



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7014

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL BARRIO COCHAC DEL CASERIO DE PARIACACA

Región Ancash
Provincia Carhuaz
Distrito Carhuaz



FEBRERO
2020

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 ANTECEDENTES	3
2. GENERALIDADES.....	4
2.1. Ubicación y accesibilidad.....	4
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	6
3.1 Unidades Litoestratigráficas.....	6
3.1.1. Formación Chimú	6
3.1.2 Formación Santa.....	6
3.1.3. Formación Carhuaz.....	6
3.1.4. Formación Yungay.....	6
3.2. Depósitos Cuaternarios	6
4. ANÁLISIS DE PENDIENTES.....	10
5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	11
5.1. Lomadas y colinas.....	11
5.2. Valle fluvio –glaciar	11
5.3. Morrenas	11
6. Peligros Geológicos por movimientos en masa	13
6.1. Deslizamiento.....	13
6.2 Características de la formación del deslizamiento del barrio de Cochac – caserío de Pariacaca	13
6.3. Causas de la Formación de nuevos deslizamientos	16
7. Medidas Correctivas.....	21
CONCLUSIONES	22
RECOMENDACIONES	23
BIBLIOGRAFIA.....	24

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL BARRIO COCHAC DEL CASERIO DE PARIACACA (DISTRITO Y PROVINCIA DE CARHUAZ, REGIÓN ANCASH)

RESUMEN

La municipalidad provincial de Carhuaz solicitó al INGEMMET, la evaluación técnica del Barrio Cochac en el caserío de Pariacaca a consecuencia de grietas que empezaron aparecer en el terreno.

El objetivo de este trabajo fue identificar y hacer la cartografía de peligros geológicos por remoción en masa en las cercanías del Barrio de Cochac, además, de identificar el origen de las grietas. Para ello se realizaron trabajos en campo el 16 de octubre del 2019, en base a esto se elaboraron mapas geológicos (basados en mapas previos de INGEMMET a escala 1:100 000), se hizo la cartografía geomorfológica e identificaron las pendientes de las zonas en base a un DEM A los palar 12px/m.

Litológicamente en la zona predominan arcillitas, limoarcillitas y areniscas de las Formaciones Chimú, Santa, y Carhuaz cubiertas por depósitos de deslizamientos antiguos y glaciares.

Geomorfológicamente la zona de estudio se ubica en la vertiente occidental de la Cordillera Blanca por lo que tiene influencia glaciar, (morrenas y valle glaciar), además se identificaron colinas y lomadas en roca sedimentaria con presencia de cárcavas a esto se suma la pendiente que se caracteriza por ser "Muy fuerte" (15° a 25°).

En el área evaluada se comprobó la presencia de agrietamientos de 15 a 79 cm de separación, con profundidades visibles de 15 cm a 100 cm y en algunos casos con longitudes mayores a 20 m; escarpes de 30 a 100 cm de altura y cárcavas recientes y antiguas cubiertas por vegetación. Estos agrietamientos se sitúan sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo, de materiales no consolidados conformados por bloques subangulosos y matriz limoarcillosa, que evidencia el proceso de reactivación en el cuerpo del deslizamiento antiguo.

Por las condiciones actuales se concluyo que el Barrio Cochac y el caserío de Pariacaca, son zonas críticas de susceptibilidad alta, que se evidencia con un proceso de reactivación actual en el cuerpo del deslizamiento y que las principales causas de esta reactivación son la saturación del terreno, la pendiente y el tipo de suelo.

Se sugiere canalizar las fuentes de agua (puquiales) con tubos de PVC, sellar y compactar las zonas de grietas para evitar la infiltración y saturación en el terreno, además de ello implementar sistemas de monitoreo para ver la evolución de grietas. No se deben construir viviendas en el área del antiguo deslizamiento ni en sus proximidades.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional; su alcance consiste en contribuir con entidades gubernamentales en el reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios vulnerables, con la finalidad de proporcionar una evaluación técnica que incluya resultados y recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención.

La municipalidad provincial de Carhuaz, mediante el oficio N° 028- 2019-MPC/GM solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), una inspección técnica por peligros geológicos en un sector del Barrio Cochac, distrito de Carhuaz, departamento de Ancash, por la presencia de agrietamientos con la finalidad de tomar acciones de prevención y mitigación de riesgos en estos sectores.

El INGEMMET, a través de la Dirección de Geología ambiental y Riesgo Geológico designó a los profesionales Norma Luz Sosa Senticala y Gonzalo Luna Guillen, para realizar la inspección técnica, el 16 octubre del 2019, en coordinación con autoridades del sector y pobladores locales, quienes presentaron la problemática de la zona.

Este informe se realizó en base a la información recabada en campo y trabajos anteriores de evaluación de peligros geológicos cercanos a la zona de evaluación realizados por la dirección de Geología ambiental y riesgo geológico del INGEMMET.

El presente informe se enfoca en la evaluación geológica, geomorfológica y peligros por movimientos en masa en el sector del barrio de Cochac, ubicado en la parte alta del caserío de Pariacaca, en la margen izquierda del río Chucchun.

Este informe se pone en consideración de la municipalidad provincial de Carhuaz. La información técnica que se consigna en el presente reporte, pretende servir como una guía para la toma de decisiones en las medidas de prevención y mitigación ante este tipo de peligros.

1.1 ANTECEDENTES

Existen estudios previos (informes técnicos de evaluación de peligros geológicos) elaborados por el INGEMMET aledañas a la zona de estudio.

- ***Estudio de riesgos geológicos en el Perú – Franja 4 (L. Fidel et al., 2006)***

Este trabajo se desarrolló en las regiones de Ancash, Lima, Junín, Huánuco, Pasco, Ucayali, Cusco, Madre de Dios, y la provincia constitucional del Callao, con el objetivo de evaluar los factores condicionantes y desencadenantes de peligros geológicos. Se elaboraron mapas de pendientes, litológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, intensidad de erosión y cobertura vegetal. Que sirvieron para la elaboración de mapas de susceptibilidad a movimientos en masa e inundaciones, además, de mapas de erosión fluvial, erosión de laderas y arenamientos.

- ***Estudio de riesgo geológico en la región Ancash (Zavala et al., 2010)***

Evaluó la susceptibilidad a los movimientos en masa, peligros geológicos geo-hidrogeológicos y otros peligros geológicos de la región Ancash, relacionando la frecuencia de peligros con la complejidad geológica – geomorfológica, la presencia de cobertura de glaciares y lagunas, alta sismicidad y existencia de fallas geológicas activas, y la presencia de fuertes lluvias normales y excepcionales en presencia del fenómeno “El Niño Costero” que se dan en la zona de estudio, este estudio dio como resultado: mapas de litología, pendientes, geomorfología, hidrogeología, cobertura vegetal, y uso de suelos que sirvieron para la elaboración de mapas de susceptibilidad a los movimientos en masa e inundaciones.

- ***Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h) Escala 1:100 000 (de la cruz y Chacaltana, 2003)***

El presente estudio se ha realizado dentro del Proyecto de Revisión y Actualización de la Carta Geológica Nacional correspondiente a la Franja N° 4, el cual contempla la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h). Ubicada en el norte del país en el departamento de Ancash. En este trabajo se describen las unidades litoestratigráficas aflorantes, dirección de estructuras principales e interpretaciones geológicas.

- ***Boletín N° 60 Serie A: Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari (1995), actualizado por la Dirección de Geología Regional del INGEMMET***

En este estudio se menciona que en el área se encuentran secuencias litoestratigráficas correspondientes a las formaciones Chimú, Santa y Carhuaz, caracterizadas por la presencia de arcillitas y limoarcillitas.

