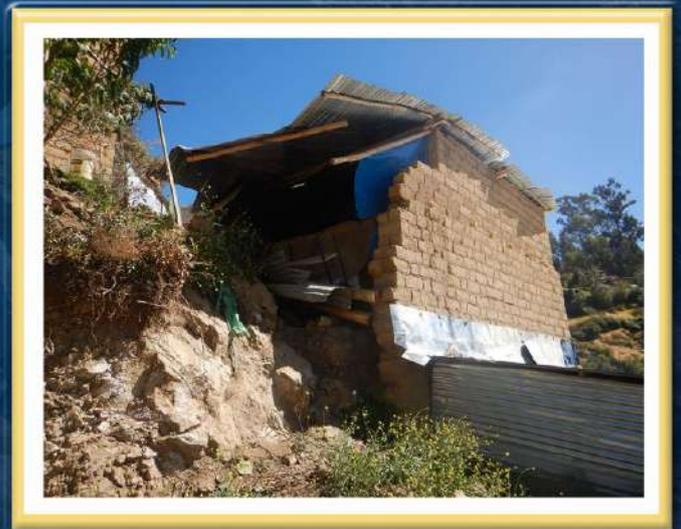
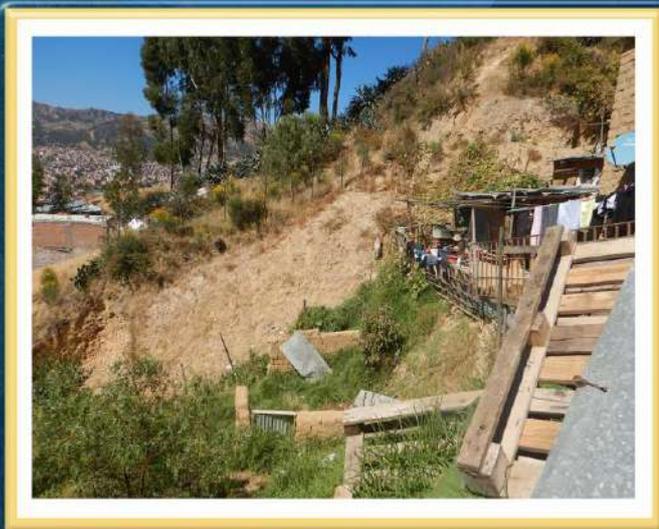


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7315

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL BARRIO DE CHUA BAJO

Departamento Áncash
Provincia Huaraz
Distrito Independencia



NOVIEMBRE
2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL BARRIO DE CHUA BAJO

(Distrito Independencia, provincia Huaraz, departamento Ancash)

Elaborado por la
Dirección de Geología
Ambiental y Riesgo
Geológico del Ingemmet

Equipo de investigación:

Mauricio A. Núñez Peredo

Norma L. Sosa Senticala

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). "Evaluación de peligros geológicos en el Barrio de Chua Bajo". Distrito Independencia, provincia Huaraz, departamento Ancash", informe técnico N°A7315, Ingemmet 34p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	3
1.3. Aspectos generales.....	4
1.3.1. Ubicación.....	4
1.3.2. Accesibilidad.....	4
1.3.3. Clima	6
1.3.4. Zonificación sísmica	7
2. DEFINICIONES.....	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	9
3.1. Unidades litoestratigráficas	10
3.1.1. Grupo Calipuy	10
3.1.2. Depósitos cuaternarios	11
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	12
4.1. Pendientes del terreno	12
4.2. Unidades geomorfológicas	13
4.2.1. Subunidad de montañas en rocas volcánicas (M-rv):	14
4.2.3. Subunidad Terraza aluvial (T-al).....	15
4.2.4. Subunidad Terraza fluvial (T-fl)	15
4.2.5. Depósito antrópico (Dan).....	15
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	16
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	16
5.2. Deslizamientos antiguos	16
5.2.1. Factores condicionantes.....	17
5.2.2. Factores detonantes o desencadenantes	17
5.2.3. Daños por peligros geológicos	17
5.3. Derrumbes recientes	18
5.3.1. Factores condicionantes.....	22
5.3.2. Factores detonantes o desencadenantes	22
5.3.3. Factores antrópicos	22
5.3.4. Daños por peligros geológicos	22
6. CONCLUSIONES	24
7. RECOMENDACIONES	25
8. BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO 1: MAPAS	27

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el Barrio de Chua Bajo, perteneciente a la jurisdicción distrital de Independencia, provincia Huaraz, departamento Ancash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno.

Las unidades litoestratigráficas que afloran en las zonas evaluadas y alrededores, son principalmente de origen volcánico, correspondiente al Grupo Calipuy, compuesto de rocas piroclásticas de composición andesítica y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas, muy fracturadas con espaciamientos muy próximas entre sí (0.05-0.03 m) a abiertas (1.0 – 5.0 mm) y altamente meteorizadas.

Las geofomas identificadas corresponden a montañas modeladas en rocas volcánicas y geofomas de piedemonte (vertiente con depósitos de deslizamiento) que conforman laderas de montañas con pendientes variables que van desde fuerte a muy fuerte (15° a 45°).

El área evaluada presenta grandes depósitos de movimientos en masa, tipo deslizamientos rotacionales y derrumbes, con múltiples escarpas antiguas y cuya masa desplazada muestra avances con dirección al cauce del río Santa. Tal es así, que el 30 de marzo del presente año, debido a las lluvias intensas y prolongadas, se produjeron tres derrumbes puntuales en el Barrio de Chua Bajo, destruyendo 1 vivienda de adobe y comprometiendo la seguridad física de otras 2 viviendas de material rustico y adobe.

Dichos derrumbes presentan alturas de desprendimiento entre 2.0 a 3.0 m y longitudes de arranque entre 2.5 m a 7.0 m. Estos eventos se desarrollaron sobre depósitos coluvio-deluviales, coadyuvado por la pendiente de las laderas (25°-45).

Se le atribuye como factor detonante, las lluvias intensas y prolongadas registradas en la zona, con umbrales de 35 mm por día, sumados a las características de sitio como: Substrato rocoso muy fracturado y altamente meteorizado, presencia de suelos inconsolidados de fácil erosión y remoción, laderas con pendientes fuertes a muy fuerte; así como la ejecución de cortes de talud, viviendas sin sistema de desagüe, saturación del suelo por el vertimiento de aguas servidas y mal sistemas de riego en zona inestables, como factores y condicionantes de Zona crítica y Peligro Alto en el Barrio de Chua Bajo.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica, como prohibir la construcción de nuevas viviendas, evitar realizar cortes de talud, revestir los canales de riego que discurren directamente hacia las viviendas, realizar la instalación de un sistema de tuberías para los silos, que eviten la infiltración de agua al subsuelo, entre otros.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Independencia, según Oficio N°19-2022-MDI-GM-UGRD/J es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el Barrio de Chua Bajo.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Norma Sosa Senticala y Mauricio Núñez Peredo, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector previamente mencionado, la cual se realizó durante el día 17 de junio del presente año en coordinación con representantes de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastre de la Municipalidad Distrital de Independencia.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Independencia y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el Barrio de Chua Bajo.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos geológicos en la región Ancash” (Zavala, B. 2009). Este contiene el inventario de 2129 peligros geológicos en la región Ancash. Así mismo, de acuerdo al mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000, se evidencia que el Barrio Chua Bajo se encuentran en **zonas de susceptibilidad Alta** (figura 1).

Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

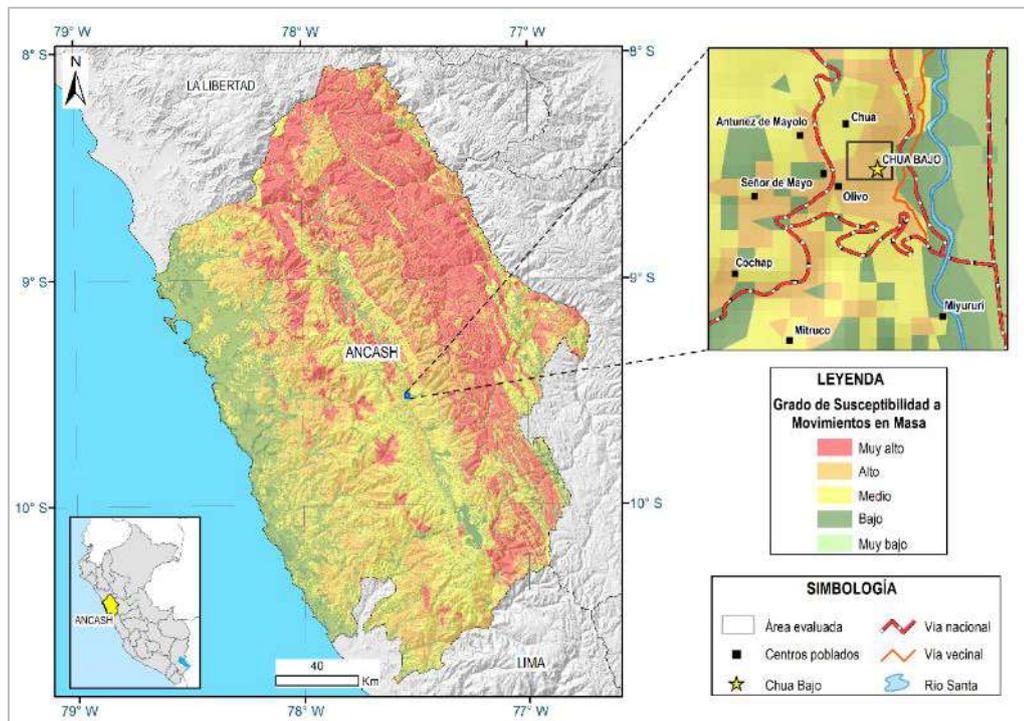


Figura 1: Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Barrio de Chua Alto y alrededores (Fuente: Zavala et al, 2009).

- B) Boletín N° 76, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian, y Yanahuanca” (Cobbing, et al., 1996). En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio y alrededores que corresponde principalmente a estratos volcánicos variados de rocas piroclásticas gruesas de composición andesítica y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas del Grupo Calipuy.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El Barrio de Chua Bajo se localiza a 0.5 kilómetros al oeste del río Santa (margen izquierdo), en el distrito de Independencia, provincia Huaraz y departamento de Ancash (figura 2).

Cuenta con las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	221090.9896	8946432.449	-9.52182185°	-77.5404746°
2	221090.9896	8946768.337	-9.51877149°	-77.542555°
3	221466.6168	8946768.337	-9.51877976°	-77.5370328°
4	221466.6168	8946432.449	-9.52442302°	-77.5370741°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
	220861.95	8946149.36	-9.5243646°	-77.5425784°

1.3.2. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet (Lima), hasta el área de estudio mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Barranca	Asfaltada	208	3 horas 30 min
Barranca - Huaraz	Asfaltada	217	4 horas 30 min
Huaraz – Chua Bajo	Asfaltada	5.0	0 horas 15 min

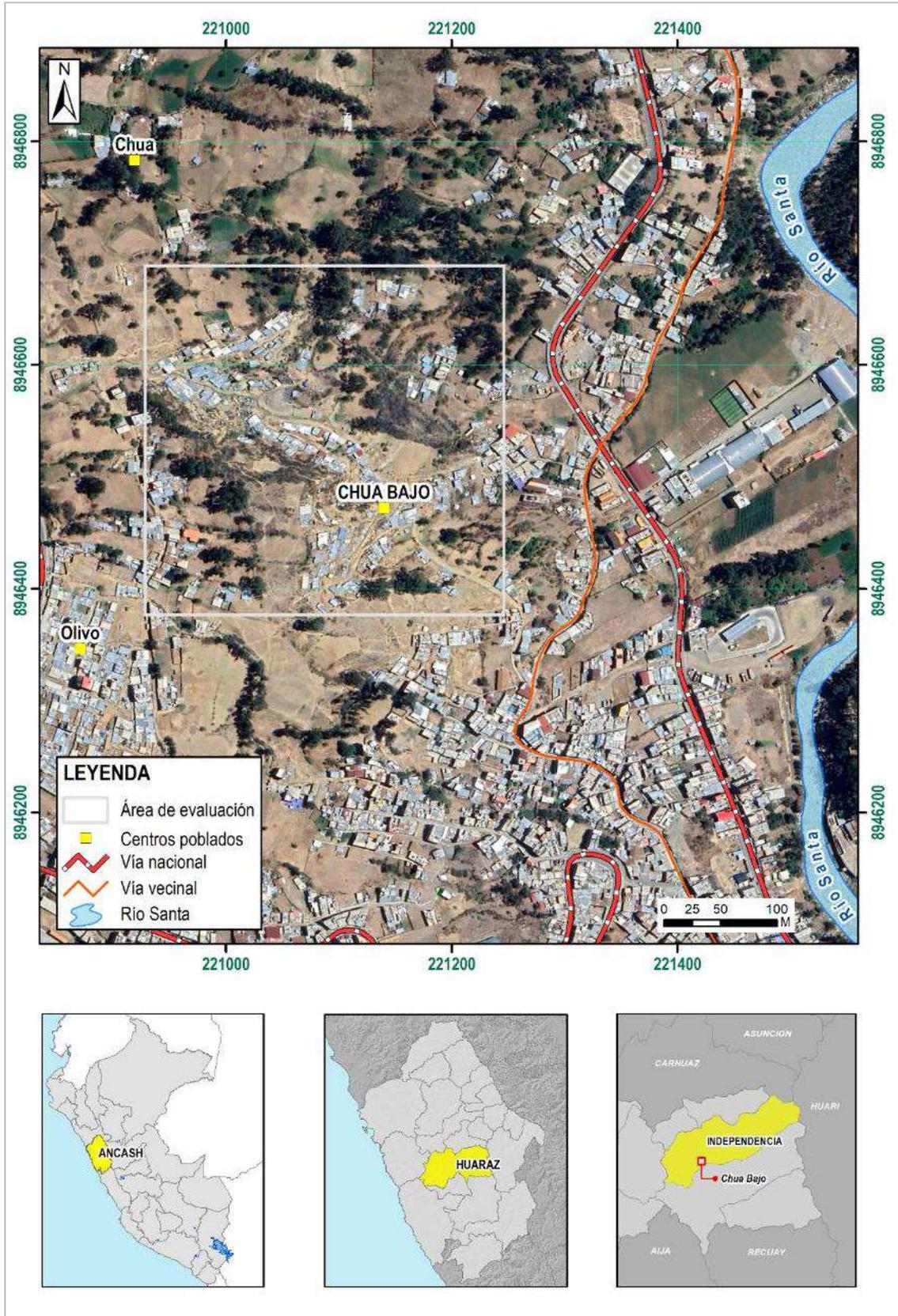


Figura 2: Ubicación del Barrio de Chua Bajo (Distrito Independencia, provincia Huaraz, Departamento de Áncash).

1.3.4. Zonificación sísmica

De acuerdo a los niveles de zonificación sísmica en el Perú (figura 5); el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad Alta), localizada desde la línea de costa hasta el margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g.

La zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro 3. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (DS No. 003-2016-VIVIENDA).

