

Informe Técnico N° A6743

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN LOS SECTORES GARRUCHAS Y 07 DE AGOSTO

Región Cajamarca
Provincia San Ignacio
Distrito San José de Lourdes
Parajes: Garruchas y 07 de Agosto



POR:

SEGUNDO NUÑEZ
MAGDIE OCHOA ZUBIATE

MARZO
2017

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	OBJETIVO	1
1.3	ESTUDIOS ANTERIORES	1
1.4	ASPECTOS GENERALES.....	2
II.	ASPECTOS GEOLÓGICOS	4
III.	GEOMORFOLOGÍA.....	5
IV.	PELIGROS GEOLÓGICOS	6
4.1	DESLIZAMIENTO-FLUJO DE GARRUCHAS	11
4.1.1	CARACTERÍSTICAS DEL DESLIZAMIENTO-FLUJO ANTIGUO	11
4.1.2	REACTIVACIONES DEL DESLIZAMIENTO-FLUJO DE GARRUCHAS	13
4.2	DESLIZAMIENTOS EN FORMACIÓN EN EL SECTOR GARRUCHAS	17
4.2.1	CONDICIONES DE ESTABILIDAD EN EL SECTOR GARRUCHAS	18
4.3	DESLIZAMIENTO 7 DE AGOSTO.....	19
4.3.1	CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO 7 DE AGOSTO.....	21
4.4	CAÍDA DE ROCAS EN GARRUCHAS	22
V.	AREA DE REUBICACIÓN	23
5.1	SECTOR GARRUCHAS.....	23
5.2	SECTOR 7 DE AGOSTO	24
5.2.1	MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL SECTOR DE REUBICACIÓN.....	24
VI.	MEDIDAS CORRECTIVAS.....	25
	CONCLUSIONES.....	26
	RECOMENDACIONES.	27
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	29
	BIBLIOGRAFÍA	32

**PELIGRO POR DESLIZAMIENTO
SECTORES GARRUCHAS Y 7 DE AGOSTO
(Distrito San José de Lourdes, provincia San Ignacio, Departamento Cajamarca)**

I. INTRODUCCIÓN

Las zonas montañosas tropicales son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra (Suarez, J. 1998), principalmente en sectores de laderas con pendientes mayores a 15° y con substrato de mala calidad (altamente meteorizado) o depósitos de procesos de movimientos en masa antiguos de fácil remoción. Siendo el factor detonante lluvias intensas o sismos de gran magnitud.

En muchos casos se tienen poblaciones asentadas sobre cuerpos de deslizamientos antiguos, estos sectores se consideran como de muy alto peligro, porque están sobre terrenos muy frágiles propensos a sufrir reactivaciones y/o reacomodos. Los pobladores que viven en estos lugares por mucho tiempo, es difícil su reubicación definitiva.

En este informe se presentan los hallazgos y conclusiones de la visita de campo realizada, así como recomendaciones con el fin de reducir la vulnerabilidad y evitar pérdidas de materiales o humanas.

1.1 ANTECEDENTES

Mediante Oficios N°301-2015-MDSJL.A de fecha 13 noviembre 2015 y N° 228-2016-MDSJL.A de fecha 02 setiembre 2016, el alcalde de la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes, se dirigió al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-Ingemmet, solicitando inspecciones geológicas para los sectores Garruchas y 07 de Agosto, respectivamente.

Atendiendo ambas peticiones, el Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, comisionó a los Ingenieros. Segundo Núñez Juárez y Magdie Ochoa Zubiato, para realizar trabajos de campo en las zonas en mención. La visita se ejecutó del 10 al 12 de octubre del 2016. Durante los trabajos de campo, estuvieron presentes autoridades del lugar, así como moradores.

1.2 OBJETIVO

El objetivo de este informe es evaluar los peligros geológicos que han afectado y podrían seguir afectando a los sectores mencionados; así como determinar las causas de su ocurrencia. La información que se consigna en este informe servirá para que las autoridades puedan actuar adecuadamente en la prevención y mitigación de desastres de los sectores evaluados.

1.3 ESTUDIOS ANTERIORES

Desde el punto de vista geológico relacionado con la geodinámica tenemos trabajos anteriores en las siguientes citas bibliográficas:

- “Geología de los Cuadrángulos de Río Santa Águeda, San Ignacio y Aramango (De La Cruz, 1995), donde señala que las unidades geológicas regionales que

afloran en el área, son el Grupo Goyllarisquizga (areniscas cuarzosas) y el Volcánico Oyotun (lavas afaníticas con intercalaciones de limoarcillitas).

- Geología del cuadrángulo de Huancabamba, realizado por Caldas y Reyes (1987), señala que el sector comprendido entre el río Chinchipe y Garruchas se encuentran afloramientos del volcánico Oyotun,
- Riesgo Geológico en la Región Cajamarca, realizado por Zavala y Rosado (2011), señalan que el sector de se encuentra en un área de alta y media susceptibilidad a movimientos en masa.

1.4 ASPECTOS GENERALES

Los poblados de Garruchas y 07 de Agosto se encuentran al norte de San Ignacio, al noroeste de San José de Lourdes respectivamente; el primero en la margen izquierda del río Chinchipe y el segundo en la margen izquierda de la quebrada San Francisco.

Se localizan entre las coordenadas UTM (figura 1):

Sector Garruchas		Sector 07 de Agosto	
Norte	Este	Norte	Este
9442650	721380	9448270	721260
9444090	719990	9448110	721840
9445840	722390	9448490	722780
9445230	723340	9449160	721850
Altitud promedio de 970 m.s.n.m.		Altitud promedio de 850 m.s.n.m.	

Se accede desde Lima de la siguiente manera:

- Panamericana Norte, Lima-Chiclayo, 770 km (vía asfaltada)
- Carretera Chiclayo-Jaén, 275 km. (vía asfaltada).
- Jaén-Puerto Chinchipe, 80 Km (vía afirmada).
- Puerto Chinchipe – Garruchas, 27 km (Carretera afirmada).
- Puerto Chinchipe - 7 de Agosto, 35 Km (Carretera afirmada).

El traslado en camioneta desde Chiclayo hasta Jaén se realiza en seis horas; de Jaén a Puerto Chinchipe, 1 hora, de este último sitio a Garruchas, 1 hora. Del puerto Chinchipe a 07 de Agosto 1h20m. Para trasladarse del puerto Chinchipe a Garruchas o 7 de Agosto, se tiene que cruzar el río Chinchipe por medio de balsa cautiva.

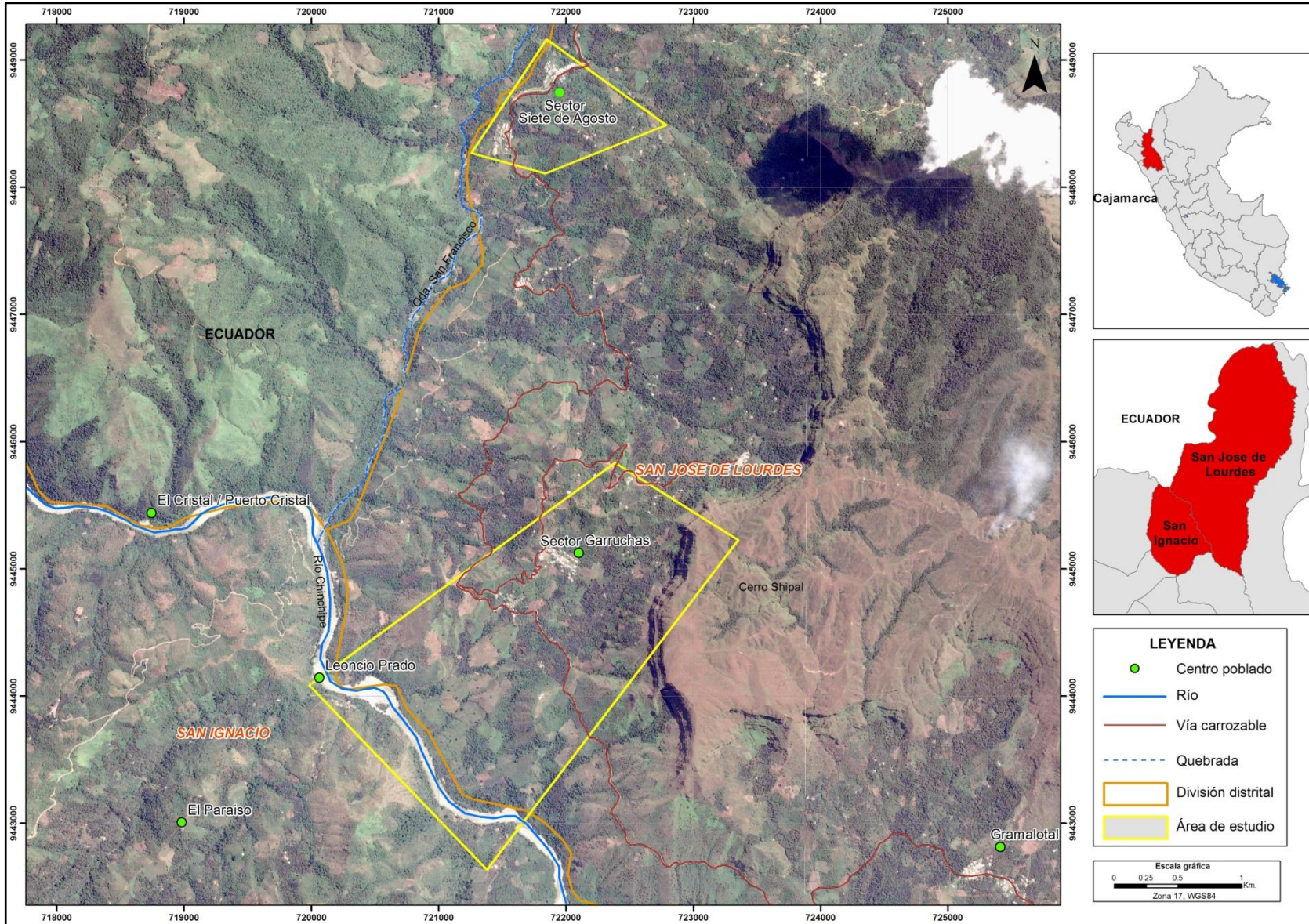


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

II. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Tomando como referencia los mapas geológicos correspondientes a las hojas de San Ignacio y Río Santa Águeda (De La Cruz, 1995), en las áreas afloran unidades geológicas de edad Jurásica, Cretácica y depósitos del Cuaternario reciente, las cuales corresponden a las siguientes unidades:

- a) **Formación Oyotún (J-o):** Constituida por lavas color gris, con intercalaciones de limoarcillitas (fotos 1 y 2). En el sector de 7 de Agosto hay un mayor predominio de afloramientos de limoarcillitas.
- b) **Grupo Goyllarisquiza:** Afloramientos de areniscas cuarzosas, color blanquecinas, con tonalidades grisáceas, en conjunto masivas (foto 3).
- c) **Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd):** Depósito proveniente de un deslizamiento antiguo, donde se encuentra parte del poblado Garruchas. Está conformado por bloques, gravas de formas angulosas, distribuidas en forma caótica, se muestra una matriz areno-limosa (foto 3).



Foto 1. Afloramiento de lavas, color gris a la meteorización (sector Garruchas)



Foto 2. Afloramientos de limoarcillitas meteorizadas (sector 7 de Agosto).



Foto 3. Hacia la parte superior se aprecia afloramientos de capas horizontales del Grupo Goyllarisquizga con fuerte inclinación en sus ladertas. En la parte inferior material proveniente de un movimiento en masa en donde se distinguen algunos bloques de roca (A).

III. GEOMORFOLOGÍA

a) Piedemonte coluvio-deluviales.

Depósitos generados por movimientos en masa (deslizamiento), en el sector de Garruchas llegaron hasta el río Chinchipe (figura 2).

En el sector de 07 de Agosto, el depósito tiene forma ovalada, se encuentran a media ladera, cercano al poblado (figura 2). La pendiente del terreno es menor a 15°.

b) Piedemonte coluvial.

Esta unidad, está relacionada con los depósitos dejados por caídas de rocas, se encuentran en el sector Garruchas, en la parte superior de la ladera (figura 2), se aprecian bloques de hasta 5 m de diámetro. Los depósitos no tienen mucho recorrido, tienen formas angulosas.



Foto 6. Pendiente del terreno en secuencia volcánica-sedimentaria (sector Garruchas).



Foto 7. Ladera con pendiente, sector 7 Agosto.

IV. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el estudio de Riesgos Geológicos en la Región Cajamarca (Zavala y Rosado 2011), señalan al área de Garruchas como de alta a media susceptibilidad a movimientos en masa y el sector 7 de Agosto de media a alta (figura 3).



Foto 7. Ladera con pendiente, sector 7 Agosto.

El sector Garruchas presenta procesos de movimientos en masa recientes y antiguos (figura 4), que han modificado el relieve. Se diferencian deslizamientos y caída de rocas, siendo los primeros los principales. En el sector 7 de Agosto se identificó solamente un deslizamiento reciente (figura 5).

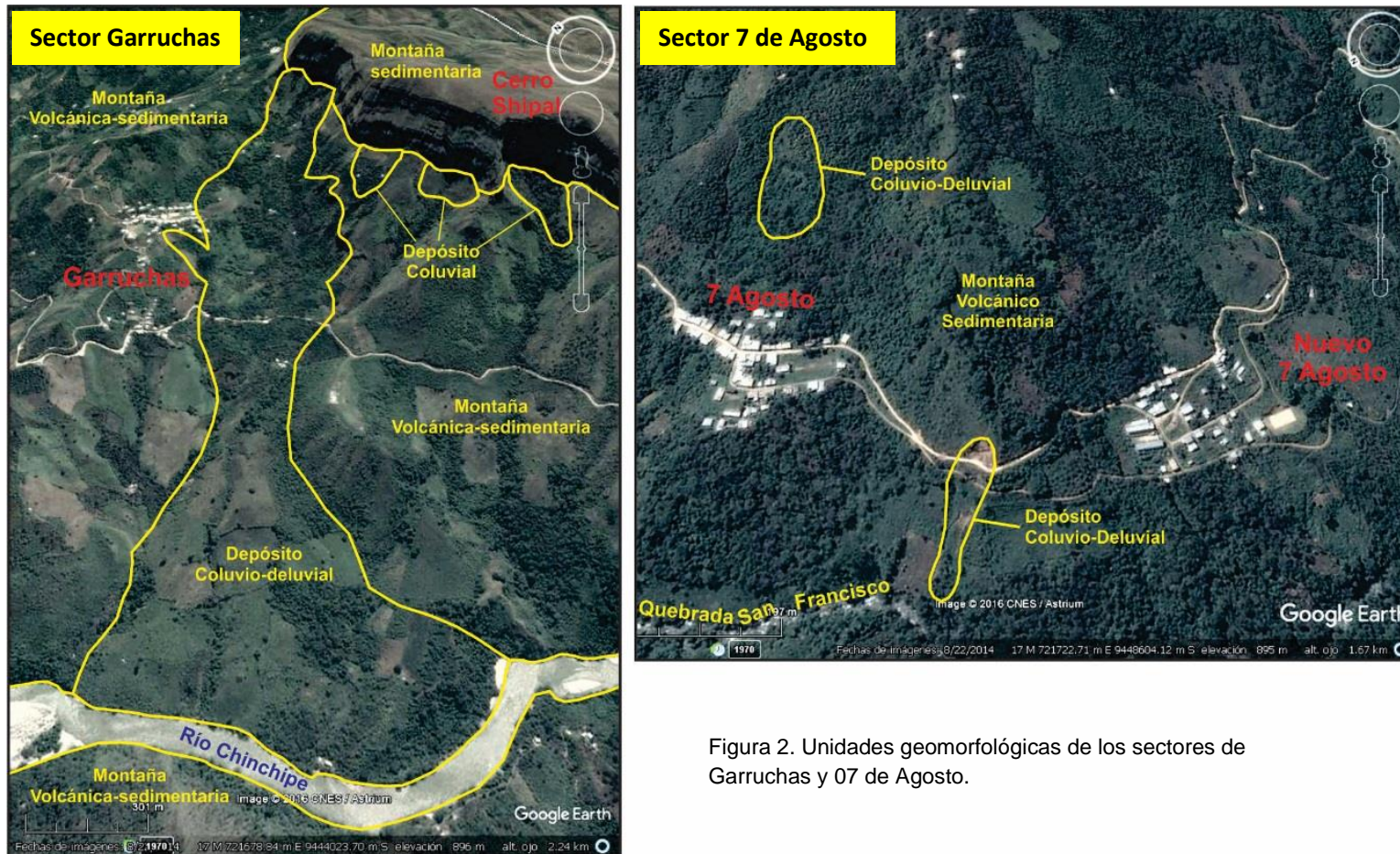


Figura 2. Unidades geomorfológicas de los sectores de Garruchas y 07 de Agosto.