2. GENERALIDADES

2.1. Ubicación y accesibilidad

El caserío de Pariacaca se encuentra ubicado en la provincia y distrito de Carhuaz, departamento de Ancash, la zona a evaluar fue las cercanías sureste del barrio de Cochac, lugar donde los pobladores reportaron agrietamientos. Las coordenadas UTM – WGS 84, referenciales del área de estudio son las siguientes:

Tabla N°1: Coordenadas medias del caserío de Pariacaca, barrio Cochac.

Poblado	Coordenadas N	Coordenadas E	Altitud
Pariacaca	8975516.98	213061.19	3077 ms.n.m
Barrio de Cochac	8975787.97	213606.59	3137 ms.n.m

El acceso a este poblado, desde la ciudad de Lima es por vía terrestre, para ello se sigue la siguiente ruta: Lima – Huaraz – Carhuaz - Caserío de Pariacaca, por un tiempo estimado de 9 horas, 55 minutos, a través de 350 km aproximadamente, el detalle de acceso se detalla en la tabla N°2:

Tabla N°2: Cuadro de Accesos.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (Km)	Tiempo
Lima - Huaraz	Vía asfaltada	280 km	7 horas, 30 minutos
Huaraz-Carhuaz	Vía asfaltada	33.5 km	1 hora
Carhuaz – Caserío de Pariacaca	Vía afirmada	6.7 km	30 minutos
Caserío de Pariacaca – Barrio Cochac	Vía afirmada (peatonal)	1 km	20 minutos

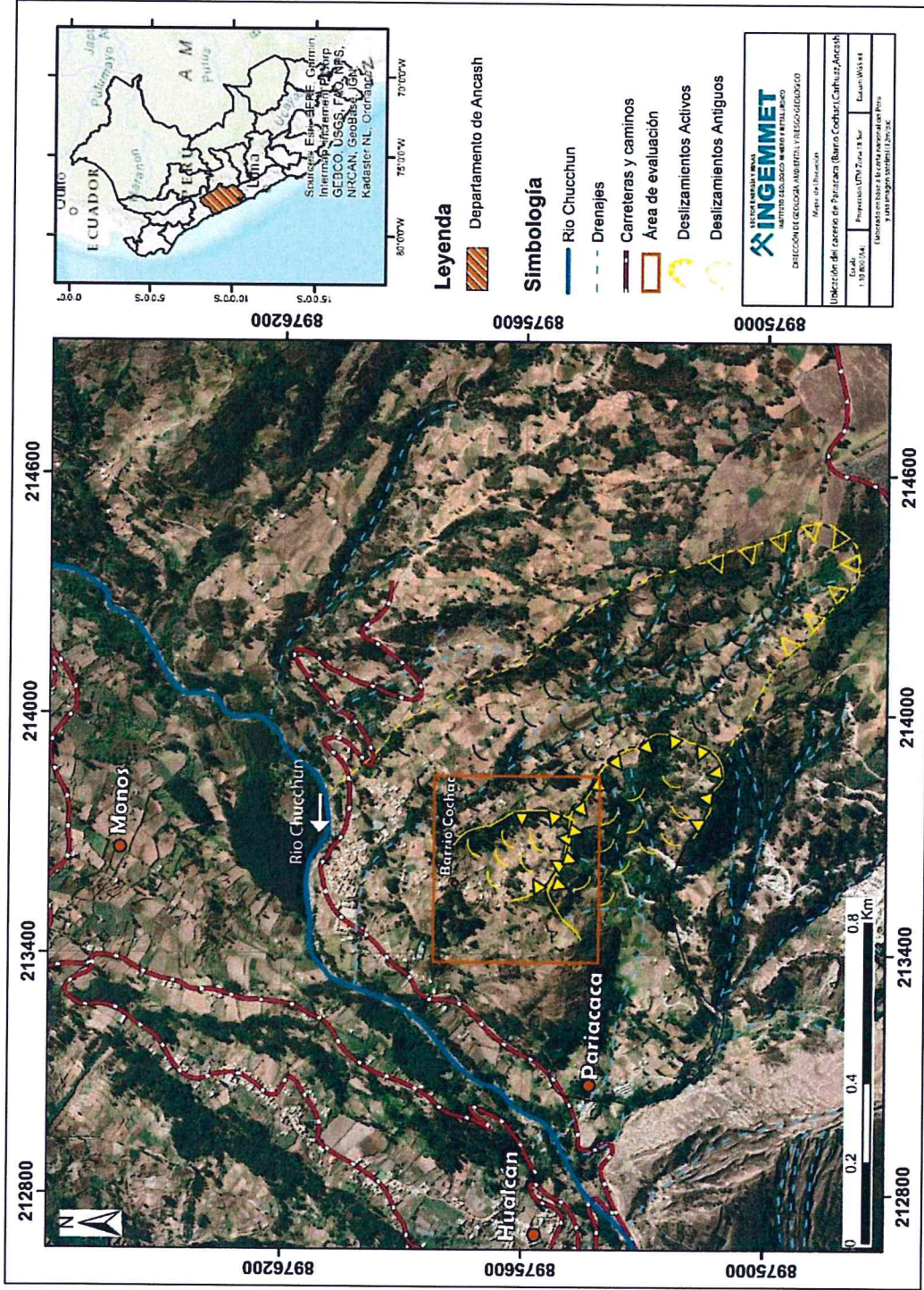


Figura 1. Mapa de Ubicación del Caserío de Pariacaca (Barrio Cochac)

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Las unidades litoestratigráficas aflorantes y predominantes cerca del área de estudio son arcillitas, areniscas y conglomerados, pertenecientes a las formaciones; Carhuaz, Santa y Chimú del cretácico, un poco más al Este afloran fragmentos angulares de rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Yungay, del Neógeno, y en el fondo de valle se pueden apreciar depósitos de materiales no consolidados de origen fluvio – glaciar.

La descripción de unidades se hizo en base a la información geológica de la memoria descriptiva de la revisión del cuadrángulo de Carhuaz (19h), realizada a una escala 1:100 000 (De La Cruz y Chacaltana, 2003).

3.1. Unidades Litoestratigráficas

3.1.1. Formación Chimú

Esta unidad está conformada por cuarcitas, areniscas y arcillitas, con algunas capas de carbón (antracita), sobreyace a la Formación Oyón e infrayace a la Formación Santa en concordancia.

En el área de evaluación, esta formación aflora, en los flacos de lo que parece ser un anticlinal, se puede observar capas de arcillitas potentes, que están muy cerca del área de influencia del deslizamiento.

3.1.2 Formación Santa

Unidad constituida por calizas y arcillitas calcáreas que sobreyacen a la Formación Chimú e infrayacen a la Formación Carhuaz y alcanza un mayor grosor en la zona del Callejón de Huaylas. Consiste de arcillitas color gris oscuras a marrones por meteorización con nódulos de material calcáreo y calizas oolíticas arenosas en capas medianas a gruesas.

En el área de estudio esta formación es parte de un pliegue geológico, y se encuentra entre las Formaciones Chimú y Carhuaz. El área afectada y las grietas localizadas está sobre depósitos cuaternarios que sobreyacen a esta formación. (fotografía 1 y 4).

3.1.3. Formación Carhuaz

Esta unidad consiste de areniscas y areniscas cuarzosas color beige en capas delgadas intercaladas con arcillitas. En algunas áreas es posible encontrar intercalaciones de caliza y algo de yeso cerca a la base de la formación, suprayacen a la Formación Santa e infrayace a la Formación Farrat, o en algunos sectores a la caliza de la Formación Pariahuanca en discordancia. (fotografía 2).