Cuadro 3. Factores de zona Z.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

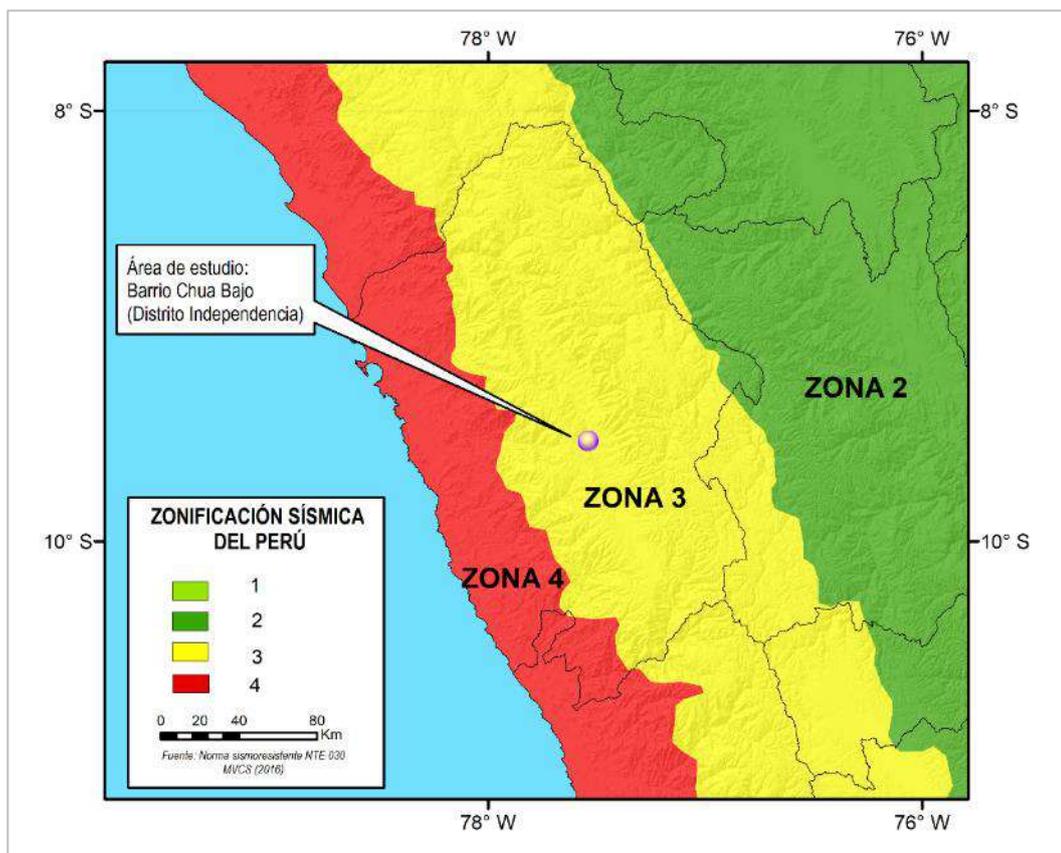


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú. Fuente: Alva (1984).

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos; es por ese motivo, considerando como base el libro de “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

ACTIVIDAD: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que

se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

DERRUMBE: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

DESLIZAMIENTO: Es un movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o 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. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales, a su vez, pueden ser planares y/o en cuña.

ESCARPE O ESCARPA: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

FACTOR CONDICIONANTE: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

FACTOR DETONANTE: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

INACTIVO: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

INACTIVO LATENTE: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

METEORIZACIÓN: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

MOVIMIENTO EN MASA: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.

PELIGROS GEOLÓGICOS: Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.

SUSCEPTIBILIDAD: Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.

TALUD: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

ZONA CRÍTICA: Las zonas o áreas consideradas como críticas (Fidel et al., 2006), presentan recurrencia en algunos casos periódica a excepcional de peligros geológicos y geohidrológicos; alta susceptibilidad a procesos geológicos que puede causar desastres y alto grado de vulnerabilidad.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología del área de estudio se describe teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Huaraz, 20h-I, escala 1:50,000 (Navarro et al, 2010), así como la información contenida en el Boletín N° 76: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian, y Yanahuanca” (Cobbing, et al., 1996), publicados por Ingemmet.

De igual manera, esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen volcánico, representado por el Grupo Calipuy; así como depósitos recientes coluvio-deluvial, aluvial, fluvial y antrópico, (anexo 1 – mapa 01).

3.1.1. Grupo Calipuy

Según Cobbing, et al., (1996) esta unidad consiste de por lo menos 2000 m y en algunos sectores más de 3000 m de estratos volcánicos variados. Estos son principalmente rocas piroclásticas gruesos de composición andesítica rico en cristales de biotita, horblenda, cuarzo y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas.

Estas rocas presentan una resistencia baja (25-50 Mpa), muy alterada y fuertemente fracturada conformado por bloques de rocas de varias caras angulosos y definida por más de 3 familias principales de discontinuidades, con espaciamiento muy próximas entre sí (0.05-0.03 m) abiertas (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible. En superficie se presentan altamente meteorizadas (figura 6).

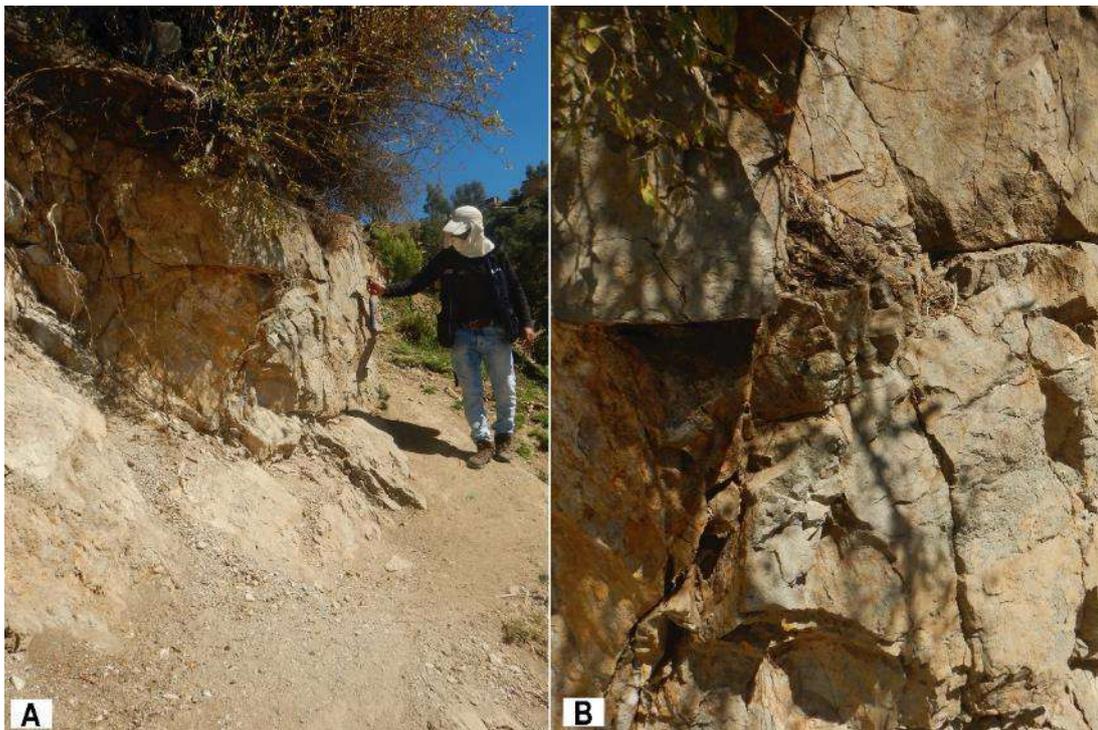


Figura 6. A. Sustrato rocoso conformado por rocas piroclásticas de composición andesítica, del Grupo Calipuy. **B.** Detalle de las rocas piroclásticas las cuales se encuentran muy fracturadas, con espaciamientos muy próximas entre sí (0.05-0.03 m), abiertas (1,0-5,0 mm) y en superficie se presentan muy alterados y altamente meteorizado.

3.1.2. Depósitos cuaternarios

a. Depósito coluvio-deluvial (Q-cl):

Se localizan en forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía. Están compuestos por fragmentos líticos, anguloso a subangulosos con diámetros que varían de 0.05 a 0.20 m envueltos en una matriz limo-arcilloso (figura 7). Son producto de la meteorización de rocas piroclásticas del Grupo Calipuy y removidos por procesos de movimientos en masa.