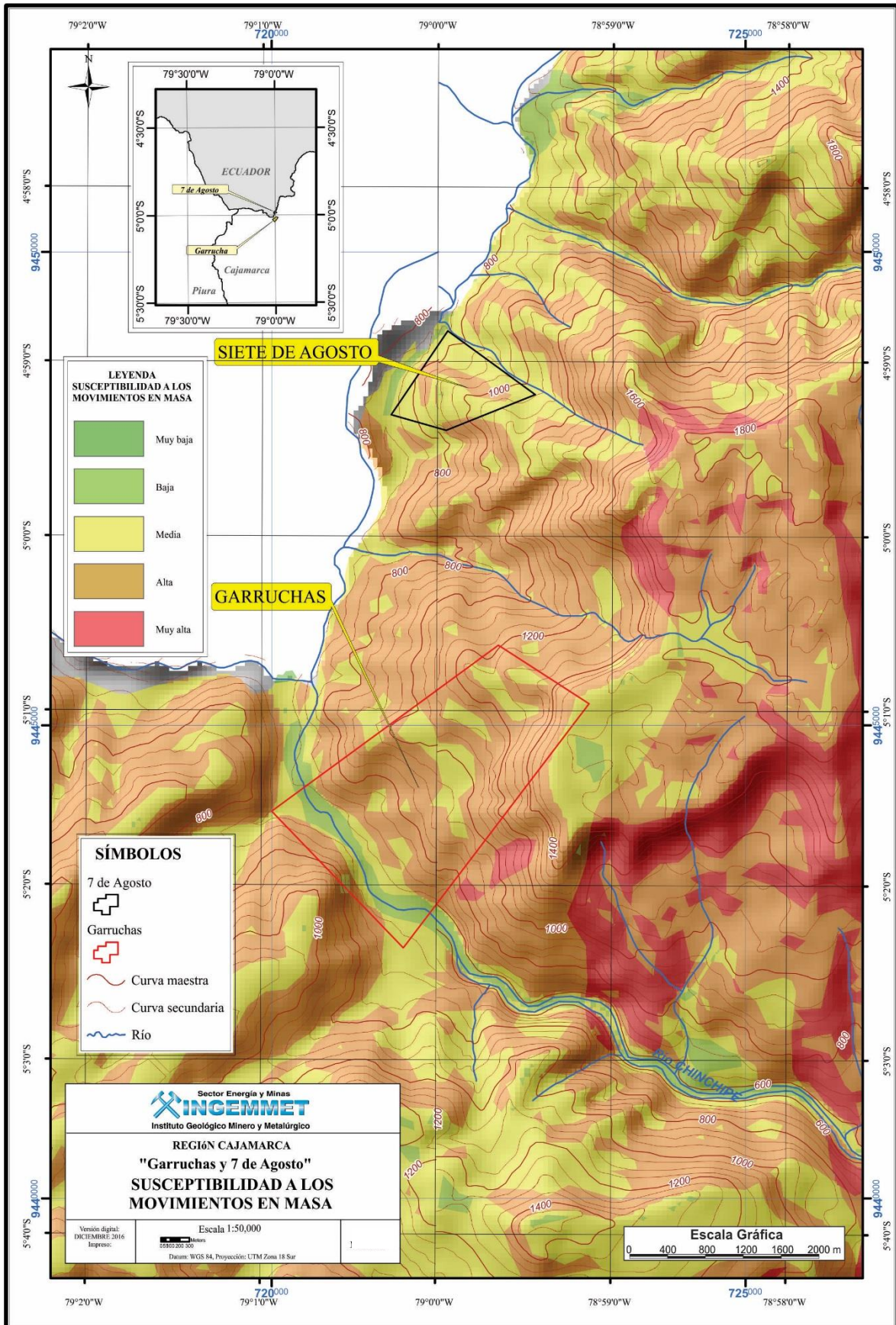
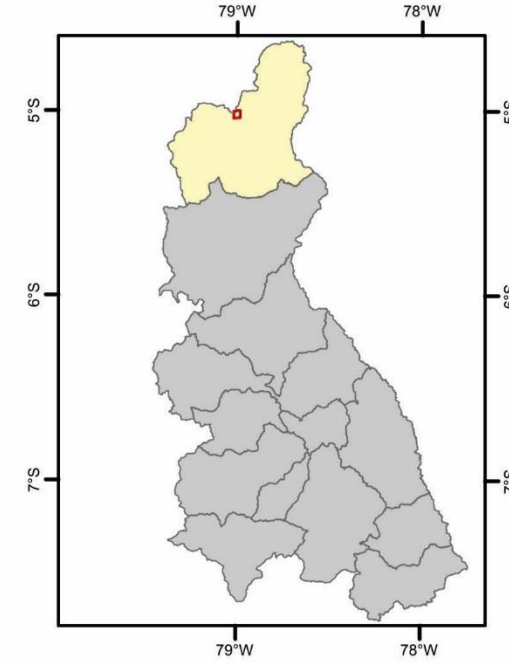
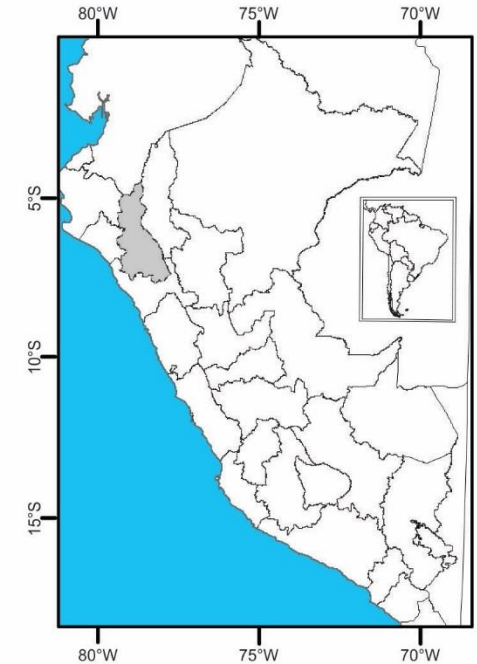
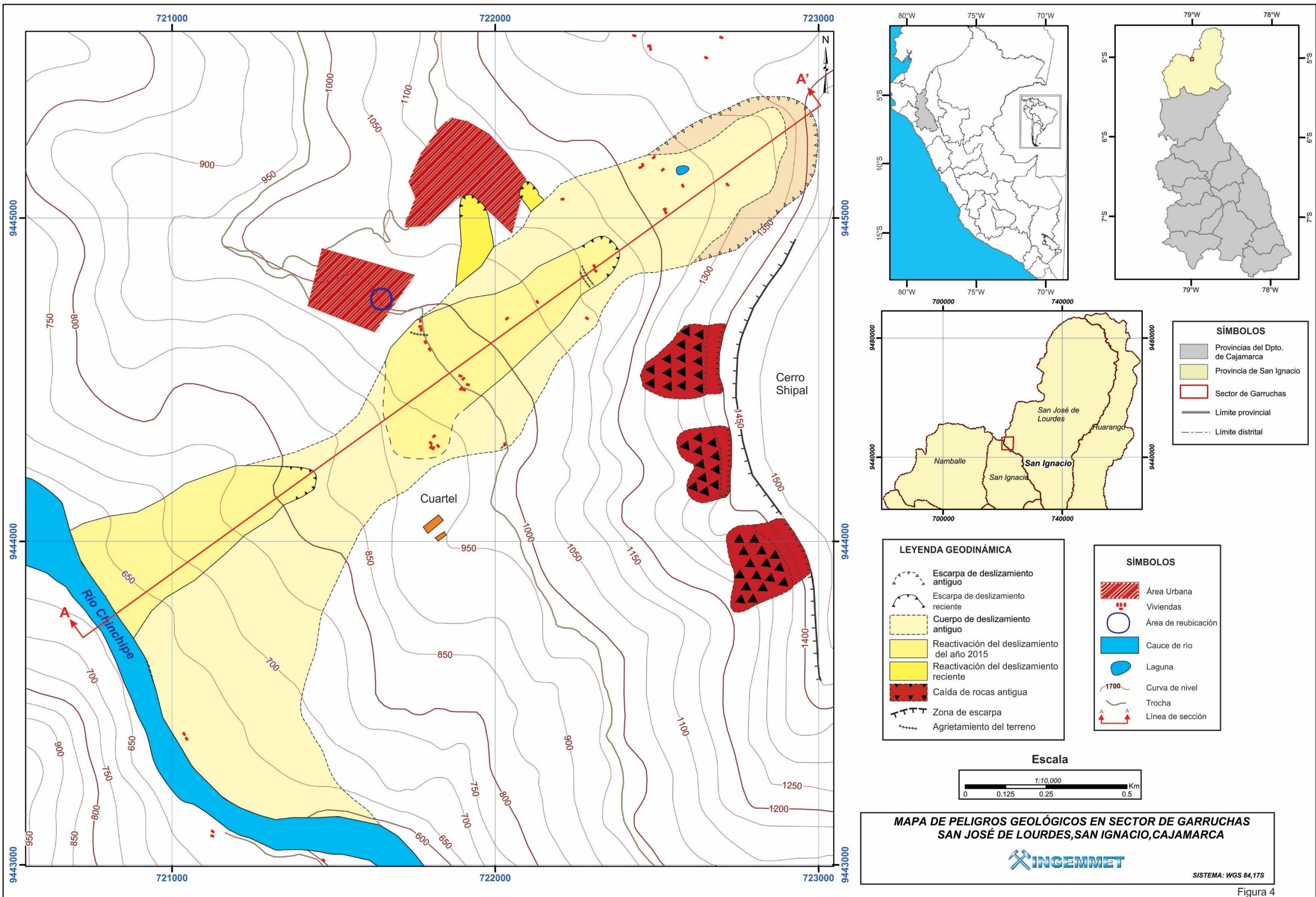


Figura 3. Susceptibilidad por movimientos en masa, se aprecia que el área de Garruchas se encuentra en un área alta y media; 7 de Agosto en media a alta susceptibilidad.



