



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7004

EVALUACIÓN DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO LOS ÁNGELES

Región Cajamarca
Provincia San Ignacio
Distrito La Coipa



FEBRERO
2020

CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
3. ANTECEDENTES	2
4. GENERALIDADES	3
4.1. UBICACIÓN	3
4.2. ACCESIBILIDAD	3
4.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS	5
4.4. SISMICIDAD RECIENTE	5
5. GEOMORFOLOGÍA	6
5.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y DENUDACIONAL	7
5.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL	7
6. GEOLOGÍA LOCAL	9
6.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	9
6.1.1 <i>Afloramientos Rocosos</i>	9
6.1.2 <i>Depósitos Cuaternarios</i>	10
7. PELIGROS GEOLÓGICOS	10
7.1. CONCEPTOS BÁSICOS	11
7.2 DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO LOS ÁNGELES	11
7.2.1 <i>Descripción del problema</i>	11
7.2.2 <i>Características del deslizamiento</i>	11
7.2.3 <i>Factores que influyen en la estabilidad</i>	16
CONCLUSIONES	20
RECOMENDACIONES	21
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
ANEXOS	23

RESUMEN

En el caserío los Ángeles, ubicado en el distrito de la Coipa, provincia de San Ignacio y región Cajamarca; se tienen problemas de inestabilidad geológica como consecuencia de procesos de movimientos en masa tipo deslizamientos, los cuales afectan a varias familias.

A fin de evaluar este peligro geológico, se realiza una inspección geológica y cartografía geodinámica que incluye la caracterización del peligro, factores condicionantes y desencadenantes para su ocurrencia, así como la identificación del alcance y afectación del deslizamiento en el sector.

Según versiones de los pobladores, desde el mes de febrero del presente año se han venido produciendo desplazamientos del terreno que han perjudicado seriamente a las viviendas de los pobladores y a sus terrenos de cultivo; además de evidenciar grietas profundas que se proyectan hacia las viviendas; y se amplificaron por efecto del sismo ocurrido el 26 de mayo.

El deslizamiento es de tipo rotacional, presenta una corona semicircular y escarpas con longitudes entre 30 – 100 cm. Es preciso señalar que este peligro se encuentra activo y presenta agrietamientos recientes en cabecera y masa deslizada. Se puede mencionar que su ocurrencia responde a la interacción entre las características de pendiente, morfología, litología que aunadas a las condiciones climáticas y a la actividad antrópica de excavación inadecuada para la construcción de una cancha deportiva han modificado no sólo la pendiente natural; sino también, la resistencia y el campo de esfuerzos tensionales de los materiales que conforman la ladera.

Finalmente, después de la evaluación realizada en la zona, se puede concluir que el sector afectado por movimientos en masa en el caserío Los Ángeles **es considerado zona crítica, de peligro muy alto a la ocurrencia de deslizamientos; debido a que, en sus alrededores se localizan aproximadamente 10 familias que han sido gravemente afectadas.** En base a lo anterior, se recomienda el abandono inmediato de sus propiedades a fin de evitar pérdidas humanas, las mismas que posteriormente serán reubicadas en una zona segura.

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), y actividad de asistencia técnica en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional, contribuyen con entidades gubernamentales en el proceso de gestión de riesgos y planificación territorial.

La Municipalidad Provincial de San Ignacio, mediante oficio N° 0520-2019-MPSI/A de fecha 10 de junio del 2019, solicita al INGEMMET la asistencia y evaluación técnica del peligro geológico en el caserío Los Ángeles, distrito La Coipa, provincia San Ignacio y región Cajamarca.

Para lo cual se dispone la evaluación de la zona por parte de los Ingenieros Luis León y Diana Vigo, los días 24 y 25 de agosto. Dicha evaluación se basa en la recopilación y análisis de antecedentes, obtención e interpretación de imágenes satelitales, elaboración de mapas para trabajos de campo, toma de datos (puntos de control GPS, fotografías y llenado de formatos de identificación de peligros), cartografía geológica y geodinámica, análisis y procesamiento de información y redacción del informe final.

El presente informe se pone a disposición de la Municipalidad Distrital de San Ignacio, el Gobierno Regional de Cajamarca, Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades locales y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, plasmadas en este informe.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

GENERAL

- Evaluar los peligros geológicos en el caserío los Ángeles, distrito la Coipa, provincia de San Ignacio y región Cajamarca.

ESPECÍFICOS

- Cartografía geodinámica de peligros geológicos en la zona afectada.
- Determinación de factores condicionantes y detonantes.
- Formular recomendaciones y acciones de prevención y/o mitigación de los peligros identificados.

3. ANTECEDENTES

A escala local no se dispone de trabajos relacionados con el presente estudio, sin embargo, hay algunos trabajos a nivel nacional ejecutados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) que se mencionan a continuación:

De la Cruz (1995) en el estudio denominado “Geología de los Cuadrángulos del Río Santa Águeda, San Ignacio y Aramango” menciona, a escala regional, las principales características litológicas, geomorfológicas y estructurales de la provincia de San

Ignacio y la provincia de Bagua, en los departamentos de Cajamarca y Amazonas respectivamente.

Zavala y Rosado (2011) en el estudio denominado “Riesgo Geológico en la Región Cajamarca”, indican que la frecuencia de peligros geológicos en la región es mediana a alta en comparación a otras áreas del país. Asimismo, posee características climáticas, geológicas y sísmicas que conllevan a la recurrencia de procesos de geodinámica externa (movimientos en masa e inundaciones) y en menor proporción sismos. En la región Cajamarca se han inventariado 2176 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos, entre los que destacan los deslizamientos, seguidos de caídas de rocas, derrumbes, flujos y erosión de laderas. En relación a la ciudad de San Ignacio, mencionan que ésta se encuentra emplazada sobre un antiguo depósito de deslizamiento de gran dimensión y que los peligros geológicos actuales se relacionan a procesos de deforestación de laderas, flujos de lodo e inundaciones en algunas quebradas que cruzan la ciudad.

El Informe Técnico N° A6874 (INGEMMET, 2019) denominado “Evaluación de peligros geológicos en las localidades de San Lorenzo y Namballe, distrito Namballe, provincia San Ignacio, región Cajamarca”, menciona que se han identificado deslizamientos y erosión de laderas en San Lorenzo y, en la localidad de Namballe, se identificaron zonas de inundación fluvial, erosión de laderas, deslizamientos y flujos antiguos.

4. GENERALIDADES

4.1. UBICACIÓN

Políticamente, la zona de estudio se localiza en el caserío Los Ángeles, distrito La Coipa, Provincia de San Ignacio, región Cajamarca. A una altitud promedio de 1670 m s.n.m., en las coordenadas UTM (WGS84 – 17 S) que se presentan la tabla 01. Su ubicación respecto a la ciudad de San Ignacio se presenta en la figura 01.

Tabla 01: Ubicación de la zona de estudio

Punto	Norte (m.)	Este(m.)	Altitud (m.s.n.m.)
1	9405934	730880	1682
2	9406219	730914	1632
3	9406164	731018	1652
4	9405921	730972	1696

4.2. ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de estudio por vía terrestre desde la ciudad de Cajamarca, sigue la ruta que se presenta en la tabla 02.