3.1.4. Formación Yungay

Consiste en una secuencia de rocas piroclásticas que se observan en algunos sectores del valle del río Santa (Yungay). La litología predominante, son tobas blancas, friables, pobremente estratificadas, compuestas de abundantes cristales de cuarzo y biotita en una matriz feldespática, así como ignimbritas dacíticas con disyunción columnar. Suprayace a secuencias cretáceas, intrusivos plutónicos y al Grupo Calipuy.

En el área de estudio afloran al suroeste del sector afectado, sobre estos depósitos, se han formado grandes cárcavas, producto de las precipitaciones.

3.2. Depósitos Cuaternarios

Sobreyaciendo a todas las unidades descritas se encuentran depósitos cuaternarios; los más importantes son los fluvioglaciares que alcanzan su desarrollo máximo en los alrededores de la Cordillera Blanca; incluyen a los grupos de morrenas, los extensos mantos de arenas y gravas.

Además, existen abundantes terrazas fluvioaluviales prominentes en algunos sectores del valle del río Santa. (fotografía 3).

En el área de estudio estos depósitos se encuentran en su mayoría, en el fondo de valle, son arenas intercaladas de limos y conglomerados de origen fluvioglacial, que se han formado por la escorrentía superficial de aguas del deshielo del Nevado Hualcan (parte de la cordillera Blanca) y la paleo-dinámica de las masas de hielo.



Fotografía 1:
Se observan arcillitas de la Formación Santa, cubiertas por depósitos cuaternarios (limos y arcillas).



Fotografía 2: Se aprecian arcillitas de la Formación Santa, separadas por una grieta erosionada por aguas de escorrentía pluvial.



Fotografía 3: Se observan depósitos fluvioglaciares compuestos por limos y arcillas (dentro de la matriz), sus bloques son calcáreos (Parte de la Formación Santa), algunas tobas blancas (Formación Yungay) y en su mayoría granodioritas (del batolito de la cordillera Blanca). Estos depósitos fueron transportados y depositados por la dinámica glaciar.



Fotografía 4: Obsérvense capas estratificadas de arcillitas (parte de la Formación Santa) de: Rb: N15° y Bz: 50° (o inclinación de 50°).

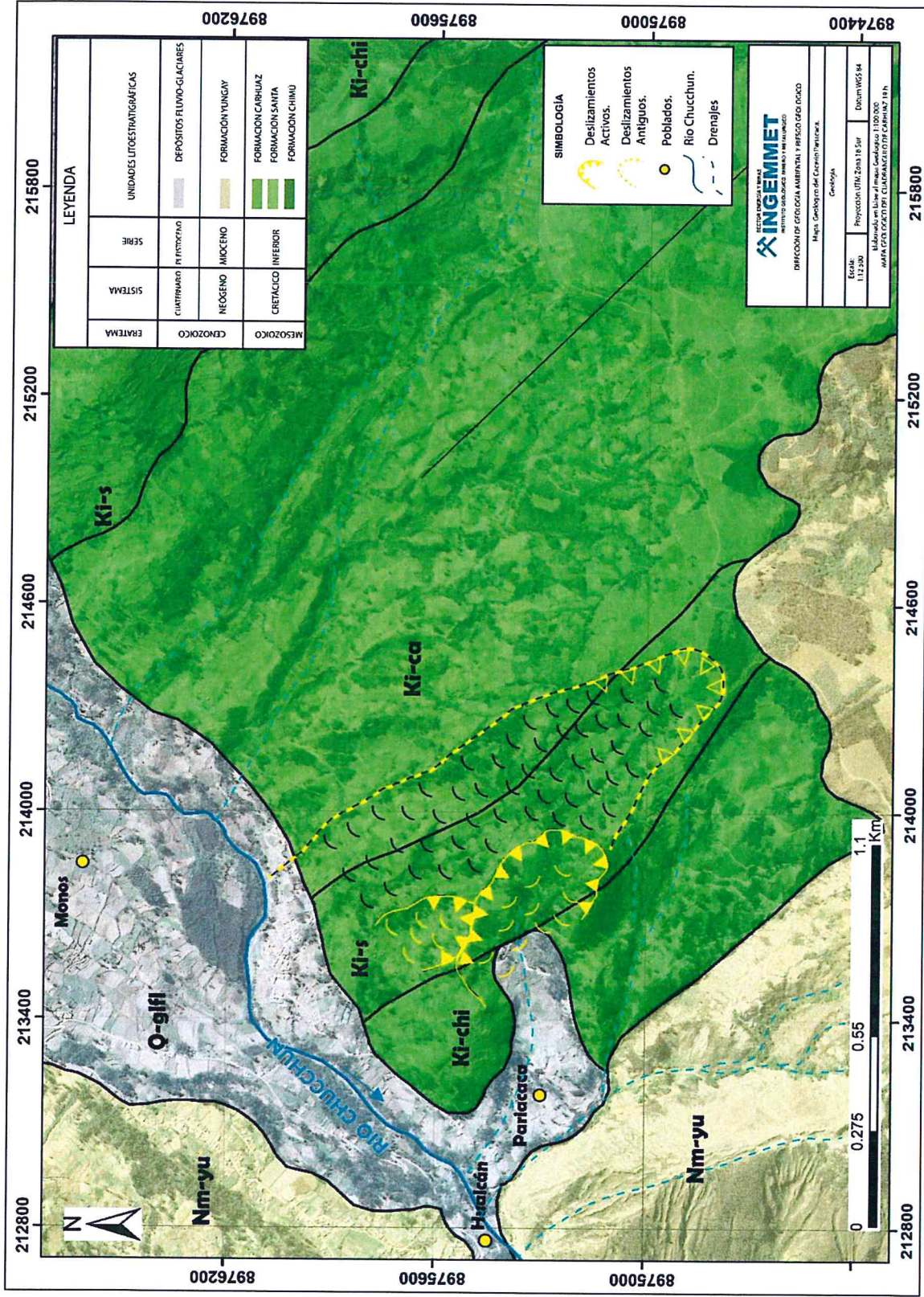


Figura 2: Mapa geológico del caserío de Pariacaca, mostrando las evidencias de deslizamientos antiguos.

4. ANÁLISIS DE PENDIENTES

Para clasificar las pendientes se tomaron 6 rangos de clasificación (Ficha técnica: DGAR-F-148-INGEMMET):

- Terrenos llanos (<1°).
- Terrenos inclinados con pendientes suaves (1°-5°).
- Pendiente moderada (5-15°).
- Pendiente fuerte (15°-25°).
- Pendientes muy fuertes (25°-45°).
- Pendientes muy escarpadas (>45°).

El análisis se hizo en base al modelo de elevación digital Alos Palsar de resolución 12m/px (figura 3), en este se observa: Que la zona de estudio presenta pendiente moderada (5° a 15° a pendiente muy fuerte (25° a 45°).