SÍMBOLOS

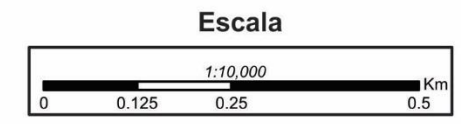
- Provincias del Dpto. de Cajamarca
- Provincia de San Ignacio
- Sector de Garruchas
- Límite provincial
- Límite distrital

LEYENDA GEODINÁMICA

- Escarpa de deslizamiento antiguo
- Escarpa de deslizamiento reciente
- Cuerpo de deslizamiento antiguo
- Reactivación del deslizamiento del año 2015
- Reactivación del deslizamiento reciente
- Caida de rocas antigua
- Zona de escarpa
- Agrietamiento del terreno

SÍMBOLOS

- Área Urbana
- Viviendas
- Área de reubicación
- Cauce de río
- Laguna
- Curva de nivel
- Trocha
- Línea de sección

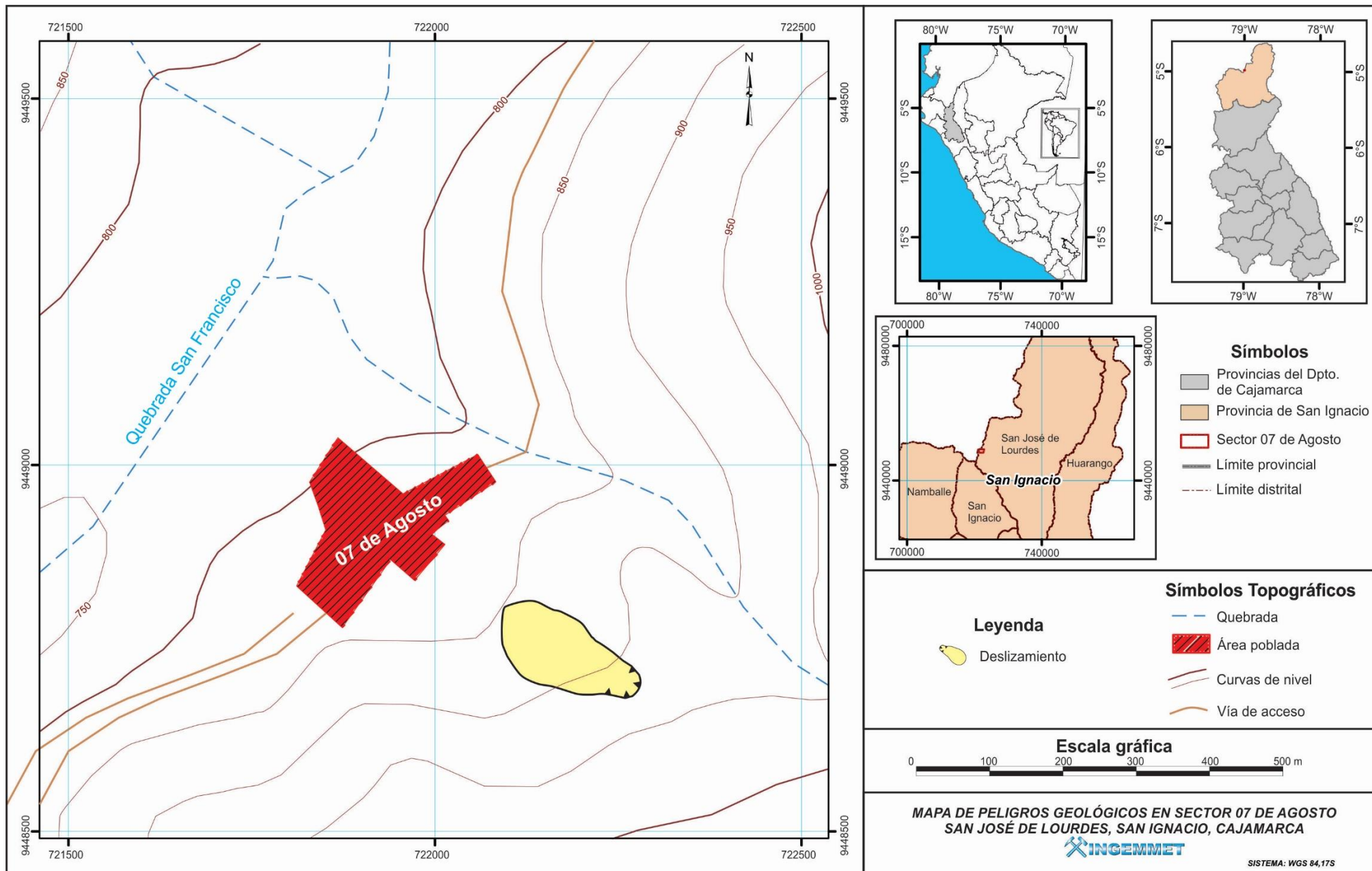


**MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN SECTOR DE GARRUCHAS
SAN JOSÉ DE LOURDES, SAN IGNACIO, CAJAMARCA**

INGEMMET

SISTEMA: WGS 84,17S

Figura 4



4.1 DESLIZAMIENTO-FLUJO DE GARRUCHAS

El evento identificado en Garruchas, es un deslizamiento rotacional-flujo antiguo, en proceso de reactivación desde el año 2015, afecta viviendas, terrenos de cultivo, postes de tendido eléctrico y vía de acceso.

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL DESLIZAMIENTO-FLUJO ANTIGUO

Presenta una corona principal con una longitud de 1200 m, el salto principal no se puede apreciar por estar erosionado, pero se presume que debe ser entre 100 a 150 m. La distancia de la escarpa al pie del deslizamiento es 2,700 m de forma circular y ligeramente ancha (figura 6).

El cuerpo del deslizamiento tiene forma elongada y termina en forma ovalada (figura 7), se aprecian lomeríos, escarpes secundarios, encubiertos por la vegetación, esto son producto del empuje y dinámica del deslizamiento.

La masa del deslizamiento antiguo llegó en forma de flujo al cauce río Chinchipe, el represamiento fue por corto tiempo (?), como evidencia tenemos la migración del cauce del río hacia la margen derecha y aguas abajo la formación de una terraza (figura 7).¹ Esta última, se ubica en la margen izquierda tiene una longitud máxima de 550 y un ancho máximo de 170 m.

Como evidencias del deslizamiento-flujo antiguo, tenemos las formas cóncavas-convexas, la parte inferior del deslizamiento tiene forma peculiar como de un abanico deformado. La masa del deslizamiento llegó a desviar al cauce del río Chinchipe en un tramo de 1630 m. En la parte superior del cuerpo del deslizamiento se tiene una laguna que tiene una longitud máxima de 50 m (foto 8), en proceso de eutrotificación, por su coloración verdosa.

Una de las causas principales del deslizamiento, es el fracturamiento en los estratos a favor de la pendiente². Esto se evidencia en la cabecera del deslizamiento.

El cuerpo del deslizamiento antiguo, empieza en la cota 1330 y termina en la 620 (cauce del río), lo que hace una diferencia de cotas de 710 m y la longitud del cuerpo es de 2570 m, con una pendiente promedio del terreno de 16° (figura 8).

En el cuerpo del deslizamiento se observan bloques de roca de forma angulosa, con tamaños hasta de 5 m (foto 9).

El cuerpo del deslizamiento involucra un área de 128 hectáreas, haciendo un volumen de 20 millones metros cúbicos³.

¹ Según la clasificación de Costa y Schuster (1988), sería de tipo III.

² Rumbo predominante Norte-Sur, buzamiento 45 a 55 al oeste.

³ Datos aproximados.

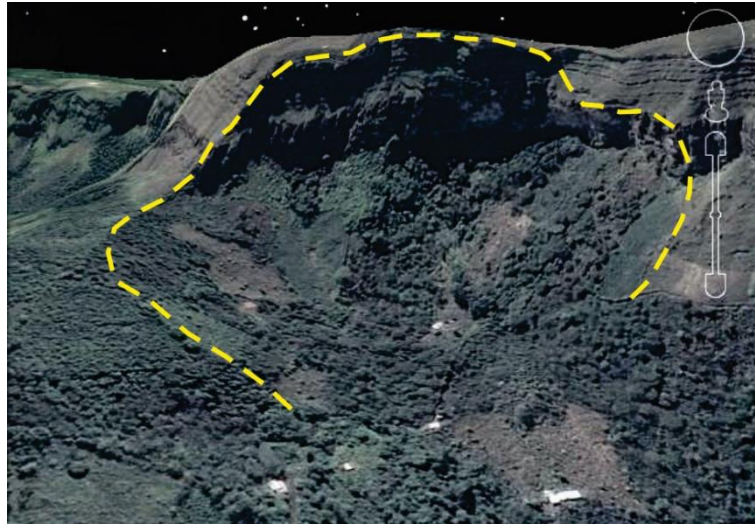


Figura 6. Imagen del Google Earth, se aprecia la forma de la escarpa del deslizamiento antiguo (línea amarilla).



Figura 7. Parte del cuerpo del deslizamiento-flujo y su pie (línea amarilla) y la terraza formada aguas arriba (T).

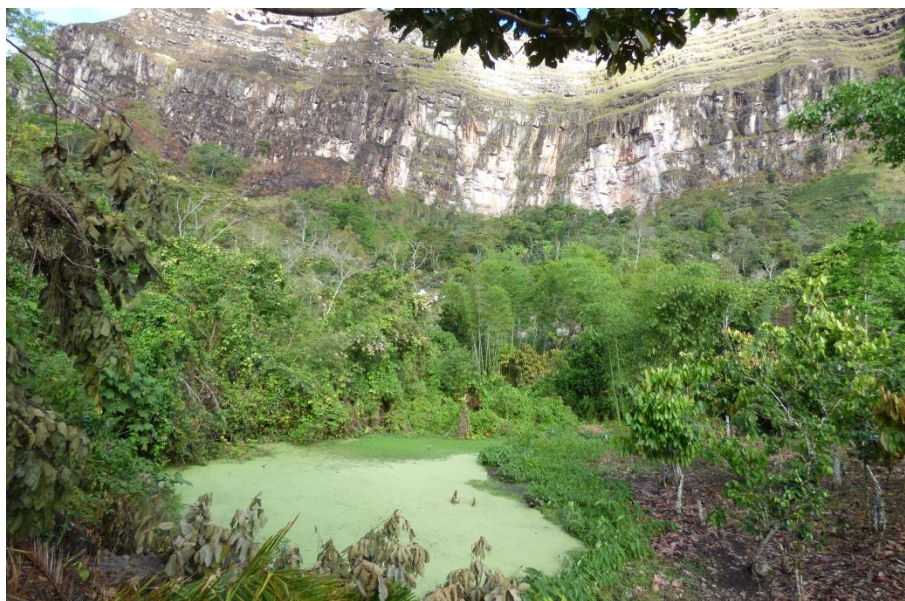


Foto 8. Laguna en el sector de Garruchas.

