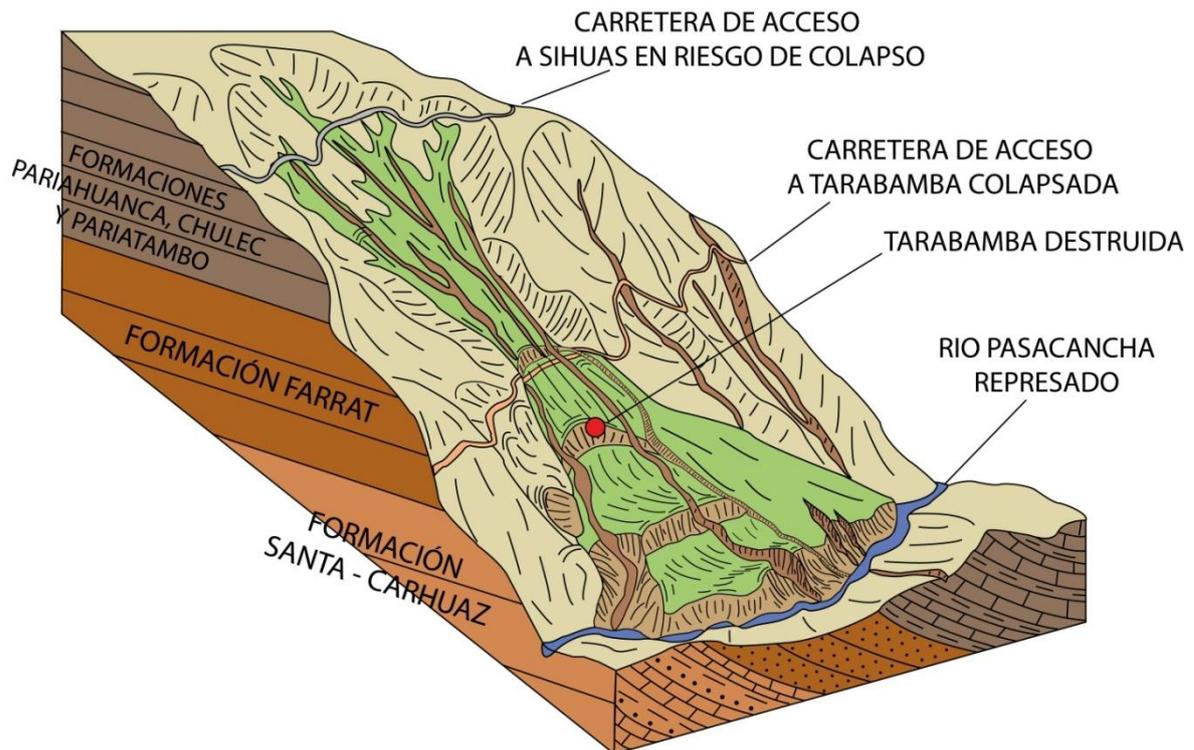


Fig. 4: Esquema geodinámico del deslizamiento de Tarabamba, después del evento desarrollado en septiembre del 2015.

4. CARACTERIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DE TARABAMBA

En términos generales, se trata de un deslizamiento reactivado de tipo rotacional, de aproximadamente 0.6 km² de área, en donde se puede reconocer tres sectores claramente diferenciados; uno de arranque o de escarpes principales, de transporte o intermedia, y de acumulación (fig. 5).

4.1 ZONA DE ARRANQUE

La zona de arranque o de escarpes principales, se ubica en el cerro Copcho, a 930 m por encima del cauce del río Pasacancha (afluente del río Sihuas). En este sector se puede apreciar al menos cuatro escarpes antiguos E1, E2, E3 y E4, los cuales son cortados por la vía asfaltada de acceso a la localidad de Sihuas (fig. 6), los escarpes E1 y E2, son los de mayor longitud, con 130 y 200 m respectivamente (foto 4), mientras que los escarpes E3 y E4 tienen 100 y 90 m respectivamente.

La zona más inestable corresponde a los escarpes E1 y E2, donde se presenta una fuerte erosión en cárcavas activas (Foto 5), y grietas tensionales de características retrogresivas, es decir su evolución dinámica se desarrolla pendiente arriba, en estas condiciones de inestabilidad, la vía asfaltada puede colapsar.

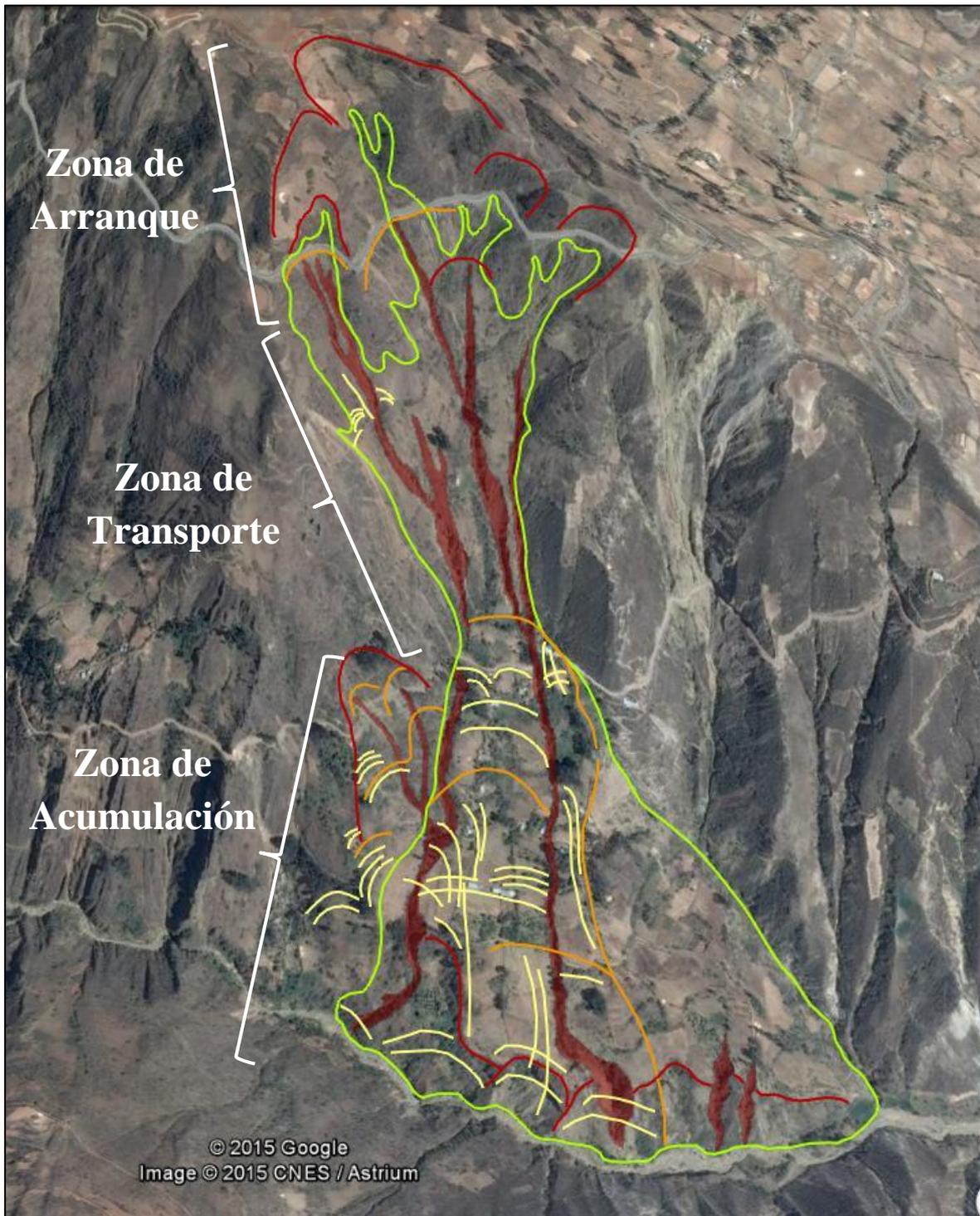


Fig. 5: Zonificación del deslizamiento de Tarabamba, mostrando en línea verde el cuerpo del deslizamiento, en líneas rojas los escarpes de deslizamientos antiguos, en líneas naranjas los escarpes de deslizamientos activos, en líneas amarillas las fracturas y grietas tensionales y los polígonos rojos representan las cárcavas activas.