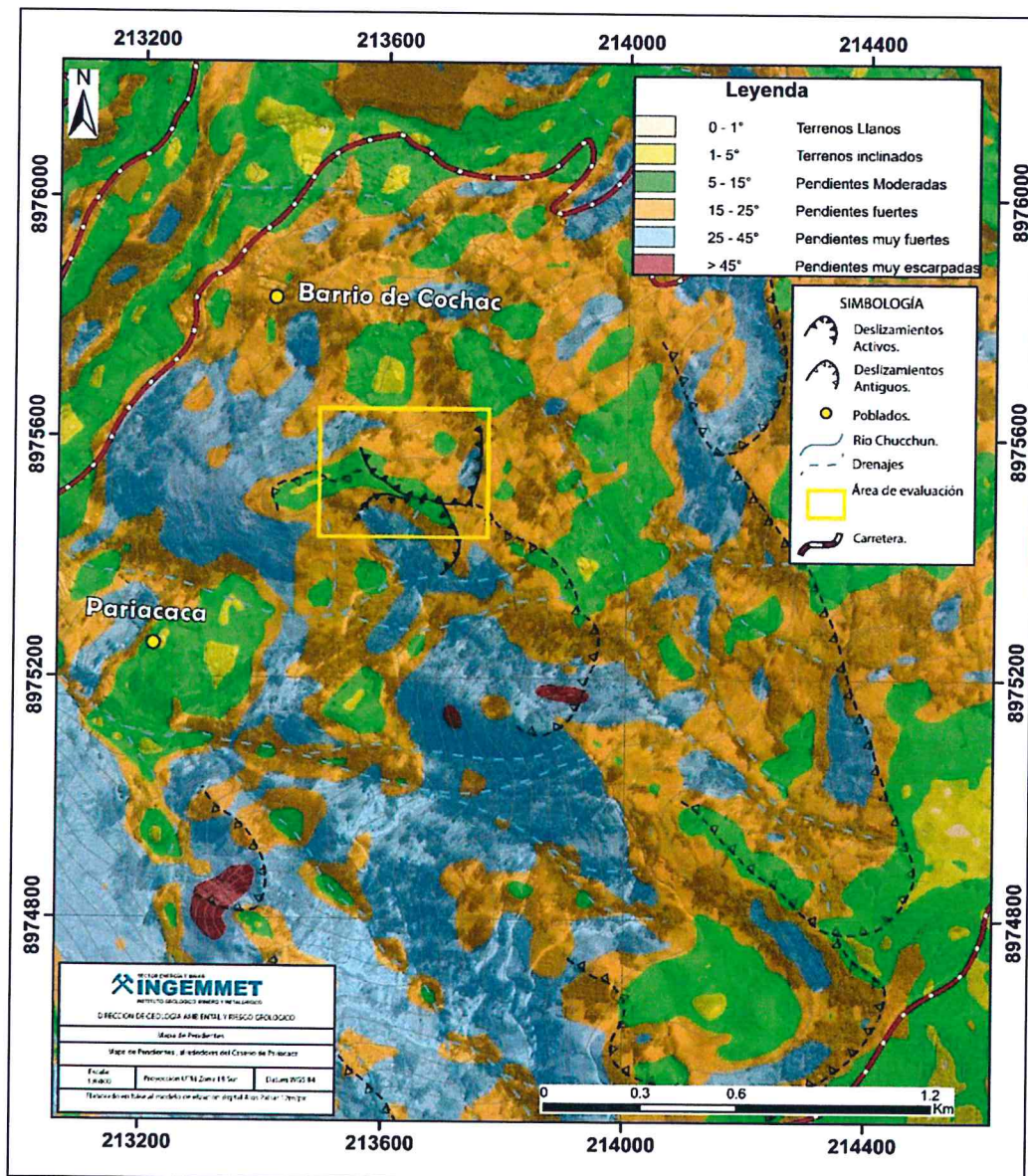


Figura 3. Mapa de pendientes alrededor del Caserío de Pariacaca, Barrio Cochac.

5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En el contexto regional, el área de estudio se encuentra en el flanco oeste de la cordillera Blanca, por este motivo está influenciado por procesos periglaciares, debido a la cercanía al área glacial del nevado Hualcan (Cordillera Blanca), es por ello que dentro de la zona todavía se pueden distinguir unidades geomorfológicas correspondientes a morrenas y los depósitos cuaternarios que en su mayoría son de origen fluvio – glaciar (figura 4).

Dentro del área de estudio se distinguen las siguientes unidades: (figura 5).

5.1. Lomadas y colinas

Estas unidades tienen elevaciones menores a 300 metros en referencia al nivel base (valle glacial), donde se pueden diferenciar cimas estrechas y amplias, redondeadas y alargadas, están formadas por arcillitas y limoarcillitas de las formaciones, Chimú, Santa, Carhuaz y secuencias piroclásticas de la formación Yungay, sus pendientes varían entre moderadas (5-15°) y fuertes (15 a 25°), es sobre estas unidades que se han identificado grietas y escarpas secundarias.

5.2. Valle fluvio –glaciar

Es el valle al cual pertenece la zona de estudio, por donde discurre el río Chucchun cuyas aguas nacen en el Nevado Hualcan, los depósitos que han rellenado este valle son de origen glaciar (transportados y depositados por la dinámica glaciar), aquí se pueden encontrar terrenos llanos a inclinados (<5°).

5.3. Morrenas

Son geofomas producto de la acumulación de materiales depositados por transporte glaciar, en la zona de estudio son muy poco apreciables debido a la erosión y enterramiento de las mismas, las morrenas se han conservado mejor en la parte alta del valle (zona glacial).