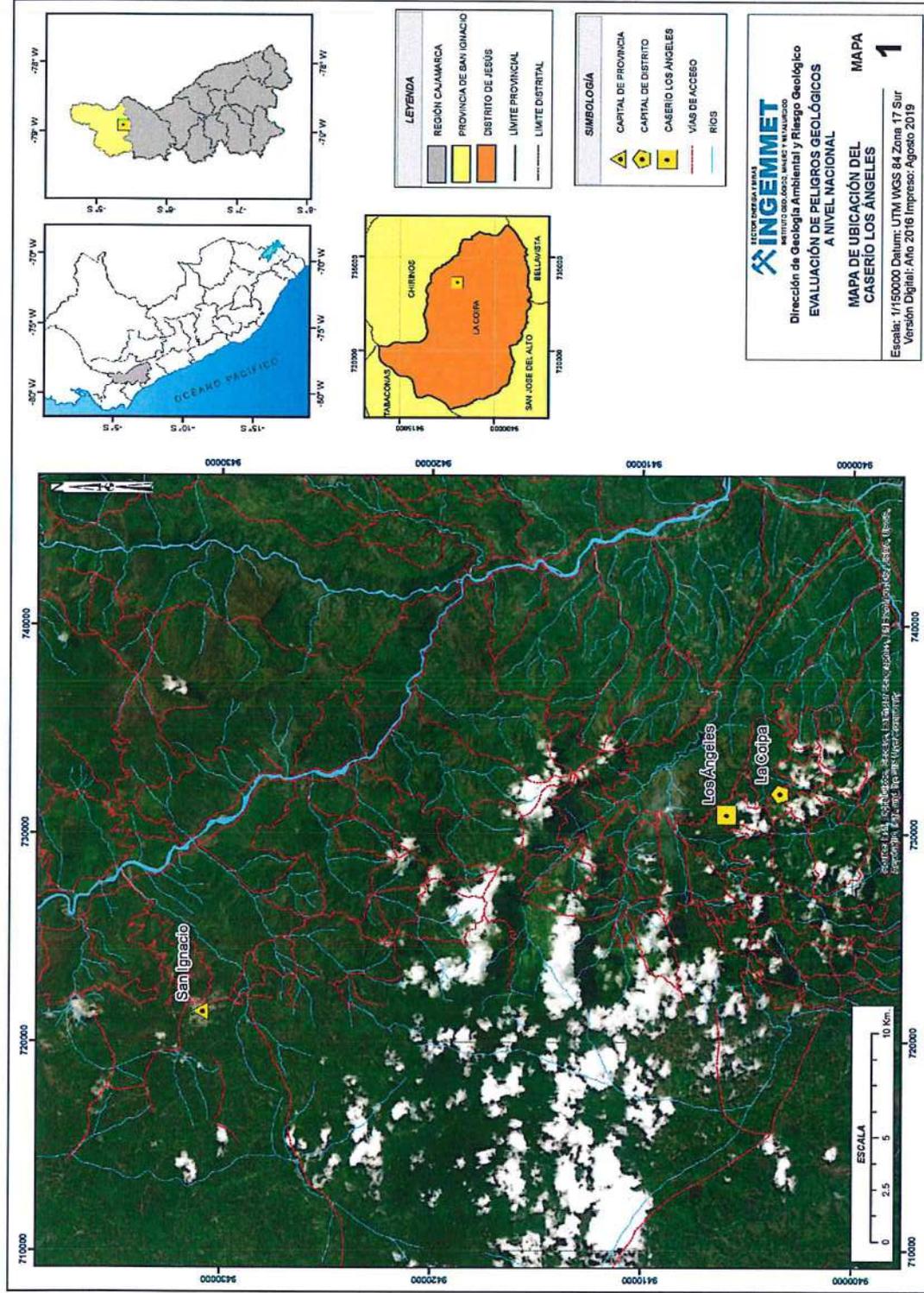


Figura 01: Ubicación del caserío de Los Angeles respecto a la ciudad de San Ignacio

Tabla 02: Ubicación de la zona de estudio

Ruta	Km	Tipo de vía	Tiempo
Cajamarca – Chota – Cutervo – Jaén – San Ignacio	433.5	Asfaltada	9 h 45 min
San Ignacio – La Coipa – Los Ángeles	63	Asfaltada / Trocha	2 h 15 min

4.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

La zona de estudio tiene un clima tropical. La temperatura promedio es de 21.7 °C. Tomando como referencia los datos de precipitación mensual (comprendidos entre los años 2013 al 2018) de la estación meteorológica San Ignacio del SENAMHI, ubicada a 1243 m.s.n.m., a 27 km al NW del caserío de los Ángeles; se menciona que el caserío a escala macro, presenta mayores precipitaciones entre los meses de enero a mayo (ver figura 02), con picos de precipitación en marzo del 2014 (284 mm) y el 2017 (394 mm).

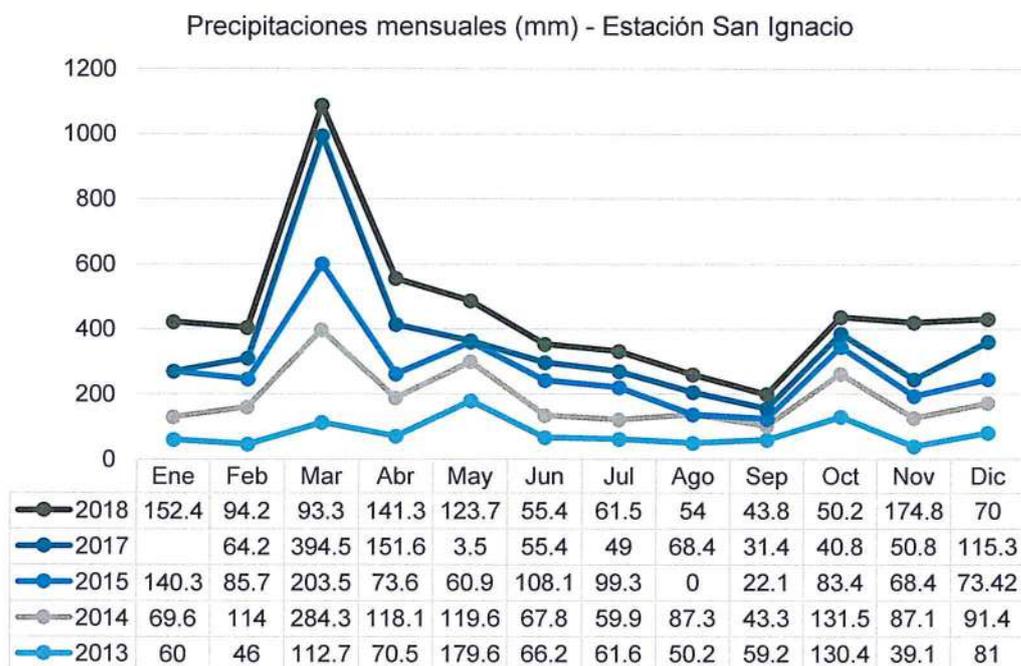


Figura 02: Precipitaciones mensuales registradas por la estación San Ignacio.
Fuente: Elaborada en base al SENAMHI

4.4. SISMICIDAD RECIENTE

El 26 de mayo del 2019, ocurrió un terremoto de magnitud 8.0 en el norte de Perú, localizado a 405 km al NW del caserío Los Ángeles. De acuerdo a la información proporcionada por el USGS, este sismo ocurrió como resultado de una falla normal a una profundidad intermedia, aproximadamente 110 km debajo de la superficie de la Tierra dentro de la litosfera subducida de la placa de Nazca. El sismo en mención se sintió con intensidad IV al norte de Cajamarca (figura 03), no obstante, los pobladores indicaron que el movimiento sísmico ocasionó daños en sus terrenos y aumentó considerablemente el agrietamiento de sus viviendas, llegando algunas de ellas a colapsar.

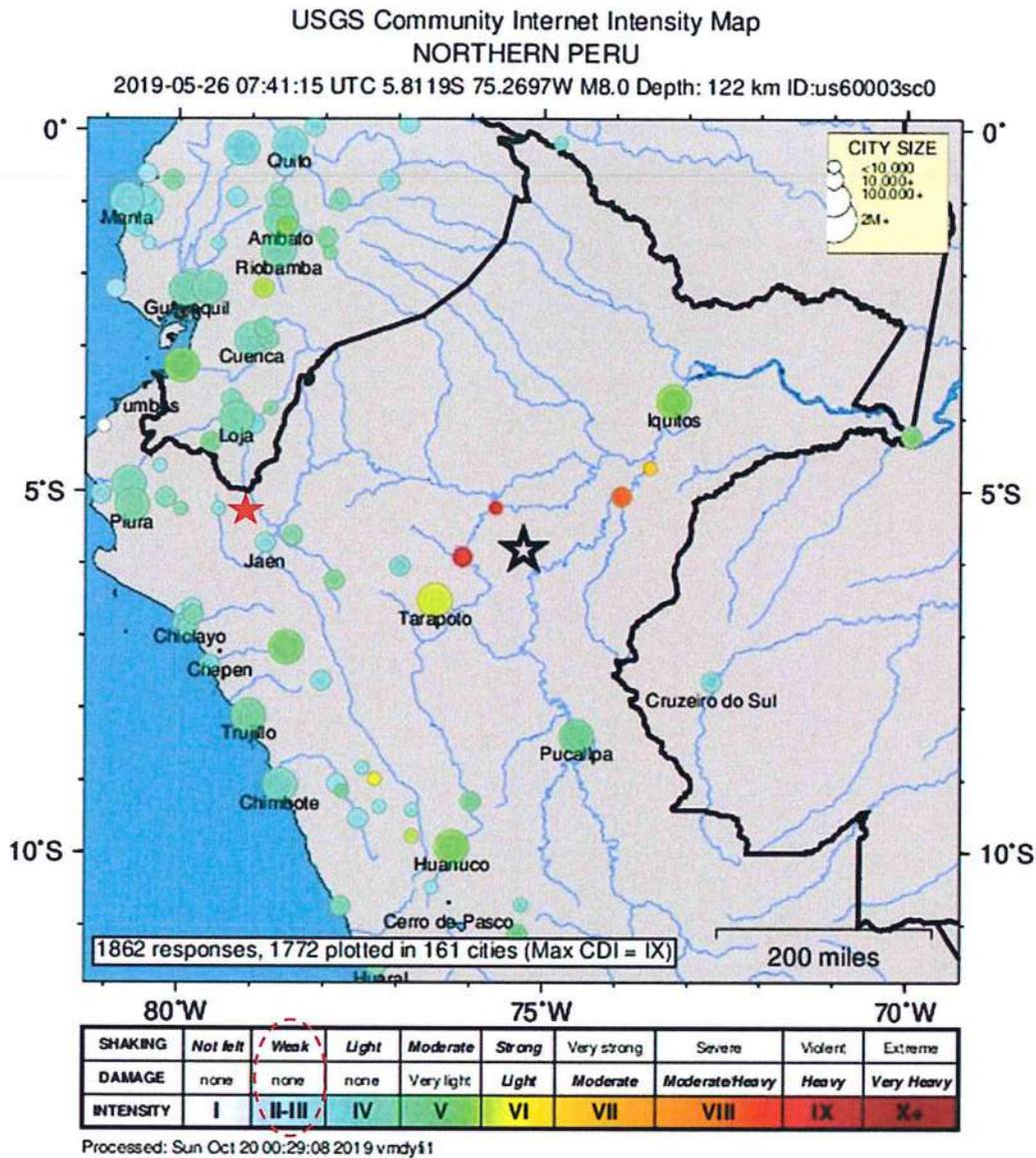


Figura 03: Mapa de intensidades del sismo de M 8.0, acaecido el 26 de mayo del 2019 en Loreto, Perú. Nótese intensidades de IV para el Norte de Cajamarca (San Ignacio, Jaén). La estrella negra muestra la ubicación del epicentro y la estrella roja la ubicación de la zona de estudio. Fuente: USGS.