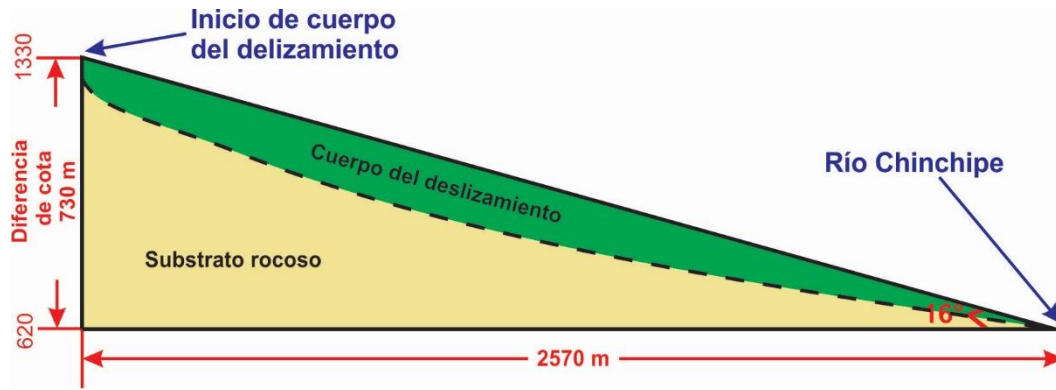


Figura 8. Pendiente del cuerpo del deslizamiento



Foto 9. Bloque de roca dentro del cuerpo del deslizamiento.

4.1.2 REACTIVACIONES DEL DESLIZAMIENTO-FLUJO DE GARRUCHAS

Se identificó dos reactivaciones recientes, que afectan viviendas, terrenos de cultivo, postes de tendido eléctrico y carretera de acceso a Garruchas.

a) Causas:

- Material inconsolidado, conformado por gravas, bloques, englobados en matriz limosa. La matriz permite retención del agua, por lo tanto contribuye con la saturación del terreno.
- Pendiente del cuerpo del deslizamiento, 16°. Esto permitió que el depósito suelto que se encontraba sobre la superficie del terreno, pierda estabilidad y se movilice pendiente abajo, formandose el deslizamiento.

Factor desencadenante, intensas precipitaciones de varios periodos lluviosos.

En el perfil geológico (sección A-A'), se muestra el cuerpo del deslizamiento antiguo y las reactivaciones que ha tenido (figura 9).

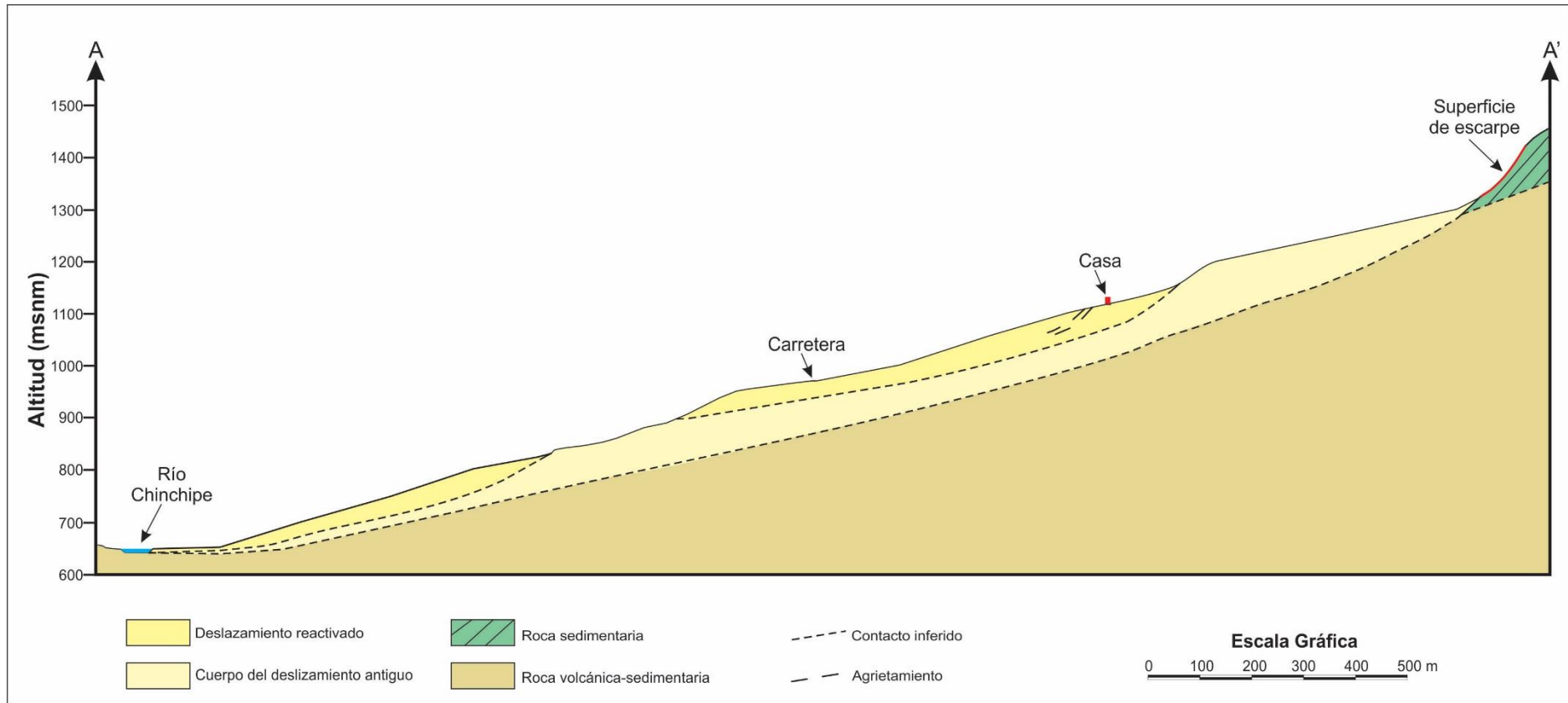


Figura 9. Perfil geológico del deslizamiento de Garruchas

Reactivación 1:

Por información de los moradores la reactivación del deslizamiento empezó durante el periodo lluvioso del 2015.

El sector reactivado se inicia entre la cota 1120 y la culminación en la 900 (aproximadamente), es decir con una diferencia de cotas de 220m.

En el área reactivada se aprecian lomerios, agrietamientos, escarpes secundarios con saltos entre 1m a 5m y de longitudes entre 20 a 150m, (fotos 10 y 11). El pie del deslizamiento reactivado no se puede apreciar por la presencia de vegetación.

En el cuerpo reactivado, su parte media está ocupado por viviendas, terrenos de cultivo, postes de tendido eléctrico y vía de acceso (fotos 12 y 13), que han sido afectados por el movimiento del terreno.

Los moradores, mencionan que los desplazamientos del terreno (aberturas), no perciben fácilmente, hasta pasado un lapso de tiempo; entonces se puede decir que la reactivación del deslizamiento, tiene velocidades lenta a muy lenta⁴. Además mencionan que los movimientos del terreno, solamente se ha generado durante en el periodo lluvioso.

El desplazamiento del terreno es en sentido sur-oeste.



Foto 10. Se aprecia la línea de escarpe secundario.

⁴ Basado en la clasificación de las velocidades de los movimientos en masa de Varnes y Cruden (1996).



Foto 11. Agrietamientos del terreno.

En la parte media de la zona reactivada, se aprecia agrietamientos en forma transversales, con sepraciones del orden de los centímetros (menores de 15 cm), desplazamientos en la cuneta de la carretera, arboles inclinados, que nos indica el movimiento del terreno.



Foto 12. Grieta que esta afectando el piso y pared de vivienda.



Foto 13. Se muestra el empuje del terreno, afectando la cuneta, además se aprecia el árbol ligeramente inclinado.

Reactivación 2

Esta se encuentra en la parte inferior del mega deslizamiento, a manera de deslizamiento rotacional, su corona es de forma semicircular con longitud de 150 m, no se puede apreciar el salto del escarpe por la presencia de vegetación, se presume que debe estar entre 5 a 10 m. La distancia entre la corona al pie del deslizamiento es 770 m. la longitud del pie es 400m.

4.2 DESLIZAMIENTOS EN FORMACIÓN EN EL SECTOR GARRUCHAS

Estos se encuentran en las inmediaciones del sector Garruchas, donde se están formando escarpes con saltos hasta de 20 cm (foto 14).

Estos eventos colindan con el flanco derecho del megadeslizamiento-flujo antiguo.

Uno de ellos afecta a la iglesia y centro educativo (fotos 15 y 16), en las paredes y piso de la iglesia se aprecia agrietamientos con desplazamiento milimétrico, al igual que en un aula del centro educativo, en este último de menor dimensión.

No se apreció el pie del deslizamiento, por la presencia de vegetación, pero se presume que debe estar llegando o llegará hasta las inmediaciones del deslizamiento-flujo antiguo.