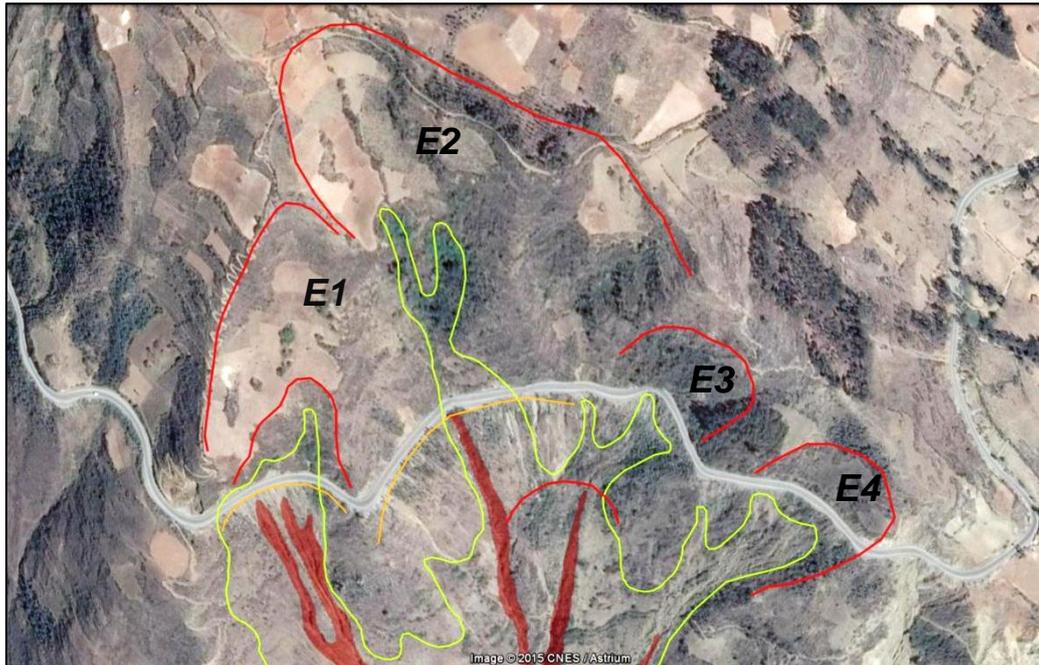


Fig. 6: Zona de Arranque del deslizamiento de Tarabamba, mostrando los escarpes principales.



Foto 4: Vista de los escarpes principales desde el pie del deslizamiento.



Foto 5: Escarpe E2, que se encuentra activo pendiente abajo de la vía asfaltada de acceso a la ciudad de Sihuas.

4.2 ZONA DE TRANSPORTE

La zona de transporte o intermedia, tiene una pendiente fuerte de entre 50° – 55° , y corresponde a la parte superior de la masa deslizada del deslizamiento antiguo de Tarabamba; este sector está atravesado por al menos cinco ramales de cárcavas activas (fig. 7) y (foto 7), lo que la convierte en una zona inestable y de mucha erosión.

Tras los últimos eventos geodinámicos ocurridos en el mes de septiembre, esta zona de transporte se vio también muy afectada, principalmente en la parte más occidental presentándose numerosas grietas tensionales que son el reflejo de los grandes movimientos producidos en la parte baja del cuerpo del deslizamiento.

Las grietas observadas, son en su mayor parte transversales a la dirección del deslizamiento, aunque también existen grietas longitudinales asociadas a las cárcavas activas, estas grietas tienen aperturas de hasta 50 cm (foto 6) y el número de ellas se ha incrementado luego del evento ocurrido el día 13 de septiembre.

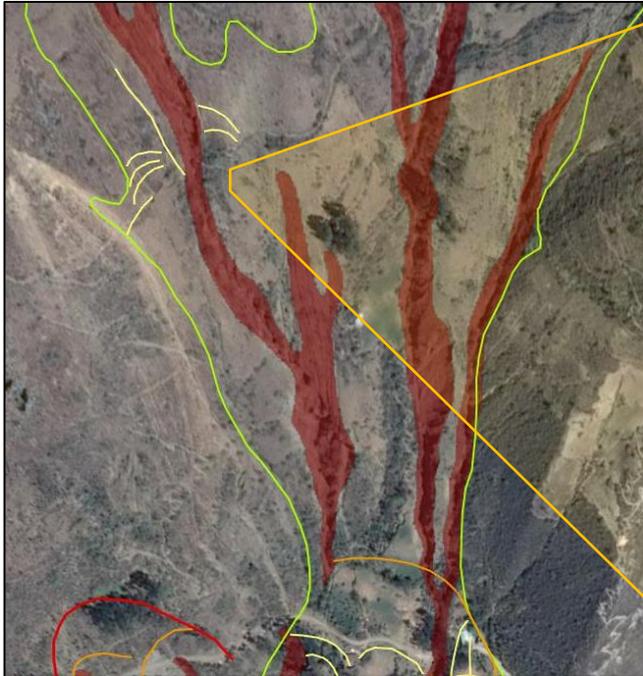


Fig. 7: Zona de transporte del deslizamiento de Tarabamba, mostrando las grietas tensionales originadas en la parte alta.



Foto 6: Grietas tensionales con aperturas de hasta 50cm.



Foto 7: Cárcava activa en la zona de transporte.

4.3 ZONA DE ACUMULACIÓN

La zona de acumulación, antes del evento ocurrido en septiembre de este año tenía una pendiente moderada de entre 20° y 25°, tras la reactivación del deslizamiento, cambio a un promedio entre 15° a 20° (foto 8), esta variación topográfica evidencia la magnitud del evento, pues, se aprecia una deformación intensa, que consecuentemente destruyó el caserío de Tarabamba.

Debido a la gran cantidad de estructuras de deformación en el terreno, se ha configurado un relieve en forma de escalones con saltos muy bien diferenciados, la descripción en el presente apartado se dividió en tres partes (fig. 8).



Foto 8: Pendiente actual de la zona de acumulación.