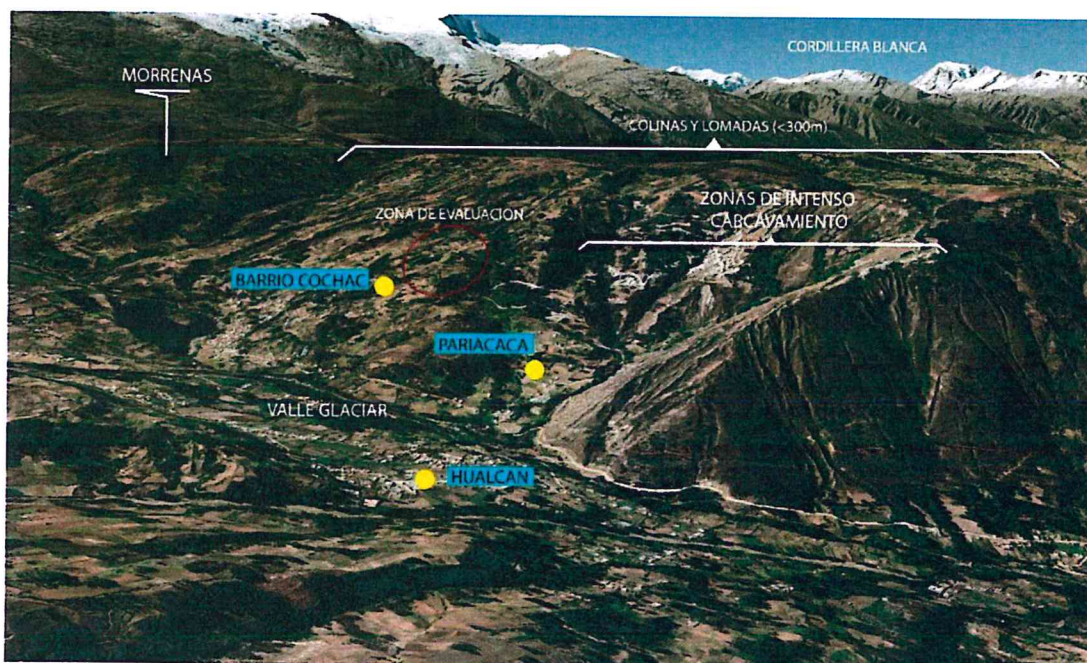
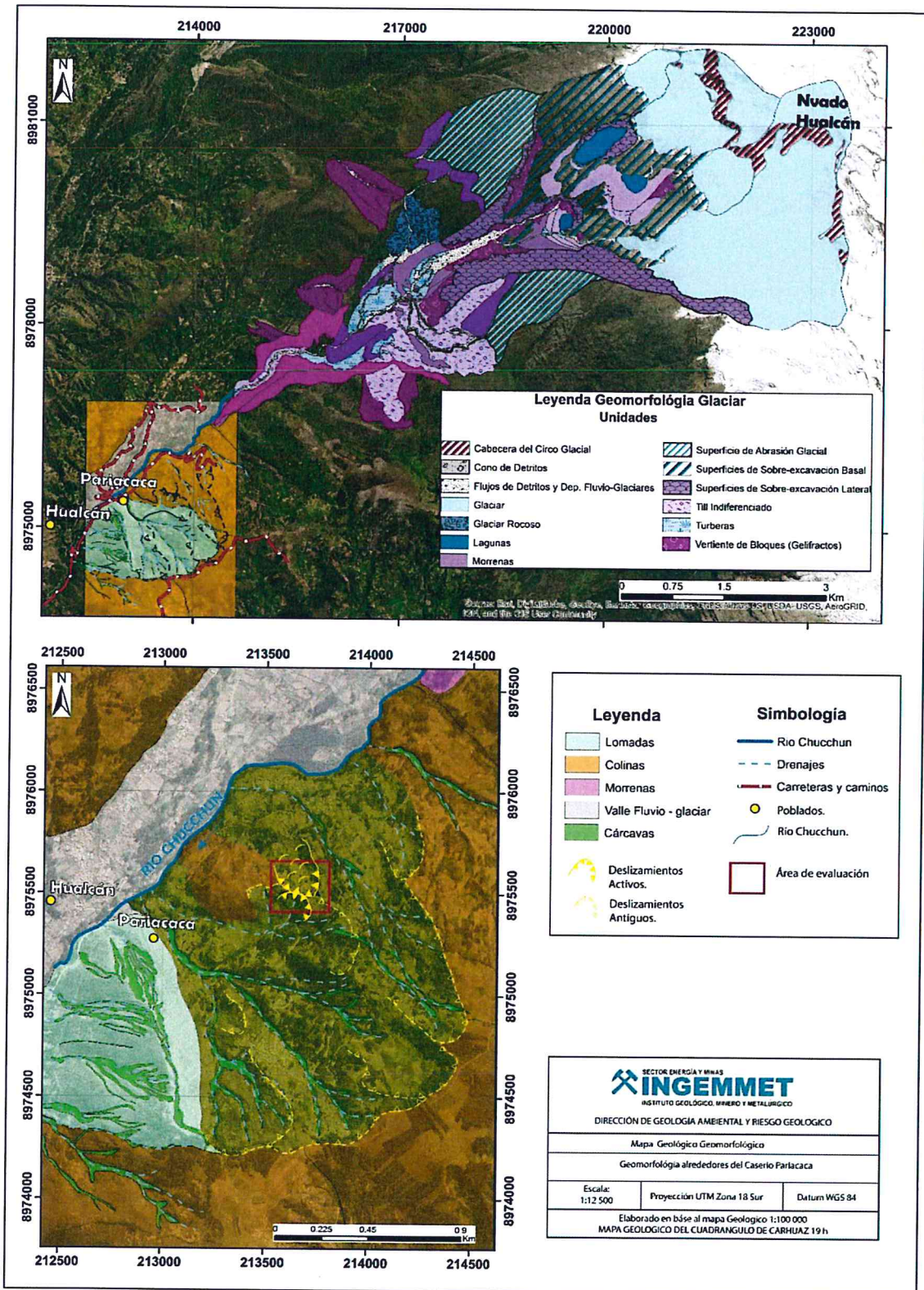


Figura 4. Vista de las unidades geomorfológicas en el área de evaluación (vista 3D – Google Earth).



6. Peligros Geológicos por movimientos en masa

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que moldean el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. La meteorización, lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica) actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana. (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Para la evaluación de peligros geológicos en el barrio de Cochac, caserío de Pariacaca, se ha tomado como referencia la terminología sobre movimientos en masa en la región andina (PMA:GAC,2007), la Clasificación de Varnes (1978, 1996) y Hungr et.al. (2001).

Aparentemente, la zona de estudio se encuentra sobre el cuerpo de un antiguo deslizamiento, cuya corona se encontraba a una elevación de 3486 m s.n.m en las coordenadas medias: X-8974910.47; Y-214468. Sobre este antiguo deslizamiento se han identificado escarpes secundarios, grietas y procesos de carcavamiento, que supondrían la reactivación en el cuerpo del antiguo deslizamiento (figura 14 y 15).

6.1. Deslizamiento

Son movimientos de ladera debajo de una masa de suelo y roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (figura 6) (PMA: GCA, 2007).

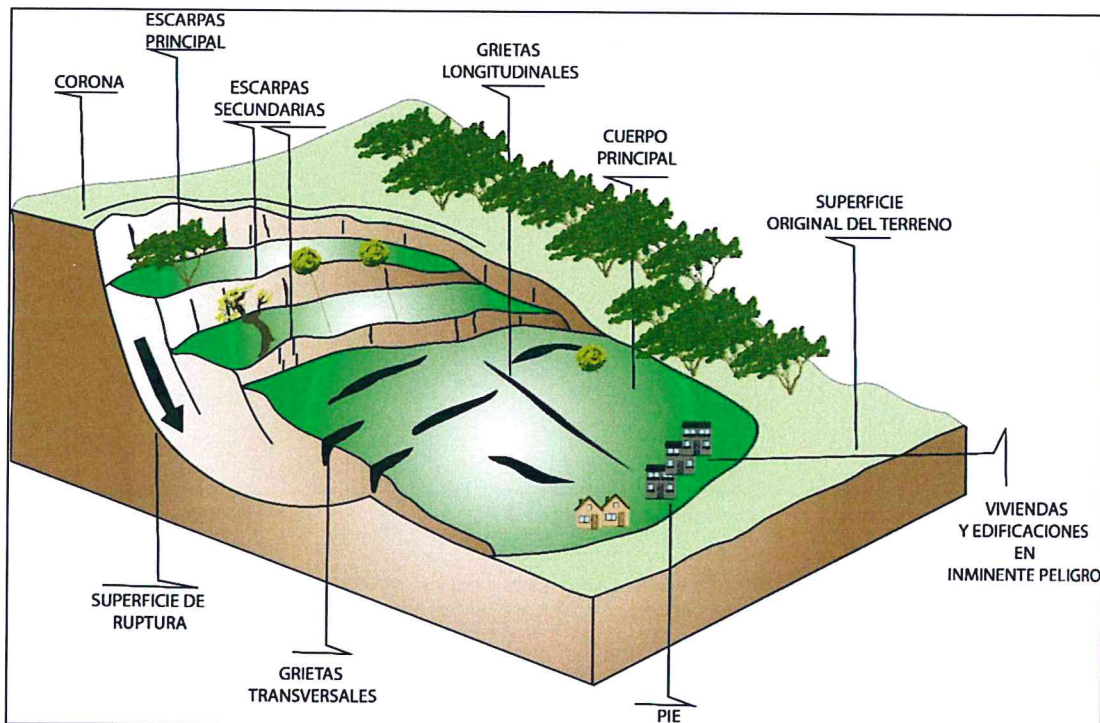


Figura 6. Esquema de un deslizamiento rotacional.

6.2 Características de la formación del deslizamiento del barrio de Cochac – caserío de Pariacaca.

El barrio de Cochac se encuentra sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo, cuya corona ubicada en las coordenadas medias X: 214373; Y: 8974830 posee una longitud aproximada de 760 m. Al Sur, ubicados en la parte alta del Caserío de Pariacaca, se evidencian otras coronas de deslizamientos antiguos y una zona de intensos carcavamientos. Sobre el cuerpo del primer

deslizamiento mencionado, se identificaron escarpas (figura 7), grietas (figura 8) y cárcavas, que evidencian la reactivación en el cuerpo de este deslizamiento.