Figura 7. A. Material de depósito coluvio-deluvial compuestos por fragmentos de roca angulosos a subangulosos de tamaños variables (0.05 a 0.20 m), envueltos en una matriz limo-arcillosos.

b. Depósito aluvial (Q-al):

Son depósitos semi-consolidados, estos últimos por acumulación de material transportado por el río Santa. Este depósito corresponde a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial.

c. Depósito fluvial (Q-fl):

Conformados por gravas y arenas mal seleccionadas en matriz areno-limosa. Se le puede apreciar en el curso principal del río Santa, formando parte de la llanura de inundación, así como de terrazas fluviales. Su granulometría está compuesta por bloques (15%), gravas (30%), arenas (35%) y limos (20%).

d. Depósito antropógeno (Q-an):

Antropógeno o antrópico, es un término que designa a lo que está vinculado de algún modo al ser humano. La geotecnia, lo identifica como un terreno que ha sido modificado por el hombre. Para el caso del área de estudio está asociado a la depositación de materiales de acarreo, desmonte reciente someros y botaderos de residuos sólidos (figura 8).

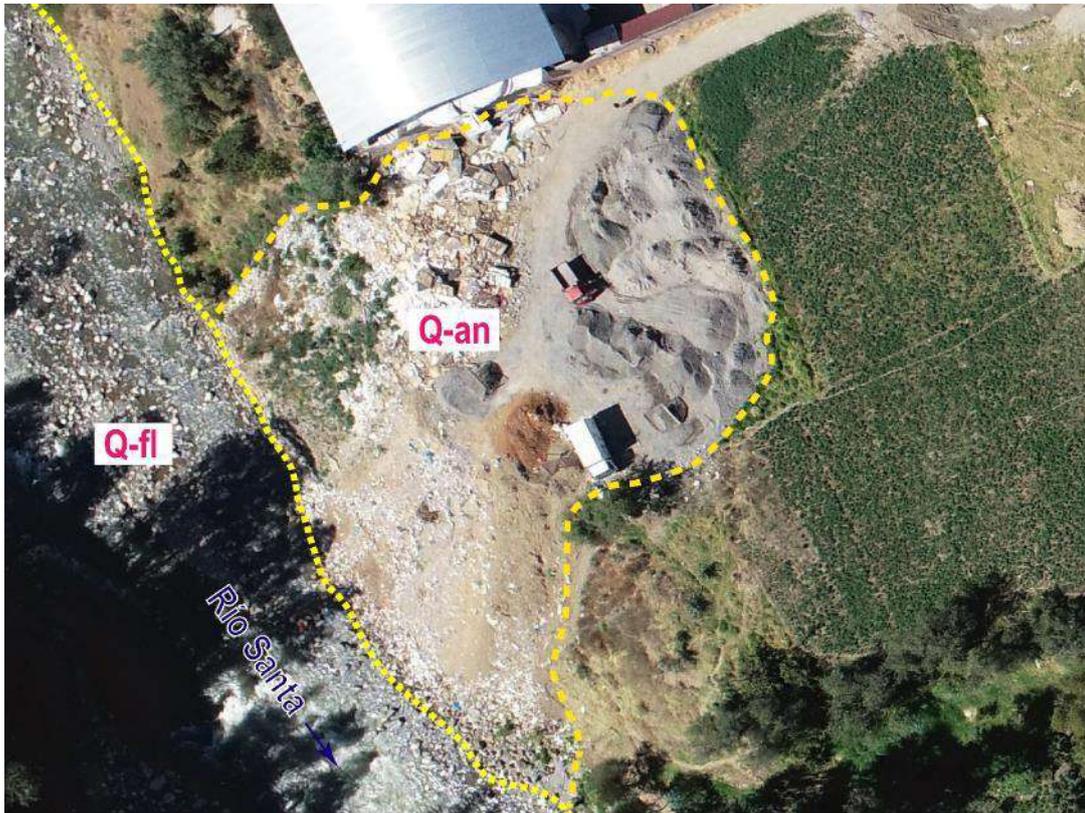


Figura 8. Vista del fondo del valle del Río Santa, en la cual se puede distinguir hasta 2 depósitos cuaternarios. Los depósitos fluviales (Q-fl) conformados por gravas y arenas mal seleccionadas en una matriz areno-limosa y depósitos antropógenos (Q-an), originado por la acción del hombre en la depositación de desmonte reciente someros

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el anexo 1 – mapa 02, se presenta el mapa de pendientes, elaborado en base al modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución (USGS). De acuerdo a este mapa, el Barrio de Chua Bajo, se localiza en laderas de montañas cuyos rangos de pendientes van desde fuerte (15° a 25°) a muy fuerte (25° a 45°). Este rango de pendientes es el

resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, cuyas características principales se describen en el cuadro 4:

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano (0.47%)	Son terrenos llanos cubiertos por depósitos cuaternarios que se distribuyen principalmente a lo largo de terrazas fluviales.
1°a 5°	Inclinación suave (5.44%)	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen a lo largo de planicies y terrazas fluviales y aluviales. En este rango se ubica principalmente al fondo del valle del río Santa.
5°a 15°	Moderado (43.45%)	Ocupan áreas muy grandes. Los terrenos con moderada pendiente se ubican principalmente al pie de las laderas de montañas volcánicas y fondo de valles.
15°a 25°	Fuerte (41.85%)	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes.
25°a 45°	Muy Fuerte (8.78%)	Se encuentran en laderas de montañas. En este rango de pendiente, generalmente se registran procesos de derrumbes y deslizamientos.

4.2. Unidades geomorfológicas

La morfología actual está relacionada con la erosión generada por la última etapa del levantamiento de los Andes, así como a procesos hidrometeorológicos relacionadas a abundantes precipitaciones pluviales (erosión fluvial y pluvial) y la ocurrencia de movimientos en masa antiguos y recientes (deslizamientos y derrumbes), producto de la intensa actividad geodinámica de la zona.

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (anexo 1 – mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación, (Vílchez, et al., 2019).

En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geoformas:

A) Unidad de montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

4.2.1. Subunidad de montañas en rocas volcánicas (M-rv):

Corresponde a las cadenas montañosas donde los procesos denudativos (fluvio-erosionales) afectaron rocas volcánicas del grupo Calipuy. Las montañas presentan laderas de pendientes fuerte a muy fuerte varían de 15° a 45°. El Barrio de Chua Bajo, se encuentra rodeado por estos lineamientos montañosos.

Sus relieves se encuentran asociadas a procesos dominantes de deslizamientos, y derrumbes.

B) Unidad de Piedemonte

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos ocupan grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

4.2.2. Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Zonas de acumulaciones en ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, de corto a mediano recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Estas geoformas cubren gran parte de la zona de estudio, se observaron cómo cuerpos de deslizamientos antiguos depositadas en las laderas superiores del valle del río Santa (figura 9), donde las pendientes van de fuerte a muy fuerte (15°-45°).



Figura 9. Vista de las subunidades de montañas modeladas en rocas volcánicas (M-rv) y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) y sobre la cual se asienta el Barrio de Chua Bajo.

C) Unidad de Planicie

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, ya que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

4.2.3. Subunidad Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado (1° a 5°), con altura relativamente marcada. Se encuentran encima del cauce del río Santa (figura 10). Su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bolos, cantos, gravas con matriz de arenas y limos). Está sujeta a erosión fluvial.

4.2.4. Subunidad Terraza fluvial (T-fl)

Depósitos dejados por las corrientes actuales de los ríos cuando disminuyen la pendiente y la capacidad de carga de sedimentos. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.) que son transportados por la corriente del río Santa a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.



Figura 10. Vista del valle del río Santa, donde se puede distinguir las subunidades de terrazas fluvial y aluvial con pendientes ligeramente inclinado (1° a 5°).

D) Geofomas particulares

4.2.5. Depósito antrópico (Dan)

Estas geofomas, son el resultado de un conjunto de procesos generados por el hombre, mediante procesos de transformación industrial (construcciones civiles) y depósitos de residuos sólidos.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el Barrio de Chua Bajo y alrededores corresponden a la clase de movimientos en masa, tipo deslizamientos y derrumbes (anexo 1 – mapa 4).