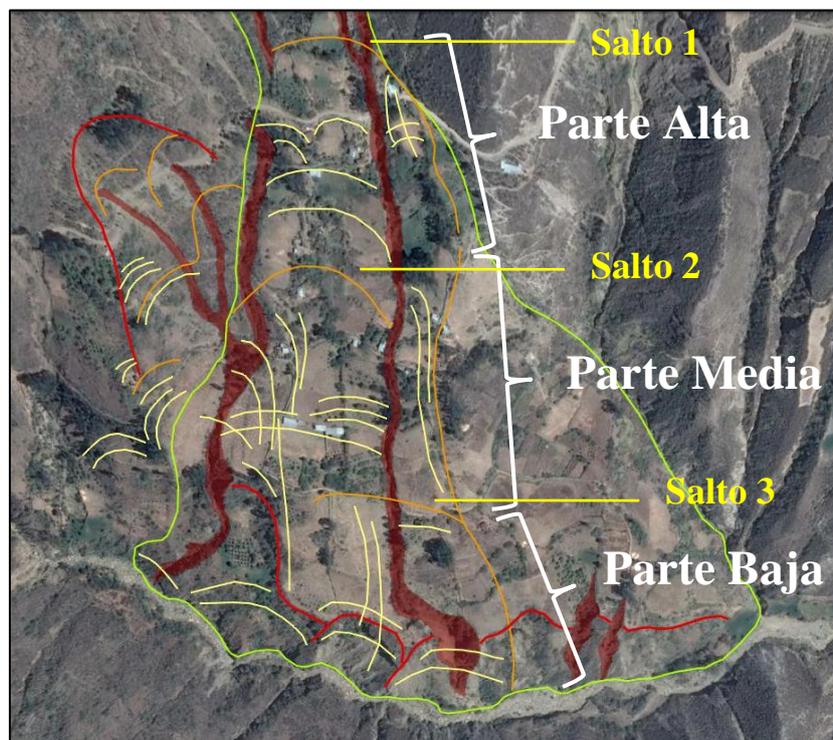


Fig. 8: Zona de acumulación del deslizamiento de Tarabamba, dividida en tres sectores.

a) PARTE ALTA

Este sector, se inicia en el escarpe, denominado como “salto 1”, tiene 30 m de altura. Destruyó la vía carrozable de acceso al caserío de Tarabamba, viviendas y campos de cultivo (fotos 9 y 10). Se muestra árboles inclinados.

Esta zona se caracteriza por presentar agrietamientos y escarpes secundarios con saltos de hasta 10m, los deslizamientos superficiales tienen un recorrido de hasta 30 m, este sector culmina en otro escarpe importante, denominado “salto 2” (foto 11).



Foto 9: Grietas y escarpes secundarios en la parte alta de la zona de acumulación



Foto 10: Colapso de 30m de una vivienda y la carretera de acceso al caserío de Tarabamba.

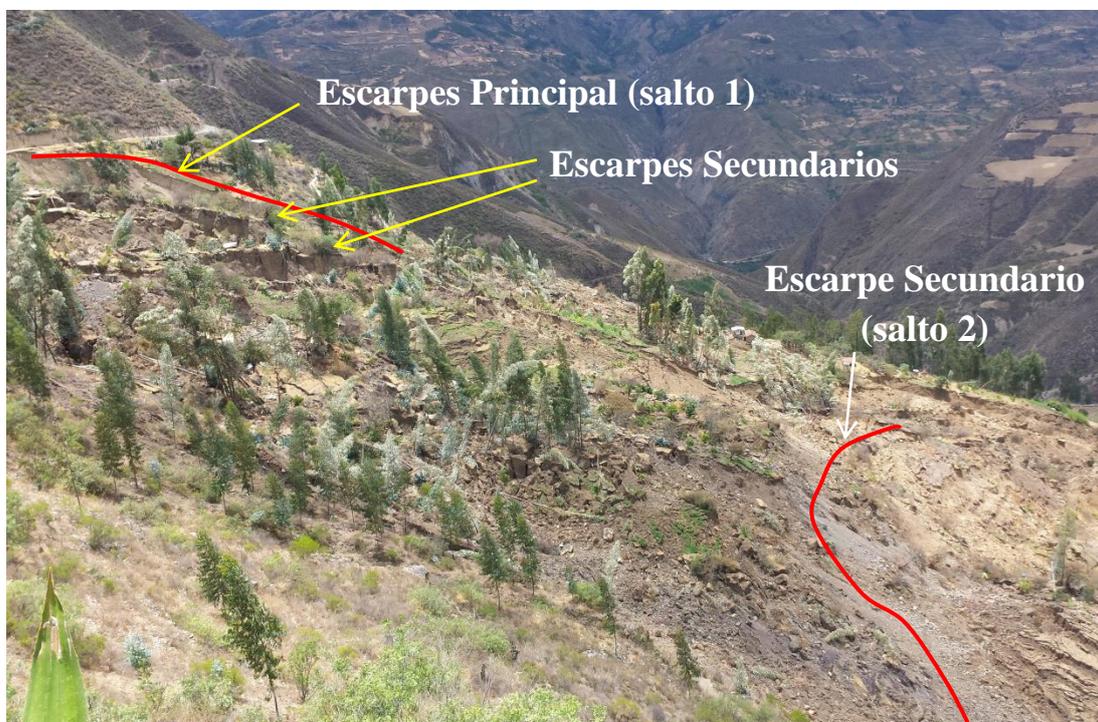


Foto 11: Parte alta de la zona de acumulación, mostrando las principales estructuras.

b) PARTE MEDIA

Se inicia en el escarpe denominado “salto 2”, el cual presenta una altura máxima de hasta 40m, y se prolonga hasta otro escarpe denominado “salto 3” (foto 12). Este sector está caracterizado por tener una mayor deformación que la parte alta, donde no solo se aprecia una gran cantidad de grietas tensionales y escarpes secundarios de distintas dimensiones, sino que se pueden observar además bloques basculados y otro sistema de grietas de dirección NO-SE (fotos 13 y 14), que corresponden a la activación de otro deslizamiento de dirección SE.

En este sector se concentraba la mayor cantidad de viviendas, una capilla, el centro educativo local, postes de cableado eléctrico y áreas de cultivo, los cuales fueron completamente destruidos (fotos 15 y 16).



Foto 12: Parte media de la zona de acumulación, separada por dos escarpes secundarios salto 2 y salto 3 respectivamente.



Foto 13: Bloques de suelo basculados a favor de la pendiente.



Foto 14: Grieta con apertura de 1.5m, ambas fotografías mostrando un aspecto caótico de la zona.



Foto 15: Áreas de cultivo destruidas, al fondo se puede apreciar el escarpe salto 2.



Foto 16: Centro educativo completamente destruido.

Tras el evento ocurrido el 13 de septiembre, en el flanco suroccidental de la masa deslizada (fuera del cuerpo del deslizamiento), se activaron nuevos escarpes y grietas tensionales, que destruyeron zonas de cultivo (fotos 17 y 18), la dirección de estos nuevos deslizamiento es hacia el sur y al sureste (fig. 8).



Fotos 17 y 18: Escarpes y grietas tensionales que se desplazan en dirección al cuerpo del deslizamiento.

c) PARTE BAJA

Comienza en el escarpe denominado salto 3, y termina en el cauce de río Pasacancha (pie del deslizamiento). Este sector, morfológicamente ha sufrido mayores deformaciones, por ser la base de todo el deslizamiento de Tarabamba (Foto 19).

Las imágenes del año 2014 obtenidas del Google Earth (fig. 8), muestran que en este sector se venían desarrollando al menos cinco escarpes de deslizamientos posiblemente originados por el socavamiento del río Pasacancha.

Durante la evaluación de campo se pudo observar que el empuje ejercido por toda la masa deslizada, había originado tres zonas de represamiento en el río Pasacancha (foto 20) y que además los escarpes observados en la imagen del año 2014 ya no existían, ahora se tiene una pendiente escalonada, con inclinación mucho menor (foto 21).