El otro esta afectando a viviendas que se encuentran cercanas al evento en formación.



Foto14. Parte donde se está formando el deslizamiento, cercana al centro educativo (Línea amarilla).



Foto 15. Pared del centro educativo, con fisuramientos en la pared.



Foto16. Agrietamientos en la pared y piso de la iglesia.

4.2.1 CONDICIONES DE ESTABILIDAD EN EL SECTOR GARRUCHAS

El sector comprendido dentro del deslizamiento-flujo antiguo, en la parte reactivada, las condiciones de inestabilidad persisten, suelo conformado por bloques, gravas englobados en matriz arenosa, ladera de pendiente menor a 16° y agrietamientos del terreno se infiltra agua. Es muy probable que los movimientos se acentuen en el periodo lluvioso o en caso de sismos.

Las viviendas afectadas y no afectadas, que se encuentran dentro del cuerpo del antiguo deslizamiento-flujo, con fines preventivos, deben ser reubicadas en forma paulatina.

El lugar donde se están generando los nuevos deslizamientos, siguen las condiciones de inestabilidad, como pendiente del terreno, roca de mala calidad e intensas lluvias. Por fines preventivos es necesario que las viviendas colindantes a los eventos se reubique, al igual que el aula del centro educativo afectada.

4.3 DESLIZAMIENTO 7 DE AGOSTO

Este deslizamiento se inició en el periodo lluvioso del año 2007. Las autoridades del lugar, en el año 2008, con fines preventivos reubicaron las viviendas al sector con coordenadas 721571E, 9448432N (WGS-84). Como el deslizamiento se estabilizó, los moradores nuevamente regresaron a la zona declarada como inestable, con las consecuencias ya conocidas.

Este deslizamiento de tipo rotacional (figura 10), presenta las siguientes características:

- Longitud de corona principal: 60m
- Forma de corona: semicircular.
- Salto principal (Escarpe): 5 a 10 m.
- Longitud desde el escarpe principal al pie de deslizamiento: 200 m.
- Longitud del pie del deslizamiento: 110 m.
- Escarpes secundarios con saltos entre 1 a 5 m (foto 17).
- En el cuerpo del deslizamiento se tienen árboles inclinados, que muestran la inestabilidad del terreno (foto 18).

Causas:

- Canal de riego sin revestimiento, ubicado en la parte superior, que permitió que el suelo se sature en el tiempo (foto 19).
- Roca volcánica-sedimentaria (tobas con limolitas) muy meteorizada, de mala calidad, permite infiltración y retención del agua.
- Buzamiento de las capas a favor de la pendiente (25°NO)
- Pendiente del terreno, 20°. Con ello la masa inestable que se encuentra sobre la superficie, tiende a desplazarse cuesta abajo.

El factor desencadenante fueron las precipitaciones pluviales extraordinarias del año 2007.



Foto 17. Escarpe secundario

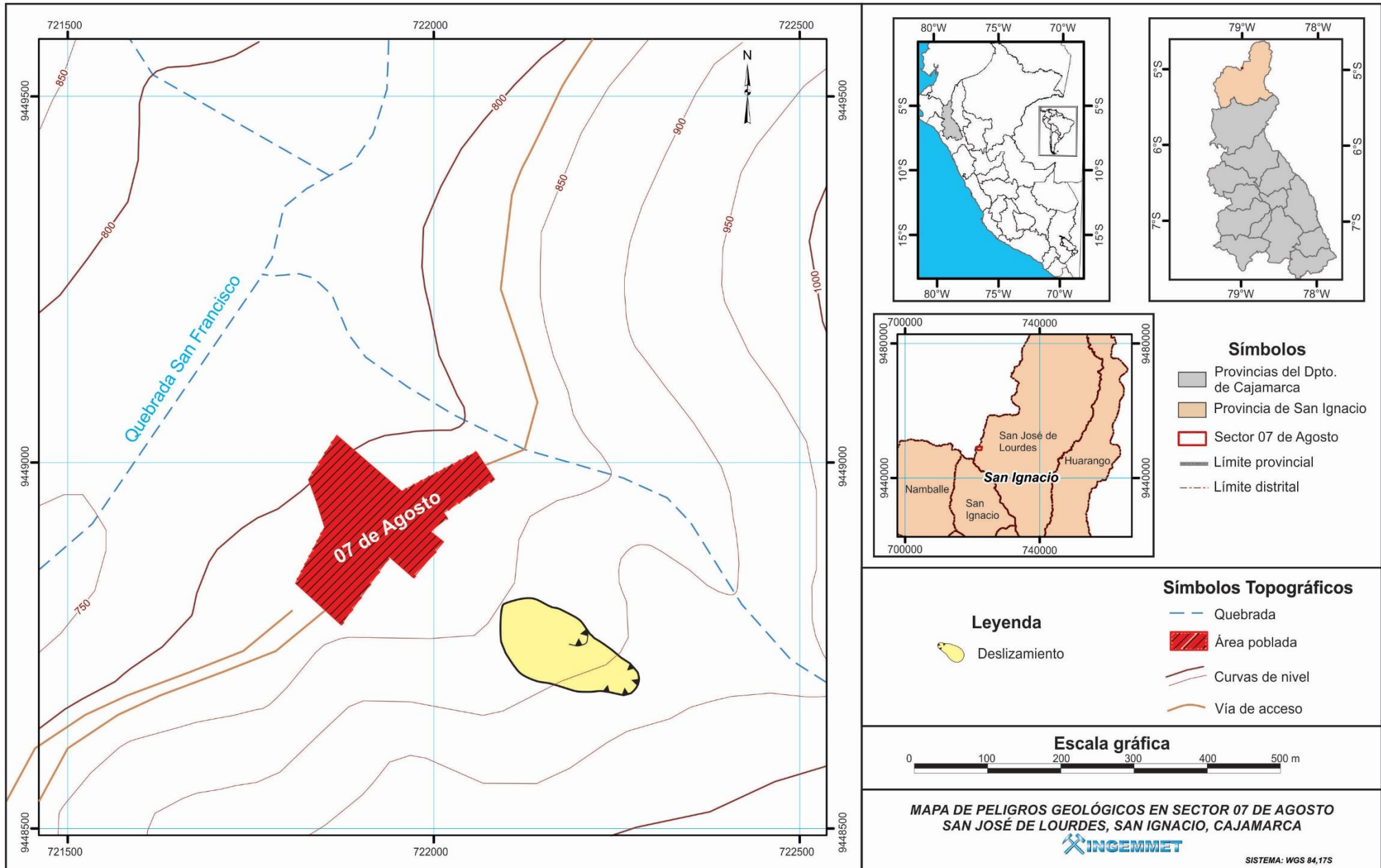




Foto 18. Arboles inclinados que muestra la inestabilidad del terreno



Foto 19. Canal de regadío abandonado

La zona por estar cubierta por vegetación, es difícil observar los agrietamientos del terreno. Se identificó la escarpa principal y dos secundarias. En el cuerpo del deslizamiento se observan arboles inclinados en dirección opuesta al movimiento, lo cual evidencia este proceso.

El material deslizado afectó terrenos de cultivo, no llegó hasta el área urbana.

4.3.1 CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO 7 DE AGOSTO.

El deslizamiento se llegó a estabilizar con la clausura del canal de regadío. La ladera que colinda con el sector de 7 de Agosto, presenta una pendiente de 20°, sobre ella se encuentra material suelto y colgado (producto del deslizamiento). Este material es susceptible de ser removido, si las condiciones de estabilidad cambian.

Inmediatamente después del pie del deslizamiento en dirección al centro poblado, el terreno esta deforestado⁵. Esto le ha eliminado la defensa natural que contaba el centro poblado (foto 20).

Si bien es cierto el deslizamiento esta estabilizado momentaneamente, es muy probable que sufra reactivación con intensas precipitaciones pluviales y/o interracción humana. Podría comportarse como deslizamiento o flujo no canalizado, que comprometería el centro poblado. Además hay que mencionar que la zona es de clima tropical, donde se presentan lluvias intensas.

Por fines preventivos es necesario que las viviendas ubicadas en la parte baja, regresen hacia la zona de reubicación.



Foto 20. Zona deforestada, hacia la parte superior se tiene el cuerpo del deslizamiento

4.4 CAÍDA DE ROCAS EN GARRUCHAS

En la cumbre del cerro Shipal, se encuentra un afloramiento de areniscas, con fracturamiento cuya inclinación están a favor de la pendiente.

El afloramiento es macizo y poco fracturado (espaciamiento entre fracturas es mayor de 1 m), es por ello que el depósito generado por la caída rocas, encontramos bloques comprendidos entre 1 a 5 m de diámetro (foto 21).

Los bloques de rocas son de formas angulosas a muy angulosas, no han tenido mucho transporte, además se encuentran cercanos a la línea de escarpe.

⁵ El terreno deforestado con la finalidad de convertirlo en terreno del cultivo



Foto 21. Se aprecia un depósito generado por caída de rocas.

Los cuerpos de estos eventos se encuentran cubiertos por vegetación.

Los factores desencadenantes fueron intensa precipitación pluviales o sismos de gran magnitud.

Por lo observado, aún persisten las condiciones de inestabilidad: pendiente del terreno y fracturamiento de la roca con inclinación a favor de la pendiente.