Figura 7: Diferentes escarpas halladas en el área de evaluación

Se aprecia:

- (a) Un escarpe con dirección N290 y salto de 1 m (aproximadamente), actualmente reforestado con árboles de eucalipto.
- (b) Un escarpe con salto de 0.20 m aproximadamente.
- (c) Un escarpe con salto de 0.15 m, cubierto por vegetación.
- (d) Un escarpe antiguo, delimitado con una línea entrecortada blanca, con un salto aproximado de 0.30 m.



Figura 8. Se observan grietas con separación de 0.40 a 0.65 m, al Este del barrio de Cochac.



Figura 9. Se aprecian grietas con, 0.07 m de longitud con una separación de 0.02 – 0.04 m

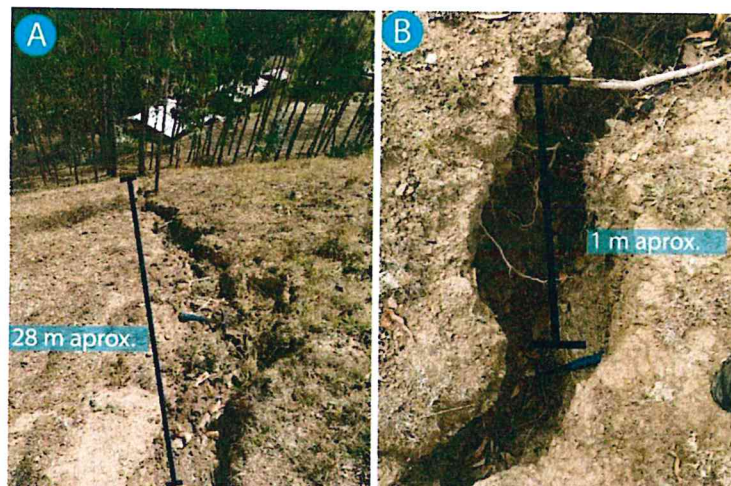


Figura 10. Se aprecian grietas de más de 0.70 mm de ancho, 1m de profundidad visible y más de 28 metros de longitud al Este del barrio de Cochac.

6.3. Causas de la Formación de nuevos deslizamientos

Las causas probables consideradas para la formación de deslizamientos en la zona son las siguientes:

- El terreno en el cual se están produciendo los agrietamientos, son materiales cuaternarios no consolidados, en su mayoría de origen glaciar y coluvial, conformado por arcillas y bloques angulosos. Además, el substrato rocoso involucrado (Formación Santa) está conformado por arcillitas y limoarcillitas altamente fracturadas (figura 11).
- El material agrietado, permite la infiltración del agua de manera más rápida, aumentando el peso y por consiguiente las condiciones de inestabilidad
- Una de las causas principales de la reactivación, es la saturación del terreno (Cuerpo del deslizamiento antiguo).
- El terreno afectado en su mayoría es de uso agrícola, donde el tipo de riego (por gravedad) y canales rústicos no impermeables, provocan la infiltración de agua, saturando el suelo, y aumentando la inestabilidad de la ladera. (figura 12).
- La pendiente media es fuerte (~25°). (figura 13).
- Las precipitaciones pluviales, incrementan la inestabilidad de la ladera (pudiendo ser el factor desencadenante) entre los meses de diciembre a marzo.

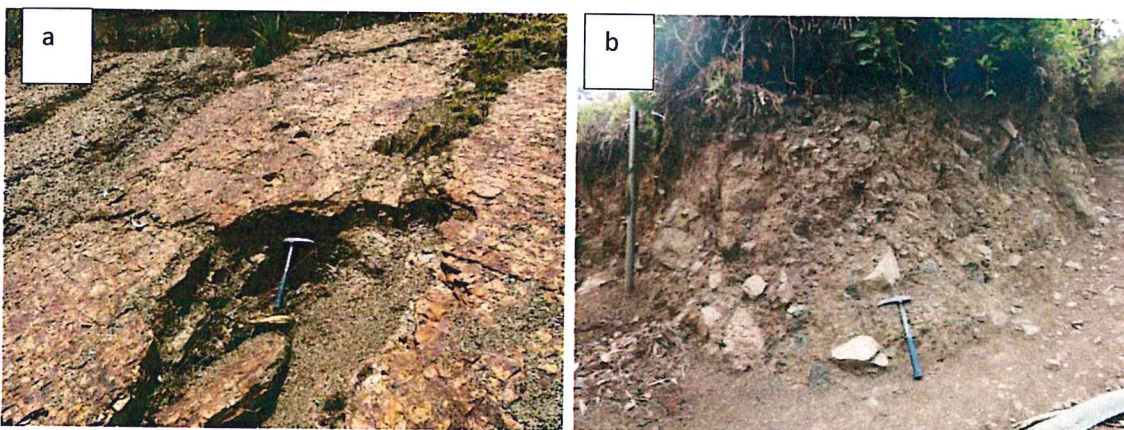


Figura 11. (a) Se observan, arcillitas altamente fracturadas en la zona de estudio (Parte alta del barrio Cochac), (b) Depósitos de bloques y material limo-arcilloso (Depósito glaciar).

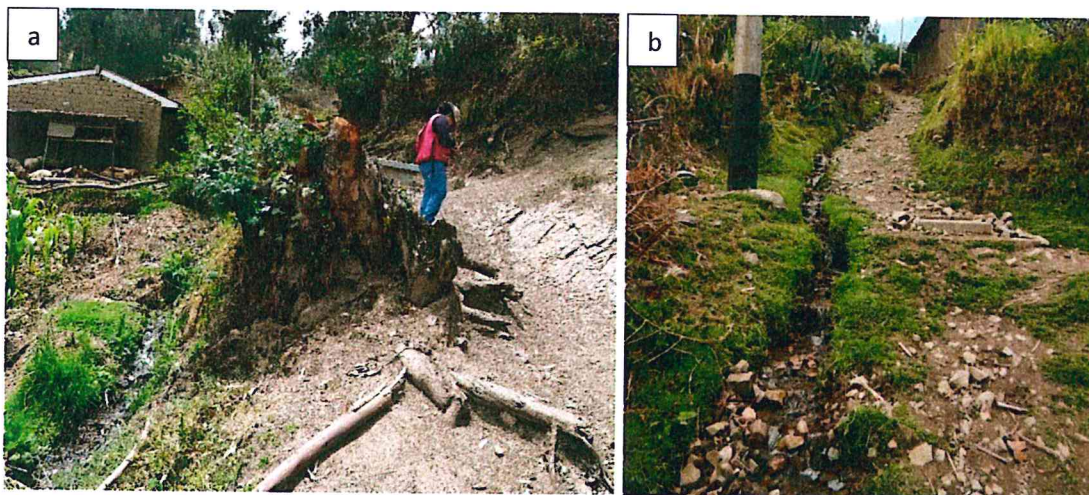


Figura 12. (a)(b) Muestra canales de agua no impermeabilizados, usados para riego, que saturan el suelo aumentando la inestabilidad de la ladera.