De manera general el aspecto que muestra actualmente esta zona, es caótico, inestable y con grandes bloques basculados muy propensos a seguir colapsando (fotos 22 y 23).



Foto 19: Parte baja de la zona de acumulación, delimitada por el escarpe secundario salto 3 y el río Pasacancha, que se encuentra represado.



Foto 20: Represamiento del río Pasacancha.



Foto 21: Represamiento producido por el deslizamiento de Tarabamba.



Foto 22: Aspecto caótico de la parte baja de la zona de acumulación del deslizamiento de Tarabamba.



Foto 23: Enorme bloque basculado, con escarpes activos menores.

5. CONDICIONANTES Y DETONANTES

En el apartado 3, se mencionó que los principales condicionantes para la ocurrencia del deslizamiento antiguo de Tarabamba, fueron las características geológicas, como son las discontinuidades litológicas y además los pliegues geológicos que hacen que las rocas se encuentren fuertemente fracturadas,

por otro lado las condiciones geomorfológicas como pendiente abrupta, fue también determinante.

En estas condiciones los factores climáticos como son las lluvias extraordinarias, y además los factores tectónicos como son la ocurrencia de sismos, fueron los detonantes principales.

Sin embargo el evento que se desencadenó el día 13 de septiembre, obedece a las siguientes condicionantes:

- El suelo sobre el que se desarrollaron los deslizamientos, corresponde a depósitos coluvio-deluviales, que son suelos sin cohesión, poco estables, constituidos por fragmentos sub angulosos de rocas heterogéneas, envueltos en una matriz limo arcillosa.
- Los diferentes materiales que constituyen el depósito del deslizamiento (bloques de areniscas, limolitas, calizas, y arcillitas, englobadas en matriz limosa-arcillosa, reaccionan de manera diferente a cambios en su situación física (contenido de agua, aceleración sísmica y contraste de permeabilidades), con consecuencia de situaciones de pérdida de su estabilidad.
- La erosión fluvial en el pie del depósito del deslizamiento ejercido por el río Pasacancha, originó la formación de cinco escarpes, las cuales se observan en imágenes Google del año 2014. (Fig. 8).
- Las condiciones climáticas y topográficas son relativas, ya que la zona tiene un clima local semi húmedo, y la pendiente del terreno es moderada.

En estas condiciones, el factor desencadenante fue:

- La sobresaturación del depósito coluvio-deluvial, que sumado a la erosión fluvial al pie del deslizamiento originaron su reactivación.

En la evaluación de campo se observó que el material deslizado se encontraba relativamente seco en la parte alta, pero la humedad aumentaba ligeramente conforme se acercaba a la parte baja. En tal sentido este fenómeno tendría un plano de deslizamiento profundo, además se tiene que los saltos principales son de entre 30 y 40 m de desnivel, por lo que la sobresaturación pudo haber sido a mayor profundidad (fig. 9).

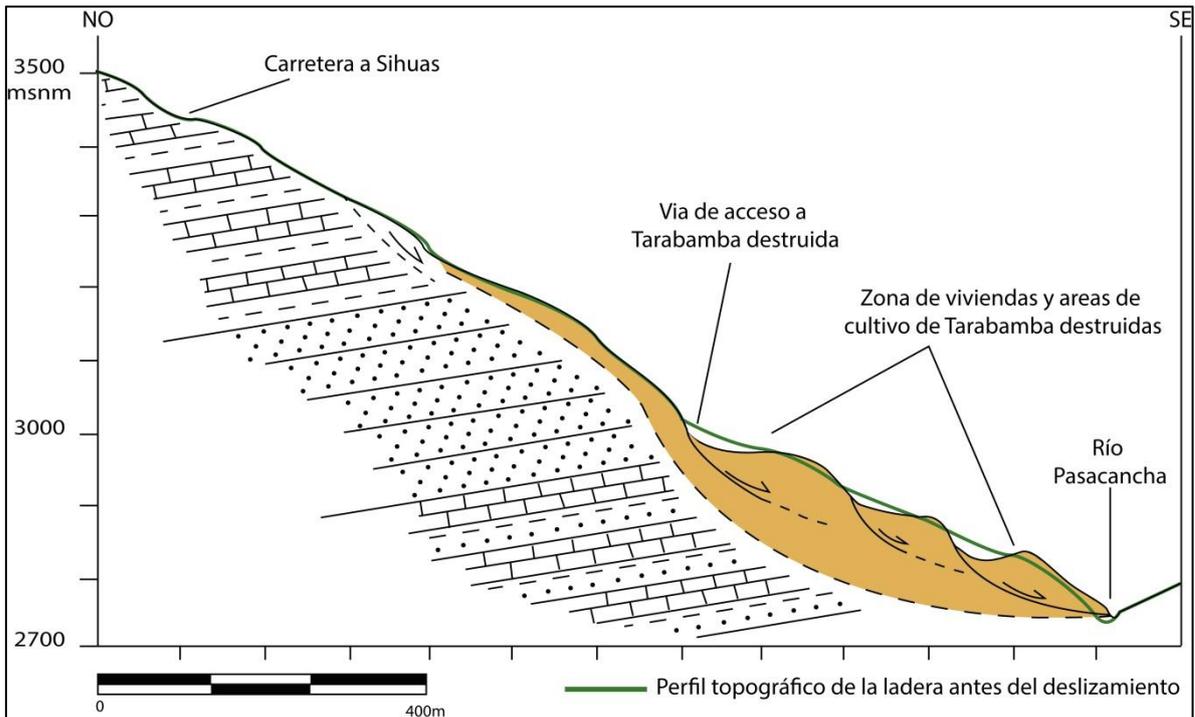


Fig. 9: Perfil topográfico del deslizamiento de Tarabamba.

6. PROPUESTA DE REUBICACIÓN

El sector de Huanchí Bajo, se ubica a 1,5 km al norte del caserío de Tarabamba (fig. 10), Este sector se encuentra entre las siguientes coordenadas:

- 9050595 N
- 211780 E

Cota promedio de 3100 msnm.

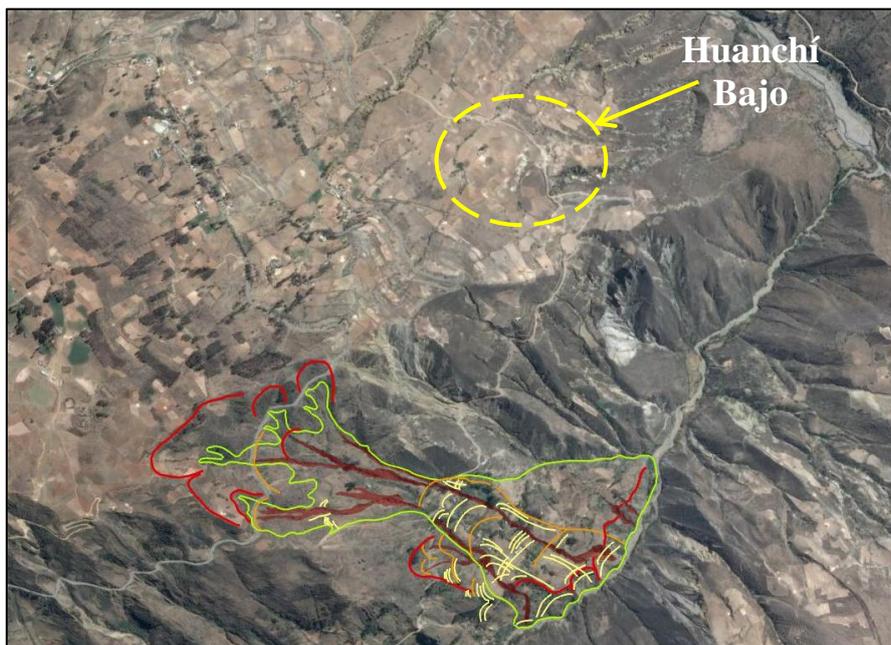


Fig. 10: Ubicación del sector de Huanchí Bajo, como zona adecuada para la reubicación de los pobladores de Tarabamba.