V. AREA DE REUBICACIÓN

5.1 SECTOR GARRUCHAS

Este sector se encuentra dentro del mismo sector Garruchas, en las coordenadas 9444789N y 721674E (WGS84); tiene un área de 2700 m².

Geomorfológicamente se encuentra en una ladera volcánica-sedimentaria, con pendiente de 10°.

Por lo observado en la calicata (foto 22) presenta suelo limoso color gris oscuro, humedo y con espesor hasta de 70 cm. Se aprecia roca volcánica completamente meteorizada con tonalidades amarillentas, se rompe muy fácilmente al golpe del martillo.

En la actualidad, en el área no se observó movimientos en masa que puedan afectar.

Para el sector asignado para la reubicación se deben realizar lo siguiente:

- a) Estudios de suelos para determinar la capacidad portante del suelo, con fines de cimentación para viviendas.
- b) Realizar drenaje pluvial, para evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- c) Reforestar las área aledañas.

- d) La futura vía de acceso (trocha) debe contar con cunetas revestidas para evitar la infiltración de agua, las cuales deben tener un mantenimiento permanente.



Foto 22. Calicata en el sector Garruchas (sector de reubicación), se observó suelo limoso (a) y roca altamente meteorizada (b).

5.2 SECTOR 7 DE AGOSTO

El sector en mención, en el año 2008 fue reubicado hacia el sector S/N ubicado al suroeste del poblado 7 de Agosto, en la coordenada 721571E, 9448432N (WGS-84)

Geomorfológicamente se encuentra sobre una ladera conformada por rocas volcánicas-sedimentarias, con pendiente promedio de 20° (foto 23).

5.2.1 MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL SECTOR DE REUBICACIÓN

En el sector asignado para la reubicación se debe realizar lo siguiente:

- a) Estudios de suelos para determinar la capacidad portante del suelo.
- b) Realizar drenaje pluvial, para evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- c) Reforestar las área aledañas.
- d) La carretera de acceso debe contar con cunetas revestidas para evitar la infiltración de agua.



Foto 23. Vista del área de reubicación de 7 de Agosto.

VI. MEDIDAS CORRECTIVAS

Se tiene que realizar lo siguiente:

- Los afloramientos de agua deben ser canalizados y revestidos con tuberías de PVC, para evitar la saturación del suelo (*).
- Construir canal de coronación, para evitar la infiltración de agua proveniente de la parte alta (*).
- En el cuerpo del deslizamiento hacer un drenaje en tipo “espina de pez” para evitar la infiltración de agua hacia el cuerpo del deslizamiento (figura 11) (*).
- Realizar un sellado de grietas en forma técnica, con ello se evitará la infiltración de agua pluvial al subsuelo (*).
- Monitorear permanentemente el deslizamiento utilizando método topográfico o geodésico, en lo posible implementar el método instrumental.
- Reforestar con plantas nativas toda el área.

(*) Labores que debe ser realizada por un especialista

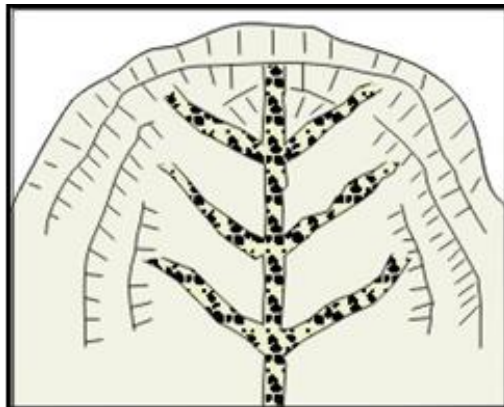


Figura 11. Esquema de drenaje en tipo espina de pez (medida aplicada solo para deslizamiento) (Guzmán et al 2000).

CONCLUSIONES

Sector Garruchas

Se identificó un megadeslizamiento-flujo antiguo, que se viene reactivando desde el 2015, además se tienen dos deslizamientos recientes en las inmediaciones de Garruchas.

a) Reactivación del megadeslizamiento-flujo.

- Se han presentado dos reactivaciones en el cuerpo del deslizamiento, una en la parte inferior y otra en la parte media-superior, siendo esta última la de mayor interés porque afecta viviendas, terrenos de cultivo, postes de tendido eléctrico y vía de acceso. Mientras que la primera solamente afecta terrenos de cultivo.
- La reactivación de la parte media-superior, corresponde a un deslizamiento rotacional, con escarpa de 150 m de largo, con saltos variables entre 1 a 5 m. En el terreno se localizaron agrietamientos, en algunos casos poco visible por la vegetación.
- Causas principales:
 - Suelo conformado por material de antiguo deslizamiento de fácil remoción.
 - Pendiente del terreno.
 - Material del cuerpo del deslizamiento que permite la infiltración y retención del agua, esto contribuye con la saturación del depósito.

Factor desencadenante las precipitaciones pluviales periodo 2015.

- Por lo mencionado el sector afectado por la reactivación del depósito megadeslizamiento-flujo del 2015, se considera como **zona crítica**, de muy alto peligro por movimiento en masa y de **peligro inminente** ante intensas precipitaciones o sismos de fuerte magnitud.

b) Deslizamientos recientes en proceso de formación.

- Se han presentado dos deslizamientos en proceso de formación, en las inmediaciones de Garruchas. Los eventos han afectado dos viviendas, iglesia, un aula del centro educativo y terrenos de cultivo.
- Causas principales:
 - Roca de mala calidad, moderadamente a altamente meteorizada.
 - Pendiente del terreno.
 - Roca que permite la infiltración y retención del agua, ello permite la saturación del depósito.

Factor desencadenante fuerte precipitaciones pluviales.

- Las escarpas principales están en proceso de formación, con tendencia a poseer una forma semicircular; se observan saltos hasta de 20 cm y agrietamientos en el terreno.
- Es necesario que la infraestructura (viviendas, aula del centro educativo e iglesia), colindantes a estos eventos sean reubicadas.
- Es necesario monitorear el fenómeno.

c) Área de reubicación

El área propuesta por los moradores para reubicación, se encuentra en la zona urbana de Garruchas. En una de las calicatas se observó que el suelo tiene un espesor de 70cm, conformado por limos; debajo se tiene roca volcánica meteorizada. No se observó movimientos en masa en los alrededores

Sector 7 de Agosto

- a) El deslizamiento que se encuentra en las inmediaciones del centro poblado 7 de Agosto se formó en el periodo lluvioso del 2007.
- b) Se caracteriza por ser de tipo rotacional, presenta escarpa principal de 60m, semicircular, con saltos que varían entre 5 a 10m.
- c) Las causas principales fueron:
 - Filtraciones de canal de regadío sin revestimiento
 - Pendiente del terreno.
 - Roca de mala calidad (tobas y limolitas).
- d) Actualmente la masa se encuentra a media ladera, colgada, estabilizada momentáneamente. Pero ante lluvias intensas es muy probable que se desestabilice nuevamente, a manera de deslizamiento o como flujo no canalizado. Esto podría afectar al centro poblado.
- e) Entre el pie del deslizamiento y la zona urbana, se tiene una zona deforestada, favoreciendo a la generación de un deslizamiento o flujo. El material inestable bajaría libremente hacia la zona urbana.
- f) A raíz del evento del 2007, este sector fue reubicado en los terrenos ubicados en las coordenadas 721571E, 9448432N. Este nuevo lugar de asentamiento se encuentra sobre una ladera de roca volcánica- sedimentaria. No se observó actualmente movimientos en masa que pueda afectar esta zona.

RECOMENDACIONES.

1) Para el sector Garruchas

Zona reactivada del megadeslizamiento-flujo.

- Es necesario que las viviendas afectadas por la reactivación del megadeslizamiento, sean reubicadas en un corto plazo. Las viviendas que se encuentran en el cuerpo del deslizamiento antiguo que aún no han sido afectadas, por fines preventivos deben ser reubicadas.
- En lo posible realizar un cambio al trazo de la vía de acceso a Garruchas, porque en un futuro va ser afectada.
- Sellado de grietas.
- En todo el megadeslizamiento implementar/construir un sistema de drenaje para aguas pluviales (de lluvia) para minimizar la infiltración y saturación del cuerpo de este deslizamiento.

El área **propuesta para la reubicación del sector Garruchas**, reúne las condiciones de seguridad física requerida. Se deben tener en cuenta las recomendaciones del ítem 5.1.

Zona de deslizamientos recientes.

- Con fines preventivos las viviendas colindantes los deslizamientos deben ser reubicadas, al igual que el aula del centro educativo.
- Sellado de grietas.

2) Para el sector 07 de Agosto

- Las viviendas que se encuentran debajo de la zona afectada, por fines preventivos deben regresar a la zona de reubicación.
- En la zona de reubicación propuesta el año 2008, no se identificó movimientos en masa recientes que le puedan afectar.
- La cuneta de la carretera debe ser revestida, con la finalidad de no permitir la filtración de agua al subsuelo.

3) Para ambas zonas

- Forestar la zona, con plantas autóctonas, con la finalidad de darle una mayor estabilidad al terreno.
- Sistema de drenaje pluvial para la zona urbana.
- Las obras que se plantean deben ser supervisadas por especialistas

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Deslizamientos

Son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), se puede clasificar a los deslizamientos por la forma de la superficie de la escarpa, por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007).

Deslizamiento rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava (figuras 12 y 13). Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas.

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s. (PMA: GCA, 2007).

En la figura 20, se representa las partes principales de un deslizamiento.