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Para la caracterización de estos eventos, se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.20 y 0.10 cm/píxel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

Además de ello, la zona es considerada de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (Zavala et al, 2009).

5.2. Deslizamientos antiguos

Al oeste del área evaluada, se identificó por medio de la interpretación de imágenes satelitales disponibles en la plataforma de Google Earth, la presencia de grandes depósitos de movimientos en masa antiguos (deslizamiento rotacional) con múltiples escarpes (figura 11) antiguos y cuya masa desplazada (con dirección preferente al este), llegó hasta el cauce del río Santa.

El deslizamiento se originó sobre depósitos de naturaleza coluvio-deluvial y la porción superficial y fracturada del substrato rocoso piroclástico (Grupo Calipuy); las características y dimensiones que fueron posibles de medir de este deslizamiento son las siguientes:

- Ancho de escarpa: 1.4 km
- Longitud de la escarpa: 1.6 km
- Forma de la escarpa: Irregular
- Salto principal: 5 - 20 m (aproximadamente)
- Saltos secundarios: No presenta
- Velocidad del movimiento: Muy lento
- Presencia múltiples escarpas antiguas de forma irregular y continua con longitudes entre 0.05 a 0.95 km; los saltos de las escarpas tienen aproximadamente entre 5 a 10 m de longitud.
- Grietas longitudinales: no se observa
- Edad estimada del evento: Antiguo
- Actividad del movimiento
 - Edad: Antiguo
 - Estilo: Único
 - Distribución: Confinado (se presenta una escarpa, pero no tiene una superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada)
- Área aproximada: 189 ha.

5.2.1. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Presencia de substratos de rocas piroclásticas andesíticas y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas; muy alteradas, fuertemente fracturada y altamente meteorizadas, lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
- Suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), compuestos principalmente por fragmentos líticos, anguloso a subangulosos con diámetros que varían de 0.05 a 0.20 m envueltos en una matriz limo-arcilloso, producto de la meteorización de rocas volcánicas y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos (deslizamiento).

Factor geomorfológico

- Presencia de montañas modeladas en rocas volcánicas, cuyas laderas presentan pendientes fuertes (15°-25°) a muy fuertes (25°-45°); lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.

Factor de sitio:

- Cobertura vegetal de tipo cultivos, pastizales y matorrales dispersos, que ofrecen poca protección al suelo y la roca.

5.2.2. Factores detonantes o desencadenantes

- PRECIPITACIONES: Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a abril, que en el periodo 2018-2022 fue de un máximo 35 mm.
- SISMOS: La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), el área de estudio se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a sismicidad alta.

5.2.3. Daños por peligros geológicos

- Al momento de realizar la evaluación de campo no se registraron daños por efectos de la actividad del deslizamiento; más que algunas evidencias de ondulaciones en la morfología del terreno.

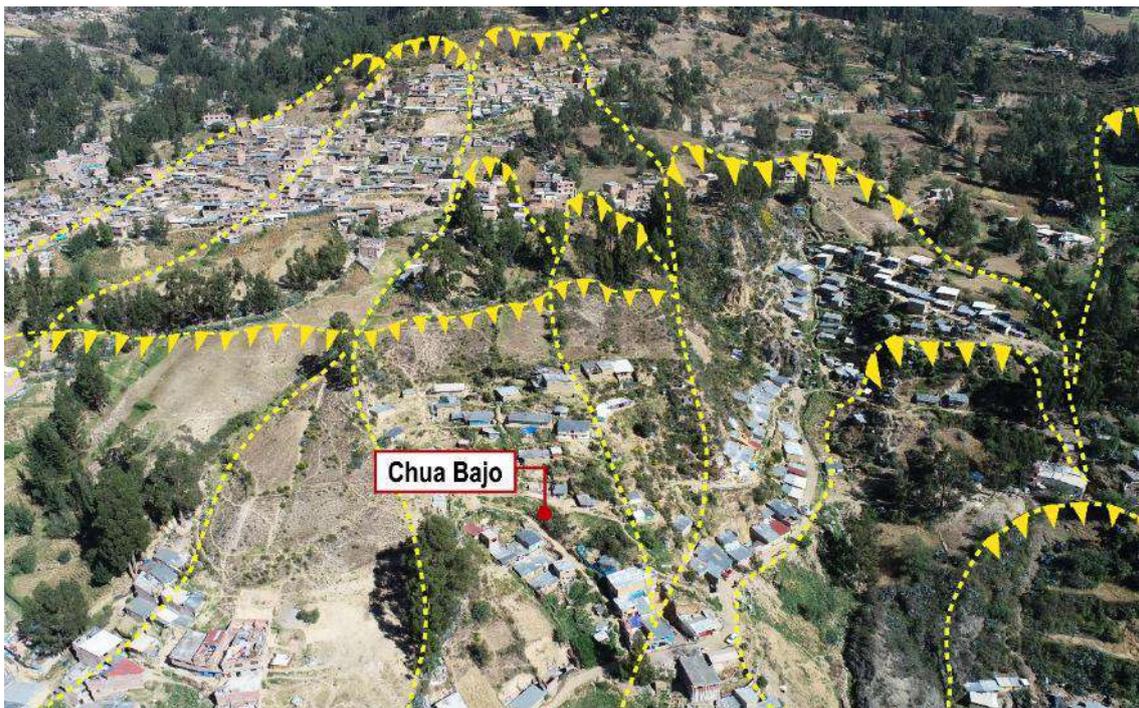


Figura 11. Deslizamiento rotacional inactivo-latente con múltiples escarpas que manifestaban reactivaciones antiguas del evento y en cuyo cuerpo se asienta el Barrio de Chua Bajo.

5.3. Derrumbes recientes

Puntualmente en el Barrio de Chua Bajo, producto de las lluvias intensas del 30 de marzo del presente año, se registró 3 sectores afectados por derrumbes (cuadro 5), los cuales se desarrollaron sobre depósitos coluvio-deluviales, coadyuvado por la pendiente de las laderas (25° - 45°), (Cuadro 5 y Figura 15)

Las características principales se describen a continuación:

Cuadro 5. Ocurrencias de derrumbes en el Barrio de Chua Bajo.

N°	COORDENADAS UTM			Ocurrencias
	Norte	Este	Cota	
D-1	8946435.71	221096.36	3130.86	Derrumbe
D-2	8946420.60	221082.83	3139.72	Derrumbe
D-3	8946502.25	221205.97	3088.98	Derrumbe

a) Derrumbe activo D-1

El derrumbe nace sobre los 3130 m. con una longitud y una altura de arranque de 2.5 m y 3 m respectivamente. El tipo de rotura es planar y la forma de arranque es regular y continua. La disposición del depósito se da en forma de canchales con la dirección de movimiento al sureste, con alcances máximos de hasta 4 m desde su zona de origen.

El derrumbe afectó directamente el acceso de una vivienda de adobe, de tal forma que la escarpa del derrumbe se encuentra solo 30 cm de la puerta de acceso (figura 12), condición actual que pone en riesgo la seguridad física de sus habitantes, que siguen habitando dicha vivienda.



Figura 12. A) Vista frontal del derrumbe (D-1) que afectó directamente una vivienda (actualmente habitada). B) Vista de perfil que muestra que la vivienda se encuentra a solo 30 cm del borde de la zona de arranque.

b) Derrumbe activo D-2

Este evento se dio origen en un corte de talud de suelo compuesto principalmente por depósitos coluvio-deluviales. Presenta una altura de desprendimiento de 2.5 m y una longitud de arranque de 7.0 m. El tipo de rotura es planar y la forma de zona de arranque es regular y continua.

El material desprendido afectó directamente el techo de calamina de una vivienda rustica, la cual fue construida muy cerca del talud (0.50 – 1.2 m). Actualmente la pared colindante al talud no aporta seguridad a sus habitantes, al estar hecha de maderas desiguales y con espacios vacíos (figura 13).

c) Derrumbe activo D-3

Evento reciente que se da origen en un talud de roca/suelo compuesto principalmente por depósitos coluvio-deluviales. Presenta una altura de desprendimiento de 2 m y una longitud de arranque de 6 m; el tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continua. El depósito llegó hasta el pie del talud formando conos de detritos (canchales) con alcances máximos de hasta 9 m desde su zona de origen.