Geomorfológicamente, Huanchí Bajo se localiza sobre una meseta o planicie sedimentaria, la cual presenta pendiente suave de entre 5° y 10° (fotos 24 y 25),

Geológicamente, este sector se encuentra sobre delgados niveles de depósitos residuales, es decir suelos originados de la degradación in situ de la roca madre, y en menor proporción sobre depósitos coluviales; estos depósitos cuaternarios se encuentran cubriendo calizas y areniscas de las formaciones Chulec y Pariatambo, las que sobreyacen a areniscas de la Formación Farrat (foto 26).

Por estas condiciones geológicas y geomorfológicas, el sector de Huanchí Bajo es adecuado para la ocupación urbana, sin embargo se debe delimitar zonas de probables fenómenos geodinámicos y áreas de expansión urbana.



Foto 24: Meseta de Huanchí Bajo.



Foto 25: Depósitos residuales en la meseta de Huanchí

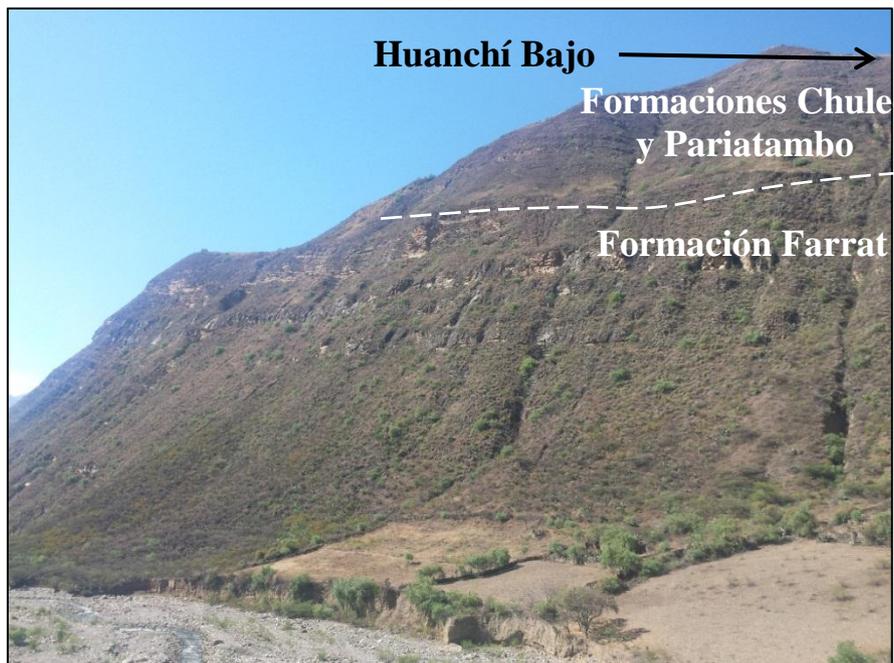


Foto 26: Ladera noroccidental de la meseta de Huanchí Bajo, donde se puede observar los afloramientos rocosos de la base.

En la ladera del flanco este y en sector suroeste, se identificaron procesos de erosiones de ladera (fig. 11), que se encuentran aparentemente estabilizados.



Fig. 11. Identificación de los peligros geológicos en los alrededores de Huanchí Bajo.

6.1 MEDIDAS A CONSIDERAR EN LOS TERRENOS DE REUBICACIÓN

- En el terreno se debe construir drenajes pluviales para evitar la infiltración de agua al subsuelo, hay que tener en cuenta que las rocas que conforman al terreno son de mala calidad, similares a donde se presentaron los deslizamientos del presente año.
- El futuro drenaje de aguas servidas debe hacerse antes que sea habitado, con la finalidad de evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- Realizar un estudio de suelos, para determinar los tipos de edificaciones que se van a realizar y la profundidad de cimentación.
- Reforestar las zonas aledañas al área de reubicación, con la finalidad de no romper la estabilidad del terreno.
- Por ningún motivo la planificación urbana debe de orientarse a la zona de erosión de laderas.

7. MEDIDAS PARA CONTROLAR LAS EROSIONES EN CÁRCAVAS

Las erosiones en cárcavas generan abundantes materiales sueltos que son llevados a los cauces de las quebradas. Muchos de estos cauces tienen suficiente material como para la generación de flujos.

En las zonas donde existen cárcavas de gran longitud y presenten un desarrollo irreversible, y no pueden corregirse con labores de cultivo, se debe prohibir terminantemente cualquier actividad agrícola. El control físico de zonas con procesos de carcavamiento debe de ir integrado a prácticas de conservación y manejo agrícola de las laderas adyacentes por medio de:

- Regeneración de la cobertura vegetal.
- Empleo de zanjas de infiltración y desviación, entre las principales.

Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que destacan:

- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales construidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (figuras 12, 13, 14 y 15).
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella (figura 16), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos. También se recomienda que las plantaciones se ubiquen al lado superior de las zanjas de infiltración, con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobrepastoreo, ya que deteriora y destruye la cobertura vegetal. Se debe realizar un manejo de las zonas de pastos mediante el repoblamiento de pastos nativos, empleando sistemas de pastoreo rotativo y sostenible, y finalmente evitar la quema de pajonales.