5. GEOMORFOLOGÍA

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el caserío Los Ángeles, se ha empleado la publicación de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del INGEMMET; cuyas concepciones se basan en considerar el efecto de los procesos morfodinámicos (degradacionales o denudativos y agradacionales o deposicionales) en la evolución del relieve

En el Tabla 03, se presentan las principales unidades y subunidades geomorfológicas observadas en la zona de estudio. Asimismo, en la figura N° 04, se presenta cada una de estas geofomas.

Tabla 03: Unidades geomorfológicas identificadas

Unidad Geomorfológica de carácter tectónico degradacional y denudacional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña en roca sedimentaria (RM – rs)
Unidad Geomorfológica de carácter deposicional o agradacional	
Unidad	Subunidad
	Piedemonte aluvio-torrencial (P-at)
Piedemonte	Vertiente o Piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)

5.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y DENUDACIONAL

Según Villota (2005), éstas resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o por procesos exógenos agradacionales, conduciendo a la modificación parcial o total del mismo.

Los paisajes geomorfológicos en proceso de denudación forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo, en la zona de estudio, se ha identificado la siguiente unidad:

5.1.1 UNIDAD DE MONTAÑA

Unidad componente de las estribaciones de la cordillera occidental, en la zona de estudio incluye la siguiente subunidad:

- **Subunidad de Montaña en roca sedimentaria (RM-rs):** Corresponde a una elevación natural del terreno, constituida por rocas sedimentarias tipo limoarcillitas de la Formación Oyotún. La cima es generalmente semiredondeada y sus laderas irregulares presentan pendientes moderadas a altas (35- 45°). Esta geoforma se ha identificado hacia el Suroeste y Noroeste del caserío Los Ángeles (ver figura 04).

5.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

Según Villota (2005), estas geoformas son el resultado de procesos morfodinámicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles; tales como el agua de escorrentía y los vientos. Éstos últimos, tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

5.2.1 UNIDAD DE PIEDEMONTE

Unidad conformada por la acumulación de materiales heterogéneos de tamaño variado sobre la base de las laderas de montañas. Incluye las siguientes subunidades.

- **Subunidad de Piedemonte aluvio-torrencial (P-at):** Está constituido por gravas heterométricas en una matriz fina limoarcillosa. Estos materiales han sido transportados por quebradas perennes o intermitentes y depositados generalmente en forma de cono.



Figura 04: Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio.

- **Subunidad de Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):** Compuesto por las acumulaciones sucesivas en el pie de las laderas de material desplazado por procesos de remoción en masa (deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas); asimismo por la acumulación de material detrítico y fino transportado por escorrentía superficial. La zona de estudio corresponde a esta subunidad (foto 01).

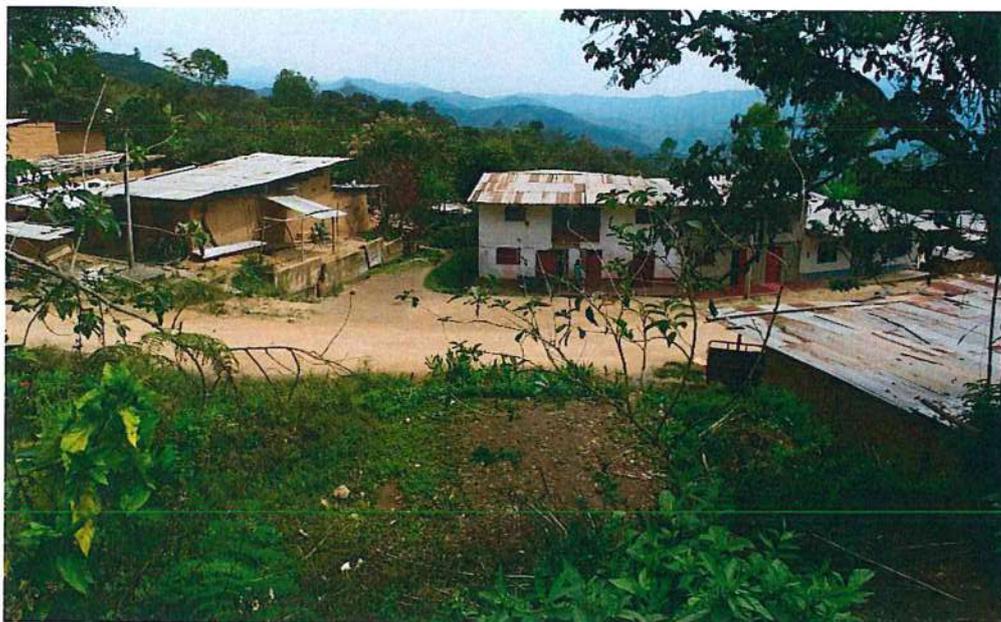


Foto 01: Viviendas de los pobladores del caserío Los Ángeles, emplazadas en la unidad geomorfológica Piedemonte. Nótese en el fondo (vista hacia el NW) la unidad de montañas.

6. GEOLOGÍA LOCAL

La geología local del área de estudio se ha evaluado teniendo como base el Boletín N° 57 (Serie A: Carta Geológica Nacional) denominado Geología de los Cuadrángulos del Río Santa Agueda, San Ignacio y Aramango (De la Cruz, 1995).

En la zona de estudio aflora una secuencia sedimentaria de la Formación Oyotún, conformada por intercalaciones de limoarcillitas laminares de color beige amarillento, bastante fracturadas con lutitas grises; además de depósitos cuaternarios coluvio - deluviales.

6.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona de estudio, corresponden a afloramientos de rocas sedimentarias y depósitos cuaternarios tipo coluvio-deluviales, cuyas características se mencionan a continuación.

6.1.1 Afloramientos Rocosos

Formación Oyotún (J-o)

La Formación Oyotún corresponde al Jurásico inferior, esta formación se encuentra sobreyaciendo al Grupo Pucará. Litológicamente, está conformado por una secuencia de rocas volcánicas con algunas intercalaciones sedimentarias. En la zona de estudio, se han identificado horizontes sedimentarios pertenecientes a la secuencia media de la Formación Oyotún, constituidos por afloramientos de limoarcillitas laminares de color beige amarillento, muy alteradas, intercaladas con lutitas grises con orientación promedio N200° / 56° NE (ver figura 05 y foto 02).



Figura 05: Limoarcillitas de color beige amarillento muy alteradas de la Formación Oyotún. También se aprecia una grieta de 7 cm. de grosor.



Foto 02: Lutitas fracturadas y alteradas de la Formación Oyotún con rumbo N 200° y buzamiento 56° NE, que afloran en la plataforma deportiva. Nótese suprayaciendo a las lutitas un depósito coluvio-deluvial de coloración beige.

6.1.2. Depósitos Cuaternarios

Depósitos coluvio - deluviales

Es un depósito de piedemonte de diferente origen (gravitacional y fluvio- gravitacional) que se ha acumulado en las laderas. En la zona de estudio, estos depósitos están constituidos por suelos finos limoarcillosos de color beige.

7. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el caserío de Los Ángeles se ha determinado movimientos en masa del tipo deslizamientos (ver sección 4.1) resaltando la modificación de pendiente del terreno, la ocurrencia de lluvias intensas estacionales y el reciente movimiento sísmico del 26 de mayo como los principales condicionantes de su activación y remoción de suelos por deslizamiento.

En la figura 06, se presenta el mapa de peligros del caserío Los Ángeles, y en líneas posteriores el detalle de las características geodinámicas del deslizamiento, así como los principales factores condicionantes y detonantes que favorecieron su ocurrencia y el alcance de los daños generados.

7.1. CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación, se definen algunos conceptos básicos referentes a peligros geológicos que serán utilizados en el presente informe.