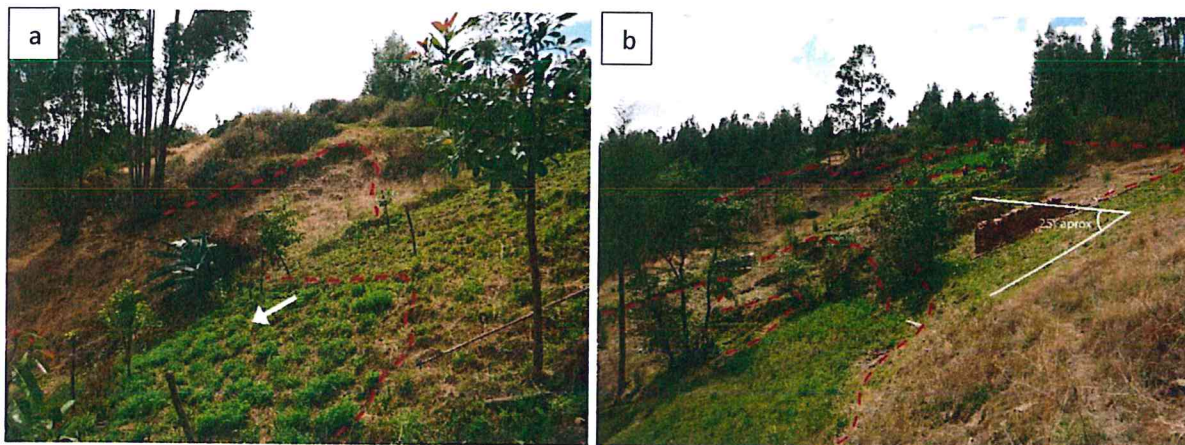


Figura 13. (a) Muestra la parte superior del área afectada. Debajo de la cual se observan zonas de cultivo, **(b)** Se evidencia la pendiente promedio del terreno (pendiente fuerte ($25^{\circ}.45^{\circ}$)) y las áreas de cultivo afectadas.

En base a la información recabada en campo y las evidencias que muestra el terreno se han limitado dos posibles coronas sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo. (figura 14 y 15).

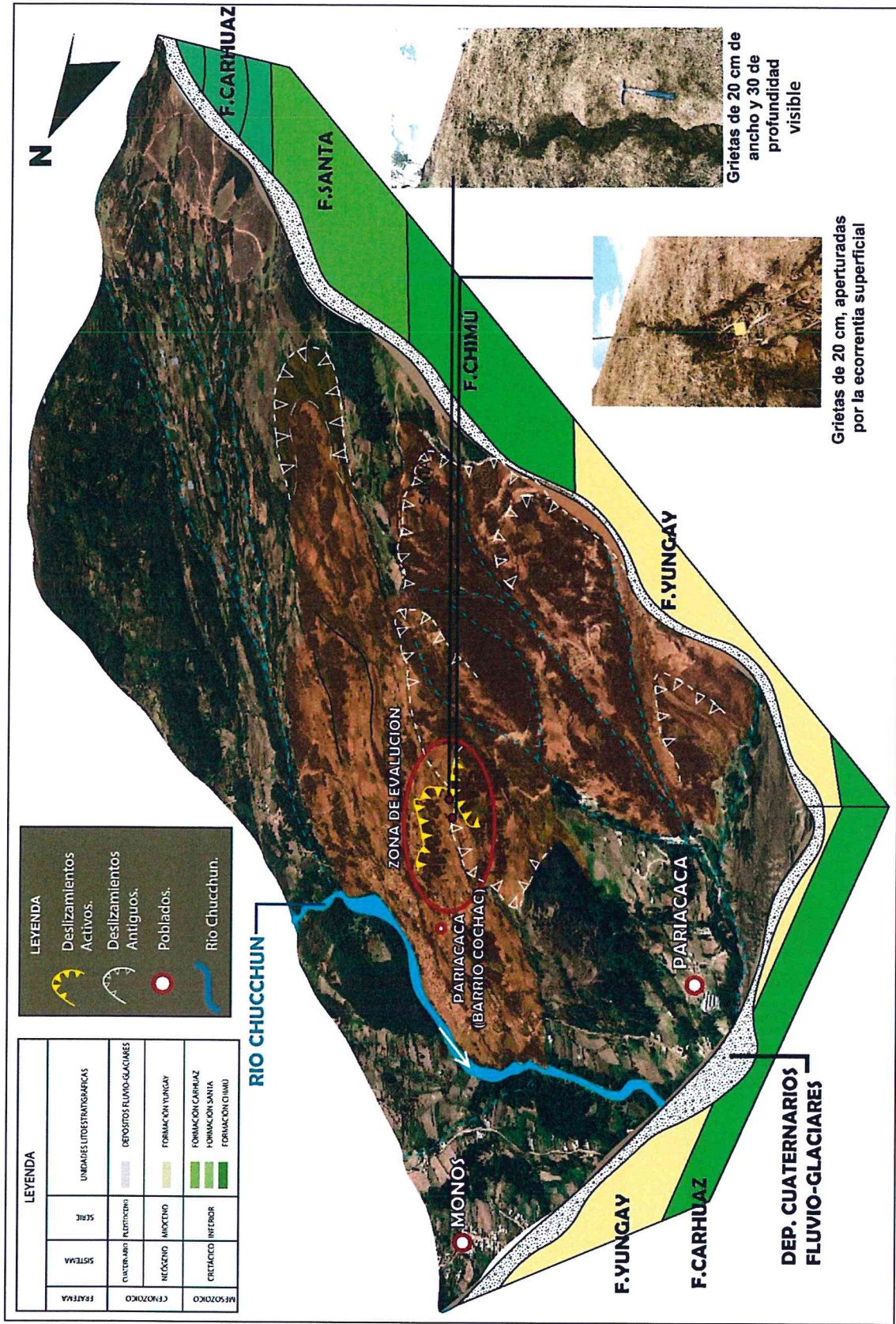


Figura 14. Esquema de los peligros geologicos por movimientos en masa en el barrio de Cochac, caserío de Pariacaca, relacionados a la litologia (diagramado en base al mapa geologico 1:100 000, INGEMMET).



Figura 15: Mapa de peligros por movimientos en masa en los alrededores del barrio de Cochac , Caserio de Pariacaca.

6.4. Susceptibilidad a peligros geológicos por remoción en masas

El estudio de Riesgos Geológicos en la Región Ancash (2006), efectuado por Zavala et al., (2006), determinó en su “mapa de susceptibilidad a movimientos en masa” que el sector Barrio Cochac, caserío Pariacaca, se localiza en una zona crítica de susceptibilidad “Muy alta” (figura 16).

Las evidencias de grietas, escarpes y carcavamientos se encuentran en el área señalada como muy susceptible a movimientos en masa (que fue determinada por lo combinación de los aspectos geomorfológicos, litológicos, de pendiente e hidrogeológicos (Zavala et al., 2006)).