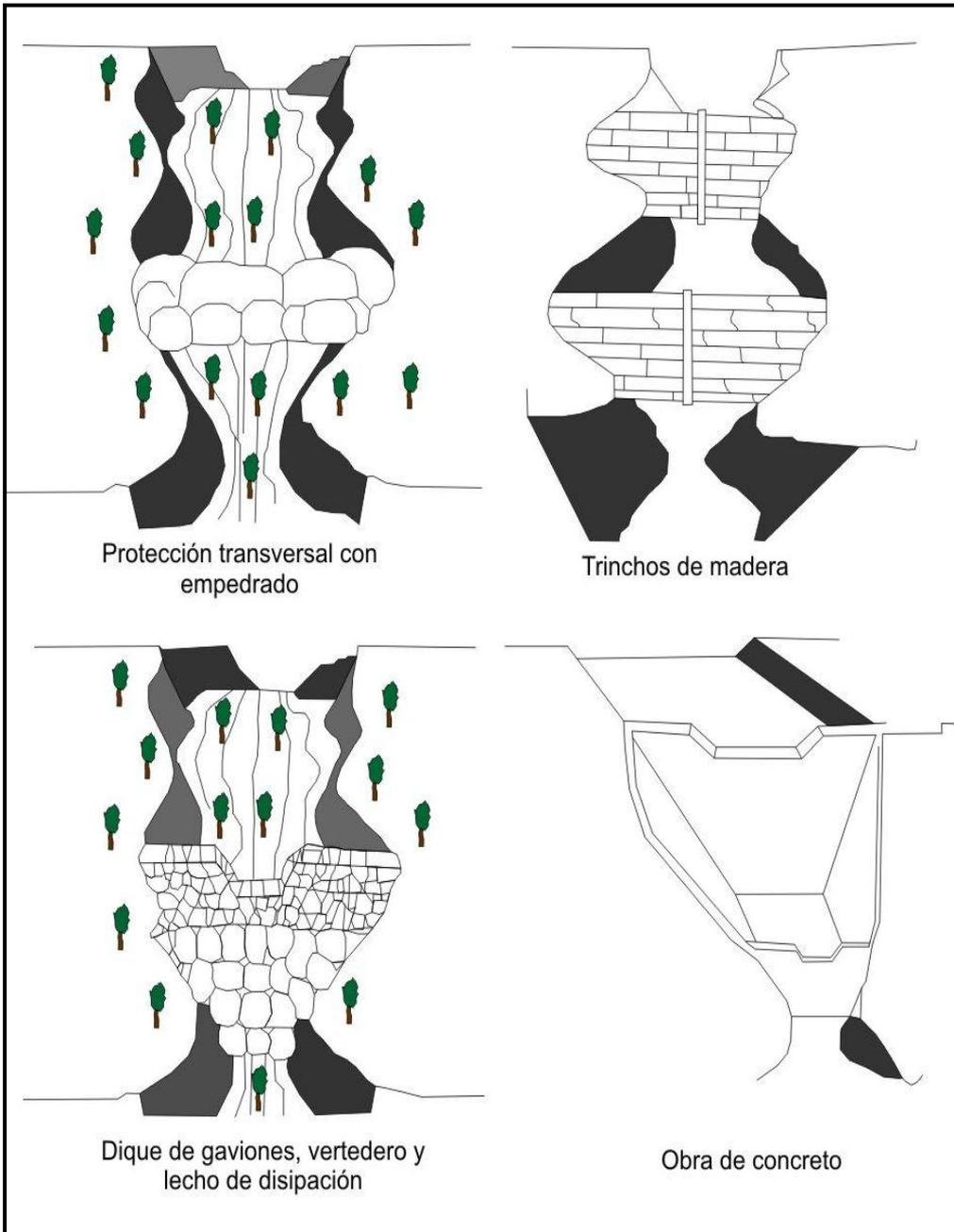


Fig. 12: Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas (CENICAFE, 1975):

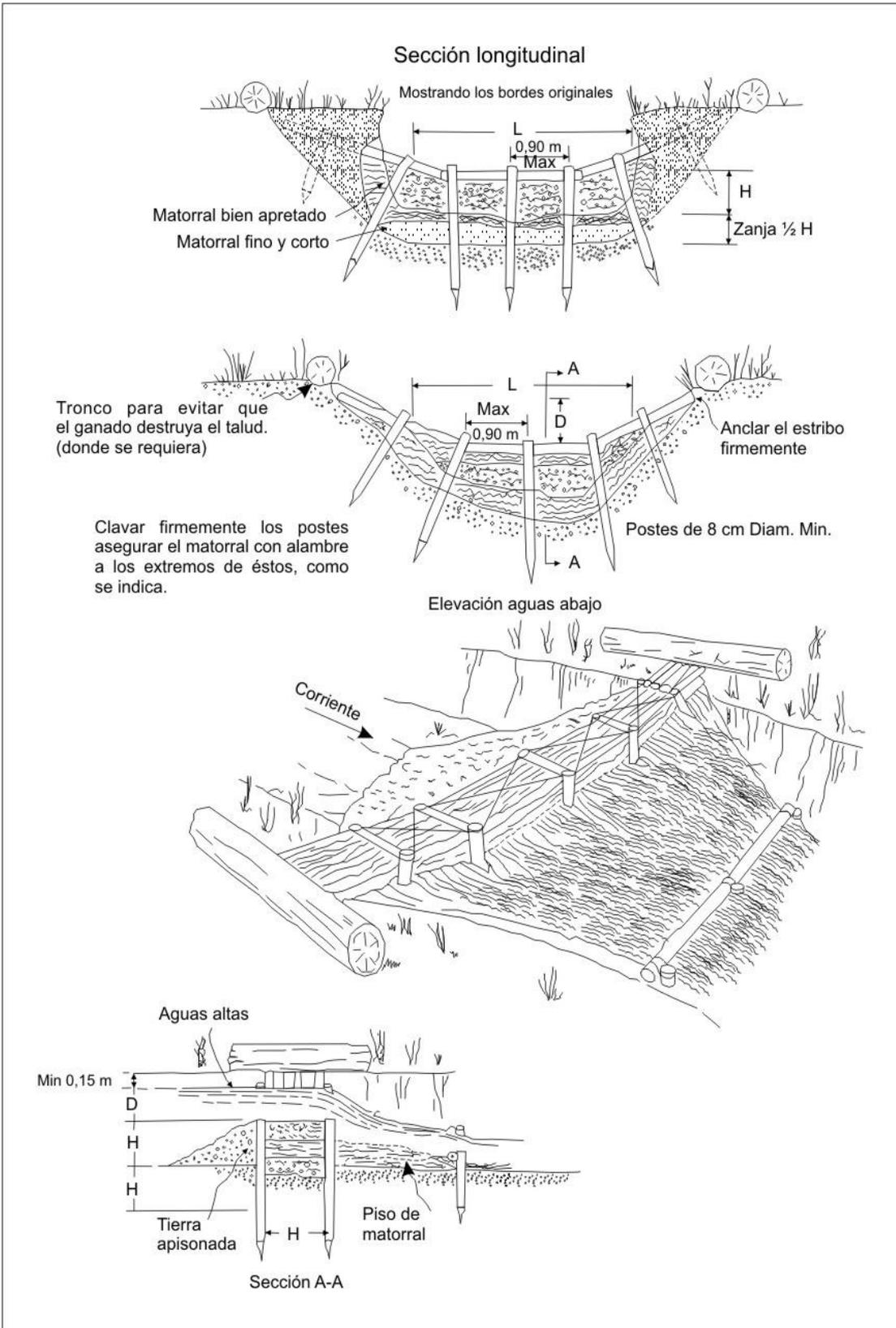


Fig. 13: Presa de matorral tipo doble hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