DESLIZAMIENTOS

Movimiento descendente de un suelo o una masa rocosa que se produce al superarse la resistencia al corte del material. Inicialmente, el movimiento no ocurre simultáneamente sobre todo lo que eventualmente se convierte en la superficie de la ruptura; pues, el volumen de material desplazado se amplía desde un área de falla local. A menudo, los primeros signos de movimiento son grietas en la superficie del terreno original a lo largo del cual se formará la escarpa principal del deslizamiento (Turner y Schuster, 1996). Los dos principales tipos de deslizamientos son rotacionales y traslacionales.

7.2 DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO LOS ÁNGELES

7.2.1. Descripción del problema

Los pobladores del caserío los Ángeles han puesto de manifiesto que, desde el mes de febrero del 2019, se han venido produciendo desplazamientos del terreno que han generado agrietamientos en sus viviendas y terrenos de cultivo; las cuales según versiones de los mismos se incrementaron post evento sísmico del 26 de mayo. En la inspección de campo se ha identificado que aguas abajo de donde se encuentran ubicadas las viviendas (aprox. a 150 metros) se ha excavado inadecuadamente el terreno, a fin de construir una cancha deportiva (figura 07). Esta alteración de la pendiente ha modificado el estado tensional inicial, lo cual contribuye a la pérdida de resistencia de los materiales que conforman la ladera.

Es necesario mencionar que, en la zona de estudio, los meses más lluviosos están comprendidos entre enero a mayo (ver figura 02); razón por la que, los desplazamientos del terreno han sido continuos durante este periodo.

7.2.2 Características del deslizamiento

- Forma de la superficie de rotura: la naturaleza inclinada hacia atrás de las masas deslizadas, la presencia de grietas concéntricas y cóncavas hacia la dirección del movimiento, sugiere que las fallas del terreno(deslizamiento) son aproximadamente circulares.
- Forma de la corona: semicircular
- Longitud de escarpas principales: 0.3 – 1.0 metros (Figura 08 y 09).
- Ancho de las grietas: 0.1 – 0.3 m (Figura 10 y 11).
- Área aproximada del deslizamiento: 2.5 ha., aproximadamente.

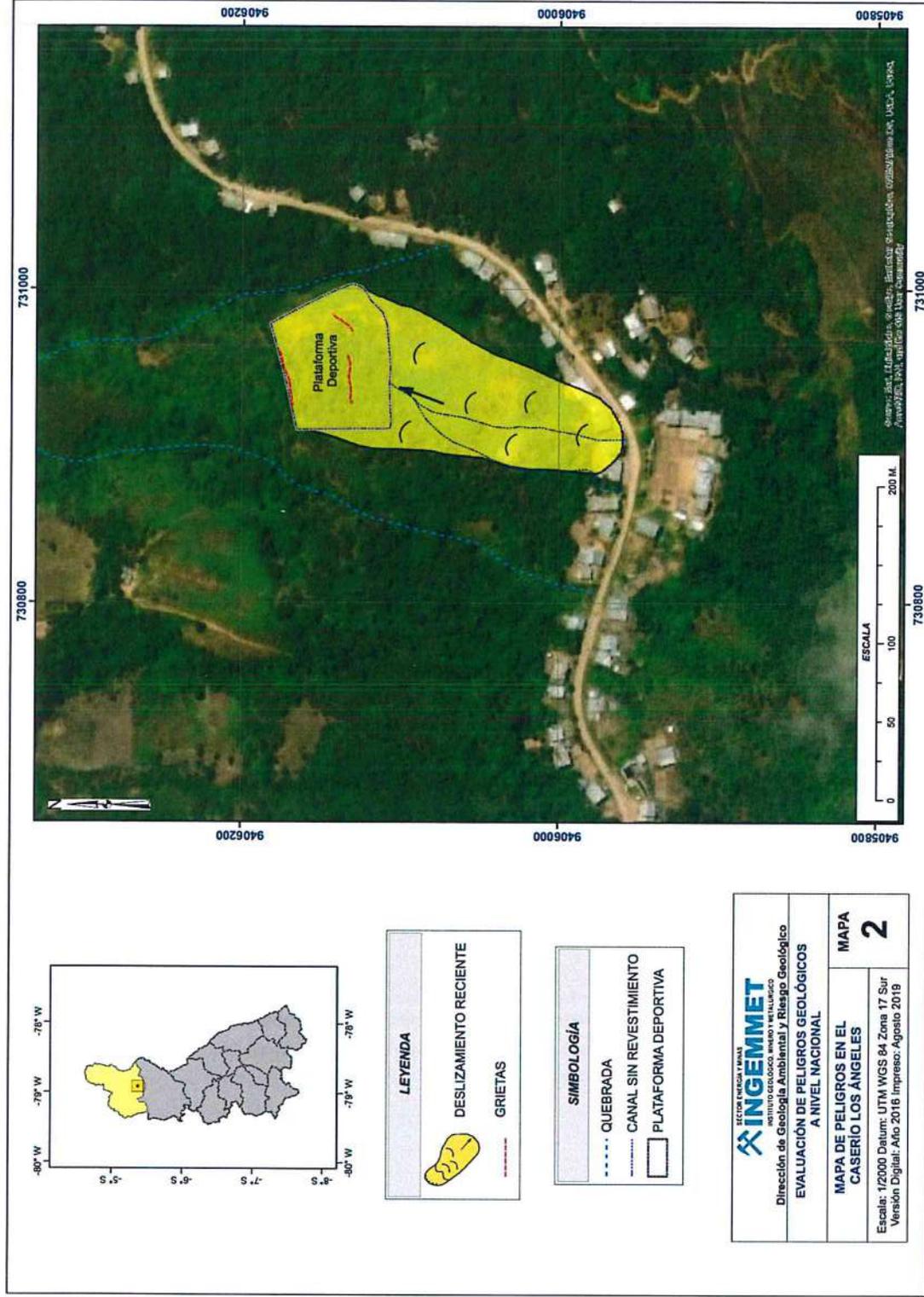


Figura 06: Mapa de Peligros del caserío Los Ángeles – Distrito La Coipa – San Ignacio.



Figura 07: Comparación de imágenes satelitales año 2016 – 2018. Nótese, a la derecha, a la ladera realizada para la construcción de una cancha deportiva hacia aguas abajo de las viviendas.



Figura 08: Escarpa principal del deslizamiento, con una longitud aproximada de 60 cm. El movimiento a desplazado los servicios higiénicos de una vivienda.



Figura 09: Escarpa de deslizamiento que atraviesa la estructura de una vivienda, generando varias grietas transversales que la dejan al borde del colapso.

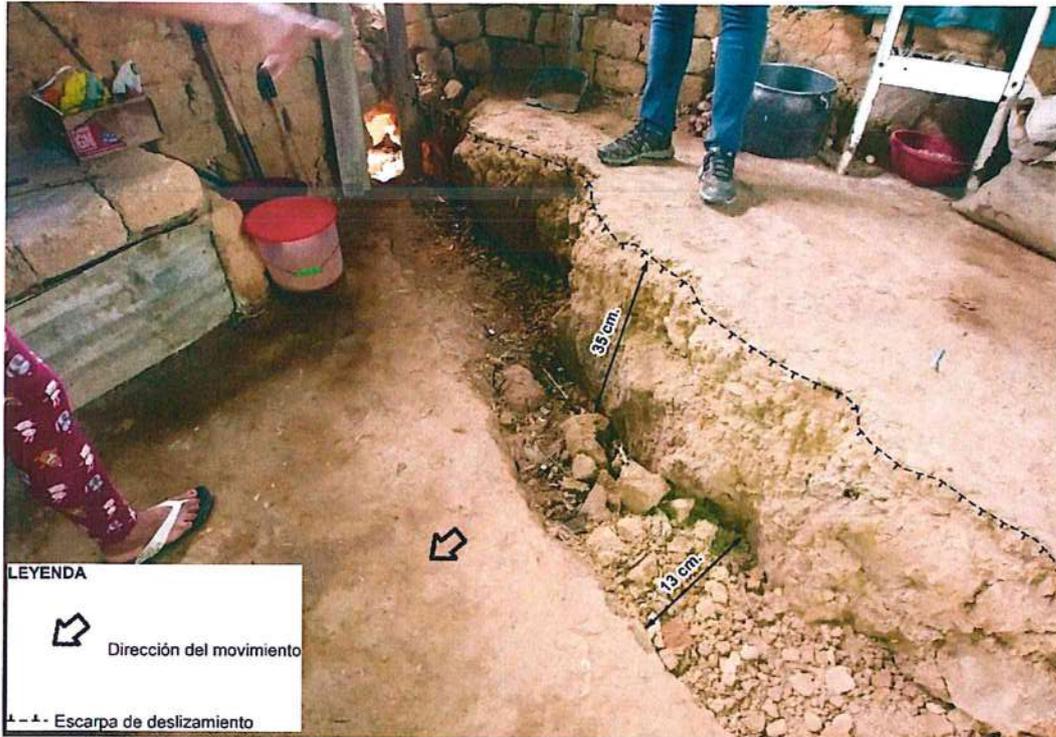


Figura 10: Vista de escarpe de deslizamiento en el interior de una vivienda. La grieta tiene una longitud de 13 cm, aproximadamente.