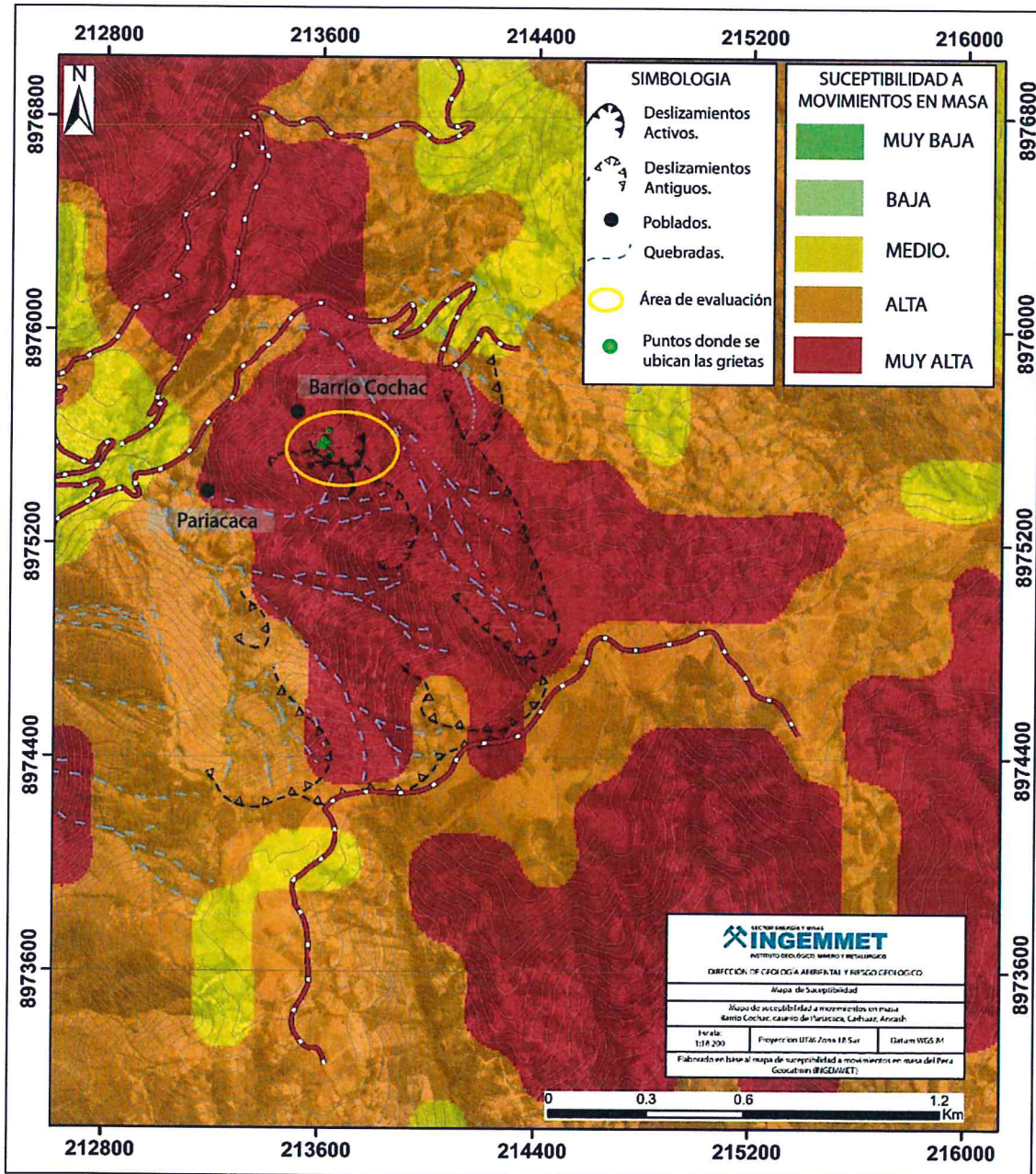


Figura 16. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (fuente: Zavala et al., 2006)

7. Medidas Correctivas


Se podrían realizar las siguientes medidas correctivas:

- Cambiar el sistema de riego por gravedad a riego por goteo o aspersión, para evitar la saturación del suelo, de igual manera las fuentes de agua deben ser canalizados con tuberías de PVC.
- Construir un canal de coronación, para evitar la infiltración de las aguas provenientes de la parte alta.
- Realizar un sellado de grietas, compactando el terreno, esto servirá para evitar la infiltración del agua pluvial al subsuelo.
- Monitorear permanentemente el deslizamiento utilizando métodos topográficos a través de estacas o puntos de control geodésico, en lo posible implementar el método instrumental.
- Implementar un plan de reforestación con plantas nativas.

Cabe resaltar que todas estas actividades deben ser realizadas con la guía de un profesional especialista.

CONCLUSIONES

- a) El sector evaluado, Barrio Cochac del caserío de Pariacaca, se encuentra sobre el depósito de un deslizamiento antiguo, que está en proceso de reactivación, esto se deduce, porque se están presentando agrietamientos del terreno, formación de escarpes, y carcavamientos, que nos llevan a inferir una reactivación por saturación de agua en suelos y materiales no competentes (arcillitas y depósitos coluviales).
- b) La zona de estudio, se ubica en un área considerada de **susceptibilidad "muy alta"** a la ocurrencia de peligros por movimientos de masa, por ende, es una zona crítica.
- c) En la zona de evaluación, afloran secuencias de las formaciones: Carhuaz, Santa y Chimú compuestas mayormente por arcillitas, areniscas y limoarcillitas altamente fracturadas y permeables.
- d) En base a las características geomorfológicas, de pendiente y datos de campo, se han establecido dos posibles coronas de deslizamiento principal, los terrenos debajo de estos, deben ser monitoreados constantemente.
- e) Las causas principales de formación de estos deslizamientos son:
 - Las unidades litológicas están compuestas por rocas que permiten la infiltración y retención de agua (arcillitas)
 - El material del suelo está formado por el depósito de un deslizamiento antiguo, no consolidado, (gravas y matriz limoarcillosa)
 - La pendiente del terreno es fuerte (15-25°), lo que favorece el movimiento de masas de suelo saturadas pendiente abajo.
 - Existe saturación de agua, por la mala canalización y el riego no controlado de cultivos. La saturación de agua aumentara en los meses de lluvia (diciembre – marzo).
- f) Los comuneros aseguran que los fenómenos de agrietamientos se intensifican en periodos de lluvia, pudiendo ser el fenómeno de precipitación estacional el desencadenante de estos deslizamientos.



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

RECOMENDACIONES

- Es necesario preparar y orientar a la población del Caserío de Pariacaca, para que puedan responder de manera rápida y segura frente a posibles ocurrencias de peligros geológicos por movimientos en masa (deslizamientos)
- Se debe construir zanjas de drenaje (impermeables) en la parte alta del barrio de Cochac, para drenar las aguas de precipitación hacia otra quebrada, así, evitar su infiltración en las grietas.
- Evitar el riego por gravedad (este método satura el suelo y lo degrada), es por ello, que la población debe ser capacitada para usar otras técnicas, por ejemplo, riego por goteo y/o aspersión.
- Evitar construir viviendas en las zonas de susceptibilidad muy alta a movimientos en masa, esto incluye áreas de antiguos deslizamientos y sus cercanías.
- Conformar una brigada de alerta, principalmente en los periodos de lluvia, para vigilar el terreno e informar debidamente de la aparición de nuevas grietas o evidencias de movimientos de suelo y si fuera necesario evacuar el área.
- Implementar un sistema de monitoreo en las zonas con evidencia de movimientos de suelo (deslizamientos). Esto puede ser mediante la colocación de estacas, o equipos geodésicos, acciones que se deberá coordinar con el Gobierno Regional de Ancash o autoridad competente.
- Implementar actividades de forestación con plantas autóctonas, con la finalidad de darle mayor estabilidad al terreno.
- Se puede solicitar un sobre vuelo drone (RPA), en las zonas con presencia de grietas para obtener modelos de alta resolución, que nos ayuden a comprender de mejor manera el fenómeno que está ocurriendo.


.....
Ing. CESAR A. CHACALTANA BUDIEL
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET


.....
Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

BIBLIOGRAFIA

- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Fidel, L., Zavala, B., Núñez, S. y Valenzuela, G. (2006). Estudio de Riesgos Geológicos del Perú – Franja N° 4. INGEMMET, Serie C: Geología e Ingeniería Geológica, Boletín N° 31, Lima.
- 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.
- Hungr, O., Evans, S.G., Bovis, M., y Hutchinson, J.N. (2001). Review of the classification of landslides of the flow type: Environmental and Engineering Geoscience, v. 7, p. 22–238.
- Hoek, E., & Bray, J. W. (1981). Rock slope engineering. Institution of Mining and Metallurgy, 358 p. ENFEN (2017). Informe técnico extraordinario N° 001-2017/ENFEM-El Niño Costero 2017. (consulta: 26 de julio de 2017). Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_inftco_informe_tecnico_extraordinario_001_2017.pdf
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176.
- Vilchez, et al., (2019) Peligro Geológico en la región Ica.
- Wilson J., Reyes L., Gorayar J. (1967). Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica, Boletín N°16, 95 pág.
- Zavala, B.; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes, R (2009) – Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280p.