El derrumbe destruyó una vivienda de adobe (fotografía 1); así mismo se pudo evidenciar que la vivienda se asentó sobre material de relleno con espesores de 0.35 a 1.0 m (figura 14), este material inconsolidado coadyuvo con el desprendimiento de la roca. Actualmente la vivienda se encuentra deshabitada.



Figura 13. A) Techo de vivienda rustica afectada por el derrumbe (D-2). B) Pared de maderas desiguales colindante al talud.



Fotografía 1. Vivienda destruida producto del derrumbe (D-3). Actualmente se encuentra deshabitada.



Figura 14. Se muestra en líneas amarillas el material de relleno con espesores variables de 0.35 a 1.0 m y sobre la cual se asentó la vivienda destruida.



Figura 15. Mapa de ubicación que muestra en puntos rojos los derrumbes suscitados el 30 de marzo del presente año y que afectó 3 viviendas.

5.3.1. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), compuestos principalmente por fragmentos líticos, anguloso a subangulosos con diámetros que varían de 0.05 a 0.20 m envueltos en una matriz limo-arcilloso, producto de la meteorización de rocas volcánicas y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos (deslizamiento).

Factor geomorfológico

- Presencia de montañas modeladas en rocas volcánicas, cuyas laderas presentan pendientes fuertes (15°-25°) a muy fuertes (25°-45°); consideradas como inestables, y susceptibles a la ocurrencia de derrumbes y procesos de erosión de ladera.

5.3.2. Factores detonantes o desencadenantes

- PRECIPITACIONES: Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a abril, que en el periodo 2018-2022 fue de un máximo 35 mm.

5.3.3. Factores antrópicos

- Cortes de talud para la construcción de nuevas viviendas (fotografía 2).
- Viviendas sin sistema de desagüe, lo cual hace que algunas personas construyan silos artesanales; esta acción aporta la saturación del suelo con el vertimiento de aguas servidas.
- Ocupación inadecuada del suelo por el hombre (Áreas vulnerables) (fotografía 3).
- Mal sistema de riego en la zona inestable que de igual forma saturan los suelos.

5.3.4. Daños por peligros geológicos

- Destruyó 01 vivienda de adobe.
- Afectó 02 vivienda de material rústico y adobe.
- Podría afectar camino de herradura hacia el sector de Chua Bajo, en un tramo de 20 m, que permite el desplazamiento de la población en el sector.



Fotografía 2. Cortes de talud al pie de la ladera sobre depósitos coluvio-deluviales para la construcción de nuevas viviendas.



Fotografía 3. Ocupación inadecuada del suelo por el hombre, ocupando áreas inestables (depósitos inconsolidados) y al borde de laderas.

6. CONCLUSIONES

- 1) El área evaluada presenta grandes depósitos de movimientos en masa antiguo y recientes, tipo deslizamiento rotacional con múltiples escarpas antiguas cuya masa desplazada muestra avances con dirección preferente al este, hasta el cauce del río Santa; y tres sectores de derrumbes recientes, como los ocurridos el 30 de marzo del presente año que presentan alturas de desprendimiento entre 2.0 a 3.0 m y longitudes de arranque entre 2.5 m a 7.0 m
- 2) Estos eventos ocasionaron la pérdida de una vivienda de adobe y comprometiendo la seguridad física de otras 2 viviendas de material rustico y adobe.
- 3) La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Substrato rocoso compuesto de rocas piroclásticas de composición andesítica y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas; muy alterada, fuertemente fracturada y altamente meteorizadas, lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
 - Presencia de suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), adosados a las laderas de las montañas.
 - Laderas con pendientes fuertes (15°-25°) a muy fuertes (25°-45°).
 - Cortes de talud para la apertura de nuevas viviendas.
 - Viviendas sin sistema de desagüe, lo que condiciona la construcción de silos artesanales; esta acción aporta la saturación del suelo con el vertimiento de aguas servidas.
 - Acción de las aguas de escorrentía que saturan el terreno.
- 4) El factor desencadenante para la ocurrencia de movimientos en masa en el Barrio de Chua Bajo, se atribuye a las lluvias intensas y/o excepcionales registradas en los meses de noviembre a abril con umbrales de 35 mm por día y la actividad sísmica.
- 5) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector, es considerado como **zona crítica** y de **peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas y/o prolongadas y/o o sismos.

7. RECOMENDACIONES

- 1) Reubicar las viviendas que se encuentran próximas a laderas inestables en un margen de 50 metros.
- 2) **Prohibir** la construcción de nuevas viviendas, evitar realizar cortes de talud, y la práctica de cultivos a menos de 35 m de las viviendas, para evitar remoción de suelos y desestabilización de laderas.
- 3) Construcción de muros de contención (gaviones) en las zonas de derrumbes, estas medidas estructurales deberán ser realizadas por un especialista.
- 4) Revestir los canales de riego que discurren directamente hacia las viviendas, y realizar la instalación de un sistema de tuberías para los silos, que eviten la infiltración de agua al subsuelo y saturación del mismo.
- 5) Cambiar el tipo de cultivos en la zona del deslizamiento y alrededores. Tienen que ser coordinados con las Agencias Agrarias del Ministerio de Agricultura.
- 6) Realizar charlas de sensibilización y concientización en peligros geológicos por movimientos en masa a los que se encuentran expuestos las viviendas del sector Chua Bajo.

Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

Ing. LIONEL V. FIDEL SMÖLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

Alva, J.; Meneses, J. & Guzmán, V. (1984) - Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú (en línea). Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 5, Tacna, 11 p. (consulta: 5 noviembre 2017). Disponible en: http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis17_a.pdf

Cobbing, E.J.; Sánchez, A.; Martínez, W. & Zárate, H. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 76, 297 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/199>.

Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8321220>.

Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) - Decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 "diseño sismoresistente" del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 002-2014-VIVIENDA. El Peruano, Separata especial, 24 enero 2016, 32 p.

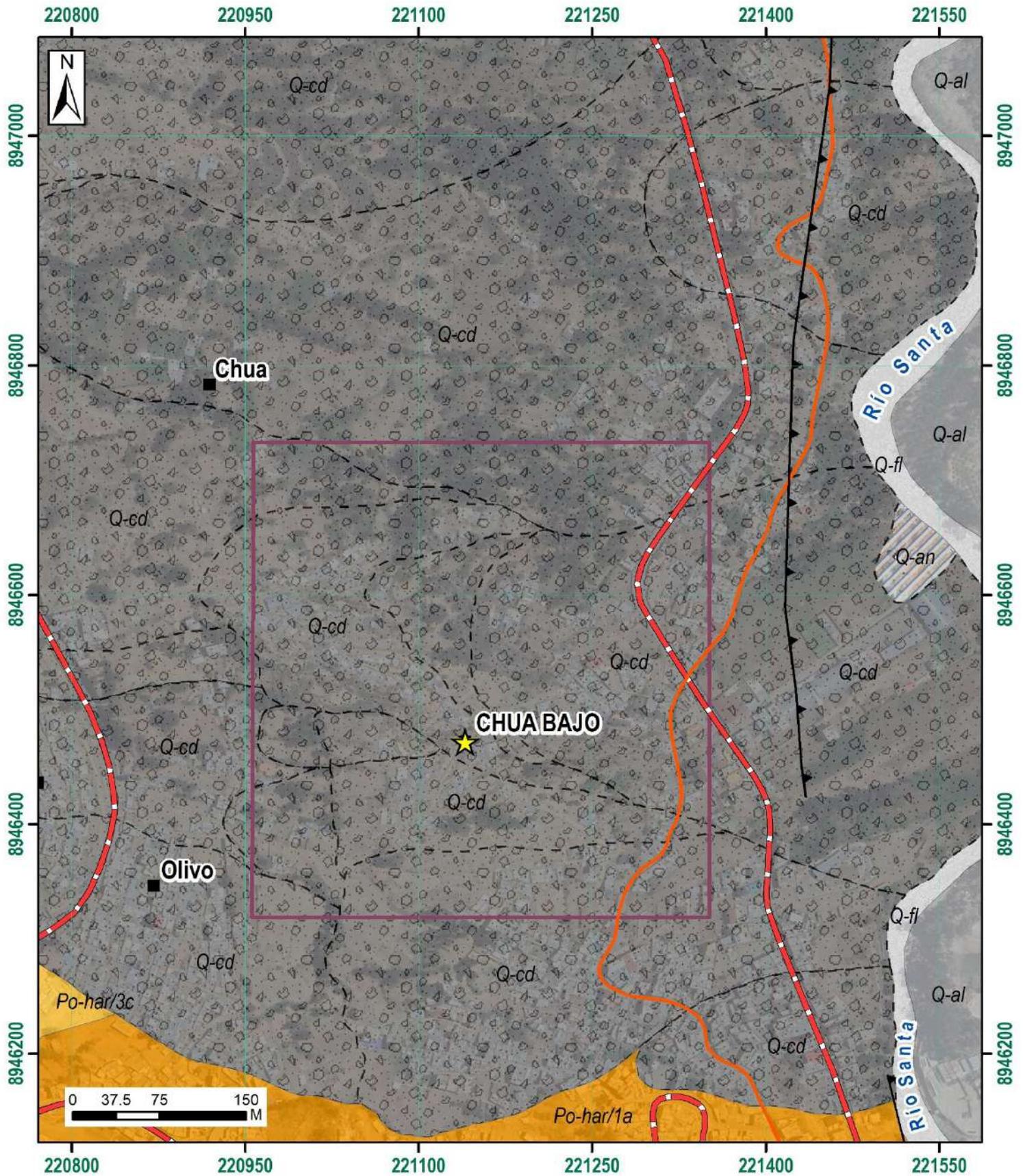
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020) – Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>.

Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

Zavala, B.; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes, R. (2009). Riesgos geológicos en la región Áncash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 38, 280p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/243>.

ANEXO 1: MAPAS



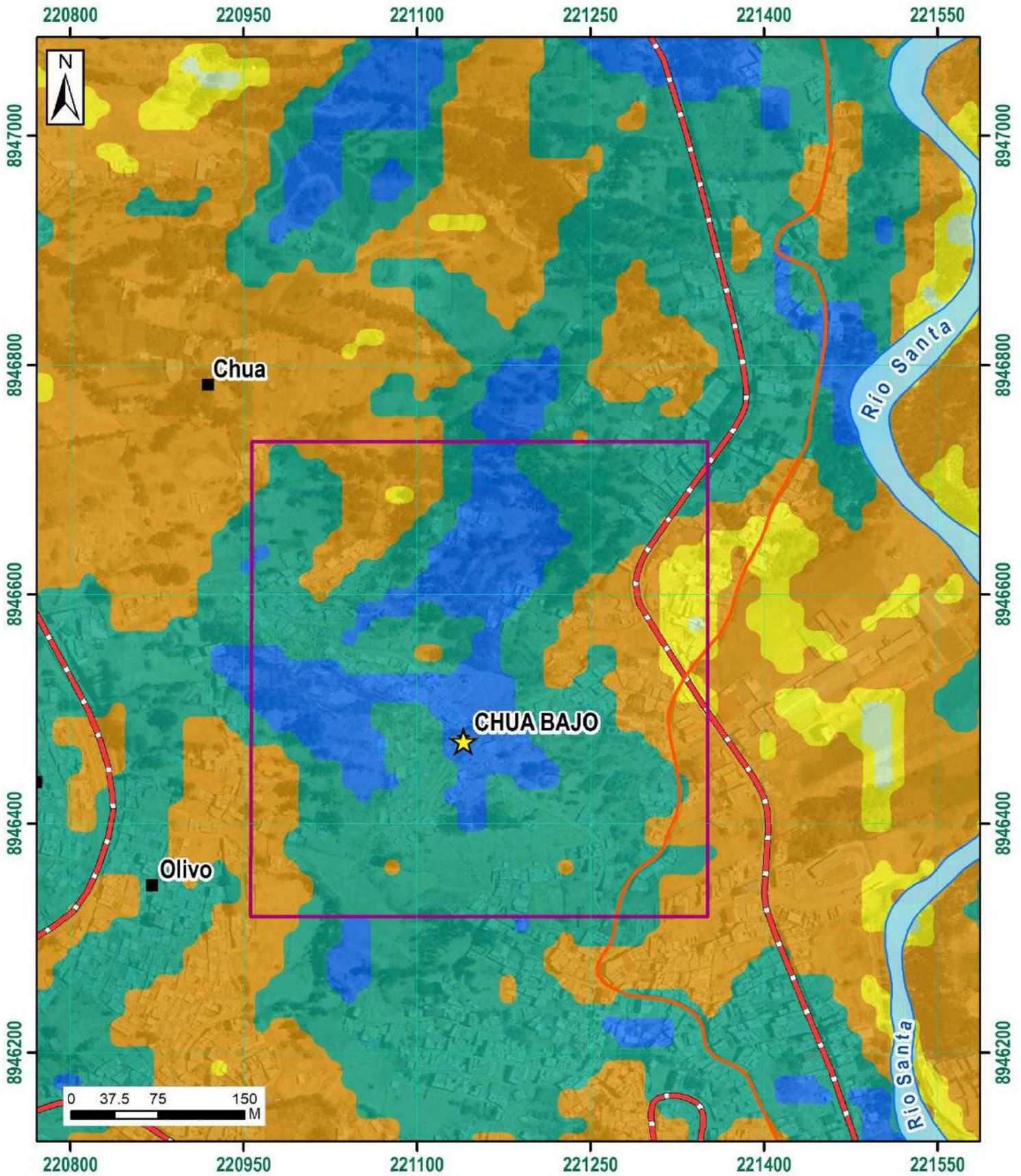
LEYENDA

ERA	SISTEMA	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
Cenozoico	Cuaternario	Depósito antrópico
		Depósito fluvial
		Depósito aluvial
		Depósito coluvio-deluvial
Paleógeno	Oligoceno	Grupo Calipuy
		Grupo Calipuy

SIMBOLOGÍA

- Chua Bajo
- Centros poblados
- Vía nacional
- Vía vecinal
- Falla inversa
- Área de evaluación
- Río Santa

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</p>		
<p>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO</p> <p>DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: INDEPENDENCIA</p>		
<p>GEOLOGICO</p>		
Escala: 1/4,500	Elaborado por: Nuñez, M.	<p>MAPA</p> <p>01</p>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Agosto, 2022	



RANGO DE PENDIENTES

0°-1°	Terreno llano
1°-5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5°-15°	Pendiente moderada
15°-25°	Pendiente fuerte
25°-45°	Pendiente muy fuerte a escarpada

SIMBOLOGÍA

★	Chua Bajo
■	Centros poblados
—	Vía nacional
—	Vía vecinal
□	Área de evaluación
~	Río Santa



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA

PENDIENTES DE LOS TERRENOS

Escala: 1/4,500

Elaborado por: Nuñez, M.