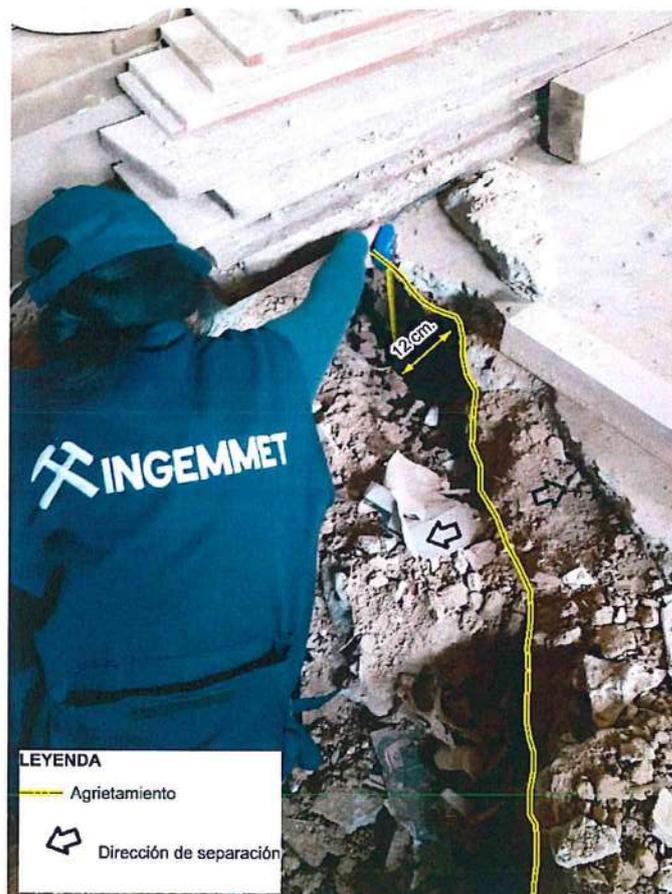


Figura 11: Piso de vivienda muy fracturado. Las grietas tienen una longitud de 90 cm y aperturas entre 10 – 20 cm.

7.2.3 Factores que influyen en la estabilidad

Factores Condicionantes

- Características litológicas: superficialmente encontramos un depósito coluvial conformado por suelos finos limoarcillosos (limos de alta plasticidad - MH), subyaciendo a intercalaciones de limoarcillitas laminares de color beige amarillento, muy alteradas, intercaladas con lutitas grises (ver figura 05 y foto 02).
- Laderas de pendiente fuerte, con inclinaciones de 15 a 25°.
- Actividad antrópica de alteración y modificación de talud de ladera, debido a la excavación y retiro de material para la construcción de cancha deportiva (figura 12).
- Presencia de humedad por canales sin revestimiento que atraviesan las laderas, específicamente en los terrenos limoarcillosos que presentan amplias grietas (figura 13 y 14).

Factores Desencadenantes

- Lluvias estaciones intensas y de gran duración (entre los meses de enero a mayo), favorecen la saturación del terreno, aumentando el peso del material y las fuerzas tendentes que superan la resistencia del material, iniciando así el movimiento descendente de masa (deslizamiento), además de agrietamientos.
- La dispersión de ondas sísmicas, amplificadas en el tipo de suelo inconsolidado presente en la zona, aceleran y movilizan las estructuras internas del suelo, generando así la escarpa principal del deslizamiento y amplias grietas que afectaron seriamente alrededor de 10 viviendas, muchas de las cuales están al borde del colapso (figuras 15 y 16). Las fracturas en los solares tienen aberturas que oscilan entre 10 - 20 cm (figura 17).

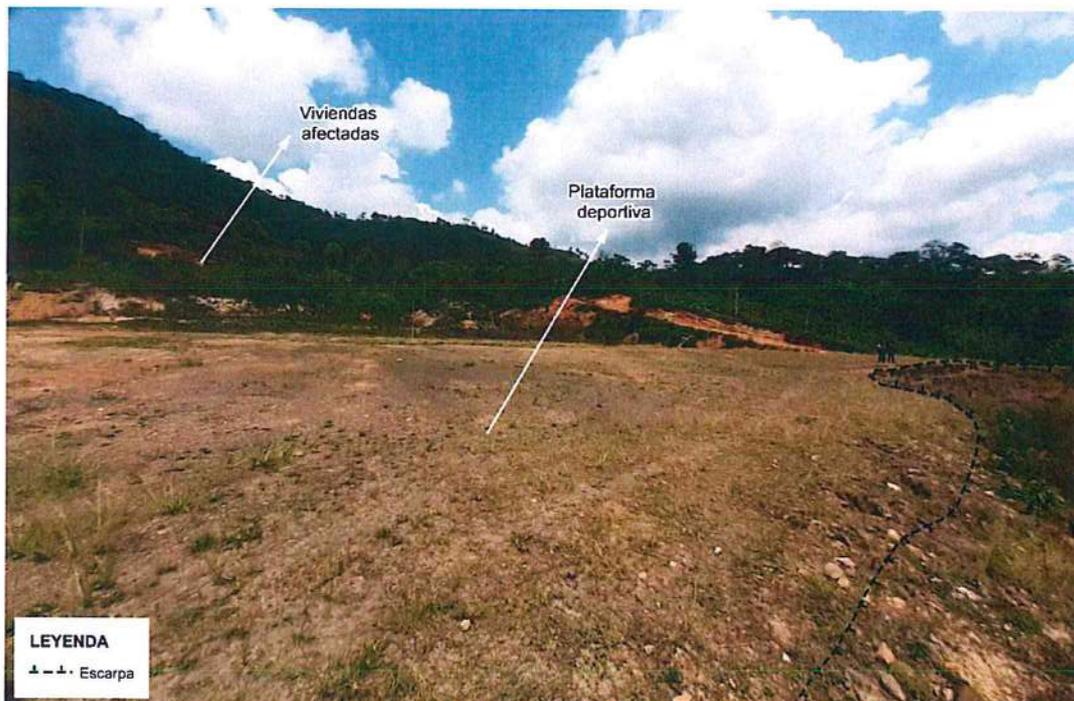


Figura 12: Vista de la excavación inadecuada y corte de la ladera, para la construcción de una plataforma deportiva en el caserío Los Ángeles.



Figura 13: Zanja sin revestimiento ubicada hacia atrás de la cabecera del deslizamiento, que favorece la saturación del terreno.



Figura 14: Canal de riego sin revestimiento que favorece la saturación del terreno y atraviesa longitudinalmente al terreno inestable.

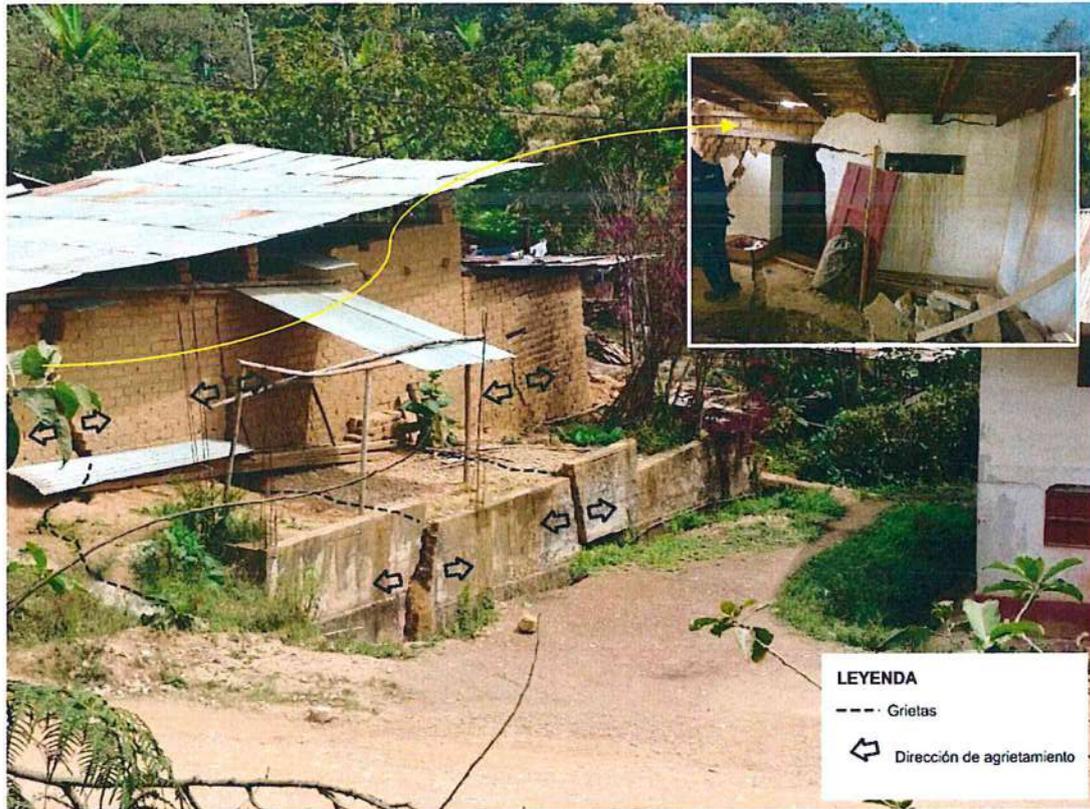


Figura 15: Agrietamiento en vivienda ubicada en la cabecera del deslizamiento. Esta vivienda se encuentra en peligro inminente de colapso. Nótese en la parte superior derecha el precario estado de la casa.