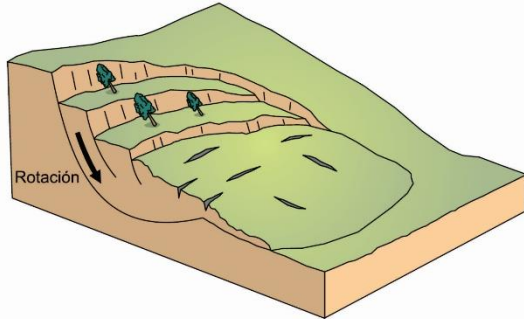


Figura 12. Esquema de un deslizamiento rotacional (tomado del Proyecto Multinacional Andino, (2007).

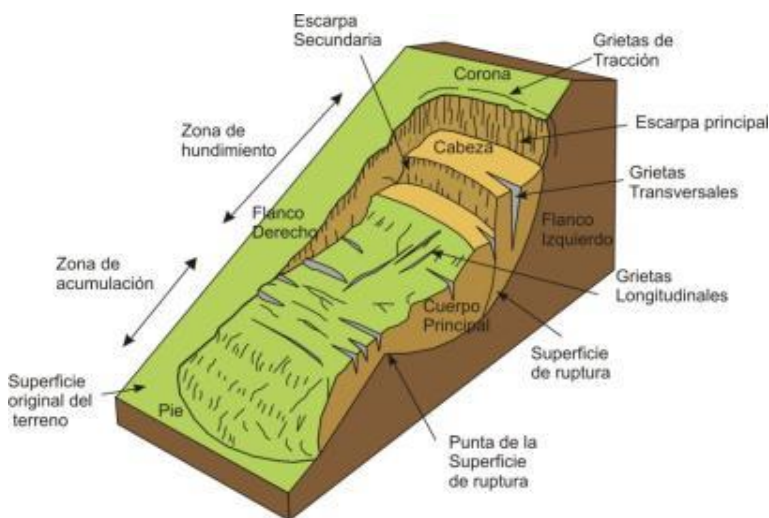


Figura 13. Esquema de un deslizamiento rotacional muestra sus partes principales.

Buzamiento

Es ángulo de inclinación, es la línea de máxima pendiente de un estrato (Dávila 1999). Angulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90° (PMA: GCA, 2007). (Fotos 24 y 25).



Fotos 24 y 25. Buzamiento de los estratos (líneas amarillas indican la inclinación).

Caída de rocas

Desprendimiento. Tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de la superficie de un talud, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire, pero con algunos golpes, rebotes y rodamiento (figura 14). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. Algunos autores, como Corominas y Yague (1997) denominan colapso a los casos en que el material cae de manera eminentemente vertical.

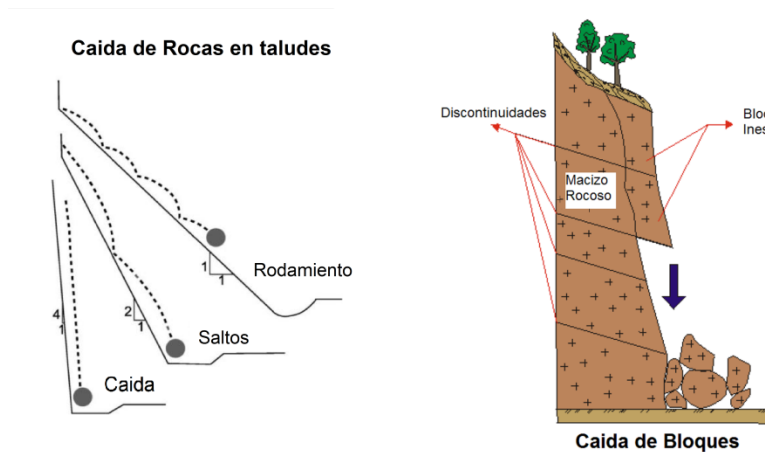


Figura 14. Esquemas de los tipos de movimientos de los bloques realizan sobre el talud dependiendo de su pendiente y su origen (Fuente: Modificado Pimentel, 2011).

Flujos de detritos

Es un movimiento muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos, que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de

un fluido y transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce empinado (flujos canalizados) Figura 15 (PMA: GCA, 2007).

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hung, 2005).

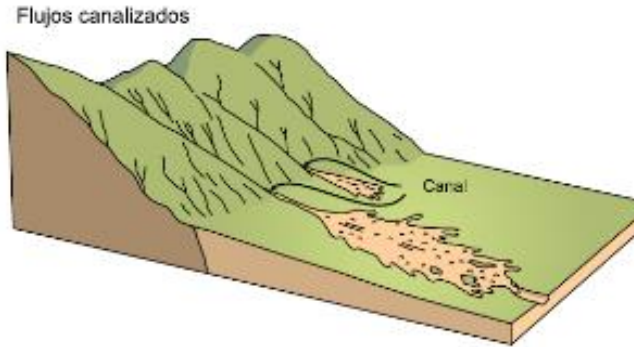


Figura 22. Esquema de flujos canalizados y no canalizados, según Cruden y Varnes (1996).15

Movimiento en masa

Fenómeno de remoción en masa, se llama también movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

Represamiento del río

Bloqueo parcial o total de una corriente de agua debido a un movimiento en masa. Es estancar el caudal de una corriente de agua, de un río o de una quebrada. Se tiene los siguientes casos. (Figura 16).

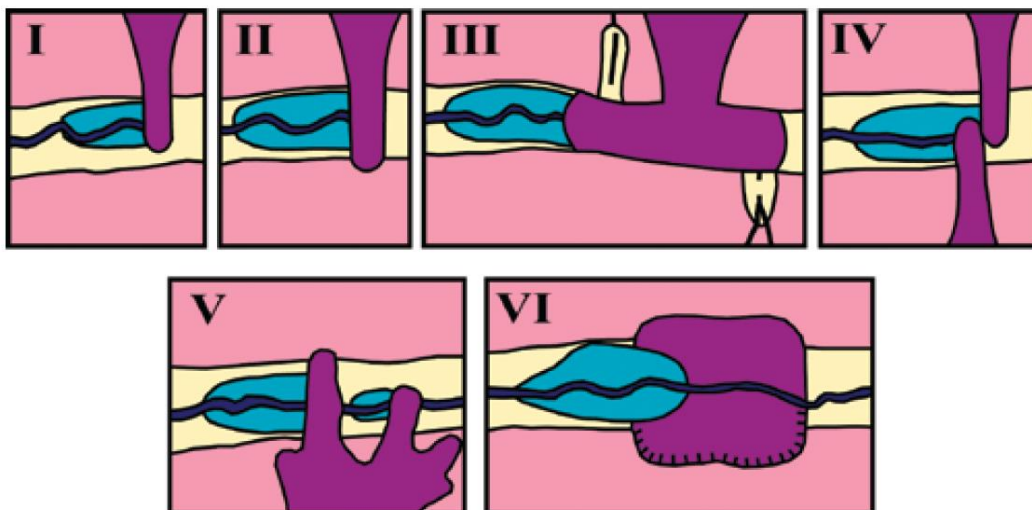


Figura 16. Tipos de represamiento según la clasificación de Costa y Schuster (1988).

BIBLIOGRAFÍA

- Corominas, J., & García, A. (1997). **Terminología de los movimientos de laderas**, en Memorias, IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables, Granada, España, p. 1051-1072.
- Costa, J., y Schuster, R., 1988, **The formation and failure of natural dams**: Geological Society of America, Washington D.C., v. 100, p. 1054-1068.
- Dávila, J (1999). **Diccionario Geológico**. INGEMMET. Tercera Edición. Lima Perú.
- De La Cruz, J. (1995). **Geología de los Cuadrángulos de Río Águeda, San Ignacio y Aramango**. INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional, Boletín N° 57. 164 p.
- Cruden, D., & Varnes, D. (1996). **Landslide Types and Processes**. En: "Landslides. Investigation and Mitigation", Eds Turner, A.K. and Schuster, R.L. Special Report 247, Transport Research Board, National Research Council, Washington D.C. pp. 36-75.
- Cruden, D., 1991, **A Simple definition of a landslide**: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27-29.
- Hungr, O., 2005, Classification and terminology, en Jakob, M., y Hungr, O., ed., Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis, p. 9-23.
- Pimentel, F. (2011). **Retroanálisis para la determinación de los coeficientes de restitución de gneis y depósitos de talud**. Instituto de geociencias de la Universidad federal de Rio de Janeiro. 48p.
- PMA: GCA. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). **Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas**. Canadá. Publicación Geológica Multinacional N° 4, 404 p.
- Reyes, L. & Caldas, J. (1985). Geología de los Cuadrángulos de La Tina (9-d), Las Lomas (10-c), Ayabaca (10-d), San Antonio (10-e), Chulucanas (11-c), Morropón (11-d), Huancabamba (11-e), Olmos (12-d) y Pomahuaca (12-e). INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional, Boletín N° 39. 85 p.
- Suarez, J. (1988). **Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales**. Colombia-Bucaramanga. Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos. 550 p.
- Varnes, D.J. (1978) - **Slope movement types and processes**. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., Landslides, analysis, and control. Washington, DC: National Research Council, Transportation Research Special Report 176, p. 11-33.
- Zavala, B. y Rosado, M. (2011) **"Riesgo Geológico en la Región Cajamarca"**. INGEMMET. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 44. 394 Págs.