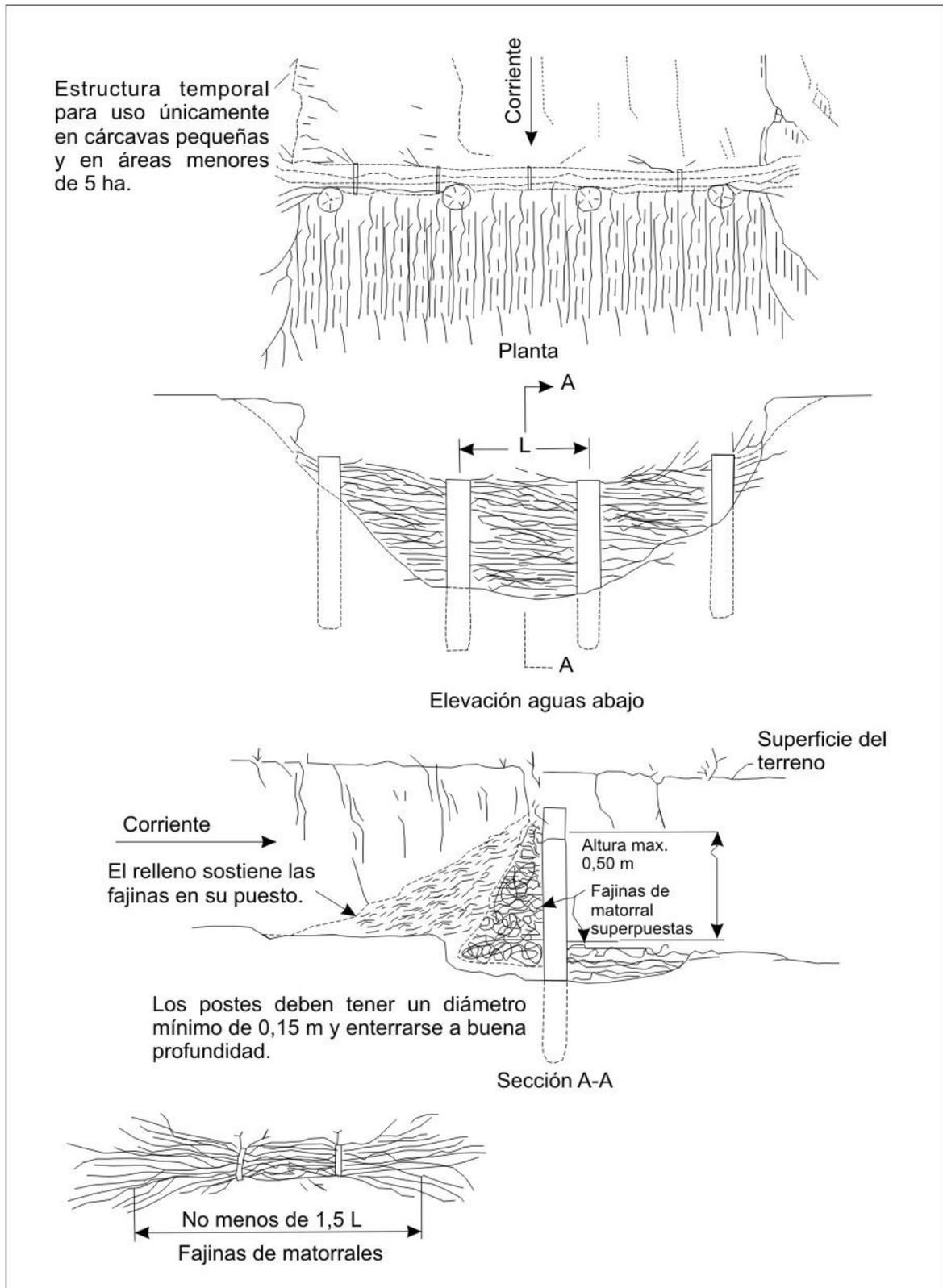


Fig. 14: Presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

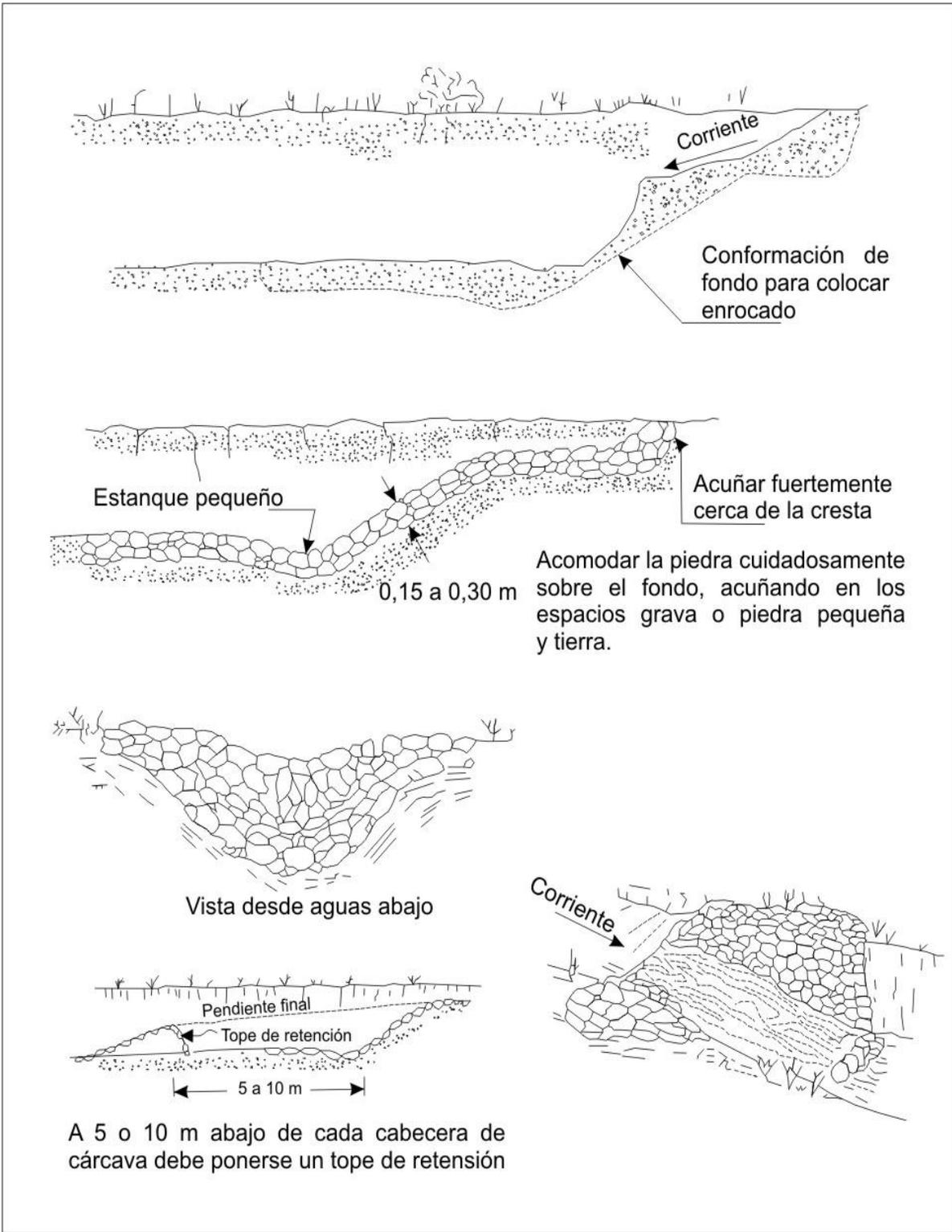


Fig. 15: Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina (adaptado de Valderrama et al., 1964).