Figura 16: Grietas en el piso de la vivienda que se proyectan hasta las paredes. Véase en el fondo una grieta de 10 cm de apertura aproximadamente.



Figura 17: Amplia grieta de 20 cm de espesor en pared de vivienda, cercana a la corona del deslizamiento.

En la figura 18, se presenta un diagrama de barras que muestra el grado de fracturamiento en las viviendas y el número de casas afectadas por el deslizamiento, considerar que el grado de fracturamiento puede aumentar si los desplazamientos de material continúan.

Por lo cual, en base en lo anterior, se recomienda el monitoreo del deslizamiento y la reubicación de parte de la población.

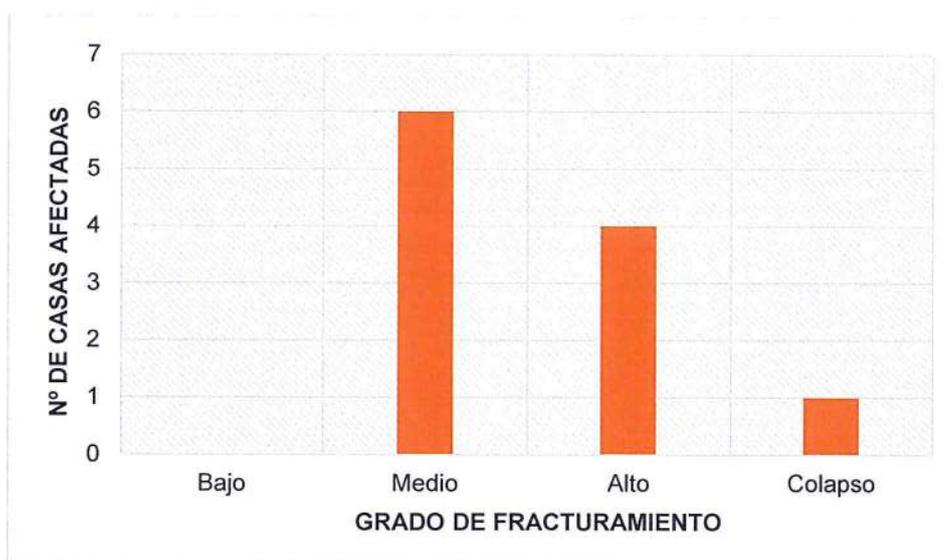


Figura 18: Diagrama de barras que muestra el grado de afectación que presentan las viviendas del caserío Los Ángeles perjudicadas por el deslizamiento.

Fuente: Elaborado en base a Pérez, 2007.

CONCLUSIONES

- a) El caserío los Ángeles se emplaza en la unidad geomorfológica piedemonte coluvio-deluvial y la presencia de afloramientos de limoarcillitas laminares de color beige amarillento, muy alteradas, e intercaladas con lutitas grises, de la Formación Oyotún; las cuales son consideradas geotécnicamente de muy mala calidad y muy susceptibles hacer erosionadas por agentes externos.
- b) El principal factor identificado para la ocurrencia del deslizamiento, corresponde a la alteración de la ladera (por actividad humana) para la construcción de una plataforma deportiva; la cual al excavar y retirar material inadecuadamente, no sólo se ha modificado la pendiente natural, sino también se ha alterado el estado tensional que contribuye a la pérdida de resistencia de los materiales.
- c) Existen dos factores que desencadenan el movimiento: las lluvias estacionales (entre los meses de enero a mayo) que favorecieron la saturación del terreno, aumentando el peso del material y las fuerzas tendentes a la inestabilidad, y el movimiento sísmico del 26 de mayo que ha inducido tensiones dinámicas normales y de corte a lo largo de la superficie de falla, desencadenando el desplazamiento del terreno.
- d) El terreno en el caserío Los Ángeles se encuentra en un estado activamente inestable siendo probable que en los periodos lluviosos el deslizamiento se active y aumenten las velocidades de desplazamiento.
- e) El deslizamiento en la zona de estudio ha afectado seriamente a 10 viviendas, muchas de las cuales están al borde del colapso.
- f) Por las condiciones actuales, se considera al caserío de Los Ángeles como **zona crítica en peligro inminente por deslizamientos**, ante la presencia de lluvias intensas o extraordinarias y movimientos sísmicos.

RECOMENDACIONES

A corto plazo:

- a) Reubicar las viviendas afectadas, en el caserío Los Ángeles, que se ubican dentro del cuerpo del deslizamiento en proceso (según se indica en el Anexo 1). Los pobladores no deben pernoctar en las viviendas que se ubiquen dentro del cuerpo del deslizamiento, ni permanecer en ellas en el caso de presentarse lluvias intensas o prolongadas.
- b) Impedir el asentamiento de nuevas viviendas o de infraestructura de uso comunal (iglesias, centros educativos) en la zona afectada.
- c) Las amplias grietas visibles en la zona deben ser selladas, con la finalidad de impedir la infiltración de agua hacia el subsuelo. Esta labor debe ser dirigida por un experto en el tema.
- d) Implementar un sistema de monitoreo del deslizamiento y laderas colindantes, que permita evaluar la deformación y avance del fenómeno. El monitoreo puede ser visual, topográfico y de ser posible instrumental. También es factible colocar estacas en sectores estables e inestables, realizando medidas entre estacas, cada cierto tiempo para observar variaciones entre puntos; así, de presentarse cambios bruscos informar a autoridades locales o a defensa civil.
- e) Para estabilizar el deslizamiento se debe hacer un banqueteo del terreno y posteriormente reforestar la zona o proyectar andenería. Sin embargo, las medidas de estabilización pertinentes deberán proceder de un estudio geológico - geotécnico de detalle, que incluya las medidas de estabilización idóneas en función a los factores que promueven la inestabilidad en el caserío Los Ángeles.
- f) Reforestar la zona del escarpe del deslizamiento en formación y laderas adyacentes. Evitar la deforestación de laderas aledañas. Arborizar, mantener la vegetación nativa.
- g) Revestir los canales de regadío, para impedir la infiltración de agua en el subsuelo.

A mediano plazo:

- a) Antes de efectuar cualquier obra de infraestructura en el caserío Los Ángeles, se debe realizar previamente estudios de detalle que sustenten adecuadamente y respalden toda acción a realizar, pues las intervenciones o cortes inadecuados de las laderas pueden desencadenar fenómenos de movimientos en masa.
- b) Realizar la implementación de un sistema de cunetas entre la carretera y el talud inferior y así evitar la infiltración de aguas.


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


.....
LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg.CIP. N° 215610

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

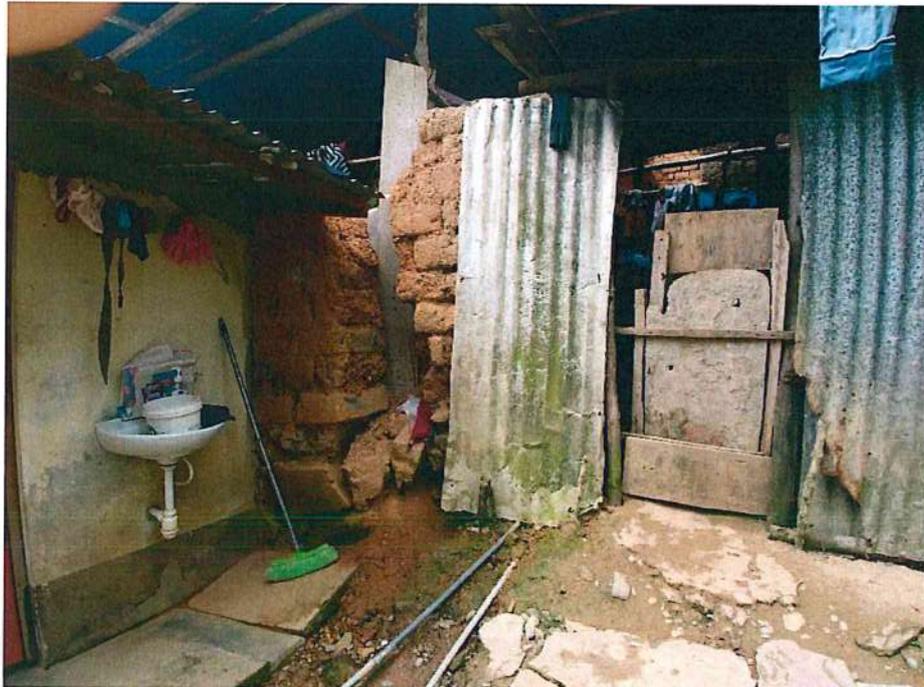
- Ayala, F. J., Andreu, F., & Fe, M. (1991). *Manual de Ingeniería de Taludes*. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Crozier, M. J., & Glade, T. (2005). *Landslide hazard and risk: issues, concepts and approach*. *Landslide hazard and risk*, 1-40.
- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslides: investigation and mitigation. Chapter 3-Landslide types and processes. Transportation research board special report, (247).
- De la Cruz Wetzell, J. S. (1995). Geología de los cuadrángulos de Río Santa Agueda, San Ignacio, Aramango 10-f, 11-f, 11-g, – [Boletín A 57].
- Deoja, B., Dhital, M. R., Thapa, B., & Wagner, A. (1991). Mountain Risk Engineering Handbook: Vol I. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD).
- Elorza, M. G. (2008). Geomorfología, Madrid, España: Pearson Educación. 920 p.
- Highland, L.M., y Bobrowsky, P. (2008). Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes: Reston, Virginia, Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA, 129 p.
- Pérez-Gutiérrez, R. (2007). Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 59(2), 171-181.
- Suarez, J. (2009). Deslizamientos: análisis geotécnico. Colombia. Editorial Universidad Industrial de Santander, UIS, 341p.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC (Departamento Nacional de Estadística).
- Turnbull, W. J., & Hvorslev, M. J. (1967). Special problems in slope stability. Journal of Soil Mechanics & Foundations Division, American Society of Civil Engineers, Vol.93, SM4, pp. 499-528
- Zavala, B. & Rosado, M. (2010) - Riesgo geológico en la región Cajamarca. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 44, 396 p., 19 mapas.