MAPA

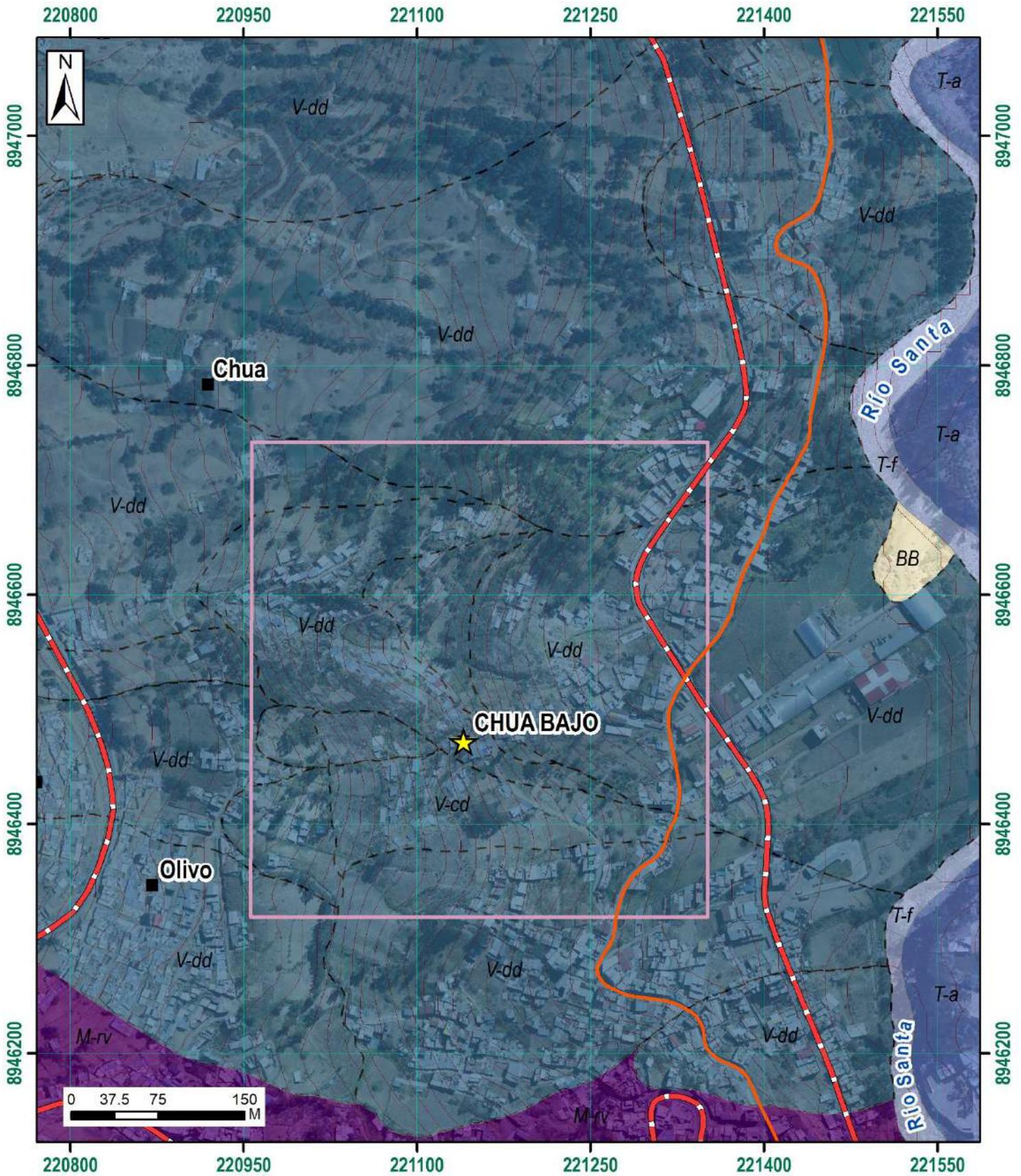
Proyección: UTM Zona 18 Sur

Datum: WGS 84

02

Versión digital 2022

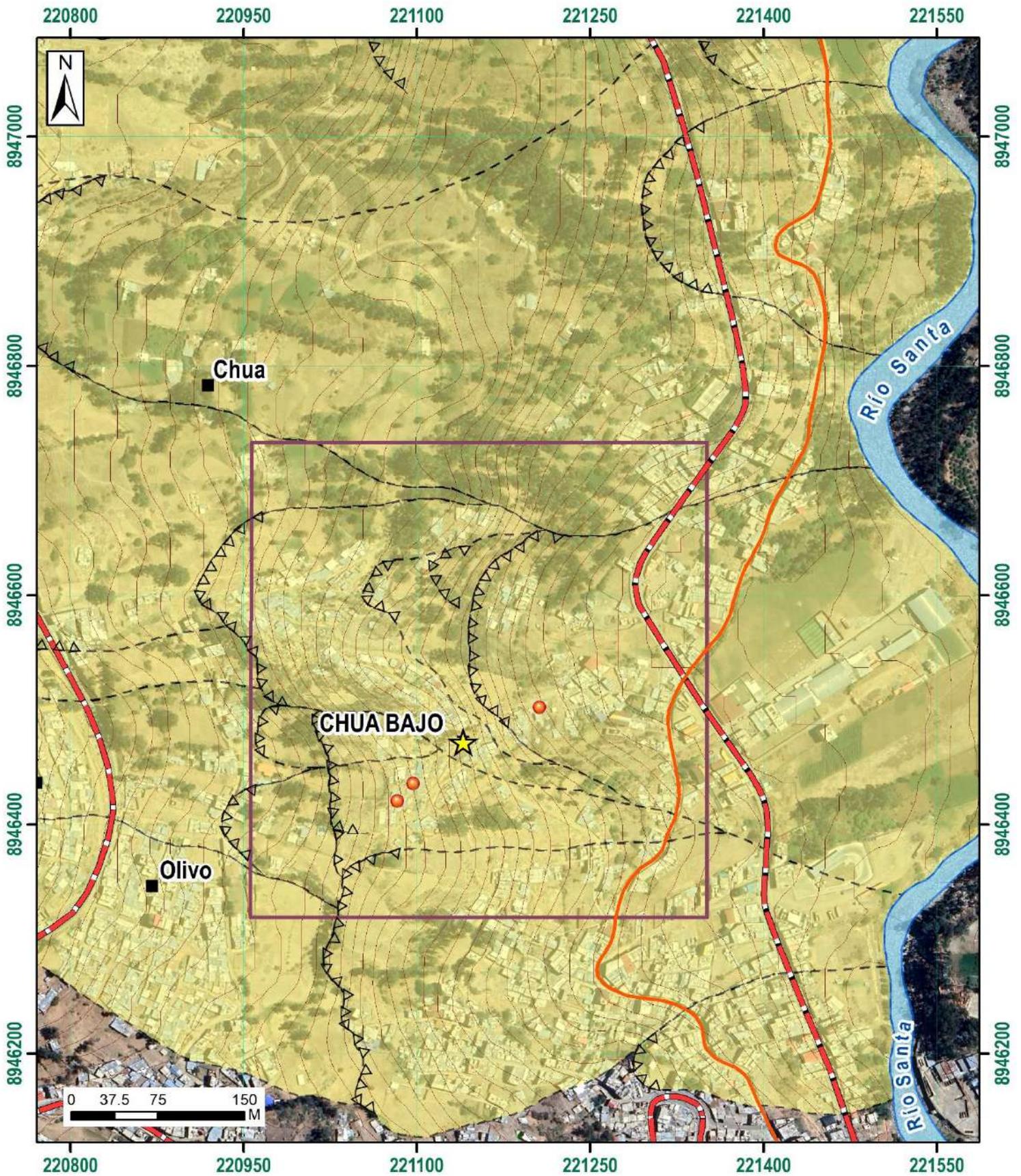
Impreso: Agosto, 2022



LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
	M-rv Montaña en roca volcánica
	V-dd Vertiente con depósito de deslizamiento
	T-a Terraza aluvial
	T-f Terraza fluvial
	BB Botadero de basura

SIMBOLOGÍA	
	Chua Bajo
	Centros poblados
	Vía nacional
	Vía vecinal
	Curvas de nivel
	Área de evaluación
	Rio Santa

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO		
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: INDEPENDENCIA		
GEOMORFOLÓGICO		
Escala: 1/4,500	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 03
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Agosto, 2022	



SIMBOLOGÍA	
	Deslizamiento rotacional, Inactivo-Latente
	Derrumbes activos

TRAMA	
	Escarpa de deslizamiento antiguo

SIMBOLOGÍA	
	Chua Bajo
	Centros poblados
	Vía nacional
	Vía vecinal
	Curvas de nivel
	Área de evaluación
	Río Santa

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO		
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: INDEPENDENCIA		
PROCESOS DE MOVIMIENTOS EN MASA		
Escala: 1/4,500	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Agosto, 2022	