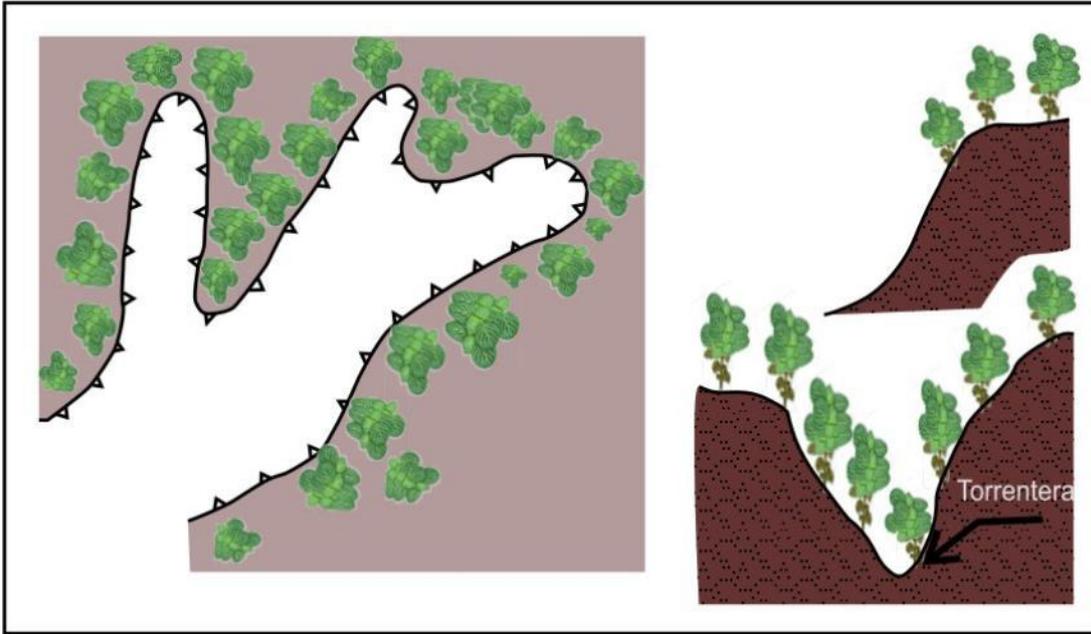


Fig. 16: Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

CONCLUSIONES

1. El fenómeno geodinámico ocurrido el día 13 de septiembre del presente, en el caserío de Tarabamba, corresponde a la reactivación de un deslizamiento antiguo de grandes dimensiones, originado en la parte alta del cerro Copcho, donde se puede reconocer tres sectores claramente diferenciados; de arranque o escarpes principales, de transporte o intermedia, y de acumulación.
2. Los numerosos sistemas de grietas tensionales, escarpes activos, escarpes secundarios de hasta 40m de salto, cárcavas activas y bloques basculados, configuran un relieve caótico, intensamente deformado, que ocasionó la destrucción total del caserío de Tarabamba.
3. Este fenómeno afectó a 29 viviendas (24 totalmente destruidas y cinco en estado de inhabitabilidad, según cifras del INDECI, 2015), dos locales públicos, 26 Has de áreas de cultivo, servicios básicos y el colapso de aproximadamente 250 m de carretera.
4. Las características geológicas (litológicas y estructurales), geomorfológicas (pendientes abruptas) y climática (lluvias extraordinarias), fueron las condicionantes y detonantes principales para la ocurrencia del deslizamiento antiguo de Tarabamba.
5. La zona de arranque denominada como escarpes E1 y E2, es inestable, porque se observa una fuerte erosión en cárcavas y grietas tensionales pendiente abajo, por lo cual la vía asfaltada de acceso a Sihuas en ese sector podría colapsar.
6. Las grietas tensionales observadas en la zona de transporte, son el reflejo de los grandes movimientos producidos en la parte baja del cuerpo del deslizamiento, por lo que representa un peligro inminente de colapso.
7. La zona de acumulación, es el área con mayor deformación de todo el deslizamiento de Tarabamba.
8. La parte alta, media y baja de la zona de acumulación del deslizamiento de Tarabamba se encuentra en estado de inhabitabilidad, por lo que se sugiere la **reubicación definitiva del caserío de Tarabamba**.
9. Las estructuras de deformación superficial del deslizamiento (escarpes, grietas, saltos, basculamientos), seguirán en un proceso de estabilización natural, que podría durar varios años.
10. Por las condiciones geológicas y geomorfológicas, la zona de **Huanchí Bajo, constituye un lugar adecuado para la reubicación del caserío de Tarabamba**.

11. El deslizamiento de Tarabamba, originó 3 zonas de represamiento en el río Pasacancha a 2.5 km aproximadamente de su desembocadura del río Sihuas.

La mayor acumulación se dio en la parte más occidental del deslizamiento, formando un espejo de agua de 3500 m² aproximadamente.

Este fenómeno, podría ocasionar un desembalse violento aguas abajo, teniendo en cuenta que para la época lluvias la acumulación será mayor y la ocurrencia de nuevos deslizamientos es muy probable.

El desembalse, podría afectar el puente carrozable ubicado a 2.7 km de la desembocadura del río Pasacancha. Este puente conecta a la ciudad de Sihuas con el distrito de San Juan.

Las observaciones de campo muestran que en el sector comprendido entre la desembocadura del río Pasacancha hacia el río Sihuas y el puente a San Juan, el valle del río Sihuas presenta un ancho promedio de 150 m, lo que favorecería a la pérdida de energía de un eventual desembalse (Foto 27).

Sin embargo, se debe prever una situación de emergencia, realizando el mejoramiento de dicho puente, actualmente se encuentra colmatado (Foto 28), en lo posible considerar la construcción de un nuevo, con estribos más altos, con sus respectivas defensas.



Foto 27: Valle del río Sihuas.



Foto 28: Puente de acceso al distrito de San Juan.

RECOMENDACIONES

1. No intentar reconstruir viviendas ni áreas de cultivo en la zona afectada por el deslizamiento.
2. El área denominada Huanchí Bajo asignada para que ahí se realice la reubicación y expansión urbana de Tarabamba, se encuentra ubicada en una planicie, donde **no se identificó procesos de movimiento en masa**; pero en sus laderas se ha identificado procesos de erosión de ladera, las cuales aparentemente se han estabilizado; para asegurar la estabilidad de la ladera se debe realizar trabajos de reforestación.
3. Se deben de considerar las medidas correctivas dadas en el ítem 6.1 y 7.0 para el terreno asignado para el reasentamiento del poblado y su expansión urbana.
4. Realizar una reforestación integral con especies nativas de todo el deslizamiento (fitoestabilización), especialmente la zona de transporte donde existe mucha erosión superficial y grietas tensionales que podrían afectar la carretera de acceso a Sihuas.
5. La pista de acceso a Sihuas, por encontrarse en la cabecera del deslizamiento, corre riesgo de colapsar, por lo tanto se debe considerar la posibilidad de rediseñar el trazo por la parte alta del cerro Copcho, evitando la zona del deslizamiento activo de Tarabamba.
6. Los estudios realizados, se deben incluir en el Plan de Ordenamiento Territorial del distrito de Cashapampa, y la provincia de Sihuas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) CENICAFÉ (1975) **Manual de conservación de suelos de ladera. En Manual de Estabilidad de Taludes-Geotecnia Vial-1998.** Instituto Nacional de Vías. Ministerio de Transporte. Colombia. 339 p.
- b) INDECI (2015). **Reptación afecta localidad del distrito de Cashapampa, provincia de Sihuas–Ancash.** Informe de emergencia N°931-29/10/2015 / COEN – INDECI / 17:30 Horas (informe N°14).
<http://www.indeci.gob.pe/objetos/alerta/MTYxMQ==/20151029223316.pdf>
- c) Wilson, J. Reyes, L., y Garayar, J. (1967); **Geología de los Cuadrángulos de Mollebamba (17-h), Tayabamba (17-f), Huaylas (18-h), Pomabamba (18-i), Carhuaz (19-h) y Huari (19-i).** INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 16. Págs. 112
<http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html>
- d) Sanchez, A. y Molina, O. (1995) **Mapa Geológico del cuadrángulo de Pomabamba.** Reinterpretación de mapa geológico de Pomabamba.
- e) Valderrama, L. Montenegro, E. y Galindo, J. (1964). **Reconocimiento Forestal del Departamento de Cundinamarca.** Departamento Agrológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 86 p.