ANEXOS

ANEXO 1: INVENTARIO DE VIVIENDAS AFECTADAS POR EL DESLIZAMIENTO

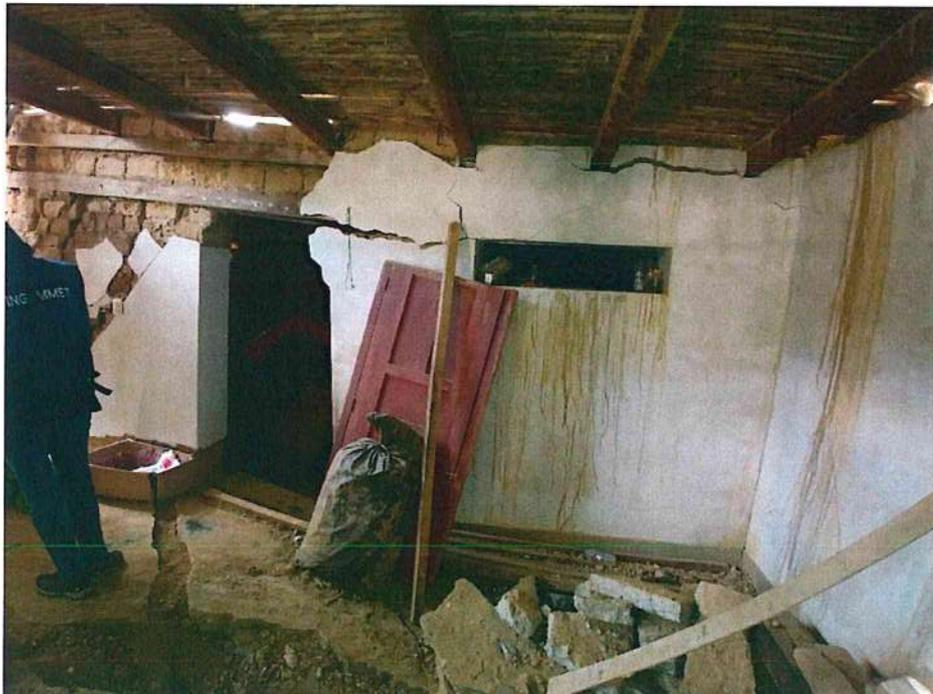
1. PROPIETARIO: ROSA CASTILLO (CASA 1)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730884 / 9405972
Grado de Fracturamiento	Alto
Prof. Grietas (Apróx.)	20 – 50 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	12 – 30 cm.



2. PROPIETARIO: OLINDA GONZALES (CASA 2)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730897 / 9405960
Grado de Fracturamiento	Alto
Prof. Grietas (Apróx.)	50 – 100 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	10 – 30 cm.



3. PROPIETARIO: JOSÉ SANTOS CAMPOS CARRASCO (CASA 3)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	730890 / 9405965
Grado de Fracturamiento	Medio
Prof. Grietas (Apróx.)	50 – 80 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	15 – 30 cm.



4. PROPIETARIO: DELIA CAMPOS (CASA 4)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730893 / 9405968
Grado de Fracturamiento	COLAPSO
Prof. Grietas (Apróx.)	50 – 70 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	15 – 30 cm.



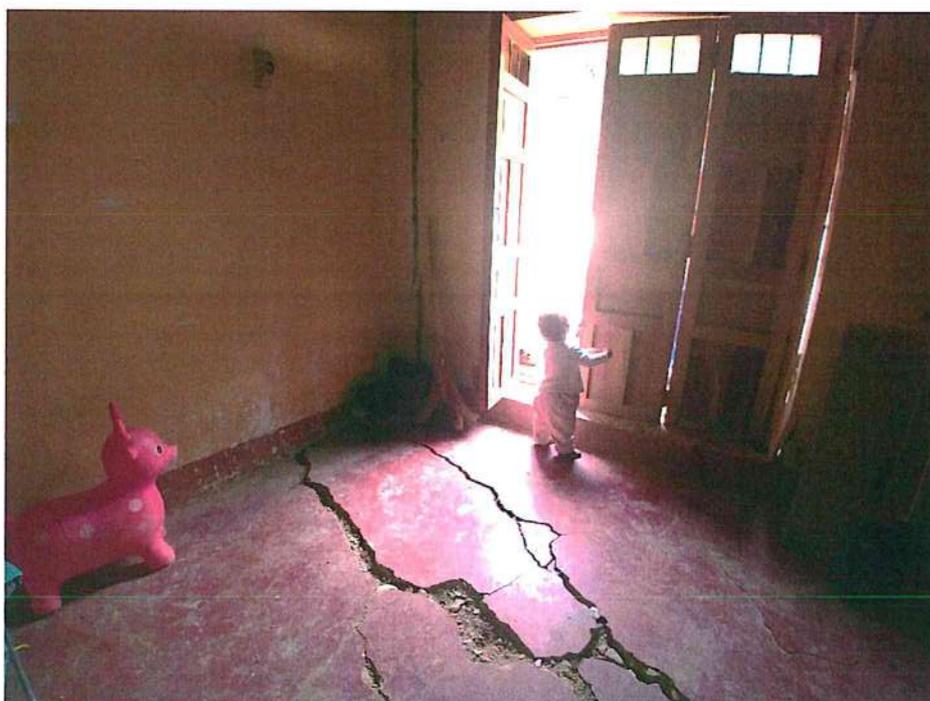
5. PROPIETARIO: CRISPÍN CAMPOS (CASA 5)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	730888 / 9405957
Grado de Fracturamiento	Medio
Prof. Grietas (Apróx.)	20 – 70 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	8 – 20 cm.



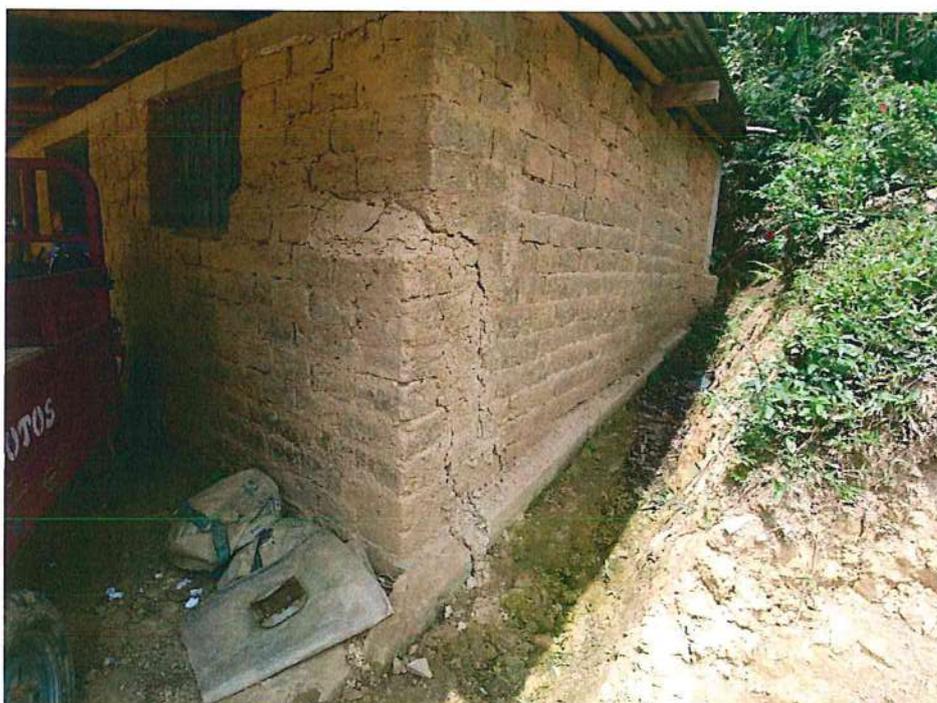
6. PROPIETARIO: PABLO CAMPOS CARRASCO (CASA 6)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730917 / 9405963
Grado de Fracturamiento	Medio
Prof. Grietas (Apróx.)	8 – 14 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	5 – 20 cm.



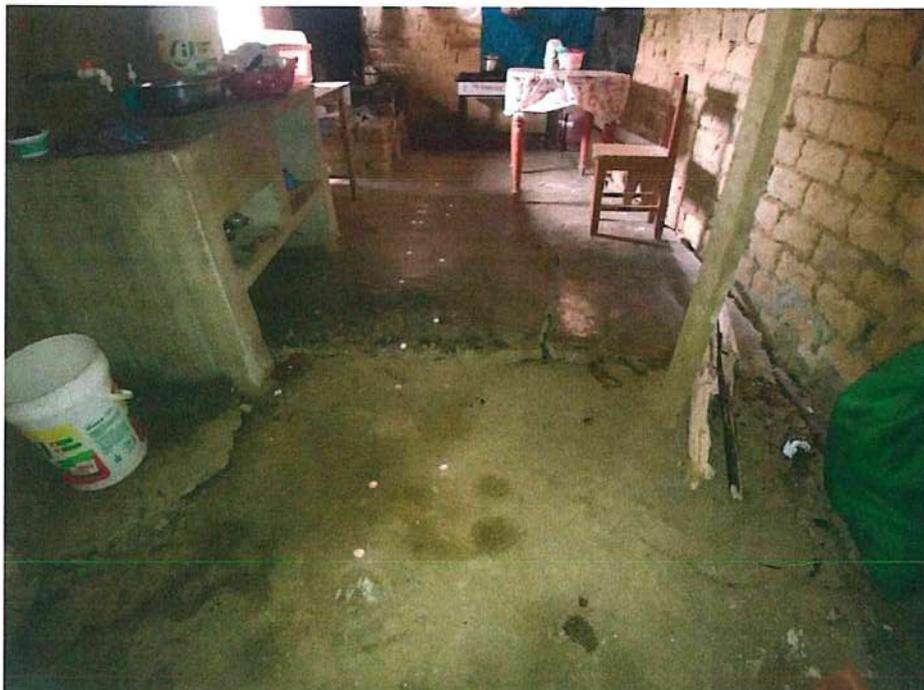
7. PROPIETARIO: MARGARITA FLORES (CASA 7)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730923/9405958
Grado de Fracturamiento	Medio
Prof. Grietas (Apróx.)	10 – 25 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	12 – 18 cm.



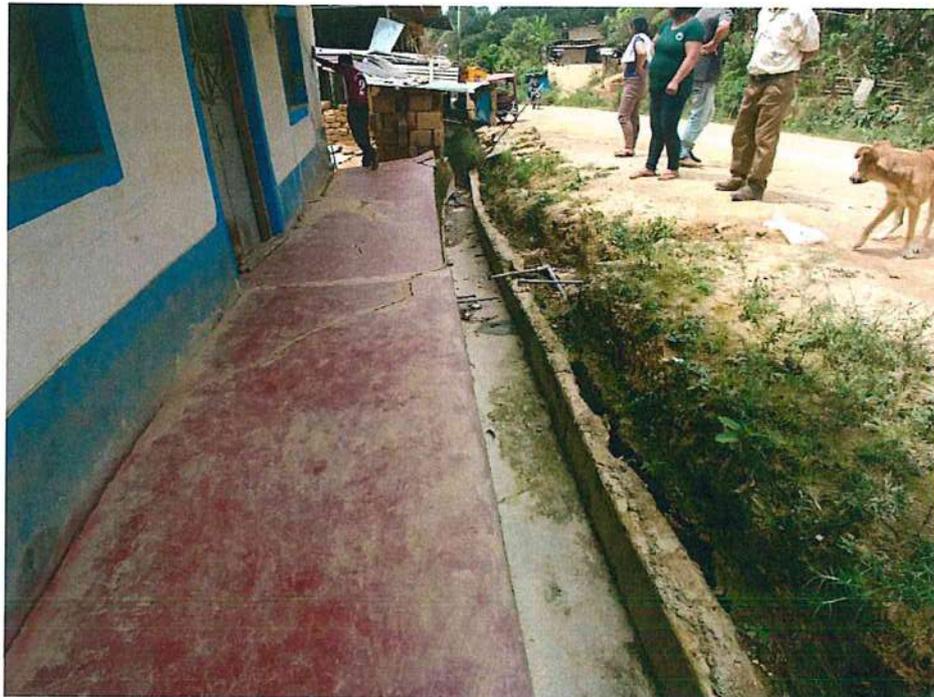
8. PROPIETARIO: JOBITO CAMPOS CHINCHAY (CASA 8)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730924 / 9405966
Grado de Fracturamiento	Medio
Prof. Grietas (Apróx.)	7 – 15 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	6 – 20 cm.



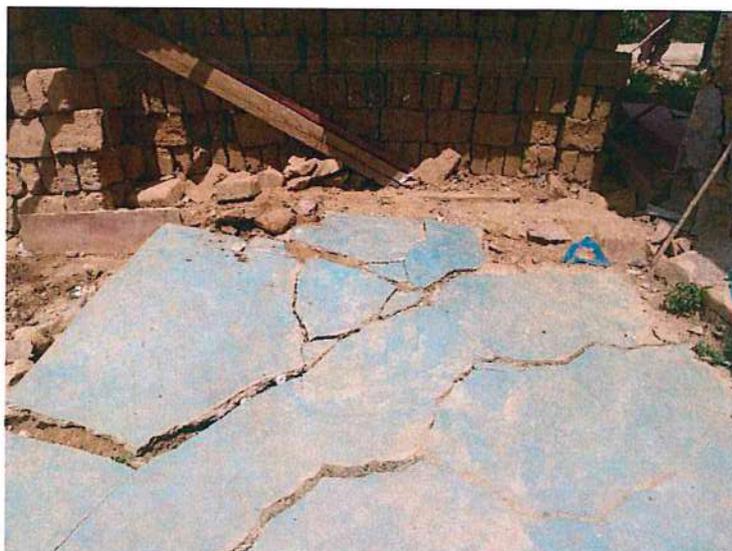
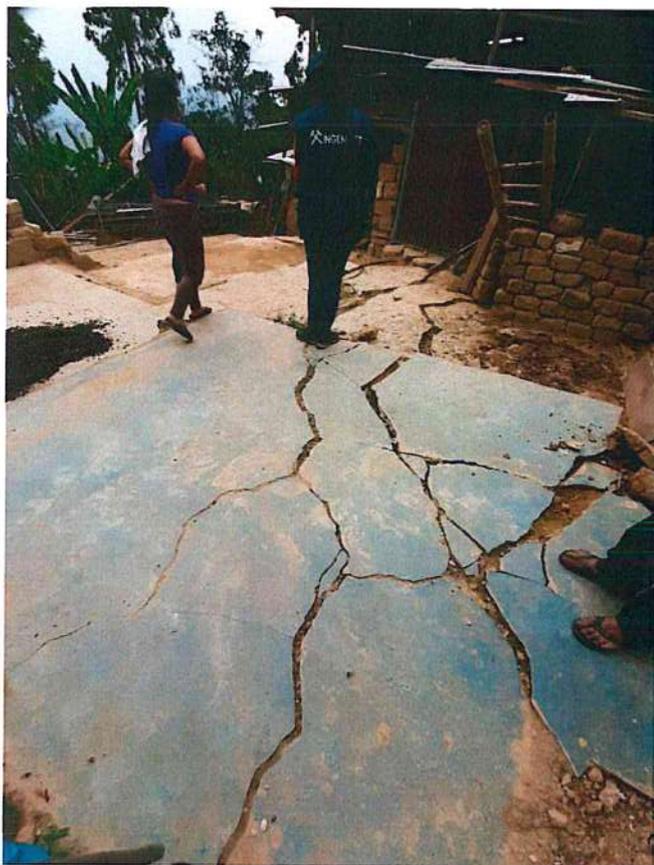
9. PROPIETARIO: DOMINGO LABÁN CRUZ (CASA 9)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730934 / 9405972
Grado de Fracturamiento	Alto
Prof. Grietas (Apróx.)	10 – 15 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	8 – 16 cm.



10. PROPIETARIO: JOSÉ SANTOS HUAMÁN (CASA 10)

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730937 / 9405981
Grado de Fracturamiento	Alto
Prof. Grietas (Apróx.)	10 – 15 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	5 – 12 cm.



11. PROPIETARIO: IGLESIA

Características del Fracturamiento de la vivienda	
COORDENADAS (ESTE / NORTE) DATUM: UTM-WGS84	0730937 / 9405981
Grado de Fracturamiento	Medio
Prof. Grietas (Apróx.)	5 – 10 cm.
Ancho de Grietas (Apróx.)	15 – 20 cm.

